

EVALUACIÓN DE HIDROSIEMBRAS REALIZADAS EN TALUDES DE CARRETERAS DEL NOROESTE DE NAVARRA

RICARDO IBÁÑEZ GASTÓN

*Departamento de Botánica
Facultad de Ciencias
Universidad de Navarra
31080 Pamplona, España.*

Las carreteras: impactos originados y su restauración

Como resultado de los movimientos de tierras que tienen lugar en las obras de construcción o mejora de las carreteras se originan una serie de alteraciones o impactos sobre el medio ambiente: destrucción y compactación de los suelos, aumento de la erosión, degradación y destrucción de la vegetación, etc. (M.O.P.T., 1989). Estos impactos son especialmente intensos en los taludes de carreteras debido a sus superficies inclinadas y desprovistas inicialmente de vegetación. Atendiendo al origen de los *taludes* distinguimos dos tipos, taludes de desmonte y taludes de terraplén, según se hayan originado por eliminación o aporte de materiales respectivamente.

A pesar de las medidas preventivas que se puedan adoptar, en los taludes de las carreteras se generan finalmente una serie de impactos, siendo conveniente y necesario actuar sobre ellos mediante acciones restauradoras. La razón de esta necesidad viene dada por el hecho de que la restauración, mediante procesos únicamente naturales, tardaría mucho tiempo en producirse, en muchos casos podríamos hablar de décadas o siglos. Sin embargo, esta escala de tiempo tan amplia está originada por problemas específicos que, una vez identificados, pueden ser resueltos mediante intervenciones artificiales. Estas intervenciones serán tanto más exitosas cuanto más se aproximen o copien los procesos naturales. La esencia de la *restauración ecológica* o *ecología de la restauración* reside, precisamente, en estos procesos de identificación e intervención (Jordan *et al.*, 1987; Berger, 1990; Dobson *et al.*, 1997).

Para corregir o restaurar los impactos originados en los taludes de carreteras, se aplican, cada vez con mayor frecuencia, una serie de medidas correctoras. Los objetivos básicos perseguidos en la restauración de

estos taludes suelen estar enfocados hacia la integración paisajística del terreno alterado, el control de la erosión y la aceleración en la recuperación de los hábitats alterados.

En cuanto a las medidas correctoras de los impactos originados en taludes de carreteras, cabe destacar la restauración vegetal mediante técnicas de revegetación. El carácter inclinado de estas superficies dificulta la restauración de la vegetación, en algunos casos de forma importante. A pesar de ello, en muchos taludes de carreteras la *hidrosiembra* es una técnica de revegetación que da muy buenos resultados, permitiendo una rápida colonización que no se consigue con otras técnicas (Rodés, 1991). Esta técnica consiste básicamente en proyectar una mezcla de semillas sobre el talud con la ayuda de un medio acuoso. La mezcla de hidrosiembra es proyectada por un camión-cisterna provisto de una bomba hidráulica con manguera de maniobra que permite dirigir el chorro a presión sobre la superficie de los taludes.

Criterios para la evaluación de la revegetación

Durante los últimos años hemos trabajado en el Departamento de Botánica de la Universidad de Navarra en la línea de evaluar diversas labores de revegetación realizadas en taludes de carretera de las zonas Norte y Centro de Navarra (Ibáñez, 1996, 1998). Puede resultar muy subjetivo determinar el grado de éxito de las labores de revegetación aunque, indudablemente, este éxito dependerá del grado de cumplimiento de los objetivos propuestos. Al observar los cambios que tienen lugar en taludes de carretera recién hidrosiembrados, es frecuente observar cómo las hidrosiembras permiten la rápida instalación de una cubierta vegetal que ya alcanza por sí misma algunos objetivos de la restauración, como conseguir una cierta integración paisajística y el control de la erosión. No obstante, para alcan-



zar el objetivo de acelerar la recuperación del hábitat alterado parece obvio que deberemos dilatar en el tiempo nuestras observaciones, para así comprobar el grado de recuperación de la composición florística, estructura y dinámica natural.

Creemos que el estudio de la *sucesión* de los taludes puede ser una forma aceptable de determinar el grado de éxito de la revegetación (Ibáñez, 1998), entendiendo por sucesión el "conjunto de cambios más o menos dirigidos en la composición de especies de un determinado lugar a lo largo del tiempo" (Agnew *et al.*, 1993).

