

# Degradación de ecosistemas y técnicas de restauración

Universidad politécnica de Cartagena

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y  
jardinería



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



Jorge Cerezo Martínez

## Contenido

1. Tema 1: Conceptos básicos sobre los procesos de degradación de los ecosistemas. Papel del suelo y de la cubierta vegetal .....	4
2. Tema 2: Degradación del suelo. Indicadores de calidad del suelo .....	6
3. Tema 3: Degradación biológica y física del suelo. Estrategias de regeneración .....	8
4. Tema 4: Factores, formas y consecuencias de la erosión del suelo .....	9
5. Tema 5: Predicción y evaluación de la erosión del suelo. Medidas para combatir la erosión.....	11
6. Tema 6: Salinidad y salinización. Suelos salinos.....	13
7. Tema 9: Planificación de la restauración y elección de especies .....	15
8. Tema 10 a: Labores previas a la repoblación y descripción de maquinaria.....	21
8.1. Fases de la repoblación forestal.....	21
8.2. Tratamiento de la vegetación preexistente.....	21
8.3. Preparación del suelo .....	24
9. Tema 10 b: Siega, desbroces y clareos .....	27
9.1. Siegas.....	27
9.2. Desbroces.....	27
9.3. Desbroces.....	28
10. Tema 10 c: Preparación de suelo .....	29
10.1. Clasificación de la preparación del suelo .....	30
10.1.1. Extensión superficial.....	30
10.1.2. Acción sobre el perfil.....	30
10.1.3. Por el modo de ejecución .....	30
10.1.4. Profundidad alcanzada.....	31
10.2. Hoyos.....	32
10.3. Raspas.....	32
10.4. Banquetas.....	32
11. Tema 10 c: Preparación de suelo .....	34
11.1. Subsulado.....	34
11.2. Acaballonado forestal .....	34
11.3. Acaballonado superficial.....	35
11.4. Acaballonado de desfonde.....	35
11.5. Acaballonado completo en llano.....	36
11.6. Aterrazado con subsulado .....	36
11.7. Alzado.....	37
12. Tema 11: Revegetación mediante siembra y plantación.....	39
12.1. Factores que condicionan el método principal de repoblación en la siembra .....	39
12.2. Ventajas de la siembra .....	40

12.3.	Inconvenientes de la siembra.....	41
12.4.	Métodos de siembra.....	41
12.5.	Profundidad de la siembra y cobertura de la semilla.....	41
12.6.	Época de siembra.....	41
12.7.	Dosis de siembra.....	42
12.8.	Repoblación mediante plantación, tipo de planta.....	42
12.9.	Recomendaciones específicas.....	43
12.10.	Edad de la planta.....	43
12.11.	Manejo de la planta.....	43
12.12.	Épocas de plantación.....	44
12.13.	Formación de ejecución.....	44
12.14.	Métodos de plantación.....	45
15.	Tema 11 bis: Protección y cuidados culturales de las repoblaciones.....	45
15.1.	Protección contra daños producidos por animales.....	45
15.2.	Defensa de repoblaciones.....	46
15.3.	Mantenimiento del suelo.....	46
15.4.	Métodos de mayor interés y aplicación al mundo forestal.....	47
16.	Tema 12: Diseño de las repoblaciones.....	48
17.	Tema 13: Revegetación de riberas.....	51

## 1. Tema 1: Conceptos básicos sobre los procesos de degradación de los ecosistemas. Papel del suelo y de la cubierta vegetal

**Ecosistema:** Sistema natural formado por un conjunto de seres vivos interactuando entre sí y con el medio físico en el que se establece un ciclo de materiales y un flujo de energía que conduce a una estructura trófica bien definida.

Consecuencias de la degradación:

- Menor probabilidad de subsistencia para las especies
- Disminución de la riqueza biológica
- Disminución de bienes y servicios
- Disminución del bienestar social

Conclusiones según la "Evaluación de los Ecosistemas de Milenium" Informe de Síntesis (ONU, 2005)

- Degradación brutal en los últimos 50 años
- Pérdida de biodiversidad
- Progresos en bienestar social/ alto coste ambiental
- Más hambre en el Mundo

Causas principales a nivel general:

- Deforestación (explotación forestal insostenible, agricultura, ganadería)
- Incendios y quemadas controladas
- Agricultura intensiva
- Construcción de infraestructuras (fragmentación de ecosistemas)
- Minería y canteras
- Desecación y contaminación de humedales
- Sobreexplotación pesquera
- Introducción de especies exóticas
- Actividades de ocio y tiempo libre

**El papel de la vegetación en los ecosistemas:** Producción de bienes o recursos naturales (maderas, frutos, resinas, corcho, pastos, caza). Servicios ambientales (regulación del ciclo hidrológico, control de erosión, mantenimiento de la biodiversidad, fijación del carbono...), Servicios culturales y sociales.

**Importancia de los bosques en la regulación hidrológica:** Aumento de la infiltración, de la estabilidad del suelo y de la calidad del agua. Disminución de la energía cinética de la lluvia (disminuye la erosión y la desintegración de las partículas del suelo). Retención superficial del agua. Regulación del microclima y de la formación de nubes y precipitaciones.

### Funciones del suelo

- **Funciones ecológicas:** Producción de biomasa (alimento, fibra y energía). Reactor que filtra, regula y transforma la materia para proteger de la contaminación el ambiente, las aguas subterráneas y la cadena alimentaria. Hábitat biológico y reserva genética de muchas plantas, animales y organismos, que estarían protegidos de extinción.
- **Funciones ligadas a las actividades humanas:** Medio físico que sirve de soporte para estructura industriales y técnicas, así como actividades socioeconómicas tales como vivienda, desarrollo industrial, sistema de transporte, recreo o ubicación de residuos, etc. Fuente de materias primas que proporciona agua, arcilla, arena, grava, minerales, etc. Elemento de nuestra herencia cultural, que contiene restos paleontológicos y arqueológicos importantes para conservar la historia de la tierra y de la humanidad.

El **estado del suelo**, al ser la base en la que se asienta el ecosistema puede servirnos para conocer y monitorizar el estado de éste.

## Conceptos

Degradación del suelo, desertificación, calidad, indicadores de calidad, persistencia y elasticidad o resiliencia<sup>1</sup>.

- **Degradación del suelo:** Proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir cuantitativamente y/o cualitativamente bienes y servicios. La degradación del suelo es un proceso retroalimentado, influyendo principalmente los siguientes factores:
  - **Degradación biológica**
  - **Degradación física**
  - **Degradación química**
  - **Erosión**
  - **Exceso de sales**
  
- **Desertificación:** Disminución o destrucción del potencial biológico de la tierra, que puede conducir en su etapa final a unas condiciones semejantes al desierto. Proceso que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales del planeta en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas, secas, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas. Es causada por una combinación de factores que cambian con el tiempo y varían con la localidad, pueden ser:
  - **Factores indirectos:** Presión de la población, factores políticos, socioeconómicos, etc.
  - **Factores directos:** Métodos de uso del sistema bioproductivo terrestre y procesos relacionados con el clima.

## Resistencia del suelo a la degradación

- **Persistencia:** Capacidad del sistema para mantener el ritmos de los procesos fundamentales dentro de unos límites definidos aunque haya fluctuación de los factores ambientales.
- **Elasticidad (Resiliencia):** Capacidad del sistema para volver a su estad original después de una perturbación.

---

<sup>1</sup> Término empleado en ecología para indicar la capacidad de los ecosistemas para absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad

## 2. Tema 2: Degradación del suelo. Indicadores de calidad del suelo

### Calidad del suelo

Se refiere a la capacidad de un suelo de mantener sus funciones, en ecosistemas naturales o manejados, y sustentar la productividad de animales y plantas, mantener o mejorar la calidad del aire y el agua y permitir la vida y la salud de las personas. Cambios en la capacidad de un suelo para mantener sus funciones se reflejarán en propiedades de dicho suelo que varían según el manejo o el clima.

La calidad de un suelo puede evaluarse por medio de ciertos indicadores. Un indicador de calidad de suelo es una propiedad que cambia en respuesta a cambios en el manejo, en el clima, o en ambos y que refleja el estado funcional del suelo en un momento determinado. El tipo y número de indicadores dependerá de la escala de trabajo. Los indicadores de suelo son importantes y útiles para:

- Centrarse en ellos los esfuerzos para el mantenimiento y mejora de las condiciones del suelo
- Evaluar las técnicas de manejo más adecuadas
- Relacionar la calidad del suelo a la de otros recursos (verbi gratia en agua)
- Disponer de información que nos permita reconocer las tendencias de cambio
- Contribuir a mejorar las decisiones de los responsables de manejar el suelo

**Indicadores visuales:** Se pueden obtener a partir de la observación, incluyendo el análisis de fotografías

- Exposición del subsuelo
- Color del suelo
- Presencia de regueros
- Presencia de pedestales
- Encharcamiento
- Piedras en superficie

**Indicadores físicos:** Relacionados con la estructuración y los poros

- Densidad aparente
- Porosidad
- Capacidad de infiltración
- estabilidad de agregados
- Textura
- Encostramiento
- Compactación

**Indicadores químicos:** Incluye propiedades químicas y físico-químicas

- Ph y salinidad
- Materia orgánica
- Fósforo
- Capacidad de cambio
- Micro y macronutrientes
- Contaminantes

**Indicadores biológicos:** Medidas de micro y macroorganismos, sus actividades y sus bioproductos

- Gusanos
- Nemátodos
- Miriápodos
- Hongos
- Tasa respiratoria
- Tasa de descomposición
- Actividad enzimática

## Cómo seleccionar indicadores

Es necesario observar o medir varias propiedades o procesos diferentes, la selección debe basarse en:

- Usos del suelo
- Relación de entre indicador y la función que desempeña
- La facilidad y fiabilidad de las medidas
- La variabilidad espacial y temporal la variable medida
- La sensibilidad de la variable medida a los cambios en el manejo del suelo

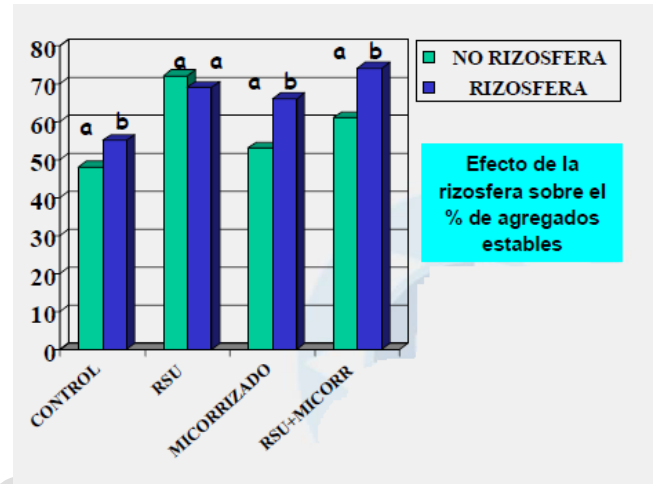
## Cuándo y dónde medir

El momento y localización óptimos para las observaciones o el muestreo depende del objetivo. La frecuencia de las observaciones depende del clima y el uso del suelo

La evaluación de los indicadores puede realizarse puntualmente o bien haciendo un seguimiento a lo largo del tiempo y estableciendo su tendencia.

El seguimiento de la calidad del suelo debería de dirigirse hacia la detección de cambios que se pueden medir en un periodo de 1 a 10 años.

Los cambios deben producirse lo suficientemente rápido para ser percibidos a tiempo y que los problemas que estén originando puedan ser corregidos antes de ser irreversibles.



Cuando se interpretan los indicadores hay que tratar de reconocer y diferenciar entre tendencias y cambios que se puedan producir al azar. Los cambios al azar pueden ser puntuales y no ser representativos en un proceso de pérdida de calidad del suelo.

Establecer rangos aceptables, examinar las tendencias en el tiempo e incluir estimas de la variabilidad asociada con las medidas son aspectos importantes para interpretar correctamente los indicadores.

Los cambios necesitan ser evaluados en conjunto, de forma que el cambio de un indicador se pueda evaluar en relación a los cambios en otros.

**Ejemplo de extracción del carbono en el tema 2. Es recomendable repasarlo**

### 3. Tema 3: Degradación biológica y física del suelo. Estrategias de regeneración

#### **En qué consiste la degradación biológica del suelo**

Incluye aspectos sobre el deterioro de las propiedades que están directamente relacionadas con la actividad de los micro y macroorganismos así como con los productos resultantes de dicha actividad.

La actividad microbiológica contribuye a la transformación de la materia orgánica que a su vez contribuye a:

- Es una fuente de materia y energía para los microorganismos
- Formación de complejos arcillo-húmicos y órganos-minerales: formación de microagregados
- Unión de partículas y microagregados: formación de macroagregados
- Mejora de la retención hídrica, la capacidad de cambio, la resistencia a la erosión, mejora de la infiltración

Por tanto, la materia orgánica contribuye a preservar las propiedades físicas, biológicas y fisico-químicas del suelo.

Los tejidos y órganos de las plantas son degradados por animales y microorganismos, comienza así el proceso de humificación y la mineralización primaria. El proceso de humificación continúa y se produce la mineralización secundaria.

#### **Constituyentes de la materia orgánica del suelo**

- **Materia orgánica fresca:** Restos de animales, plantas y microorganismos, transformados de forma incompleta, que no forman parte integral del suelo. Se pueden separar por métodos mecánicos.
- **Materia orgánica transformada:** Por una parte productos resultantes de la descomposición de residuos orgánicos y síntesis microbiana, y por otra, sustancias húmicas (ácidos húmicos).

El laboreo favorece la degradación biológica al alterar el equilibrio mineralización- humificación, produciendo:

- Aumenta la oxigenación, acelerándose la oxidación
- Destruye macroagregados, exponiendo mayor cantidad de materia orgánica al ataque de microorganismos.
- Incrementa la temperatura, favoreciendo la oxidación
- Disminuye los aportes de materia orgánica
- Altera los equilibrios de los ciclos biogeoquímicos
- Disminuye la población de microorganismos, al ser estos menos eficientes en la incorporación de carbono a la biomasa.
- 

El laboreo influye, sobre todo, en la pérdida de materia orgánica lábil (macroagregados), pero cuando llega a un límite se comienza a perder Materia humificada y la degradación se dispersa.

**Mirar ejemplos de aporte de materia orgánica en tema 3.**



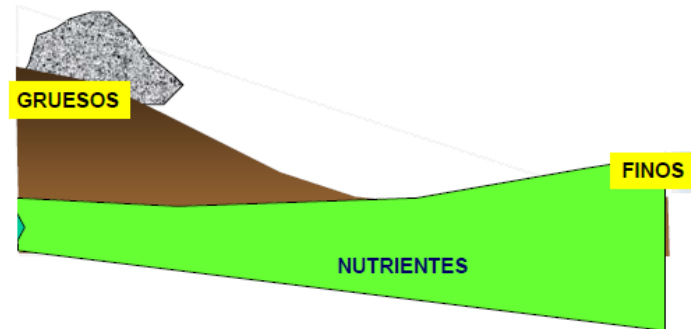
## 4. Tema 4: Factores, formas y consecuencias de la erosión del suelo

### Factores de erosión

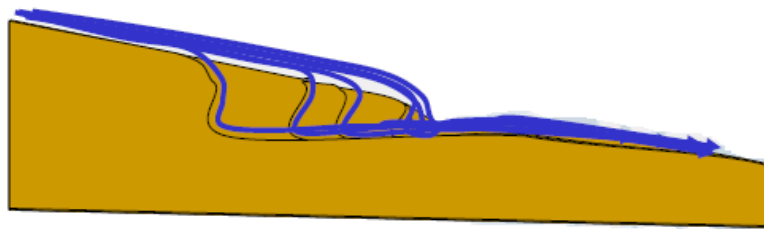
- Clima
- Litología
- Suelos
- Topografía
- Vegetación
- Acción antrópica

### Formas de erosión

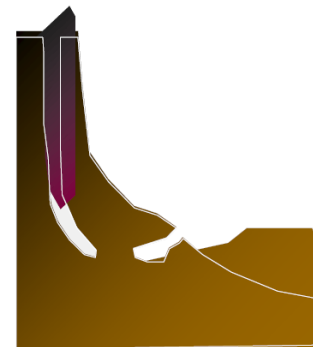
- **Erosión laminar:** La desagregación y el transporte pueden ser selectivos



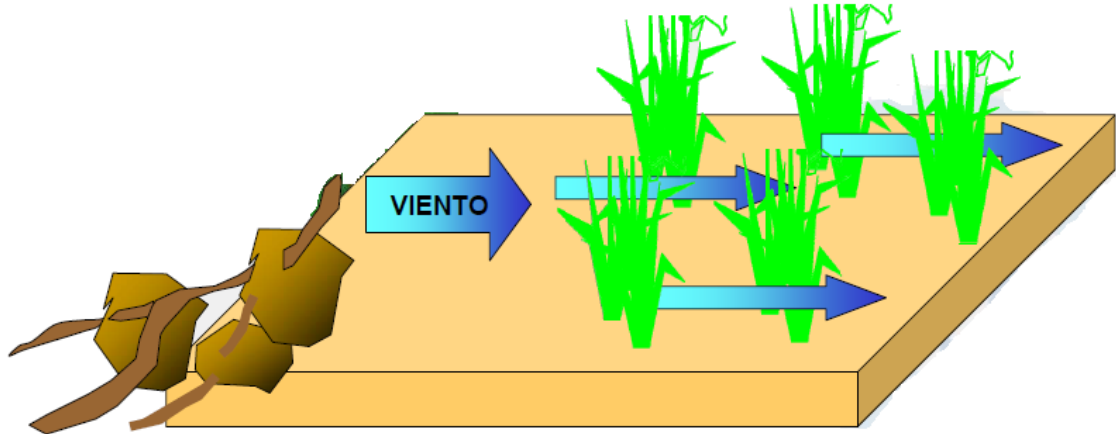
- **Erosión en surcos o regueros:** Depresión lineal poco profundo o canal de suelo, que transporta agua tras las lluvias recientes. Se forman cuando el agua está canalizada en pequeñas depresiones que se van haciendo más profunda hasta formar el reguero, el reguero es, por tanto, consecuencia del rozamiento del agua en un canal. Aparecen sobre superficies en pendiente en las que se genera escorrentía debido al laboreo y otros usos y a la escasez/ausencia de vegetación
- **Erosión en cárcavas:** Depresión profunda, canal o barranco en un paisaje, semejando una superficie reciente y muy activa para drenaje natural. Se origina cuando el agua canalizada en zanjas profundiza para formar un frente con paredes empinadas. Crecen en dirección ascendente según se van derrumbando las paredes debido a la acción en cascada del agua. Aparecen cuando la vegetación se ha eliminado en zonas con largas pendientes. La presencia de materiales con elevado contenido en arcillas inestables facilitan los derrumbes, y por tanto, la formación y crecimiento de las cárcavas.



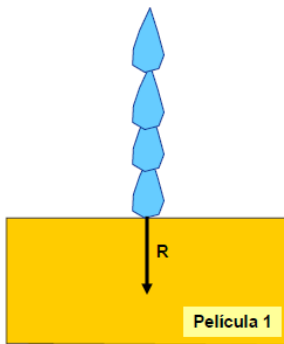
- **Movimientos en masa:** Coladas de barro o deslizamientos del terreno, o piping. Es consecuencia de la erosión hídrica, los sedimentos son arrastrados, se colmatan y crean una presa.



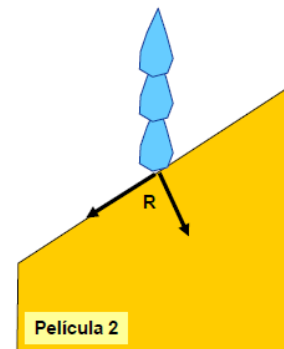
Erosión eólica: Factor principal de la erosión eólica es el viento. Afecta con mayor fuerza a los suelos secos y disgregados, a localizaciones con topografía llana y con escasa cobertura vegetal.



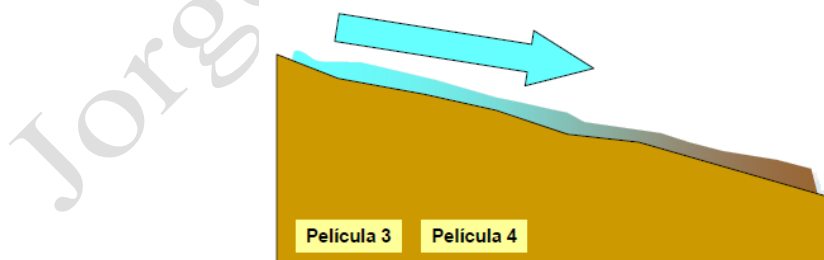
### Mecanismos de erosión



**Salpicadura:** Desagregación, Rotura de los agregados del suelo por el impacto de las gotas de lluvia; limitante: Energía de impacto. El efecto de la inclinación del terreno, a mayor inclinación menor la energía de desagregación pero mayor escurrimiento, a menor inclinación mayor energía de desagregación. Por tanto, podemos decir, que no es necesaria inclinación para que se produzca erosión



**Arrastre:** Transporte de partículas, arrastre por lámina de agua, transporte de material disgregado. Limitante: energía de la lámina de agua (velocidad y espesor).



## 5. Tema 5: Predicción y evaluación de la erosión del suelo. Medidas para combatir la erosión

Metodologías variables, es difícil de extrapolar de unas condiciones a otras. Tres tipos de técnicas:

- 1) Estimación del grado actual mediante la identificación de formas y síntomas de erosión (estudios sobre el terreno o con fotografías aéreas). El objetivo es evaluar la presencia y grado de intensidad de las distintas formas de erosión (Láminas, surcos, cárcavas, etc.) Criterios para evaluar la intensidad de la erosión en campo, método Morgan 1997 donde se determina:
  - Formación de pedestales de erosión
  - Grado de exposición de las raíces
  - Encostramiento superficial
  - Tamaño de regueros y cárcavas
  - Tipo y estructura de la vegetación
  - Movimiento de la capa superficial
  - Acumulaciones de elementos finos
- 2) Técnicas cuantitativas experimentales

Mediciones en campo

Existen tipos de escalas de trabajo:

- **Microparcelas:** <4m<sup>2</sup>, agregados, salpicadura, infiltración
  - **Ventajas:** Rapidez, control de la intensidad y cuantía, facilidad sobre tratamientos, facilidad de réplicas
  - **Desventajas:** Poco prácticos para parcelas grandes, dificultad de extrapolación de los datos, necesidad de evitar el efecto viento. Efecto borde, poca energía de transporte.
- **Parcelas:** 90-100 m<sup>2</sup> Erosión laminar y en regueros (lluvia simulada y natural).
  - **Ventajas:** Facilidad de réplicas
  - **Desventajas:** Efecto borde, poca energía de transporte
- **Laderas:** >200 m<sup>2</sup> Erosión laminar, regueros, cárcavas y deposición
  - **Ventajas:** Con prácticas de cultivo y técnicas de conservación únicamente aplicables a escala de campo. Reducción al máximo de interferencias. Mayor variabilidad en cuanto a las características edáficas y morfológicas.
  - **Inconveniente:** No es posible la replicación e incluso en ocasiones las comparaciones entre resultados obtenidos en parcelas con distintos tratamientos.
  - No se distingue entre la erosión de diferentes formas, surcos, láminas, etc.
- **Cuenca:** Todas las formas y deposición

### 3) Modelos matemáticos de erosión

Estimación del riesgo de erosión por medio de modelos

- **Empíricos:** Basados en la identificación de relaciones estadísticas significativas entre las variables consideradas importantes. Precisan de una base de datos. Estos modelos no reproducen los mecanismos de la erosión.

Ecuación universal de pérdida de suelo, Wischmeier y Smith 1965

$$A(T/\text{ha/año}) = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Donde:

- ❖ A: Pérdida de suelo
- ❖ R: Erosividad de la lluvia
- ❖ K: Erosionabilidad del suelo
- ❖ L: Longitud pendiente
- ❖ S: % de pendiente
- ❖ C: Cultivos
- ❖ P: Prácticas control erosión

- **Físicos:** Tratan de reproducir los mecanismos de erosión mediante ecuaciones matemáticas, en base a leyes de conservación de masa y energía. Energía disponible para la desagregación o el transporte. Modelo europeo de erosión (EUROSEM)

- ❖ Características geomorfológicas del lugar
- ❖ Características de la lluvia
- ❖ Características del suelo
- ❖ Características de la vegetación

## Control de la erosión

### Estrategias

1. Proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvia
2. Incrementar la infiltración, disminuir la escorrentía y su recorrido

### Medidas correctoras

1. Técnicas agronómicas

- 1.1. Fertilidad del suelo (abonado orgánico)
- 1.2. Rotación de cultivos
- 1.3. Cultivos de alta densidad
- 1.4. Cultivos de protección
- 1.5. Cultivos en fajas

2. Silvicultura y pastoreo

- 2.1. Reforestación
- 2.2. Revegetación
- 2.3. Control del pastoreo
- 2.4. Cultivos de protección
- 2.5. Cultivos en fajas

3. Laboreo del suelo

- 3.1. Laboreo en contorno
- 3.2. No laboreo
- 3.3. Laboreo mínimo

4. Mecánicas

- 4.1. Vías de drenaje
- 4.2. Terrazas
- 4.3. Control de cárcavas
- 4.4. Control de cauces

## 6. Tema 6: Salinidad y salinización. Suelos salinos

Los iones pueden encontrarse en el suelo de varias formas:

- Precipitadas bajo la forma de cristales de sal
- Disueltos en la solución
- Adsorbidos en el complejo de cambio

El contenido en sales en cualquiera de estas tres situaciones está cambiando continuamente al ir cambiando la humedad edáfica, pasando las sales de una posición a otra.

- En el período seco la cristalización aumenta, las sales en solución disminuyen (aunque la solución se concentra) y aumentan las adsorbidas.
- Período húmedo: El comportamiento es inverso

### Sales de reacción neutra

Su disolución no eleva el pH del suelo

### Sales de reacción alcalina

Su disolución eleva el pH del suelo. Los carbonatos y bicarbonatos sódicos presentan una solubilidad elevada, aunque dependiendo de la temperatura. Su presencia en suelos en cantidades relativamente elevadas implica condiciones de alcalinidad de entorno a 9 debido a la formación de hidroxilos.

De forma natural las infiltraciones salinas producidas pueden aparecer en superficie formando costras salinas en zonas del litoral y también del interior.

Existe variación temporal de la salinidad en el suelo, por tanto, la concentración de sales es diferente en distintas épocas del año.

### Medida de la salinidad del suelo: Disolución de las sales y extracción

Se extrae la fracción más lábil. Se disuelven las sales precipitadas (aniones y cationes) y se promueve el intercambio catiónico hasta establecer un determinado equilibrio (cationes). La muestra es disuelta en agua y agitada. Por lo tanto, la relación suelo-agua y el tiempo de contacto es un factor fundamental en el resultado.

### Suspensiones

- Ventajas: Rapidez y sencillez
- Inconvenientes: Muestras con diferente capacidad de retener agua, serán difícilmente comparables

### Extracción de saturación

- Ventajas: Muestras con diferente capacidad de retener agua serán fácilmente comparables
- Inconvenientes: Más lento y dificultad en prepararlo.

Suelo salino es aquel que tiene una concentración de sales tan elevada que interfiere el correcto crecimiento de las plantas no especializadas. La salinización y alcalinización del suelo fomenta la dispersión de coloides y solubilización del humus.

Suelo sódico es aquel que tiene un porcentaje de sodio tal en el complejo de cambio ( $PSC > 15\%$ ) que puede deteriorar sus propiedades físicas y afectar al crecimiento vegetal

Suelo alcalino es aquel que tiene un valor de pH tan elevado ( $> \approx 8,7$ ), que puede afectar negativamente a sus propiedades físicas y afectar al crecimiento vegetal

### Métodos de cálculo

- Porcentaje de sodio de cambio (PSC)

El porcentaje de  $\text{Na}^+$  respecto a los demás cationes adsorbidos en el complejo de cambio se denomina porcentaje de sodio intercambiable (PSI), siendo CIC la capacidad de intercambio de cationes (en ocasiones llamada capacidad de cambio de cationes y representada por CCC).

$$PSI = 100 \cdot Na/CIC$$

Razón de adsorción de sodio (RAS)

Se determina a partir de la concentración de  $\text{Na}^+$  en la solución del suelo en vez de medir su concentración en el complejo adsorbente como hace el PSI. Richards et al., (1954) proponen la razón de adsorción del sodio (RAS), calculada a partir de las concentraciones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , en  $\text{mmolc}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de las soluciones salinas.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{2+}}{2}}}$$

A partir del RAS se puede calcular el porcentaje de sodio intercambiable (PSI):

$$PSI = 100 \cdot (-0,0126 + 0,01475 RAS)/1 + (-0,0126 + 0,01475 RAS)$$

La eliminación de sales del suelo requiere de procesos de lavado. Las características del agua que se debe aplicar y la dosis y forma de aplicación dependerá del tipo de sales presentes y de otros factores como la capacidad de drenaje del suelo.

Habrá que considerar la adición de una cantidad de agua suplementaria para lavar el exceso de sales: Fracción de lavado.

En ocasiones habrá que instalar sistemas de drenaje que ayuden a evacuar las aguas de lavado.

Una alternativa para reducir el ascenso capilar de agua salada es cubrir el suelo con un mulch de manera que se favorezca un menor aumento de temperatura en superficie.

También se puede romper el sistema de poros en la parte superficial del suelo para reducir el ascenso de agua.

## 7. Tema 9: Planificación de la restauración y elección de especies

Para preservar el Medio Ambiente hay que planificar el uso del suelo. Varias CCAA tienen elaborados sus Planes Forestales con previsiones de un manejo de la vegetación para conseguir objetivos a largo plazo. Dentro de los Planes Forestales están los Planes de Reforestación como herramienta para conseguir esos objetivos pero no es la única:

- Planificar muy bien la reforestación sin olvidar el tema económico.
- No todas las recuperaciones de la cubierta vegetal precisan la repoblación forestal para conseguirla.
- Estudiar el medio y el origen de los procesos de degradación.
- En ocasiones, acortar el pastoreo o eliminar el uso del fuego puede ser suficiente para conseguir una evolución progresiva de la cubierta vegetal.
- Valorar el tiempo que tardará la vegetación en recuperarse.

### Elección de especies

Puede ser muy sencillo o muy difícil, si se trata de una regeneración artificial de una preexistente y de repoblación de masas incendiadas, la elección no plantea ningún problema.

Si se quiere cambiar la especie principal o el terreno a repoblar lleva mucho tiempo sin arbolado en suelo degradado, la decisión es lo más trascendente y delicado del proceso.

Hay que llegar a definir el eco tipo más conveniente del proyecto, no sólo la especie.

Proceso que se obtiene de cruzar información entre el medio que va a ser repoblado y las exigencias ecológicas de las especies.

Elegir las especies que encajen en ese medio, que mejor puedan cumplir los objetivos definidos y sean viables económicamente.

Pueden ser varias las especies que encajen complicando la elección: En la práctica son muchos los factores que intervienen.

El proceso de elección se compone de 3 partes:

- a) Estudio de factores relativos al Biotopo: Lista de especies compatibles con la estación a repoblar y su posible introducción.
  - Factores fitogeográficos: Lista con especies forestales cuya habitación natural pueda ser el terreno a repoblar lo más completa posible. No olvidar analizar los valores extremos (Térmicos y pluviométricos).
  - Factores edáficos: Conocer la geología histórica y la litología de la zona, tipo de suelo y descripción detallada en los perfiles de los parámetros, profundidad, materia orgánica, pedregosidad, textura, estructura, CE, caliza activa, pH, nutrientes...
- b) Estudio de factores relativos a la Biocenosis: Confirmar, despejar dudas y corregir la lista de la selección elaborada en la 1ª fase.
  - Factores fitosociológicos: Composición florística: presencia de especies indicadoras cuyo conocimiento complementa estudios edáficos y climáticos. Asociación climática de la zona. Estado de degradación de la vegetación.
  - Factores de competencia: La vegetación actual supone una competencia inadmisibles, tener en cuenta los temperamentos de las especies
  - Organismos simbiotes: Micorrizaciones
  - Plagas y enfermedades: Es posible que algunas especies probables no pasen este filtro por su baja resistencia: *Castanea sativa* y *Ulmus minor*

c) 3ª fase que a veces no es necesaria porque la lista anterior la reduce a una especie. La causa: Sequía estival intensa y suelos degradados. Se seleccionan según criterios económicos:

- Directos:
  - Coste de la planta/semilla
  - Valor de los productos a obtener
  - Coste de los tratamientos a aplicar en el futuro
- Indirectos
  - Plazo para la obtención de los beneficios
  - Estructura comarcal de la industria de transformación de materias primas (costes de transporte).

El proceso de selección de especies compatibles con el medio a repoblar es indiferente al objetivo de la repoblación.

### Consejos

- **Alineaciones o bosquetes para actuar como cortavientos o como protección acústica:** Combinación simultánea de especies de crecimiento rápido y lento. Especies en las que la poda natural no sea activa.
- **Repoblaciones auxiliares para la ganadería:** Especies cuyo fruto sea comestible para el ganado y con fruto más abundante: higueras, olivos, fresnos.
- **Repoblaciones de riberas:** Especies arbóreas freatófilas
- **Parques periurbanos y masas con fines recreativos:** Especies de alta longevidad, resistentes a la compactación que no emitan sustancias alergénicas.
- **Repoblaciones ornamentales:** Diversidad de especies: Contraste entre el porte y variación estacional de color.
- **Repoblaciones productoras:** Una sola especie. Priman criterios económicos. Ecotipo más apropiado aunque es frecuente semilla mejorada o clones.
- **Repoblaciones protectoras:** Donde la vegetación preexistente no es capaz de retener el suelo frente a la erosión hídrica, por condiciones edáficas deficientes o por grandes pérdidas de agua por escorrentía.

Buscar especies que vayan bien en suelos degradados con serias deficiencias en capacidad de retención de agua de fertilidad y de permeabilidad.

- Excluir las más exigentes en nutrientes y las más higrófilas
- Elegir la más frugales y xerófilas
- Especies de temperamento robusto (1ª etapa de fuerte insolación). Las especies arbóreas autóctonas que reúnen estos requisitos son sp. del género *Pinus*.