Según el punto de partida de la sucesión, se han reconocido tradicionalmente dos tipos: sucesión primaria y sucesión secundaria. La *sucesión primaria* ocurre sobre sustratos expuestos por primera vez y desprovistos de vida. Los cambios son lentos ya que la mayor parte de las diásporas deben alcanzar desde largas distancias los nuevos sustratos, que suelen presentar importantes deficiencias nutricionales. La *sucesión secundaria* generalmente tiene lugar en zonas provistas de diásporas donde se ha producido una perturbación sobre una comunidad más o menos estable. Este podría ser el caso de los terraplenes en el caso de que el material aportado contenga diásporas. El conjunto de éstas en los suelos recibe el nombre de "banco de diásporas".

Experiencias en taludes de carreteras del noroeste de Navarra:

A) Características ambientales de los taludes analizados; objetivos y diseño del estudio

Hemos realizado un estudio florístico para analizar los resultados de los trabajos de revegetación en taludes de carreteras del noroeste de Navarra. Los taludes se encuentran localizados en las variantes de las localidades de Irurtzun, Almandoz y Sunbilla. En Irurtzun y Sunbilla se han estudiado dos desmontes y dos terraplenes, siendo opuestas las orientaciones de cada tipo de talud. El periodo de tiempo analizado ha sido de tres años, coincidiendo con los primeros años tras la revegetación de los taludes. En Almandoz hemos estudiado un único desmonte durante tres años, a partir del séptimo año desde la restauración del talud.

A continuación resumimos la información de las características ambientales generales de las localidades de estudio que hemos recogido de la bibliografía: tipología bioclimática de Rivas-Martínez (1995, 1996, 1997); regímenes hídrico y térmico de los suelos atendiendo a los criterios de *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1975); edafología (Universidad de Navarra, 1989, 1990, 1991); biogeografía según la tipología de Rivas-Martínez y sintetizada por Berastegi *et al.*

(1997); y series de vegetación (Loidi & Bascónes, 1995).

Irurtzun se encuentra situado en el extremo oriental del corredor de La Barranca, al noroeste de Pamplona y en la vertiente de aguas mediterránea. Según la tipología bioclimática de Rivas-Martínez, presenta un bioclima Templado Oceánico Submediterráneo, con un termotipo Mesotemplado Superior y ombrotipo Húmedo. Los suelos presentan un régimen hídrico Xérico (cerca al Údico) y régimen térmico Mésico. El sustrato está formado por margas, desarrollándose sobre los taludes suelos iniciales de tipo Udorthents o Xerorthents. Biogeográficamente se sitúa en el subsector Navarro-Alavés de la provincia Cántabro-Atlántica y la vegetación es la propia de las series *Crataego laevigatae-Querceto roboris Sigmatum* y *Roso arvensis-Querceto humilis Sigmatum*.

Almandoz, por su parte, se localiza al sudoeste del valle del Baztán, al norte de la divisoria de aguas cántabro-mediterránea. Su bioclima es Templado Oceánico, con un termotipo Mesotemplado Inferior y ombrotipo Hiperhúmedo. El régimen hídrico de los suelos es Údico y el régimen térmico Mésico. Los suelos están desarrollados sobre ofitas y son de tipo Udorthent o Haplumbrept éntico en el caso de que sean suelos incipientes, como ocurre en los taludes de carreteras. Esta localidad queda incluida en el subsector Euskaldún oriental de la provincia Cántabro-Atlántica y las comunidades circundantes al talud estudiado se incluyen en la serie mesofítica del fresno *Polysticho setiferi-Fraxineto excelsioris Sigmatum*.

Por último, Sunbilla es una localidad situada en el valle del Bidasoa, en la vertiente de aguas cantábrica. Al igual que Almandoz, presenta un bioclima Templado Oceánico, con termotipo Mesotemplado Inferior y ombrotipo Hiperhúmedo. Los suelos presentan un régimen de humedad Údico y de temperaturas Térmico, aunque cercano al Mésico. El sustrato, formado por esquistos, da lugar a unos suelos pobres en bases, que son de tipo Udorthent en los suelos incipientes como los que se desarrollan sobre los taludes. Biogeográficamente, Sunbilla pertenece al subsector Euskaldún oriental de la provincia Cántabro-Atlántica. En las zonas bajas del valle se puede apreciar la siguiente geoserie altitudinal en la vegetación: comunidades de *Hyperico pulchri-Querceto roboris Sigmatum* en las zonas de ladera, de *Polysticho setiferi-Fraxineto excelsioris Sigmatum* en los fondos de valle y comunidades edafohigrófilas como el *Hyperico androsaemi-Alnetum glutinosae* asociadas a los márgenes de los cursos de agua.