En el proceso de elección de especies en la repoblación protectora puede prescindirse de los de carácter directo pero no de los indirectos en cuanto a los criterios económicos.

Escoger los que alcancen la espesura completa en el plazo más breve posible, por lo que se refuerza la elección de especies de luz (Heliófilas), pinos autóctonos.

En la práctica común de la repoblación protectora en España la elección de especies recae en especies del genero *Pinus* por sus condiciones de frugalidad, temperamento robustos y crecimiento rápido en las primeras edades.



Tener también en cuenta la producción y el almacenamiento de semillas y la producción de planta de calidad en vivero.

La densidad inicial debe ser alta y mediante clareos se puede reducir la competencia en edades posteriores. Plantearse la estabilidad a largo plazo.

Las masas mixtas son más estables frente a daños bióticos que las monoespecíficas, Serrada afirma, que en cualquier terreno sometido a erosión hídrica en España podría elegirse en casi todos los casos un binomio pino-quercina.

Argumentos que se esgrimen en contra de los pinos para las repoblaciones protectoras:

- Efectos sobre la evolución vegetal
- Acidificación del suelo
- Riesgos de incendios

Algunas combinaciones

- Pino carrasco *Pinus halepensis* con Encina *Quercus rotundifolia*
- Pino rodeno/resinero *Pinus pinaster* con Encina *Quercus rotundifolia*
- Pino rodeno/resinero *Pinus pinaster* con Rebollo *Q. pyrenaica*
- Pino silvestre/albar *Pinus sylvestris* con Rebollo y Quejigo *Q. pyrenaica*, *Q. faginea*
- Pino negral/salgareño *Pinus nigra* con Quejigo *Quercus faginea*

### Introducción de especies exóticas

En las repoblaciones protectoras hoy en día no se usan e incluso tienen mala presencia. Se han utilizado *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Eucalyptus spp.*

Problemas:

- Propagación incontrolada
- Alteraciones edáficas
- Modificaciones importantes en el ciclo del agua
- Pueden presentar también cierta inestabilidad:
  - Falta de materia orgánica en el suelo
  - Plagas y enfermedades locales o propias sin enemigos naturales
  - Poca diversidad genética a la hora de recoger semillas

Ciertas especies consideradas hoy alóctonas fueron muy frecuentes en otros tiempos (*P. sylvestris*, *Sequoia*, Tilos,...).

El hecho de que muchas especies no estén en territorios que tienen condiciones ecológicas similares a los suyos actuales es cuestión de oportunidad de que sus propágulos hayan podido alcanzar o no dichos territorios.

Si se considera al hombre como un vector de dispersión natural (como el viento, agua o animales) la introducción o la llegada de determinadas especies a un territorio debe entenderse como natural.

Las tres finalidades que han justificado su introducción son:

- a) Mejora de la producción de materias primas
- b) Protección de suelo
- c) Mayor resistencia e inmunidad a plagas y enfermedades

Previamente a la introducción de una especie exótica deberá realizarse un ensayo de introducción:

- ¿Para qué?: seleccionar aquellos individuos que mejor se adapten
- Revisión bibliográfica
- Elección tras el conocimiento climático
- Diseño de experimento: nº de repeticiones, procedencia.
- Ensayos de vivero: Germinación, plagas.
- Ensayo en campo: Para futuras plantaciones comerciales

Peligros:

- Introducción de plagas y enfermedades
- Invasoras
- Contaminación genética
- Daños imprevisibles en el ecosistema a largo plazo

### Identificación del material forestal a repoblar. Regiones de procedencia

Una vez determinadas las especies a emplear la siguiente decisión a tomar es referente a la identidad del material vegetal que vamos a utilizar.

- Regiones de procedencia de los MFR
- Alta calidad genética de los MFR
- Adecuados a las condiciones del medio en el que se empleen
- Gestión sostenible de los montes
- Mejora y conservación de los recursos genéticos forestales

### Conceptos y definiciones

Región de procedencia de una especie: Son la base de todo el sistema de certificación (el 90% del MFR procede de fuentes semilleras a rodales identificados por estas regiones de procedencia).

Es la zona o grupo de zonas sujetas a unas condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las que se encuentran fuentes semilleras o rodales que presentan características fenotípicas o genéticas semejantes, teniendo en cuenta límites de altitud, cuando proceda.

Garantizan la adaptabilidad de los materiales a los sitios de plantación, y la adecuación de los materiales de base destinados a la producción de materiales de reproducción de las categorías *material identificado* y *material seleccionado*.

- Materiales forestales de reproducción: Frutos y semillas, partes de plantas y plantas que se utilizan para la multiplicación de las especies forestales y de sus híbridos artificiales.
- Material de base para la producción de material forestal de reproducción. Incluye los siguientes tipos:
  - **Fuente semillera:** Árboles situados dentro de una zona de recolección de frutos y semillas.
  - **Rodal:** Población delimitada de árboles que posean suficiente uniformidad en su composición.
  - **Huerto semillero:** Plantación de clones o familias seleccionadas, suficientemente aislada para evitar o reducir la polinización procedente de fuentes externas, gestionada para la producción de abundantes semillas y fáciles de recolectar.
  - **Progenitores de familia:** Árboles utilizados para obtener progenie, mediante polinización controlada o libre, de un progenitor identificado utilizado como hembra,

con el polen de un progenitor (fratias) o de una serie de progenitores identificados o no identificados (semifratias).

- **Clon:** Grupo de individuos (ramets) procedentes originariamente de un único individuo (ortet) mediante propagación vegetativa, como por esqueje, micropropagación, injerto, acodo o división.

Los materiales forestales de reproducción se subdividen según las categorías siguientes:

- **Identificados:** Materiales de reproducción obtenidos de materiales de base que pueden ser bien una fuente semillera, bien un rodal situado dentro de una única región de procedencia y que satisfacen las exigencias establecidas en el anexo II. (Etiqueta amarilla).
- **Seleccionados:** Materiales de reproducción obtenidos de materiales de base que se corresponden con un rodal situado dentro de una única región de procedencia, que hayan sido seleccionados fenotípicamente a nivel de población y que satisfacen las exigencias establecidas en el anexo III. (Etiqueta verde).
- **Cualificados:** Material de reproducción obtenidos de materiales de base que se corresponden con huertos semilleros, progenitores de familias, clones o mezclas de clones, cuyos componentes han sido individualmente seleccionados fenotípicamente y satisfacen las exigencias establecidas en el anexo IV. No es estrictamente necesario que se hayan iniciado o terminado los ensayos (Etiquetas rosa).
- **Controlados:** Materiales de reproducción obtenidos de materiales de base que se corresponden con huertos semilleros, progenitores de familias, clones o mezclas de clones. La superioridad del MFR debe haber sido demostrada mediante ensayos comparativos o estimada a partir de la evaluación genética de los materiales de base. Los materiales deben satisfacer las exigencias establecidas en el anexo V. (Etiqueta azul).

#### Región de identificación y utilización (RIUs)

Se ha de diferenciar entre zona de suministro de materiales de reproducción (Región de procedencia) y la zona de uso (el sitio donde estas regiones se pueden utilizar). Frecuentemente regiones geográficas alejadas pueden tener ecología semejante, o un material se puede adaptar bien en una zona muy lejana a su procedencia.

Las recomendaciones generales que se pueden seguir para el uso de materiales (semillas o plantas) de una región determinada son:

- No trasladar material de elevadas altitudes o latitudes a bajas, o viceversa (rango 300-400 m).
- No trasladar de clima mediterráneo a continental
- No trasladar material de climas con escasas fluctuaciones de temperatura y/o precipitación a otros fuertes contrastes.
- Se debe utilizar la fuente local si no se dispone de información que justifique el uso de otra mejor.
  - Ensayo de procedencias y/o progenies
  - Establecer homologaciones ecológicas entre zonas (si no existen los ensayos)

En España se han definido 57 RIUs, que coinciden con las regiones de procedencia establecidas por el método divisivo. Las recomendaciones generales que se pueden seguir para el uso de materiales (semillas o plantas) de una región de procedencia determinada son:

- No trasladar material de elevadas altitudes o latitudes a bajas, o viceversa (rango 300-400m).
- No trasladar de clima mediterráneo a continental.
- No trasladar material de climas con escasas fluctuaciones de temperatura y/o precipitación a otros de fuertes contrastes

- Se debe utilizar la fuente local si no se dispone de información que justifique el uso de otra mejor.
  - Ensayo de procedencias y/o progenies
  - Establecer homologaciones ecológicas entre zonas (si no existen los ensayos)

### Métodos de delimitación de regiones de procedencia

- **Método divisivo:** Se divide el territorio en zonas ecológicamente similares. En este método se suele establecer una división que afecta a un grupo de especies, por lo que es independiente de la especie considerada (54 especies en España).
- **Método aglomerativo:** Se unen en una misma región de procedencia las masas (fuentes semilleras o rodales) de una especie que presentan características ecológicas, fenotípicas o genéticas similares (18 especies en España)

## 8. Tema 10 a: Labores previas a la repoblación y descripción de maquinaria

### 8.1. Fases de la repoblación forestal

#### Planificación

- ¿Por qué repoblar?: corregir fenómenos erosivos, producir materias primas, ...
- ¿Cuánto repoblar? Superficie necesaria y suficiente para el fin propuesto
- ¿Dónde repoblar? Donde pueda vivir el arbolado y exista erosión o existe productividad
- ¿Con qué repoblar? Elección de especies según objetivo y dentro de las compatibles

#### Ejecución

- ¿Cómo repoblar?: Desbroce, preparación del suelo, siembra o plantación

#### Mantenimiento

- Selvicultura: trabajos de mejora, tratamientos de regeneración
- Adecuado manejo silvopastoral

### 8.2. Tratamiento de la vegetación preexistente

La vegetación existente en el terreno a repoblar puede suponer una limitación importante para el establecimiento del repoblado.

En función de los objetivos, del tipo de vegetación preexistente y de las especies elegidas, tendremos que realizar más o menos operaciones de desbroce.

Los individuos procedentes de siembra o de plantación pueden ser muy sensibles a la competencia de la vegetación circundante. Competencia como luz, agua o nutrientes, como estrategia sustancias alelopáticas.

No todos los matorrales son iguales, tener en cuenta la composición específica, sus sistemas de reproducción, espesura de la parte aérea, forma y profundidad del sistema radicular, densidad o espesura global y posibles relaciones alelopáticas.

Tener en cuenta la especie a introducir a igual del tipo de matorral.

A igualdad de matorral y de especies a introducir, en estaciones áridas o soleadas los tratamientos serán diferentes que en zonas más húmedas o umbrosas.

Pensar en los objetivos de repoblación (en una protectora habrá que tener cuidado con el suelo, riqueza florística, etc.).

Si el fin es protector y de reconstrucción de las agrupaciones vegetales de mayor madurez, favoreciendo al máximo la biodiversidad conformar agrupaciones estables con una función ecológica notable, actuaciones obligadas en jarales (*Cistus ladanifer*), tojares (*Ulex europaeus*), aulagares (*Genista hirsuta*), brezales, aliaga (*Ulex paviflorus*) etc.

En las repoblaciones protectoras los estratos arbóreos o arbustivos son respetados y las actuaciones de centran en matorrales, por eso, se habla de desbroces, tratamiento de la vegetación preexistente.

Los desbroces favorecen la entrada de los obreros al monto, de maquinaria, la preparación del suelo, reducen el peligro de incendio y pueden ayudar a controlar las poblaciones de fauna silvestre.

- Reducen el peligro de incendio en etapas tempranas de la repoblación.
- Reducen la competencia de la vegetación

En función de estas consideraciones se define la intensidad, extensión y forma en que se realiza el desbroce.

#### Clasificación de los procedimientos de desbroce

- Según las especies afectadas: totales y selectivos. ¿Cuándo uno u otro?, Según objetivos, riqueza florística, erosión del suelo
- Según la extensión
  - A hecho: Afecta a toda la superficie
  - En fajas: Líneas de anchura variable
  - Por puntos o por casillas: Huecos de pequeña superficie (1-4 m<sup>2</sup>)  
¿Cuándo uno u otro? Según erosión hídrica (pendiente) o grado de competencia.
- Según la ejecución
  - Quema
  - Manual
  - Mecánico
  - Químico
  - Combinado

Factores a considerar

  - Pendiente
  - Pedregosidad
  - Socioeconómico
  - Espesura del matorral
- Según la forma de afectar al matorral
  - Rozas
  - Arranque o descuaje

#### Descripción de los procedimientos de desbroce

- Desbroce manual

**Definición:** Destrucción de la parte aérea del matorral median su corta a ras del suelo con herramientas cortantes manejadas a brazo.

**Equipo:** Hoz, calabozo o podón, motodesbrozadora, azada, zapapico

Rendimientos: Muy variables. Roza con calabozo: 12 jornales/ha de matorral de altura inferior a 80 cm y diámetro de cepa < 3cm. Con motodesbrozadora se puede hacer con 4 jornales.

Recomendaciones: Usarlo en caso de que no sea posible la introducción de maquinaria o cuando el tipo de repoblación requiera un impacto mínimo sobre el paisaje o la vegetación preexistente:

- Cuando la vegetación apenas deba perturbarse
- Donde la mano de obra sea abundante o socialmente sea recomendable
- No disponibilidad de maquinaria o terrenos inaccesibles para ésta

- Quema del matorral en pie

**Definición:** Quema del matorral de forma provocada y controlada sin operaciones previas sobre el mismo.

**Equipo:** Lanzallamas o antorchas: Importante proveerse de equipos de extinción (Batefuegos, extintores de mochila, autobombas, etc.)

Descripción del proceso:

- Delimitación de las unidades de quema
- Apertura de líneas de defensa (cortafuegos)
- Ignición y quema

Sistemas de quema:

- Quema frontal o a favor
- Quema en retroceso
- Quema por fajas (perpendiculares a la dirección del viento o a la pendiente)
- Quema por puntos o manchones
- Quema por puntos o manchones
- Quema por los flancos
- Quema central o en anillos

**Recomendaciones:** En muchas comunidades autónomas esta práctica está prohibida durante todo el año. Limitado a áreas de repoblaciones productoras en donde no exista riesgo de propagación del fuego.

**Rendimientos:** Muy variables en función de la superficie, del tipo de matorral y de la meteorología. De 0,5 a 1,5 jornales/ha sin tener en cuenta los cortafuegos.

- Desbroce mecanizado por laboreo

**Definición:** Desbroce mediante el paso de un apero agrícola o forestal de tipo arado o grada de discos.

**Equipo:** Tractores de 50 a 75 CV, según terrenos.

**Rendimiento:** De 4-8 horas/ha.

**Recomendaciones:** Desplazar el tractor según curvas de nivel, previendo los lugares de acceso y de vuelta de tractores.

- Desbroce mecanizado con desbrozadoras

**Definición:** Roza y eliminación de la parte aérea del matorral mediante máquinas con piezas múltiples rotatorias que giran a gran velocidad y avanzan por el terreno golpeando las matas leñosas y rompiendo sus tallos cerca del suelo e introduciendo sus partes aéreas en los tambores metálicos donde por reiteración del golpeteo resultan trituradas.

**Equipo:** Tractores de 65 CV en adelante portando una desbrozadora. Las desbrozadoras son sistemas rotores móviles que puede ser:

- **Desbrozadoras de eje vertical:** Constan de una carcasa enganchada al tractor por un tripuntal y a la toma de fuerza, que transmite la fuerza a un eje vertical donde va acoplado un sistema de cuchillas o de cadenas. El movimiento revolucionado de esos elementos es lo que corta y tritura al matorral. El ancho de corte varía entre 1,2 y 2,8 metros.
- **Desbrozadoras de eje horizontal:** En este caso la rotación se transmite a un eje horizontal al suelo sobre el que va instalado un sistema de martillos. Más potente y resistente que el anterior. Puede instalarse frontal o trasero.

**Rendimientos:** Entre 10 y 18 horas/ha para una superficie cubierta al 100%. Unas 4-5 horas para fajas al 50%.

**Recomendaciones:** Muy eficaz sobre matorrales de tamaño medio (jarales o brezales) y muy recomendables para repoblaciones en grandes extensiones.

- Desbroce mecanizado por cuchilla de angledozer (decapado y roza)

**Definición:** El decapado supone la eliminación del matorral mediante paso de la pala frontal de un tractor cuyo borde inferior arranca y cuyo sesgo lateral lleva a depositar el horizonte superficial del suelo (mezclado con raíces y partes aéreas) en cordones o caballones laterales. La roza al aire es una variante en la que la pala del tractor no penetra en el suelo.

**Equipo:** Bulldozer de potencia superior a los 100 CV, con movimiento tiltadozer y angledozer.

**Descripción del proceso:** Desbroce que se realiza, en general, simultáneamente con la preparación del terreno (acaballonado superficial o subsolado lineal). El tractor realiza una primera pasada decapando o rozando el aire y retorna por la misma calle subsolando. Si va decapando la pala va introducida en el terreno unos 5-10 cm, lo que supone la remoción de la parte superior del perfil del suelo. El ángulo de ataque de la pala (angledozer) va formando un caballón (tierra y vegetación o sólo vegetación según sea decapado o roza) en la parte inferior de la labor. Tres formas de operar:

- Bandas: Dejando bandas de matorral intacto entre las bandas decapadas o rozadas
- Continuo
- Selectivo: Rodea los árboles o grandes arbustos

**Rendimientos:** Entre 4 y 8 horas/ha para decapados y entre 3 y 5 para rozas al aire

**Recomendaciones:** Cuando el matorral suponga una fuerte competencia y sea de escaso interés (monoespecífico o casi; por ejemplo jarales). Hay que tener en cuenta que el decapado supone una remoción importante de la superficie del suelo, dejando el suelo totalmente desprotegido. Cuando existan procesos erosivos es mejor no aplicarlo.

- Desbroce con herbicidas

**Definición:** Eliminación del matorral mediante el empleo de herbicidas. Poco usado en el monte, aunque si en repoblaciones de terrenos agrícolas abandonados para combatir las malas hierbas de las primeras etapas de la sucesión vegetal.

- Destoconados

**Definición:** Eliminación del tocón una vez cortado el árbol. Limitado exclusivamente a repoblaciones productivas en superficies que han sustentado vegetación arbórea, con capacidad de rebrote de cepa (choperas y eucaliptares).

**Equipos:** Retroexcavadoras de más de 90 CV o Bulldozer de potencia superior a los 160 CV. En el caso de las choperas se ha utilizado una destoconadora helicoidal de cuchillas acopladas al tercer punto del tractor, triturando el tocón in situ.

### 8.3. Preparación del suelo

Objetivos de la preparación del suelo

- Generales
  - Alojamiento de la planta o semilla
  - Facilitar el arraigo y el primer desarrollo de la planta
  - Mejorar las deficientes propiedades edáficas del monte que se repuebla



- Particulares
  - Aumentar la profundidad útil del perfil, disgregando capas profundas por acción mecánica, para conseguir profundizar sistemas radicales.
  - Aumentar la capacidad de retención de agua del perfil
  - Aumentar la velocidad de infiltración del agua mediante mullido para anular la escorrentía
  - Facilitar la penetración mecánica de las raíces de las plantas introducidas mejorando la permeabilidad mediante labores
  - Reducir las posibilidades de invasión de matorral
  - Facilitar las labores de plantación o siembra y mejorar la supervivencia de las plantas introducidas.

Clasificación de la preparación del suelo

**Primer criterio:** Se refiere a la extensión superficial afectada por la preparación del suelo. Tipos:

- Puntual
- Lineal
- A hecho

Factores a tener en cuenta:

- La calidad del suelo o la importancia de sus carencias y estado de degradación
- La pendiente: Factor determinante del estado erosivo del monte, teniendo presente el estado hidrológico de cada tipo de preparación.
- El tipo de planta o el método de repoblación empleado.
- El objetivo preferente de la repoblación: En las productoras puede ser rentable preparaciones intensas que mejoren el crecimiento de la masa y abaraten desbroces posteriores.
- Efectos sobre el paisaje.

Clasificación de la preparación del suelo

**Segundo criterio:** Relacionado con la acción sobre el perfil del suelo. Tipos:

- Con inversión de horizontes
- Sin inversión de horizontes

Factores a tener en cuenta: Únicamente las características del perfil

- Perfiles evolucionados: La inversión de horizontes supone una pérdida de calidad del suelo
- Perfiles calizos: Poco evolucionados es también un inconveniente ya que llevaremos a la superficie mucha caliza activa y un pH muy básico.
- Perfiles silíceos la inversión de horizontes resulta insignificante.

**Tercer criterio:** Se refiere a la forma de ejecución de la preparación. Tipos:

- Manual
- Mecanizada
  - La pendiente
  - La pedregosidad del perfil y su consistencia

- La pedregosidad superficial y los afloramientos rocosos
- Los defectos de perfil
- Los aspectos económicos, pues las preparaciones manuales cuestan el doble que las mecanizadas
- Los aspectos sociales, por el empleo generado

Cuarto criterio: Se refiere a la profundidad que alcanza la preparación. Tipo:

- Baja < 20 cm
- Media 20-40 cm
- Alta 40-60 cm

Factores a considerar:

- El método de repoblación
- La calidad del perfil
- El tipo de planta
- El régimen hídrico de la estación

Incompatibilidades

- Las preparaciones a hecho en fajas tienden a ser mecanizadas por el esfuerzo y el costo
- Las preparaciones manuales siempre alteran el orden de los horizontes, aunque esto no es inconveniente por ser puntual.

## 9. Tema 10 b: Siega, desbroces y clareos

Los objetivos de los tratamientos parciales son:

- Asegurar la persistencia frente a la acción de agentes externos sean bióticos o abióticos
- Mantener e incrementar el vigor vegetativo de la masa, estimulando su desarrollo y dirigiendo su composición específica.
- Anticipar e incrementar la producción.

Tratamientos parciales

- Aplicados al suelo
  - Labores: Escarificaciones, binas, alzados, subsolados.
  - Fertilizaciones.
  - Enmiendas o drenajes
  - Eliminación de despojos
- Aplicados al vuelo
  - Sobre la vegetación accesoria (limpias):
    - Siegas (herbáceas por corte)
    - Escardas (herbáceas por arranque)
    - Desbroces (matorral: por corta es roza, por arranque es descuaje o decapado).
  - Sobre la vegetación principal:
    - Clareos
    - Claras
    - Podas
    - Preventivos de incendios

### 9.1. Siegas

La siega es una operación poco frecuente en silvicultura. La eliminación por quema de restos herbáceos no consumidos por el ganado en invierno equivale a una siega, es un tema a tratar en pascicultura. También se realizan siegas para aprovechar el heno.

### 9.2. Desbroces

Clasificación

- Según ejecución: manual o mecanizado
- Según acción sobre matorral: Roza o arranque
- Según superficie: Casilla, fajas, o a hecho.
- Según afectadas: Total o selectivo.

En la práctica selvícola habitual se hacen por roza, a hecho y selectivos. Varía el modo de ejecución.

## Objetivos de los desbroces

- Favorecer el desarrollo del regenerado, eliminando la competencia que el matorral y los arbustos provocan sobre las masas en las primeras clases de edad por la luz, el espacio, el agua y los nutrientes.
- Disminuir el riesgo de incendio, por la continuidad vertical que provoca el matorral en las clases de edad avanzadas de las masas regulares o por la abundancia de combustible ligero en las masas jóvenes o irregulares.
- Favorecer la producción directa de las masas, sea herbácea, leñosa, de corcho, de fruto de resina.
- Favorecer la transitabilidad, en general, lo que redundará en un mejor rendimiento y seguridad de los trabajos que puedan realizarse de forma sucesiva.
- Aunque cada vez más en desuso, el desbroce puede tener como objetivo aprovechar el matorral como cama de ganado o como combustible.

## Ejecución de desbroces

- Cuando se realiza un desbroce es necesario haber comprobado su necesidad fijando uno o varios de los objetivos apuntados, a la vez que hay que atender a la eliminación de los despojos del matorral.
- También es necesario, justificado el objetivo, diseñar la forma de ejecución más conveniente en función de las posibles consecuencias negativas del desbroce, que suelen estar relacionadas con la diversidad florística, los fenómenos erosivos o con la función de cobijo y alimento de la fauna que pueda tener el matorral.

### 9.3. Desbroces

El clareo consiste en la extracción de los pies sobrantes de la masa principal en los estados de repoblado y monte bravo. Se comprende mejor esta operación en las masas regulares aunque en las irregulares también se puede plantear aplicándola sobre la regeneración en espera.

En francés se emplean términos dégageage de semis o dépressage cuando se aplican en diseminado y repoblado; y nettoisement cuando se aplica en monte bravo y latizal bajo.

El clareo consiste en la extracción de los pies sobrantes de la masa principal en los estados de repoblado y monte bravo.

En principio, se actúa cortando los pies mal conformados y dominados aunque al no haberse iniciado la poda natural no hay identificación de dominados, en los grupos o bosquetes de excesiva densidad, tratando de favorecer los pies que han de perdurar de modo que no se malgasten nutrientes y agua en una competencia que de forma natural llevará a la muerte de los pies afectados por el clareo.

Densidades de referencia: 3.500 pies/ha para especies de luz y 10.000 pies/ha para especies de sombra. Estas cifras también pueden orientar sobre la densidad resultante en la masa tras la aplicación del clareo. Ponderar con claridad de estación.

## 10. Tema 10 c: Preparación de suelo

### Fases en la repoblación forestal

- Planificación:
  - ¿Por qué repoblar? Corregir fenómenos erosivos; producir materias primas; otros...
  - ¿Cuánto repoblar? Superficie necesaria y suficiente para el fin propuesto.
  - ¿Dónde repoblar? Donde pueda vivir el arbolado y exista erosión o haya suficiente productividad como para asegurar rentabilidad a la producción directa.
  - ¿Con qué repoblar? Elección de especies y densidad inicial, según objetivo y dentro de las compatibles.
- Ejecución
  - ¿Cómo repoblar? desbroce, preparación del suelo, siembra o plantación
  - Se analiza únicamente el tipo de preparación física, pues enmiendas o fertilizaciones no son procesos generalizados.
- Mantenimiento
  - Selvicultura, tratamientos de mejora, tratamientos de regeneración
  - Adecuado manejo silvopastoral

### Objetivos de la preparación del suelo

- Generales
  - Alojar la planta o la semilla
  - Facilitar el arraigo y el primer desarrollo de la planta
  - Mejora de las deficientes propiedades edáficas del monte que se repuebla
- Particulares
  - 1) Aumentar la profundidad útil del perfil, disgregando capas profundas mediante acción mecánica, para conseguir una mayor profundización de los sistemas radicales.
  - 2) Aumentar la capacidad de retención de agua del perfil, a través del aumento de profundidad explicado en el punto anterior.
  - 3) Aumentar la velocidad de infiltración de agua en el perfil mediante un mullido que posibilite anular la escorrentía y, por tanto, la erosión hídrica. Esta reducción de la escorrentía se puede reforzar con cambios en la forma de la superficie del suelo, creando estructuras que contengan el agua.
  - 4) Facilitar la penetración mecánica de las raíces de las plantas introducidas mejorando transitoriamente la permeabilidad mediante las labores, de modo que un sistema radical más extenso pueda compensar la baja fertilidad y las posibles sequías. El mullido también facilita la aireación de las capas más profundas del perfil mejorando el ambiente edáfico.
  - 5) Reducir las posibilidades de invasión del matorral después de la plantación o siembra que puede haber sido conseguida con los desbroces.
  - 6) Facilitar las labores de plantación o siembra y mejorar la supervivencia de las plantas introducidas.

## 10.1. Clasificación de la preparación del suelo

### 10.1.1. Extensión superficial

El primer criterio se refiere a la extensión superficial afectada por la preparación. Los tipos de preparación que se definen en función de la extensión son:

- Puntual
- Lineal
- A hecho

Los factores a tener en cuenta para decidir en esta cuestión son:

- **Calidad del suelo:** O la importancia de sus carencias y estado de degradación, necesitando mayor intensidad de preparación los perfiles de peor calidad.
- **Pendiente:** En cuanto es un factor determinante del estado erosivo del monte y hay que tener en cuenta el efecto hidrológico de cada tipo de preparación, que en los puntuales es indiferente, en los lineales positivo si se ejecutan en curva de nivel y en pleno o a hecho muy variable el procedimiento empleado.
- **Tipo de planta:** O en su caso el método de repoblación empleada, las plantas en envase requieren menos intensidad de preparación, las siembras a voleo, preparaciones a hecho y las siembras para golpes preparaciones puntuales.
- **Objetivo preferente de la población:** En las productoras puede resultar rentable preparaciones intensas que mejoren sensiblemente el crecimiento en masa y abaraten los desbroces posteriores.
- **Efectos sobre el paisaje:** Sien los más patentes los que producen las preparaciones lineales.

### 10.1.2. Acción sobre el perfil

El segundo criterio está relacionado con la acción sobre el perfil del tipo de preparación. Los tipos que se definen en función de ella son:

- Inversión de horizontes
- Sin inversión de horizontes

El factor a tener en cuenta para decidir en esta cuestión es únicamente las características del perfil. En perfiles evolucionados o maduros, salvo excepciones, la inversión de horizontes supondrá un rejuvenecimiento y una cierta pérdida de calidad edáfica. También en perfiles calizos poco evolucionados la inversión de horizontes es inconveniente pues pueden aflorar en superficie tierras con mucha caliza activa y pH extremadamente básico que, entre otros inconvenientes, tiene el de dificultar la nutrición de las plantas a instalar.

En el caso de perfiles silíceos poco o nada evolucionados, la inversión de horizontes resulta indiferente. Los casos en los que, en principio, puede resultar necesaria la inversión de horizontes se refieren a la podsolización y a la planosolización.

### 10.1.3. Por el modo de ejecución

El tercer criterio se refiere a la forma de ejecución de la preparación. Los tipos de preparación que se definen en función de la ejecución son:

- Manual
- Mecanizada

Los factores a tener en cuenta para decidir en esta cuestión son:

- La pendiente: Por ser un factor limitante para la mecanización de curvas de nivel (en tramos de 0% a 15% de pendiente se puede mecanizar en curva de nivel con tractor agrícola normal; en tramos de 15% a 35% puede actuar el tractor de cadenas; en 35% a 55% puede trabajar el equipo TTAE o el Foresta); por encima del 55% sólo se puede mecanizar en línea de máxima pendiente, habitualmente con retroexcavadoras.
- Pedregosidad: Y su consistencia, que puede hacer inviable la manual en unos casos y algunos procedimientos de mecanización en otros.
- Pedregosidad superficial y afloramientos rocosos: Frecuentes que pueden impedir el tránsito de maquinaria y la acción de los aperos.
- Defectos del perfil: Si son muy graves pueden no ser superados por una preparación manual.
- Aspectos económicos: Las preparaciones manuales comparables con las mecanizadas, a igual densidad de plantación, tienen un costo del orden del doble que las mecanizadas.
- Aspectos sociales, pues las preparaciones manuales generan mayor empleo siendo, por otra parte, muy onerosas por lo que se tiende a descartarlas cuando se repueblan grandes superficies.

#### 10.1.4. Profundidad alcanzada

Se valora en tres tipos:

- Baja: Cuando alcanza entre 0-20 cm
- Media: Entre 20-40 cm
- Alta: Entre 40-60 cm aunque algunos procedimientos pueden superar esta profundidad.

Los factores a considerar para decidir sobre la profundidad que debe alcanzar la preparación del suelo en la repoblación son:

- **Método de repoblación:** Ya que en las siembras es suficiente con profundidades medias y bajas.
- **Calidad del perfil:** Pues los suelos buenos no necesitan altas profundidades.
- **Tipo de planta:** Ya que según la longitud del sistema radical la profundidad de la preparación variará, siendo ésta al menos 10 cm más con planta a raíz desnuda que utilizando en envase.
- **Régimen hídrico de la estación:** Pues donde no haya sequía estival la profundidad podrá ser menor.

Para definir completamente un procedimiento de preparación del suelo hay que hacer mención a su clasificación según los cuatro criterios. En principio se pueden hacer todas las combinaciones posibles entre los tipos definidos, aunque hay algunas *incompatibilidades* que se manifiestan a continuación:

- Las preparaciones a hecho y en fajas tienden a ser únicamente mecanizadas por el esfuerzo y el costo que suponen.
- Las preparaciones manuales, realizadas con herramientas de cava y profundidad más baja, siempre alteran el orden de los horizontes, aunque este efecto, al ser puntuales, no es inconveniente para alcanzar profundidades medias y no afectar más que a una pequeña parte de la superficie del monte. Todas las preparaciones puntuales pueden ser consideradas como sin inversión de horizontes.

## 10.2. Hoyos

Cavidades individuales de variable dimensión. Procedimiento puntual, sin inversión de horizontes, manual o mecanizado y de profundidad media/alta. Modos de ejecución: Manual con azada, manual con barrón o plantamón, mecanizado con barrena, mecanizado transversal, mecanizado con ripper. Efectos sobre:

- Planta: No mejora supervivencia ni el desarrollo
- Hidrológicos: No reduce notablemente la escorrentía
- Calidad del perfil: No mejora la calidad del perfil ni en profundidad ni en la permeabilidad
- Paisaje: no tiene ningún efecto

La época de ejecución puede ser, con tempero, en otoño y primavera.

Los condicionantes pueden ser:

- Pedregosidad: No
- Pedregosidad del perfil: Sólo en mecanizado transversal y con ripper.
- Pedregosidad superficial: No
- Permeabilidad: Sí, en manual con barrón y en mecanizado con barrena.
- Matorral: No, realiza desbroce asociado o simultáneo.

## 10.3. Raspas

Escarificación superficial del terreno, sin extraer la tierra, arrancando herbáceas y matas hasta 30 cm (picadas) o hasta 10 (someras). Procedimiento puntual sin inversión de horizontes, manual o mecanizado y de profundidad baja/media. Modos de ejecución manual con azada y cabezal mullidor. Efectos sobre:

- Planta: Muy escasos en la mejora de arraigo y el crecimiento
- Hidrológicos: Nulos
- Calidad del perfil: Ninguna mejora, solo para buenos perfiles
- Paisaje: Ningún efecto.