A continuación resumimos algunos de los principales objetivos de nuestro estudio, que son:



- Conocer la flora de las etapas iniciales de la sucesión en los taludes de carretera estudiados.
- Determinar los principales factores ambientales asociados a la revegetación de los taludes.
- Describir el inicio del proceso de sucesión en dichos taludes.

Mediante la realización de inventarios mensuales de la flora de los taludes a lo largo de tres años consecutivos hemos conocido la flora de las etapas iniciales de la sucesión en estos taludes revegetados, lo cual hemos plasmado en un Catálogo florístico (Ibáñez, 1998).

Por otra parte, queríamos conocer los principales factores ambientales que afectan a la revegetación de estos taludes, haciendo especial énfasis en el comportamiento de la vegetación al inicio del proceso de sucesión. El análisis de los datos de los inventarios florísticos lo hemos efectuado mediante análisis de ordenación de tipo DCA (Detrended Correspondence Analysis; Hill & Gauch, 1980), lo que nos ha permitido establecer hipótesis sobre cuales son los principales factores ambientales que afectan a la revegetación.

B) Principales factores ambientales que afectan a la revegetación en el conjunto de los taludes estudiados

Las mayores diferencias en cuanto a composición florística derivan de las diferencias que hay entre las localidades de procedencia de los inventarios. Los inventarios de Irurtzun son claramente diferentes de los de Sunbilla y Almandoz, siendo estos últimos mucho más parecidos entre sí. No es extraño que esto suceda así, a tenor de las diferencias florísticas que podemos esperar entre áreas situadas en distintas unidades biogeográficas. Recordamos que tanto Almandoz como Sunbilla pertenecen al subsector biogeográfico Euskadún oriental mientras que Irurtzun pertenece al subsector Navarro-Alavés (Berastegi *et al.*, 1997).

A nivel del *espectro corológico*, las diferencias entre la localidad de Irurtzun por un lado, con las de Almandoz y Sunbilla por otro, se traducen en una proporción mayor y claramente correlacionada de táxones mediterráneos en Irurtzun y de elementos atlánticos y nórdicos en los taludes de Sunbilla-Almandoz, aunque estos últimos presenten una correlación menos intensa. A nuestro parecer, estas diferencias son lógicas teniendo en cuenta las diferencias biogeográficas de las localidades.

Vemos cómo es muy acusada la diferencia de táxones mediterráneos, pasando de un 25% de la flora acumulada en Irurtzun a sólo un 8% en Almandoz y Sunbilla (figura 1). Menos acusada es la variación del porcentaje de táxones atlánticos, los cuales varían entre el 7% de Irurtzun y el 8% y 13% de Almandoz y Sunbilla respectivamente. Tampoco es tan brusco el

cambio en la proporción de táxones nórdicos, ya que en Irurtzun suponen un 9% de la flora acumulada mientras que tanto en Almandoz como en Sunbilla suponen un 15%.

También son importantes las diferencias de composición florística que están asociadas al **tipo de talud**. Los inventarios de desmonte quedan claramente diferenciados de los de terraplén, con la salvedad de que los inventarios del desmonte de Almandoz son relativamente similares a los terraplenes de Sunbilla. Creemos que las diferencias que observamos entre desmontes y terraplenes son originadas principalmente por el diferente punto de partida de la sucesión en ambos tipos de talud. En los desmontes se parte de la roca madre puesta al descubierto en las obras de construcción de las carreteras, careciendo de banco de semillas o diásporas. Esto no ocurre en los terraplenes, ya que en ellos se han aportado materiales o incluso suelos almacenados durante las obras (tierras vegetales) que llevan consigo un banco de diásporas. El banco de diásporas afecta a la restauración facilitando la sucesión/regeneración vegetal, tal y como se ha observado en otros ambientes (Schott & Hamburg, 1997). De ahí la importancia de conservar los suelos retirados duran-