Época de ejecución con tempero en otoño y primavera

Condicionantes:

- Pendiente: No
- Pedregosidad del perfil: No
- Pedregosidad superficial: No
- Permeabilidad: No
- Matorral: Aplicar los desbroces previos si son necesarios

## 10.4. Banquetas

Remoción, sin extracción de la tierra, de un prisma orientado en curva de nivel, de 60 a 120 cm de largo, de 40 a 60 cm de ancho y profundo. Admite la ejecución de regueros con azada, oblicuos en 45°, en la parte superior, denominándose en este caso con microcuenca. Procedimiento puntual, sin inversión de horizontes, mecanizado con complemento manual y de profundidad alta/media. Métodos de ejecución mecanizado con pio mecánico o con retroexcavadora. Efectos sobre:

- Planta: Favorables por la mejora de permeabilidad y, en su caso, aumento de profundidad.



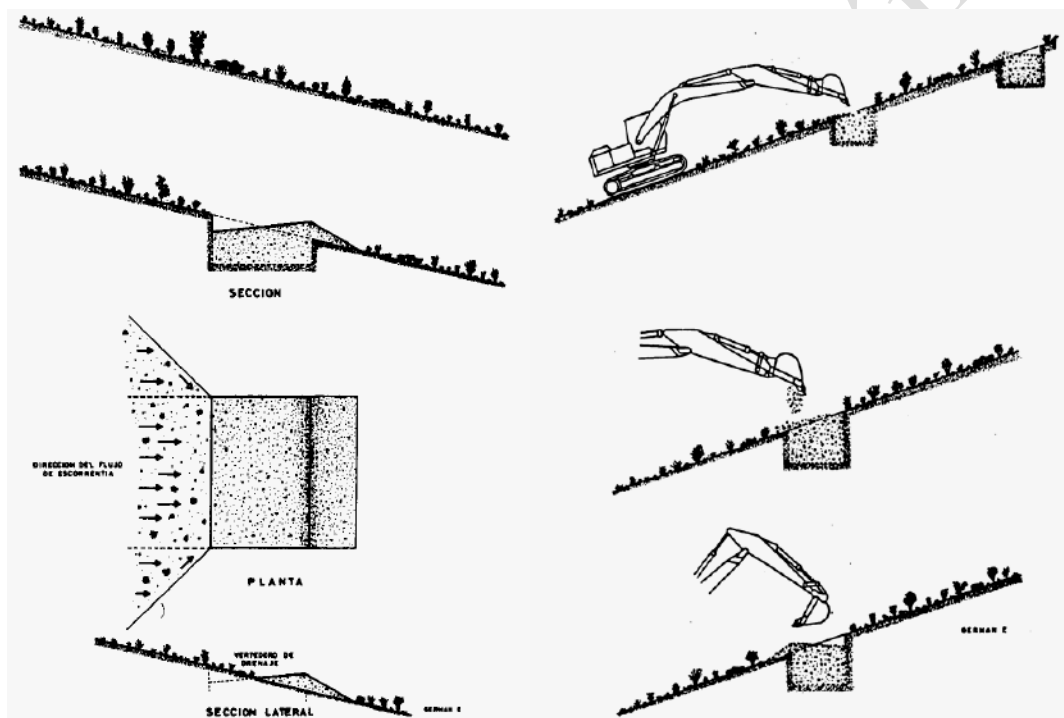
- Hidrológicos: Con microcuenca mejora notablemente el efecto de anulación de escorrentía frente a otros puntuales.
- Calidad del perfil: Mejora permeabilidad y profundidad, aunque de modo localizado.
- Paisaje: Se visualizan más que hoyos y raspas, pero con matorral no son visibles.

Época de ejecución con tempero en otoño y primavera  
 Condicionantes:

- Pendiente: No, por retroaraña o posibilidad de pico mecánico
- Pedregosidad del perfil: No
- Pedregosidad superficial: No
- Permeabilidad: No
- Matorral: Implica desbroce puntual por arranque asociado

Banquetas con microcuenca

Banquetas realizadas con retroexcavadora



## 11. Tema 10 c: Preparación de suelo

### 11.1. Subsolado

Consiste en producir cortes perpendiculares en el suelo de una profundidad de 40 a 60 cm, dados generalmente en curva de nivel, que no alteran el orden de los horizontes, mediante un apero denominado subsolador o ripper. Procedimiento lineal, sin inversión de horizontes, mecanizado y de profundidad alta. Métodos de ejecución mecanizado con tractor de cadenas convencional o con TTAE. Efectos sobre:

- Planta: Muy favorables por mejorar la extensión del sistema radicular.
- Hidrológicos: Muy favorables por anular la escorrentía al aumentar la velocidad de infiltración y permitir entrar al agua a capas profundas del perfil
- Calidad del perfil: Resuelve problemas de escasa profundidad, mejora la permeabilidad y la CRA.
- Paisaje: , es una labor de muy escasa visualización.

Época de ejecución con suelo seco, en julio, agosto y septiembre.

Condicionantes:

- Pendiente: En curva de nivel hasta 55% con tractor de alta estabilidad
- Pedregosidad del perfil: La pedregosidad del gran tamaño puede aconsejar usar un solo rejón por pasada.
- Pedregosidad superficial: Junto con afloramientos rocosos, puede ser causa de exclusión
- Permeabilidad: No son eficaces, aunque no perjudiciales con horizontes argílicos.
- Matorral: No tiene efecto sobre el matorral y requiere un desbroce previo.

### 11.2. Acaballonado forestal

Consiste en producir cortes perpendiculares en el suelo de una profundidad de 40 a 60 cm, dados en curva de nivel, que no alteran el orden de los horizontes, sobre acaballonado o asurcado previo, mediante un Equipo FORESTA. Procedimiento lineal con inversión de horizontes parcial, mecanizado y de profundidad alta. Modos de ejecución: Mecanizado con tractor de cadenas convencional. Efectos sobre:

- Planta: Muy favorables para mejorar extensión del sistema radical.
- Hidrológicos: Muy favorables por anular escorrentía al aumentar velocidad de infiltración y permitir entrar al agua a capas profundas del perfil.
- Calidad del perfil: Resuelve problemas de escasa profundidad, mejorar la permeabilidad y CRA acelera la alteración física.
- Paisaje: Es una labor visible transitoria.

Época de ejecución con suelo seco, en julio, agosto y septiembre.

Condicionantes:

- Pendiente: En curva de nivel hasta 55% por circulación de cadena alta sobre surco.
- Pedregosidad del perfil: La pedregosidad de gran tamaño puede limitar profundidad.
- Pedregosidad superficial: Junto con afloramientos rocosos, puede ser causa de exclusión.
- Permeabilidad: Al ser en ladera siempre mejora.
- Matorral: Tiene efecto sobre matorral de desbroce simultáneo, lineal y por arranque.

### 11.3. Acaballonado superficial

Este procedimiento que también se denomina terraza volcada, es la combinación en una misma faja de un descapado y un subsolado, ejecutados en una curva de nivel. Procedimiento lineal, sin inversión de horizontes en profundidad aunque con remoción de los 5 a 10 cm superficiales, mecanizado y de profundidad alta. Practicado sin entrefajas es un procedimiento a hecho y se denomina completo. Modos de ejecución mecanizado con tractor de cadenas convencional con tractor de alta estabilidad. Efectos sobre:

- Pendiente: En curva de nivel hasta 55% con tractor de alta estabilidad.
- Pedregosidad del perfil: La pedregosidad de gran tamaño puede aconsejar usar un solo rejón por pasada
- Pedregosidad superficial: Junto con afloramientos rocosos, puede ser causa de exclusión
- Permeabilidad: No son eficaces, aunque no perjudiciales, con horizontes argílicos
- Matorral: Cubre el objetivo de reducir la invasión posterior del matorral y realizar un desbroce eficiente.

### 11.4. Acaballonado de desfonde

Consiste en la formación de lomos de tierra o caballones, según curva de nivel, de diferente anchura y altura en función del tamaño de apero, a base de hacer pasar arados de vertedera, lo que a su vez deja un surco o canal en la zona aguas arriba del caballón que se ha formado con la tierra extraída del surco. Procedimiento lineal, con inversión de horizontes, mecanizado y de profundidad alta. Permite la plantación simultánea. Modos de ejecución mecanizado con tractor de cadenas de más de 100 CV equipado con un arado forestal de vertedera bisurco y reversible. El arado es forestal porque es de gran tamaño lo que permite alcanzar una profundidad de labor de hasta 70 cm. Puede asemejarse al acaballonado realizado por el equipo Foresta. Efectos sobre:

- Planta: Favorables por los efectos hidrológicos sobre el perfil.
- Hidrológicos: Favorables por mejora de velocidad de infiltración y por cambio de fisiografía superficial, calidad del perfil, mejora profundidad y permeabilidad, pero invierte horizontes.
- Paisaje, es visualizable, la alternancia de bandas desbrozadas y sin desbrozar.

Época de ejecución con tempero en otoño, invierno, principio de primavera, a la vez que la plantación.  
Condicionantes:

- Pendiente: Hasta el 30% con tractor convencional, sube al 55% con equipo Foresta.
- Pedregosidad del perfil: Sí
- Pedregosidad superficial: Sí
- Permeabilidad: Sí, únicamente es de aplicación en suelos síliceos poco evolucionados y de texturas francas a arenosas.
- Matorral: Permite hacer un desbroce por arranque y lineal simultáneo, si el matorral es poco espeso, en otro caso, requiere desbroce previo por trituración.

## 11.5. Acaballonado completo en llano

Subsolado profundo y paralelo. A continuación, y perpendicularmente al subsolado, se procede a formar unos caballones de aproximadamente 60 cm de altura con abrezanjas mediante dos pasadas. El terreno queda alterado en toda la superficie, ondulado y completamente desbrozado. El agua circulará por los surcos y la plantación, se puede realizar en lo alto del caballón. Procedimiento a hecho, con inversión de horizontes y modificación de la fisiología superficial, mecanizado y de profundidad alta. Realiza desbroce simultáneo. Modos de ejecución: Se precisan tractores de cadenas de gran potencia a los que en primer lugar se les aplica un subsolador de gran tamaño, a veces con topo y después un potente arado abrezanjas de doble vertedera. Efectos sobre:

- Planta: Favorables por la mejora del perfil y la elusión del encharcamiento
- Hidrológicos: No procede, sólo se aplica en llano.
- Calidad del perfil: Mejora la permeabilidad escasa y profundidad, obstáculo insalvable de otro modo por encharcamientos intermitentes.
- Paisaje: No procede, se aplica en llanos.

Época de ejecución cualquiera, siempre que no haya encharcamiento, mejor en verano.

Condicionantes:

- Pendiente: Se aplica sólo en suelos llanos
- Pedregosidad del perfil: No suele aparecer, pero si hay, se puede usar un único ripper.
- Pedregosidad superficial: No suele aparecer, pero si es limitante junto con afloramientos rocosos.
- Permeabilidad: Es indicado en casos de planosolización y podsolización, para anular los encharcamientos.
- Matorral: Produce desbroce asociado a hecho y por arranque.

## 11.6. Aterrazado con subsolado

Consiste en la formación de terrazas o plataformas horizontales o con contrapendiente en una ladera, con anchura suficiente para la circulación del tractor que la construye y que son subsoladas en toda su longitud. Procedimiento lineal, con inversión de horizontes y modificación de la fisiografía superficial, mecanizado y de profundidad alta. Realiza desbroce simultáneo. Modos de ejecución se emplea en la construcción de terrazas un tractor de cadenas de más de 100 CV de potencia provisto de pala o cuchilla frontal angledozer y tilldozer y de barra portaaperos trasera de elevación hidráulica dotada de dos o tres ripper o subsoladores. Efectos sobre:

- Planta: Favorables por mejora de permeabilidad y efecto hidrológico, al margen de plantación mecanizada.
- Hidrológicos: Los más altos por modificación de la fisiología superficial y efecto del subsolado.
- Calidad del perfil: Si se aplica en perfiles no adecuados puede perjudicar la calidad, en otro caso, favorable.
- Paisaje: Muy notable y permanente.

Época de ejecución preferible en tiempo seco y en verano

Condicionantes:

- Pendiente: Se debe limitar a pendientes entre 35% y 60%
- Pedregosidad del perfil: No influye, si la escasa profundidad
- Pedregosidad superficial: No influye, se mejora
- Matorral: Implica desbroce asociado por arranque

## 11.7. Alzado

Consiste en realizar una labor similar a la de los laboreos que se utilizan en el campo agrícola, removiendo toda la superficie del terreno. Procedimiento a hecho, con inversión de horizontes, mecanizado y de profundidad media/alta. Realiza desbroce simultáneo. Es procedimiento obligado en siembras a voleo. Modos de ejecución por tractor agrícola de ruedas de más de 50 CV con arados de vertedera o de discos, de diferentes anchuras de labor y pesos. Efectos sobre:

- Planta: Limitados
- Hidrológicos: Escasos y pueden ser perjudiciales
- Calidad del perfil: Salvo en antrosos y planosos, puede ser inconveniente
- Paisaje, no tienen visualización por ser a hecho

Época de ejecución con tempero en otoño o primavera

Condicionantes:

- Pendiente: Hasta el 20% para que se pueda aplicar en curva de nivel
- Pedregosidad del perfil: Aflorar pedregosidad inferior puede ser un inconveniente.
- Pedregosidad superficial: Limitante
- Permeabilidad: Indiferente, la escasa profundización puede mantener encharcamientos.
- Matorral: Sirve para desbroces de matorral de escasa espesura, en otro caso, requiere roza previa.

aquí va el tema 10 e y 10 f

Jorge Cerezo Martínez

## 12. Tema 11: Revegetación mediante siembra y plantación

Según el tipo de Material Forestal de Reproducción (MFR) empleado, se habla de 2 métodos de repoblación, introducción o implantación:

- Siembra: Supone la colocación de las semillas en un terreno que ha tenido o no una preparación previa.
- Plantación: Conlleva la introducción de una planta de edad y tamaño variables producidas en vivero y que son establecidas en terrenos preparados previamente.

Implantar la nueva vegetación puede realizarse simultáneamente a la preparación del terreno o con posterioridad a la misma. Tradicionalmente, las siembras eran el método más empleado, por su bajo coste y por su parecido con la regeneración natural. Evitan así la creación de infraestructuras adicionales como viveros para producir planta. El problema es el gran consumo de semilla, la germinación es un factor variable y muy incierto, el riesgo de predación o a determinados factores climáticos que dificultan su germinación.

Se estudian los resultados de repoblaciones realizadas de siembra de bellota *Quercus ilex* o *Q. faginea* protegidas mediante tubos protectores y con el empleo de semillas pildoradas o paletizadas en programas de recuperación de la cubierta vegetal.

En las siembras, el MFR (Material Forestal de Reproducción) tiene más riesgos, por estar expuesto durante su germinación y primeras etapas de desarrollo al ataque de roedores, o factores ambientales y a la competencia de vegetación ya existente que pueden dificultar su germinación.

Este riesgo no es tan acusado en las plantaciones porque se introducen plantas con 1 ó 2 savias más resistentes a los factores ambientales y a la competencia con la vegetación existente. En todo proceso de repoblación hay que definir las especies a emplear, su identidad y su calidad.

### 12.1. Factores que condicionan el método principal de repoblación en la siembra

- Factores de estación:
  - Requiere estaciones muy adecuadas a las especies que se van a introducir
  - Condiciones favorables de suelo que deben ser permeables y poco pedregosos
  - Los riesgos de predación suelen ser reducidos
  - Terrenos de dunas y ciertos terrenos agrícolas presentan buenas condiciones para las siembras.
- Factores culturales:
  - Las especies deben ser de semilla relativamente grande
  - La competencia con el matorral en las primeras edades debe ser reducida
  - Las altas espesuras deben ser compatibles con el objeto de la repoblación
  - En zonas sin vegetación preexistente, el temperamento de la especie a introducir será robusto.
  - Indicada para las especies que desarrollan su sistema radicular de gran longitud
  - La densidad final de la masa es muy variable por la gran aleatoriedad en la germinación.

- Factores sociales
  - Requiere de poca mano de obra y no especializada en su ejecución
  - Impone períodos de acotamiento al pastoreo más largos
- Factores económicos
  - Es más barata en conjunto aunque con resultados más inciertos
  - Necesita de más semilla y esta debe ser de calidad adecuada
  - Los cuidados culturales a aplicar en el primer turno serán superiores que en las plantaciones salvo en las siembras por puntos.

La siembra directa de especies forestales se ha utilizado con muy buenos resultados en algunas repoblaciones principalmente de carácter protector (pino piñonero para fijar dunas costeras). También se ha utilizado para la encina, el quejigo o el alcornoque con resultados desiguales por la predación de roedores y demás animales.

El interés por estas especies reside en que en los primeros años desarrollan un sistema radicular muy fuerte que profundiza rápidamente sin desarrollar a penas parte aérea.

El interés por estas especies reside en que en los primeros años desarrollan un sistema radicular muy fuerte que profundiza rápidamente sin desarrollar apenas parte aérea.

Cuando se realiza una siembra directa en condiciones adecuadas, la raíz no encuentra limitaciones en su desarrollo, presentando un crecimiento más equilibrado y con mayor utilidad que las repoblaciones procedentes de plantación.

No se recomienda las siembras cuando la plantación se vaya a realizar en condiciones muy adecuadas con un control cuidadoso de las operaciones.

La siembra se realizará con semilla que germine fácil, de bajo coste y sea abundante y fácil de recolectar y sin peligro de ser comidas por animales.