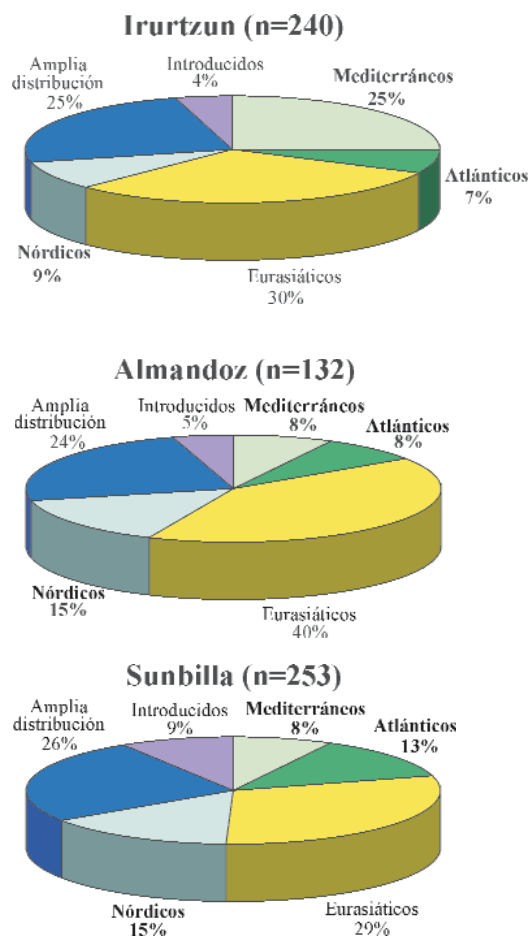


Figura 1. Espectros corológicos de la flora acumulada durante los 3 años en cada localidad



te las obras y utilizarlos en las labores de restauración (Serra de Renobales, 1990). En términos de sucesión, consideramos que la sucesión que acontece en los taludes de desmonte se puede asimilar a una sucesión primaria ya que se inicia sobre superficies en las que la perturbación (movimientos de tierras y destrucción de la vegetación) ha hecho desaparecer no sólo la vegetación sino también el suelo con su banco de diásporas. En los terraplenes, la perturbación es menos intensa ya que se mantiene el banco de diásporas (o al menos parte de él) lo que supone que el proceso de restauración sea asimilable a una sucesión secundaria.

Estas diferencias que interpretamos como ocasionadas por el tipo de talud se reflejan en una mayor riqueza florística en los terraplenes, lo cual está bien correlacionado. El diagrama de riqueza florística acumulada en los tres años del estudio también muestra esa clara diferencia que hay entre desmontes y terraplenes (figura 2). Mientras que en los desmontes estudiados aparecen 190 táxones, en los terraplenes este número casi se dobla, alcanzando los 376.

El *espectro corológico* también muestra diferencias con respecto al tipo de talud, diferencias que están bien correlacionadas. En primer lugar, se detecta una mayor proporción de táxones introducidos en los desmontes. Es ya conocida la relación entre la flora introducida y los ambientes perturbados (Lepart & Debussche, 1991; Campos & Herrera, 1997; Kotanen, 1997). Nuestros resultados indican cómo la flora exótica se introduce

más fácilmente en los taludes de desmonte, donde la perturbación es más intensa.

Observamos también una mayor proporción de táxones Eurasiáticos en los taludes de terraplén, fundamentalmente debido a los terraplenes de Sunbilla .

Vemos en estos espectros corológicos que no es mucha la diferencia de proporción de táxones introducidos y eurasiáticos en la flora acumulada de desmontes y terraplenes (figura 3). Sin embargo, lo que resulta interesante es cómo esas diferencias se muestran correlacionadas en el sentido que hemos indicado arriba.

A modo de conclusión queremos resaltar cómo en nuestro estudio, tras la revegetación, la sucesión de vegetación está fuertemente influenciada por la flora local, a pesar de que con el aporte de material vegetal se haya modificado dicho proceso de sucesión. Por lo tanto, a la hora de plantear cualquier trabajo de revegetación será de gran importancia tener en cuenta tanto la flora local como su estructura y dinámica natural.

Otro aspecto que también queda bien patente en nuestro estudio es la importancia que tiene el punto de partida del terreno a restaurar en la evolución de la vegetación, lo cual también parece ser un factor muy a tener en cuenta para cualquier trabajo de revegetación.

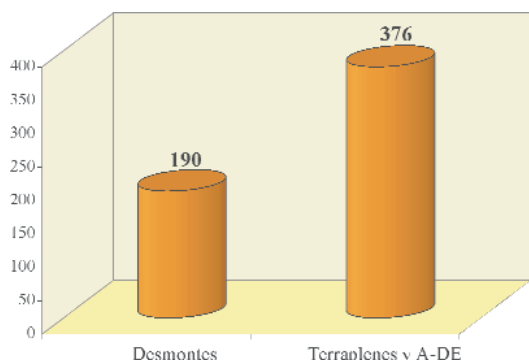


Figura 2: Riqueza florística acumulada durante los tres años en desmontes y terraplenes