- *Pinus halepensis*
- *Taxus bacatta*
- *Ulmus minor*
- *Albies alba*
- *Castanea sativa*

## 12.2. Ventajas de la siembra

- Mayor facilidad y menor coste
- Mejor adaptación de las plántulas al medio
- Ocupación más rápida del terreno
- Procedimiento adecuado para climas semihúmedos
- Menor movimiento del suelo
- Posibilidad de llegar a lugares inaccesibles
- Posibilidad de mayor densidad de plantación a menor coste
- Reducción del riesgo de introducir plagas y enfermedades
- Portes más erectos y poda natural más rápida



### 12.3. Inconvenientes de la siembra

- Dificultad para determinar la respuesta en cada tipo de suelo
- No se puede usar en climas secos ni húmedos
- Método desaconsejable en suelos fuertes y pedregosos
- Gran peligro de predación por roedores, aves...
- Mayor riesgo para que las plantas sufran los efectos de las heladas tardías y la sequía del nivel más superficial del suelo
- Conocer las características analíticas de la semilla
- En algunos casos requiere paletizado
- Pueden requerir cuidados culturales más intensos durante los 1<sup>os</sup> años

Sólo serán recomendables con algunas especies en suelos sueltos frescos y con cierto grado de humedad con preparaciones que profundizan suficientemente en el suelo, condiciones para el desarrollo de la raíz.

### 12.4. Métodos de siembra

Valorar si la semilla precisa de algún tratamiento previo que elimine la posibilidad de dormición o latencia. Tradicionalmente se distinguen:

- Siembra por puntos: Las semillas se distribuyen en casillas abiertas sobre el terreno previamente preparado. Se colocan varias semillas en cada casilla para garantizar la germinación de al menos una planta.
- Siembra por líneas: Las semillas se distribuyen en líneas o surcos abiertos sobre el terreno previamente preparado
- Siembra por superficie de actuación o al azar: Siembra aleatoria por toda la superficie a repoblar. La preparación del suelo consiste en un laboreo ligero. Hacer un gradeo días antes de la siembra para eliminar m.h. y desmenuzar la capa superior.
- Siembra aérea: Se emplea para terrenos incendiados y de difícil acceso, requiere determinar la altura de vuelo (pildorar la semilla) y las calles del vuelo para que no exista solape. Es necesario determinar también la densidad de siembra. La época de siembra será en zonas incendiadas después del incendio en el otoño o primavera siguiente. Por un lado recubre cuanto antes el terreno y por otro se facilita el acceso de la semilla al suelo y se evita la competencia con la vegetación natural que se pueda desarrollar.

### 12.5. Profundidad de la siembra y cobertura de la semilla

La regla general es que la profundidad no debe superar de 1,5 a 2 veces la dimensión máxima de la semilla. Para *Quercus ilex*. 6-8 cm; *Pinus sylvestris* 2 cm.

El recubrimiento posterior se realiza con azadas, pinzones o paletas sembradoras cuando la siembra es manual de forma puntual o con grada de púas o rastras en las siembras totales o areales.

Cuando es mecanizada, el recubrimiento se suele realizar simultáneamente a la siembra mediante un apero enganchado a la sembradora (rastras, rejas, cadenas) o con la propia reja surcadora que crea el efecto de enterrado.

### 12.6. Época de siembra

Existen dos épocas para realizar la siembra: Otoño y primavera, debiendo elegir una u otra en función de la especie, las condiciones climáticas de la zona y el riesgo de predación. Así:

- Según la especie: Las semillas de fagáceas deben sembrarse a continuación de su recogida, para evitar la pérdida de su viabilidad. Cuando la semilla tolera bien un intervalo de almacenamiento, la semilla está en función de las condiciones climáticas.
- Condiciones climáticas: Influyen decisivamente la época de lluvias regulares y el riesgo de heladas. Si las lluvias otoñales son más seguras que las de primavera y el periodo de sequía estival prolongado, es más seguro hacer la siembra en otoño. Si existe riesgo de heladas tempranas alto y la dureza del invierno es grande, sembrar en primavera.
- Riesgo de predación: Si existe riesgo de ataque por aves o roedores procurar la siembra en primavera pues la semilla está menos tiempo en el suelo antes de germinar. Se ponen tubos.

Abetos, encinas, castaños: Si se siembran en otoño germinan en primavera. Pinos germinan en 2-3 semanas.

## 12.7. Dosis de siembra

Se emplea la fórmula  $C_s = N/N_{1000} \cdot P \cdot F \cdot C_c$ ;  $N_{1000} = 10^6/P_{1000}$

- N: Número de plantas a obtener
- $N_{1000}$ : Número de semillas/kg
- P: Pureza en tanto por uno
- F: Facultad germinativa en tanto por uno
- $C_c$ : Coeficiente cultural. Número de semillas que se transforman en plántulas útiles/nº de semillas que germinan (0,2 en siembras directas)

*Pinus pinea*: 16 kg/ha

*Quercus ilex*: 22 kg/ha

*Pinus pinaster*: 8 kg/ha

## 12.8. Repoblación mediante plantación, tipo de planta

Las plantas forestales se encuentran en los viveros en gran variedad de tipos y con diferentes precios. Elegir bien la planta que va a utilizarse teniendo en cuenta el lugar donde va a establecerse, el objetivo y la relación coste-calidad.

La elección de la planta forestal nunca debe guiarse por criterios de mínimo coste salvo en condiciones de igualdad de calidad.

En plantaciones forestales, se utiliza planta de pequeño tamaño: 15-40 cm por ser las que demuestran mayor capacidad para superar el estrés de plantación. Básicamente, se suministran dos tipos de planta:

- **Planta a raíz desnuda:** Producidas directamente en las eras de cultivo del vivero. Se extraen con las raíces al aire para llevarlas al monte.
  - **Ventajas:** Desarrollo radicular amplio sin limitaciones, menor coste de producción y de transporte
  - **Inconvenientes:** Pérdida de parte del sistema radicular con el arranque y plantación posterior, mayor riesgo de desecación durante su manejo, más exigente en condiciones de humedad. Frondosas caducifolias. Repoblaciones con salicáceas o especies de los géneros: *Juglans*, *Acer*, *Fagus*, *Castanea*, *Ulmus*, *Betula*,...
  - También con *Pinus radiata*, *P. nigra*, *P. Sylvestris*
- **Planta en contenedor:** Producida en envases especiales, rellenos de sustrato adecuado que forma un cepellón alrededor de la raíz. La planta se introduce en el monte con su cepellón. Contenedor y sustrato son factores que influyen en la producción de una planta en contenedor de calidad.

**Ventajas:** El sistema radicular no resulta amputado por el arranque o en la plantación, más adaptado a condiciones adversas, mayor % de plantas con éxito de arraigo en el monte, época más larga de plantación, menor riesgo de desecación.

**Inconvenientes:** Sistema radicular limitado por su cultivo en el envase o vivero, coste de producción y transporte más caro. Emplear en condiciones del medio adversas como la mayor parte de superficies de ambientes mediterráneos.

Es más peligroso colocar plantas a raíz desnuda en terrenos propios de las de contenedor que viceversa.

## 12.9. Recomendaciones específicas

- **Planta a raíz desnuda:** Las plantas producidas deben haber recibido al menos 1 ó 2 repiques en función del número de savias o edad de plántulas. El tiempo transcurrido desde su levantamiento en vivero hasta su llegada al campo lo más corto posible y condiciones de almacenamiento y transporte controladas
- **Planta en envase:** Los envases deben garantizar que no se produzca espiralización o reviramiento de raíces. Los volúmenes mínimos deben ser recomendados para cada especie. El material de los envases debe ser impermeable a la raíz. Altura del contenedor: 15 cm en resinosas, 18 cm en frondosas. Los envases deben permitir extracción fácil y total del cepellón. Evitar plantas con exceso de musgo.

## 12.10. Edad de la planta

La edad de la planta se expresa en savias, representa el número de períodos vegetativos que ha vivido la planta. En el caso de plantas de 1 savia, planta en el vivero: 8 meses en otoño, 12 meses en primavera. A veces se distingue entre la edad del tallo y la del sistema radicular cuando a lo largo de los trabajos se ha procedido al corte de uno de ellos.

Tipo R2T1: Raíz de 2 períodos vegetativos y tallo de 1

En plantas en contenedor, la edad no puede sobrepasar el año por problemas que pueden surgir en cuanto a espiralización de raíces. Criterio más restrictivo para *Quercus* que para resinosas, para *Pinus*, pueden comercializarse con 2 ó 3 savias, *Abies pinsapo* hasta 6 savias.

La edad de la planta y su tamaño deberá corresponderse con métodos de preparación del terreno elegido. La diferencia en el coste, según la edad y tamaño de la planta es muy variable con las especies, pudiendo multiplicarse por 5.

En las repoblaciones forestales se suelen emplear plántulas de 1-2 savias según la especie, excepcionalmente más y plántulas para el chopo o el nogal.

## 12.11. Manejo de la planta

Es de suma importancia desde su recepción en el campo hasta su plantación para el éxito o el fracaso del establecimiento del repoblado. Un mal manejo de la planta puede resultar el fracaso total o parcial en una repoblación en la que todos los demás detalles se hayan cuidado minuciosamente. Recomendaciones generales para manejar con éxito la planta:

- La primera manipulación que sufre la planta es su transporte desde el vivero hasta el lugar de plantación. El mayor riesgo es la desecación de la parte aérea o radical. Cuando la planta sea a raíz desnuda debe ir protegida contra la desecación con bolsas de plástico o en arpilleras humedecidas que evitan la insolación directa.

- Si la planta es en envase, que el sustrato esté húmedo y que el transporte sea en un vehículo cubierto que proteja de la desecación. El apilado debe evitar el doblado de tallos y raíces que pueden originar roturas y heridas haciéndolas desechables para su posterior plantación. Lo ideal es que la recepción se produzca en el momento de hacer la plantación y evitar el almacenamiento prolongado.

## 12.12. Épocas de plantación

Hacer a savia parada, desde mediados de otoño hasta mediados de la primavera. El momento exacto de la plantación depende de las condiciones generales de época de lluvias, heladas y las condiciones particulares de ese momento.

En esta zona, se hace en otoño: Única época donde estaban garantizadas las precipitaciones. Con clima templado, primaveras secas siempre que la planta haya llegado del vivero en savia parada.

En zonas con riesgo de heladas, hacer en primavera, pero si las heladas van a ser seguidas de primaveras secas, las pérdidas pueden ser muy elevadas. Aspectos a tener en cuenta:

- Plantar cuando el suelo tenga tempero: Reúna las condiciones idóneas de humedad. Condición limitante para plantas a raíz desnuda.
- No plantar en período de heladas o con nieve ni con vientos fuertes
- En la mayoría de zonas, plantar desde finales de octubre hasta primeros de abril
- En terrenos más fríos y húmedos puede adelantarse o retrasarse 15 días
- En zonas de montaña, excluir períodos de heladas o de existencia de nieve

Características del tiempo antes de plantar: 23°C, HR > 50%, velocidad del viento < 16 km/h

Una vez elegida la época, seleccionar los días más adecuados siendo ideales los nublados con lluvias intermitentes que favorecen un ambiente húmedo y reducen el riesgo de desecación.

## 12.13. Formación de ejecución

La plantación es el conjunto de operaciones desde que la planta forestal llega al monte hasta que queda instalada en el terreno definitivo. La planta no debe quedar superficialmente ni excesivamente enterrada, procurando que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo.

Si la raíz queda descubierta se desecará y morirá y si queda muy enterrada, se pudrirá el cuello.

Cuando la planta es a raíz desnuda, el manejo debe ser más cuidadoso, procurando que la raíz quede bien extendida, conservando su forma natural evitando que se doble en ángulos fuertes que origina vicios en su posterior desarrollo.

Una vez colocada la planta, se llena el hoyo y se pisa ligeramente para compactar alrededor la tierra y evitar que queden bolsas de aire. Aspectos para que resulte exitosa:

- El terreo debe tener humedad adecuada (tempero) para que la tierra removida quede compactada y ligada al sistema radical
- Que no existan bolsas de aire dentro del perfil con lo que conviene realizar con antelación la preparación del suelo
- La planta debe quedar derecha
- Las raíces no deben quedar dobladas: Eliminar las piedras y realizar una labor de profundidad
- Una vez introducida la planta compactar con los pies para eliminar aire
- En hoyos abiertos antes de la plantación, disgregar los terrones de tierra y eliminar piedras de su interior

## 12.14. Métodos de plantación

Se clasifican en función de dos criterios que definen y caracterizan cada uno:

- El tipo de planta: Se distingue la planta a raíz desnuda y la planta en contenedor
- Forma de ejecución se distinguen:
  - Plantación manual: Método que consiste en la introducción de la planta en el suelo por parte del plantador con la ayuda de una herramienta que permita abrir un hoyo. Las plantas se transportan en un cubo embarradas o no si es a raíz desnuda o en la propia bandeja. Rendimiento 200-240 plantas raíz desnuda/jornal, 150 plantas si es con envase/jornal. Es el método más empleado. Sólo lo limita la disponibilidad de m.ó.
  - Plantación mecanizada: Método que consiste en la introducción de las plantas sobre el suelo previamente preparado, medianamente la utilización de máquinas plantadoras arrastradas por un tractor. La plantación es lineal o areal. Limitación: Pendiente >35%. Rendimiento 500-800 planta/h en una fila. Son muy útiles para la reforestación de tierras agrícolas.

## 15. Tema 11 bis: Protección y cuidados culturales de las repoblaciones

Los proyectos de repoblación deben incorporar actuaciones para el mantenimiento de la masa forestal creada. Estos cuidados se prolongan durante los primeros años de la repoblación. El pliego de Condiciones Técnicas del proyecto debe recoger una descripción detallada de este tipo de trabajos.

El tipo de labores, calidad y frecuencia vienen condicionadas por el objetivo de la repoblación, coste de labores, calidad de los trabajos y la especie empleada.

Cuidados culturales más importantes:

- Protección: Cerramientos, tubos cinegéticos, tubos de invernadero, incendios
- Control de la vegetación: Medios mecánicos y herbicidas
- Reposición de marras
- Riegos: De establecimiento y de mantenimiento
- Fertilización
- Podas

Todas las plantaciones están expuestas a varios factores por lo que deben protegerse para que alcancen los fines para los que fueron creados. Principales causas de daño a las plantaciones:

- Condiciones climáticas, fauna silvestre, plagas y enfermedades, incendios.

### 15.1. Protección contra daños producidos por animales

La fauna doméstica o cinegética puede acabar en poco tiempo con la totalidad de las plantas colocadas en el terreno. Donde se ha comprobado la presencia de animales conviene asegurar su protección:

- Cerramientos: Es un sistema efectivo pero caro en construcción y mantenimiento. El coste puede reducirse eligiendo adecuadamente los materiales. Se reduce a medida que aumenta la superficie. Es más barato en superficies > 5 ha.
- Tubos cinegéticos: Son tubos de malla plástica o metálica de hasta 2 m de altura que se entierran un poco en el suelo y se sujetan con un tutor para evitar que el ganado dañe la planta: 60 cm conejo, 1,20 m ovejas, 1,8 m vacas. Una vez que la plantación se ha asegurado, quitar las mallas porque pueden dañar el árbol incrustándose en las ramas y el tronco. Colocar tutor.

- Tubos invernadero: Además de dar protección a la planta, crean condiciones favorables para su desarrollo. Son tubos de plástico translúcidos que se colocan alrededor de la planta sujetos con tutor. Beneficios:
  - Aumento del crecimiento inicial tanto en altura como en diámetro
  - Aumento de la resistencia a períodos secos, viento y grandes insolaciones.
  - Mejora la localización de las plantas, favoreciendo la visualización y evita daños
  - Suministra protección frente a animales

## 15.2. Defensa de repoblaciones

- Protección frente a incendios forestales: Los incendios representan un problema de enormes dimensiones, lo que supone una amenaza para las repoblaciones. Deben tomarse una serie de precauciones:
  - Independientemente de la forma en la que se controle la vegetación: Manual, mecánica o química, se hará un cortafuegos perimetral mediante el paso de una grada (siempre que la pendiente lo permita) o por subsolado (como en las dehesas).
  - Si se realizan plantaciones mixtas, colocar las especies menos inflamables en el exterior. En el caso de plantaciones puras, poner 1-2 líneas de especies más resistentes al fuego: Falsa acacia, *Robinia pseudoacacia*, *Sophora japonica*. (ahora prohibidas).
  - Se mantendrá el arbolado bien podado: Sobre todo las especies que tienden a cerrar mucho la copa.
- Protección frente a plagas y enfermedades: Eliminar todas aquellas plantas que presenten daños de hongos/insectos cuando existan dudas razonables de que estén infectadas. En repoblaciones próximas a zonas forestales, vigilar periódicamente la plantación, eliminando cualquier brote de plaga. En el caso de plaga o enfermedad no identificada, consultar al Servicio de Plagas de la Consejería de Agricultura correspondiente. Algunos tipos son:
  - Perforadores: *Pissodes*, *Tomicus*, *Cerambyx*
  - Defoliadores: *Thaumtopoea pityocampa*, *Lymantria*, *Tortrix*, *Haltica*
  - Hongos defoliadores: *Gnomonia*, *venturia*
  - Hongos corticales: *Ceratocistis*, *Cytospora*
  - Hongos de raíces: *Armillaria*, *Fusarium*, *Phytophthora*

## 15.3. Mantenimiento del suelo

La vegetación espontánea es competidora en agua y nutrientes. En repoblaciones genéricas estos trabajos están limitados por la inaccesibilidad al terreno.

Se deben compatibilizar dos objetivos antagónicos: Reducir al mínimo la competencia con la maleza y las plantas repobladoras y mantener la mayor parte del suelo con cobertura. Las técnicas de mantenimiento del suelo persiguen:

- Eliminar la vegetación espontánea
- Evitar la formación de costras y grietas superficiales
- Mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y penetrabilidad
- Mantener el nivel y mejorar la materia orgánica y la fertilidad
- Facilitar la incorporación, movilidad y absorción de nutrientes y desarrollo del sistema radicular.
- Posibilitar el acceso y la circulación de maquinaria
- Evitar escorrentía y la erosión
- Reducir el riesgo de incendios forestales

## 15.4. Métodos de mayor interés y aplicación al mundo forestal

- **Escardas:** Para sitios de difícil acceso a la maquinaria. En terrenos de vocación forestal, recurrir a prácticas manuales de control de la vegetación. Consiste en el cavado con azada de la zona que rodea a la planta en un diámetro de 1 m para disminuir la competencia.
- **Laboreo:** Es el método más sencillo de control de malas hierbas. Mejora las condiciones hídricas de las plantas por reducción de la pérdida de agua del suelo. Se hace mediante el pase de una grada ligera entre las líneas de plantación procurando dar pases cruzados para lograr uniformidad.  
Inconvenientes: Necesidad de repetir el tratamiento durante el periodo de crecimiento, favorece la erosión en pendientes fuertes y tiene riesgo de dañar las raíces de árboles con sistemas radiculares superficiales.
- **Herbicidas:** Su uso en plantaciones forestales no es tan amplio como en cultivos agrícolas. Depende de la especie instalada, de las especies a controlar, la textura del suelo, la proximidad de áreas sensibles, pedregosidad, materia orgánica y el pH. Consideraciones:
  - Emplear herbicidas residuales y no foliares por si que hay que repetir los tratamientos
  - Cuidar el momento de la aplicación
  - Combinar un laboreo previo del suelo con un tratamiento posterior de un herbicida residual
  - Hacer aplicaciones lineales por fajas
- **Mulches o cubiertas protectoras:** Es una técnica muy antigua y muy desarrollada. En el medio forestal es poco conocida y de uso limitado. El control de la población herbácea es indispensable para la supervivencia de la plantación. Estas coberturas pueden estar formadas por materiales plásticos fotodegradables o por materiales orgánicos biodegradables. Se colocan en el suelo alrededor de la planta con las siguientes funciones:
  - Impiden el desarrollo de plantas adventicias
  - Limitan las pérdidas de agua en el suelo
  - Regulan la temperatura del suelo
  - Mejora la estructura del suelo
  - Influye en la disponibilidad de nutrientes del suelo y en su fertilidad
- **Mejoradores de suelo:** Son grupos de productos de naturaleza diversa. Son polímeros hidroabsorbentes que incorporados al suelo tienen la capacidad de absorber y ceder agua. Se mejoran con la incorporación de fertilizantes y estimuladores del crecimiento. La forma de aplicación depende de la especie, la naturaleza del suelo y de las precipitaciones.
- **Riegos:** Las plantas sólo van a poder arraigar y desarrollarse cuando exista suficiente humedad en el suelo. En zonas con períodos largos de sequía es conveniente considerar el riego de las plantaciones. Si se elige adecuadamente las especies según las condiciones del lugar y se planta en la época adecuada no serán necesarios. Los riegos pueden ser de establecimiento y de mantenimiento.
- **Fertilización:** Muchos terrenos tienen bajos niveles de fertilidad por extraerse la mayor parte por la vegetación y permanecer tiempo sin ningún tipo de cubierta. Esto puede originar algunas deficiencias en elementos minerales esenciales para el crecimiento de la plantación. Las

deficiencias más frecuentes se asocian al P (en suelos con elevado pH), al N (en suelos de excesivo drenaje) y al K (en suelos muy ácidos o arcillosos). Es poco probable que los nutrientes sean un factor limitante para el crecimiento de los árboles ni que su aplicación tenga una gran respuesta. Los arces (*Acer sp.*) o los fresnos (*Fraxinus sp.*) muestran una excelente respuesta a niveles altos de nutrientes pero la encina (*Quercus ilex*) muestran una escasa reacción. Igual que con los riegos, las fertilizaciones no son una práctica habitual en las repoblaciones forestales a excepción de la selvicultura intensiva. Donde los problemas sean evidentes, como en terrenos erosionados, suelos lavados, tierras agotadas, etc. Se pueden compensar las deficiencias con una fertilización en el momento de la plantación.

- **Podas de formación:** La poda es un tratamiento cultural mediante el que se busca que el árbol tenga el porte más adecuado según los objetivos que se hayan establecido en el momento de la plantación, producción de fruto, corcho, madera o semilla. Se realiza en edades tempranas y medias del arbolado. Objetivo: Mejorar la formación final del fuste y evitar la ramificación inadecuada para la producción, favoreciendo un buen guiado del árbol y facilitando la mecanización de las labores. Se da en especies que muestran dominancia apical. En chopos:
  - 1ª Poda hasta 1/3 de la altura del árbol hasta los primeros 3-5 años
  - 2ª poda hasta la 1/2 de la altura a los 10 años
  - Última poda afectando 2/3 de altura a los 15 años
 En otras especies las podas no son tan intensas (hacerlo en parada vegetativa).

## 16. Tema 12: Diseño de las repoblaciones

A la hora de diseñar una repoblación tendremos que pensar en los siguientes puntos:

- Densidad de plantación

El número de pies por unidad de superficie está condicionad por los objetivos que se pretenden con la repoblación y por una serie de factores silvícolas, económicos y sociales. A estos factores habría que añadir las características del medio.

- Factores silvícolas:

**Temperamento:** Las especies con temperamento delicado resisten mejor la competencia: Se pueden poner densidades más altas.

**Sistema radicular:** Las especies con sistema radicular más estructurados y mejor adaptados a las condiciones del medio tendrán una densidad acorde a los mismos. En las zonas mediterráneas la densidad y la estructura de la vegetación suele estar más condicionadas por los sistemas radiculares que por la parte aérea.

**Estrategia reproductora:** Si las especies tienen la posibilidad de rebrotar de cepa o de raíz deberán implantarse con menor densidad que aquellas que no tienen esa facultad.

**Porte específico y forestal:** Especies con forma de copa alargada deben ser introducidas con mayor densidad para conseguir cuanto antes la tangencia de copas.

- Factores económicos

**Existencia de un mercado de maderas finas:** Si no existe este mercado conviene utilizar de partida de una densidad próxima a la que queremos conseguir al final del proceso.

**Coste de las operaciones de repoblación:** El coste es proporcional a la densidad de repoblación, sobre todo, si la preparación del suelo es puntual.

**Posibilidad de ejecución de una selvicultura adecuada:** Propiedad, presupuesto



➤ Factores sociales

Condicionan la densidad en el sentido que permite el disfrute de los distintos beneficios que pueden obtenerse del monte: Aprovechamiento de pastos, caza...

➤ Características del medio

Las características del medio condicionan la densidad de repoblación por la competencia que sobre los recursos se establece en medios limitados.

En zonas áridas, la competencia por los recursos hídricos debe ser el factor que limite la densidad de plantación. En estos ambientes se deben introducir densidades bajas.

Si se quiere evitar la reposición de marras, considerar en la densidad inicial un porcentaje de supervivencia medio para que la densidad final se parezca al valor establecido. Un consejo práctico es prever en el momento de la plantación una densidad definitiva mayor de un 5 ó un 10% de la densidad mínima recomendada.

▪ Variaciones de densidad en el diseño definitivo sobre el terreno

Se puede dar el caso de que, una vez definidas las densidades de plantación, éstas puedan variar con el diseño definitivo sobre el terreno, pudiendo utilizar los siguiente criterios:

➤ Criterio de densidad homogénea en toda la población

Son propias de repoblaciones con niveles bajos de manejo, donde no conviene complicar el diseño (plantación pura de pino), o, por el contrario, en modelos de alta intervención (objetivo productor).

➤ Criterio de densidad heterogénea por rodales

Diseño propio de plantaciones mixtas o terrenos que presentan una fuerte irregularidad en la calidad de la estación. En el primer caso favorecen la creación de vegetación en mosaico a su vez favorece la presencia de fauna y aumentan la calidad ambiental de las plantaciones (refugio, rodales protectores de ganado...). En el segundo caso adaptaremos la densidad a estas irregularidad de la zona a repoblar.

➤ Densidad heterogénea, con variación gradual en función de algún cambio en el medio

Se trata de un caso análogo al anterior, pero ahora la variación de la densidad no se hace por rodales.

➤ Variaciones puntuales o lineales de la densidad

A veces es necesario modificar las densidad de forma puntual por la localización de infraestructuras (líneas de alta tensión, puntos de agua, casas, etc.)

▪ Cómo distribuir las plantas en el terreno

La distribución de las plantas en el terreno viene determinada por las características de la parcela, la densidad (marco de plantación) y la regularidad de la distribución.

El diseño condiciona las posibilidades de acceso y mantenimiento de la repoblación. Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

➤ Topografía: Que definirá la posición de las líneas de plantación en el terreo. Mejor según curvas de nivel, hasta que no haya más remedio de hacerlas según pendiente. En este último caso plantar a tresbolillo.

- Limitaciones por presencia de elementos naturales o artificiales: Que aconsejen diseños especiales. Infraestructuras lineales (tendidos eléctricos, canales de riego, carreteras) exigen distancias mínimas (10 m) y hacen recomendables también cambios de densidad o incluso de especies a seleccionar.
- Discontinuidades en la calidad del terreno: (Rodales rocosos, charcas, etc.). Aprovechar estas discontinuidades para dar la máxima variedad posible a las repoblaciones
  - Plantaciones puras o plantaciones mixtas

Las plantaciones puras han sido el diseño más extendido en repoblaciones forestales por su mayor sencillez tanto a la hora del diseño y plantación como a la hora de los tratamientos posteriores.

En estas plantaciones puras el marco de plantación puede ser: Marco real, rectangular o a tresbolillo.

En el marco real las plantas se sitúan en los vértices de cuadrados cuyos vértices determinan el espaciamiento entre plantas. Para calcular el número de plantas necesarias para una superficie determinada calculamos el área del cuadrado y dividimos entre ella la superficie a repoblar.

$$N = (10000 \cdot H) / D \cdot L$$

- N: Número de plantas
- H: nº de hectáreas
- D: Distancia entre plantas en una misma línea (m)
- L: Distancia (m) entre líneas

El marco de plantación a tresbolillo se utiliza cuando la pendiente del terreno es muy elevada. En este caso se colocan las plantas en vértices de triángulos equiláteros, de tal forma que las plantas van alternas entre líneas de plantación.

$$N = N^{\circ} \text{ de triángulos por ha} \cdot n^{\circ} \text{ de vértices de un triángulo} / n^{\circ} \text{ triángulos que comparten un vértice}$$

De aquí se obtiene que la superficie que ocupa una planta puesta al tres bolillo es igual a  $0,866 \cdot L^2$ , siendo L el lado del triángulo (la distancia entre dos plantas).

En la distribución a tresbolillo caben más plantas por ha.

Marco real 6 x6 = 277 plantas/ha

Tresbolillo a 6m = 320 plantas/ha

### Ventajas e inconvenientes mixtas

Una ventaja de las poblaciones mixtas es tener una mayor variedad de posibles beneficios y, además, que estos se den en turnos diferentes.

Otra ventaja deriva de que las especies de crecimiento más rápido puedan proteger a las de crecimiento más lento frente a la insolación o frente a las heladas. Sin embargo, la gestión de las masas mixtas es más complicada: Diferentes épocas de corta, tratamientos, etc.

### Plantaciones mixtas

Cuando la mezcla se hace de forma premeditada en el diseño de la plantación, lo primero que hay que hacer es estudiar la compatibilidad de las especies. Generalmente las mezclas utilizadas hasta ahora son mezclas de coníferas frondosas. Algunos ejemplos con buenos resultados son:

*Pinus halepensis/Quercus ilex/Quercus coccifera*

*Pinus nigra/Quercus ilex*

*Pinus pinaster/Quercus ilex/Quercus suber*

*Pinus pinaster/Quercus ilex/Quercus suber*

Otro tipo de mezclas, muy poco empleadas, pero que deberían ensayarse, ya que se dan en condiciones naturales, son las que usarían una o dos especies arbóreas y varias especies del cortejo típico de estas:

*Pinus halepensis/ Tetraclinis articulata/ Pistacia lentiscus*

*Ulmus minor/ Populus alba*

*Quercus suber/ Arbustus unedo*

Conviene decir la distribución que va a tener la planta en el terreno. Esta puede ser de dos tipos:

1. Mezclas pie a pie o por líneas. Cuando la zona a repoblar es muy homogénea ecológicamente o cuando se quiere favorecer a una especie con la implantación de otra.
2. Mezclas por bosquetes: Se realizan siguiendo las condiciones del terreno cuando la calidad de la estación no es pareja y las especies empleadas tienen requerimientos distintos, o cuando se busca crear un mosaico de vegetación (refugios de fauna, diversificación de paisaje, etc.)

Mosaicos de vegetación

Cuando las repoblaciones son de carácter protector y no implican un manejo posterior intensivo, el diseño de la repoblación debe adaptarse lo mejor posible a la complejidad natural de los ecosistemas que queremos reproducir. En estos casos es frecuente la reproducción de mosaicos de vegetación:

1. Mosaico irregular: Conjunto de rodales que pueden considerarse al azar en cuanto a formas, tamaños y localización
2. Mosaico de orientación: Según umbrías y solanas
3. Mosaico dendriforme: Vegetación de laderas diferente de las de las vaguadas.

## 17. Tema 13: Revegetación de riberas

Es fundamental en proyectos de restauración de los cauces.

### Vegetación riparia

Aquella que se desarrolla a lo largo de los cursos de agua y que es florística y estructuralmente distinta a la que se desarrolla en las zonas más próximas, no afectadas por la presencia del río.

En todas las definiciones se alude a una composición y estructura de la vegetación diferente a la del terreno no influenciado por el río y derivadas de la mayor humedad edáfica.

Por tanto, la necesidad y tolerancia a la humedad del suelo deben ser criterios para elegir las especies.

También debe contemplarse la zonación longitudinal y transversal del cauce, tramo alto, medio y bajo y las sucesivas bandas riparias, sometidas a distintos grados de humedad y frecuencia de inundación.

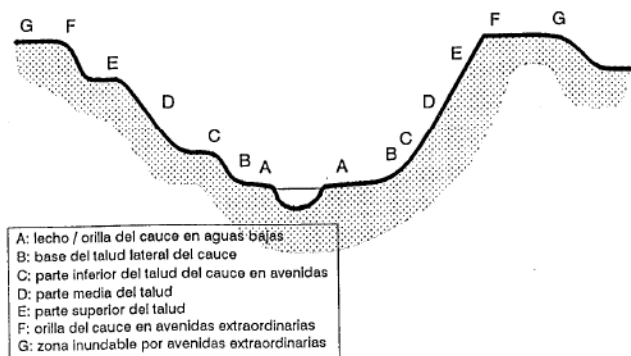


Figura 12.1.- Bandas riparias sometidas a distinto grado de humedad, frecuencia de inundación y estabilidad.

Según la zonación transversal del río y el nivel del agua, pueden diferenciarse dos grandes zonas con diferentes tipos de vegetación:

- Zona de vegetación acuática: Compuesta por plantas acuáticas. Las hay sumergidas, flotantes y emergentes, que se encuentran en la zona de estiaje; y las de orilla, entre el nivel de estiaje y el nivel medio del cauce del agua.
- Zona de vegetación ripícola: Franja que va desde el nivel medio de las aguas hasta más allá del nivel que alcanzan las aguas en las mismas crecidas ordinarias. La zona de vegetación ripícola inferior queda caracterizada por las saucedas (sustrato grueso e inestable) o alisedas (sustrato fino más estabilizado).

Alejándose del cauce, se desarrollan fresnedas y alamedas, olmedas y finalmente la vegetación climatófila del entorno no influenciada por el río.

Estas formaciones se enriquecen en los tramos altos con abedules, arces, servales. En los tramos bajos se enriquecen con juncos, adelfas, tarayes, etc.

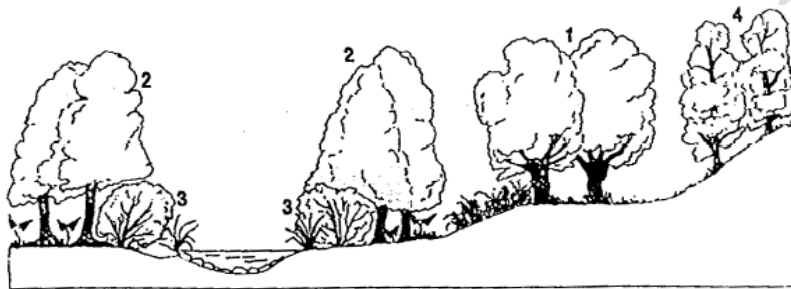


Figura 12.2.- Ejemplo de zonación transversal: 1: Fresnedas; 2: Alisedas; 3: Saucedas; 4: Vegetación climatófila (en Sánchez Mata y de la Fuente, 1986).