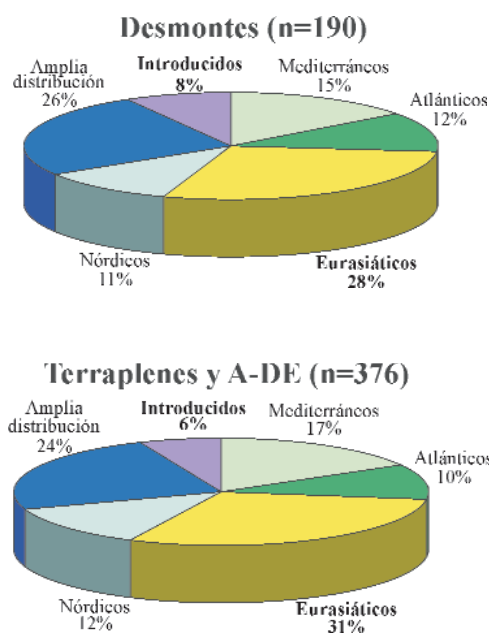


Figura 3: Espectros corológicos de la flora acumulada durante los tres años en desmontes y terraplenes



Referencias bibliográficas

- AGNEW, A.D.Q., COLLINS, S.L. & VAN DER MAAREL, E. 1993. Mechanisms and processes in vegetation dynamics: Introduction. *J. Veg. Sci.*, 4:146-148.
- BERAESTEGI, A., DARQUISTADE, A. & GARCÍA-MIJANGOS, I. 1997. Biogeografía de la España centro-septentrional. *Itinera Geobot.*, 10: 149-182.
- BERGER, J.J. 1990. Introduction. In: Berger, J.J. (ed.). *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*. Island Press. Washington. pp. XV-XXIV.
- CAMPOS, J.A. & HERRERA, M. 1997. La flora introducida en el País Vasco. *Itinera Geobot.*, 10: 235-255.
- DOBSON, A.P., BRADSHAW, A.D. & BAKER, A.J.M. 1997. Hopes for the Future: Restoration Ecology and Conservation Biology. *Science*, 277: 515-522.
- HILL, M.O. & GAUCH, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42: 47-58.
- IBÁÑEZ, R. LÓPEZ, F., EDERRA, A. & RODÉS, D. 1996. Hidrosiembras en taludes de carreteras: éxito de la restauración a lo largo del tiempo. *Actas III Simposio Nacional sobre Carreteras y Medio Ambiente*: 731-740.
- IBÁÑEZ, R. 1998. *Estudio de la revegetación en taludes de carreteras. Experiencias en el noroeste de Navarra durante un periodo de tres años*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Navarra. 941 pp.
- JORDAN III, W.R., GILPIN, M.E. & ABER, J.D. 1987. *Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press. Cambridge. 342 pp.
- KOTANEN, P.M. 1997. Effects of experimental soil disturbance on revegetation by natives and exotics in coastal Californian meadows. *J. Appl. Ecol.*, 34: 631-644.
- LEPART, J. & DEBUSSCHE, M. 1991. Invasions processes as related to succession and disturbance. In: GROVES, R.H. & DI CASTRI, F. (eds.) *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 159-177.
- LOIDI, J. & BÁSCONES, J.C. 1995. *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de Navarra. E. 1:200.000*. Gobierno de Navarra. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. 99 pp.
- M.O.P.T. (ed.) 1989. *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 1. Carreteras y Ferrocarriles*. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. M.O.P.T. Madrid. 165 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1995. Clasificación bioclimática de la Tierra (Bioclimatical Classification System of the World). *Folia Botanica Matritensis*, 16: 1-25.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1996. Geobotánica y Bioclimatología. In: *Discursos pronunciados en el acto de investidura de doctor "honoris causa" del excelentísimo señor D. Salvador Rivas-Martínez*. Publ. Universidad de Granada. Granada. pp. 23-98.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1997. Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, I. *Itinera Geobot.*, 10: 5-148.
- RODÉS, D. 1991. Corrección de impactos ambientales: Revegetación. *Comunicaciones de las 2^{as} Jornadas sobre: Restauración Paisajística del Medio Natural*: 109-144.
- SCHOTT, G.W. & HAMBURG, S.P. 1997. The seed rain and seed bank of an adjacent native tallgrass prairie and old field. *Can. J. Bot.*, 75: 1-7.
- SERRA DE RENOBALLES, T. 1990. Estudio de las acciones previas a la Restauración Vegetal. *Comunicaciones de las 1^{as} Jornadas sobre: Restauración paisajística del medio natural*. Col. Of. de Ing. Tec. Agríc. de Asturias. pp. 41-60.
- SOIL SURVEY STAFF 1975. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. USDA. Handbook N° 436. 754 pp.
- UNIVERSIDAD DE NAVARRA DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA. 1989, 1990, 1991. *Mapa de suelos de Navarra*. Hojas n°s 115-Gulina; 90-Sunbilla; 65-Vera de Bidasoa; 66- Maya del Baztán.