### Papel de la vegetación riparia

Esta vegetación desarrolla una serie de funciones en el ecosistema fluvial:

- Retraso de las avenidas
- Menor erosión de los márgenes
- Depósito de sedimentos
- Reducción de sedimentos aguas abajo
- Estabilización del trazado del cauce
- Formación de refugios
- Sombreado del agua
- Aporte de materia orgánica al agua

A veces, la vegetación existente en un cauce resulta insuficiente para controlar erosiones en el cauce, su efecto debe reforzarse con estructuras, diques o azudes para detener la erosión del fondo del lecho, espigones, malecones laterales, márgenes.

### Ventajas e inconvenientes de utilizar materiales vivos o inertes como materiales de construcción

Ventajas de utilizar plantas:

- No se degradan y proporcionan una estabilidad creciente
- Protección elástica (absorben acciones disminuyendo la intensidad)
- Son biológicas y ecológicamente activas

Desventajas:

- No proveen de todas las exigencias de consolidación y seguridad requeridas en algunos casos
- Eficaces después de cierto intervalo de tiempo
- Exigen espacio

### Materiales de construcción inertes

Ventajas:

- Son más estables ante determinadas situaciones
- Son independientes del hábitat y su aplicación está menos limitada temporalmente
- Funcionales inmediatamente
- Exigen menos espacio

▪ Paisajismo

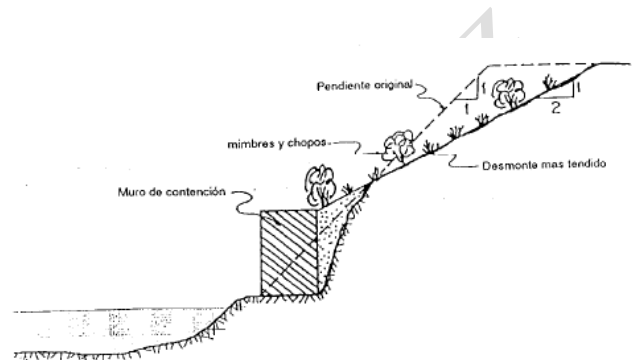


Figura 12.3. Muro sujetando la base del talud, permitiendo en la zona superior la formación de pendientes inferiores a la primitiva (en Gray y Leiser, 1989).

Desventajas:

- No poseen capacidad de regeneración
- No desempeñan función biológica

Debe analizarse en detalle la topografía de los taludes, elevación, pendiente de los sectores a revegetar... Taludes con pendientes > 30-35% son difíciles de revegetar y a veces deben alzarse con estructuras estables como escolleras o pequeños malecones sobre los que pueden introducirse la vegetación, permitiendo por encima de los mismos pendientes de talud inferiores a las primitivas.

Normalmente no hay problemas de humedad ni de fertilidad en los suelos que vamos a actuar. No obstante, pueden ser suelos muy compactados si han sufrido pisoteo por vehículos, personas o ganado. También es conveniente estudiar el pH y la salinidad.

### Elección de especies

Si se quiere una rápida protección de los taludes se pueden combinar herbáceas y leñosas. Las herbáceas deben tener un desarrollo radical mucho mayor que el aéreo.

En tramos urbanos, puede enriquecerse con especies de jardinería, pero ojo con las invasoras como *Robinia pseudoacacia*, *Eleagnus angustifolia* o *Ailanthus altissima*.

### Plantación

Una vez elegidas las especies, debe diseñarse la ubicación de cada una de ellas y su forma de plantación. Una forma operativa de facilitar las plantaciones es mediante módulos de plantación, diseñando 2-3 módulos que se distribuyen de forma aleatoria y combinada a lo largo del río, pero repitiendo y manteniendo la composición y distribución de especies dentro de cada uno.

Principios básicos a tener en cuenta en el diseño de la plantación

- Diversidad y heterogeneidad
- Conectar funcionalmente la vegetación con el cauce (aporte de refugio sombra, materia orgánica, etc.)
- Formación de corredores continuos: Bosques de galería, cuya anchura debería ser de 2 a 5 veces la anchura del río (recomendable: 15-30 m, nunca menos de 5-6 m).

### Preparación del terreno

- Limpieza de riberas (escombros, basuras, etc.)
- Roza selectiva de especies invasoras o no deseadas (exceso de zarzas, cañas, ailantos, etc.)
- Estabilización de taludes laterales del cauce:

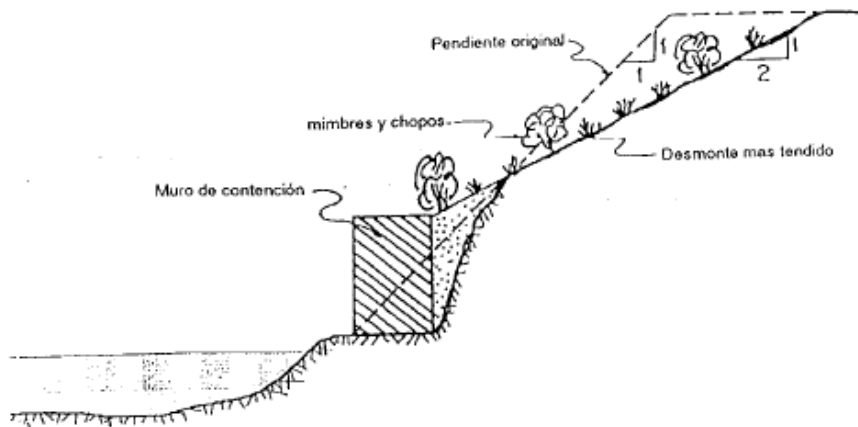


Figura 12.3.- Muro sujetando la base del talud, permitiendo en la zona superior la formación de pendientes inferiores a la primitiva (en Gray y Leiser, 1989).

- Erosión superficial: Nivelar con rastrillos los pequeños regueros. En el caso de la existencia de cárcavas o pequeños barrancos llenar con piedras en el fondo y tierra en la superficie para poder plantar. Importante controlar las escorrentías de laderas adyacentes, cunetas, carreteras, etc. Se pueden conducir hacia el río por zonas pavimentadas o con céspedes de gramíneas o juncáceas resistentes.

- Erosión del perfil: Un exceso de humedad en el perfil del talud provocará deslizamientos. Habrá que poner estructuras permeables en la base del talud (piedras, gaviones, enrejados de troncos, etc.). Saldrá el agua por abajo y ayudarán a disminuir la pendiente.

Siempre y cuando haya espacio hay que rebajar la pendiente de los taludes, ideal relación 2:1 ó 3:1

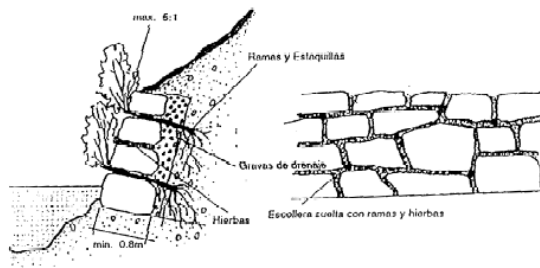


Figura 12.5.- Mampostería reforzando la base del talud, permitiendo por encima una pendiente más estable (en Schiechl, 1986).

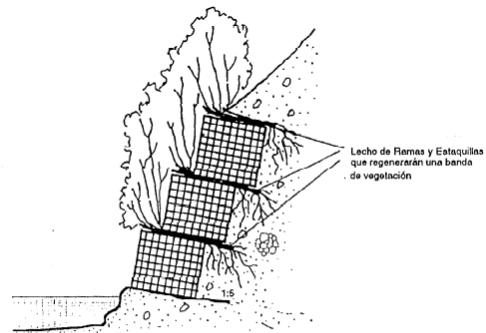


Figura 12.6.- Gaviones sujetando la base del talud, elevando el nivel de base de la parte superior del talud (en Schiechl, 1986).

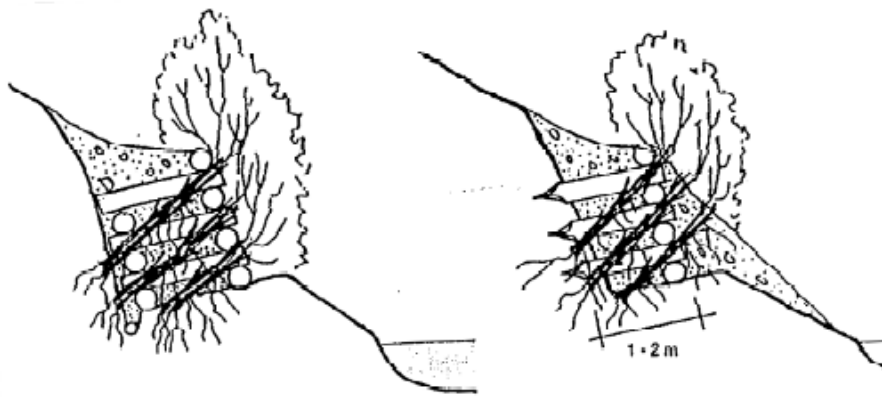


Figura 12.7.- Pequeño muro de troncos o estacas, actuando conjuntamente con material de relleno y vegetación para estabilizar la base del talud (en Schiechl, 1986).

#### Técnicas de plantación

Para herbáceas: Siembra directa. En taludes con pendiente o en suelos de menor humedad se utiliza la hidrosiembra (geotextiles). Para leñosas, plantación con estaquillas con o sin raíz y normalmente en hoyos.

#### Plantación de orillas con vegetación acuática

Carrizos, eneas y espadañas, lirios, juncos y berros. Son plantas de orilla de los tramos bajos y medio del río y orlas de vegetación acuática de las lagunas.

En muchos casos, estos procedimientos de plantación no consolidan suficientemente las orillas en los primeros momentos. Se han ideado estructuras combinadas con otros materiales inertes.

#### Estructuras combinadas

Suelen constituir elementos sueltos inertes (estucos, piedras, gaviones,...) que se anclan en el suelo, dando estabilidad al talud desde el primer momento de su instalación y permite el desarrollo de los materiales vivos, cuyo efecto de estabilización se desarrolla más tardíamente.

#### Faginas y rulos de fagina

Las faginas son grupos de estaquillas lo menos ramificadas posibles y atadas con alambre. Se ponen en la orilla tumbadas fuera del agua. Se rellenan y cubren de tierra para que no se des sequen. Los rulos de faginas tiene de 4 a 20 m de longitud y 10 a 40 m de diámetro.

También se utilizan encañizados o trenzados de mimbre, enramados, etc.

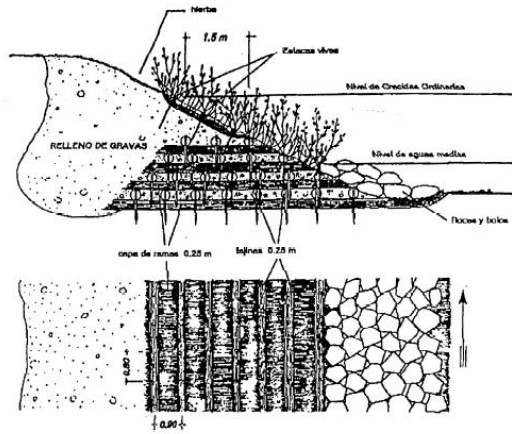


Figura 12.9.- Diagrama de sistemas combinados de protección de orillas, con escollera y fajas de sauces (en Fernandes, 1987).

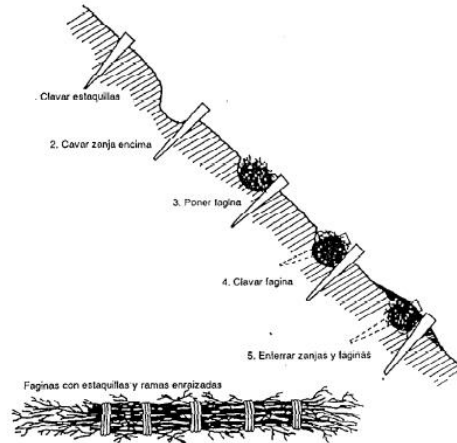
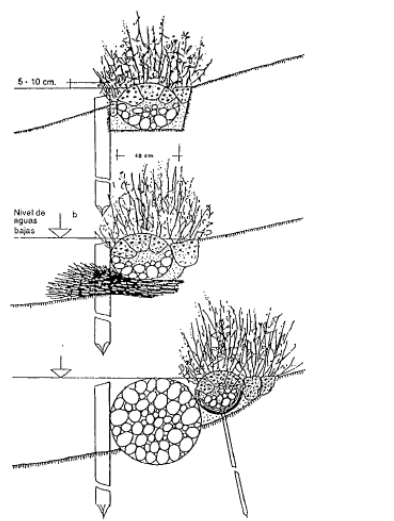


Figura 12.10.- Preparación de la fajina y procedimiento de instalación (Gray y Leiser, 1989).



Plantaciones con rulos de rizomas, cepellones y gabiones (Schiechtel, 1980).

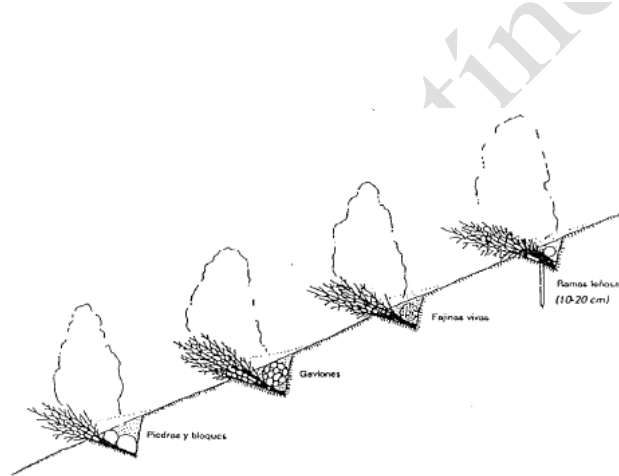


Figura 12.12.- Técnicas de revegetación del talud lateral del cauce mediante sativáceas con apoyo de piedras, gabiones, fajinas o troncos (Schiechtel, 1980).

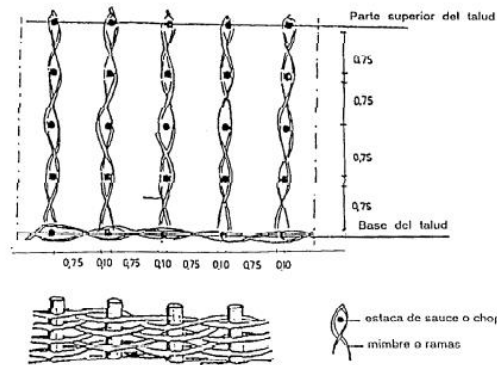
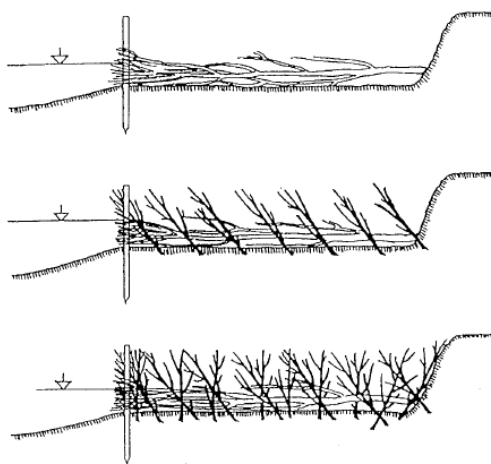
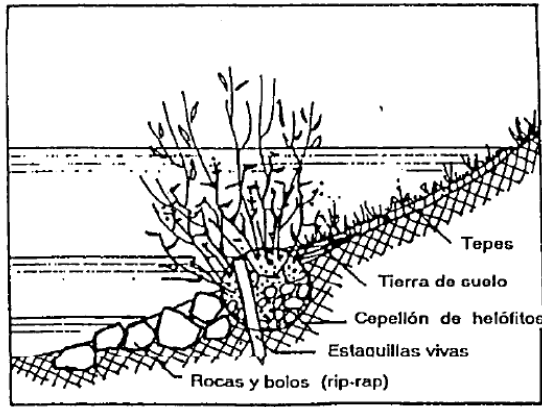
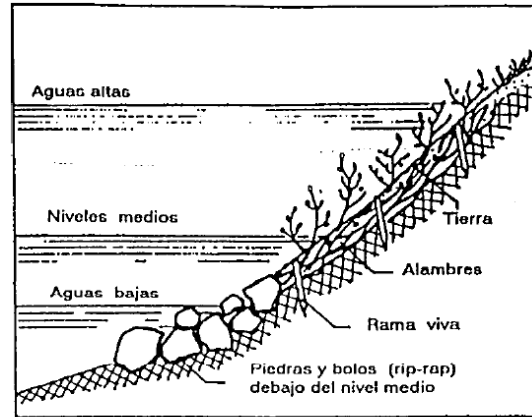


Figura 12.15.- Encañizado o trenzado de mimbres, ramas de chopos o cañas para sujetar taludes de orillas (Seixas y Almodovar, 1991).





Protección de la orilla contra su deslizamiento con plantación



protección del margen con matriz de ramas.