

# Ecología de la Restauración

## Programa Gestión y conservación de Flora y Fauna

Bloque IV Conservación de comunidades y  
ecosistemas

Enero 2006. Fernando Valladares

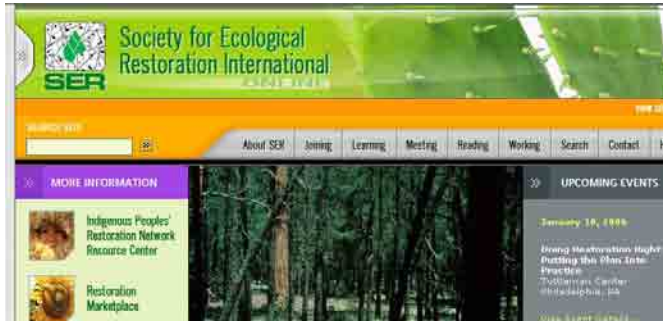
## Contenido

1. **Introducción a la ecología de la restauración**
  1. Definiciones
  2. Campos de aplicación y escenarios
  3. Debates e incertidumbres
2. **Conceptos de ecología particularmente útiles en restauración**
  1. Colonización y síndromes de especies pioneras
  2. Sucesión y dinámica de la vegetación
  3. Interacciones entre especies
3. **Casos de estudio y discusión sobre la estimación del éxito de la restauración**
  1. Taludes de carreteras (caso práctico de un sistema en el que se está trabajando)
  2. Restauración de praderas: aplicación de un estudio de ecología experimental (artículo científico en inglés)
  3. De la teoría a la práctica: como se define y como se establece en la realidad el éxito de la restauración (artículo científico en inglés)

# Documentación y bibliografía

- ❑ Links/enlaces: Dr. Luis Balaguer (UCM)  
[www.ucm.es/info/foresta](http://www.ucm.es/info/foresta)

- ❑ Society for Ecological Restoration  
[www.ser.org](http://www.ser.org)



# Documentación a disposición de los alumnos

- ❑ Resumen de las presentaciones
- ❑ Resumen introductorio a la Restauración Ecológica (Primer on Ecological Restoration, SER, 2004, 15 pgs, en inglés).  
**REFERENCIA BASICA GENERAL**

- ❑ 2 artículos (en inglés) **(PARA LA ULTIMA CLASE):**
  - Ruiz-Jaen, M.C. & Aide, T.M. (2005) Restoration success: How is it being measured? *Restoration Ecology*, **13**, 569-577.

## **ANALISIS DE LOS CRITERIOS PARA DEFINIR EL EXITO**

- Baer, S.G., Collins, S.L., Blair, J.M., Knapp, A.K., & Fiedler, A.K. (2005) Soil heterogeneity effects on tallgrass prairie community heterogeneity: An application of ecological theory to restoration ecology. *Restoration Ecology*, **13**, 413-424.

## **UN ESTUDIO DE ECOLOGIA EXPERIMENTAL CON APLICACION**

# Documentación y bibliografía

## ■ Textos de apoyo empleados:

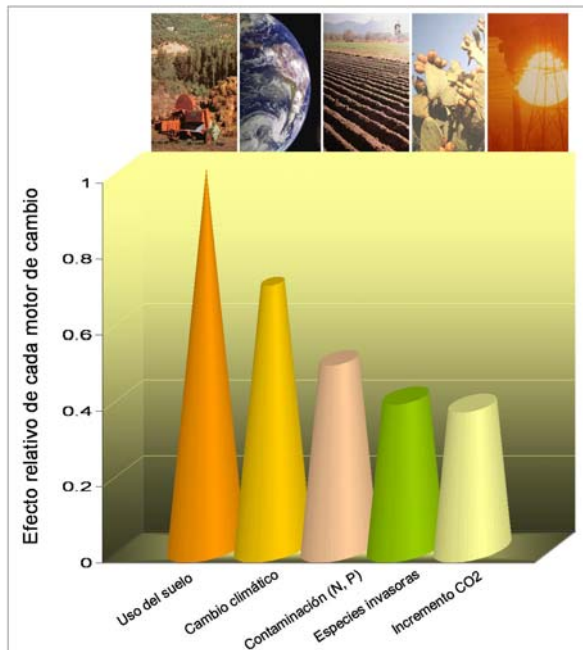
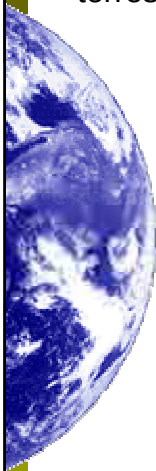
- Revistas internacionales (Restoration Ecology)
- Primer on Ecological Restoration
- Libros (selección de 4)



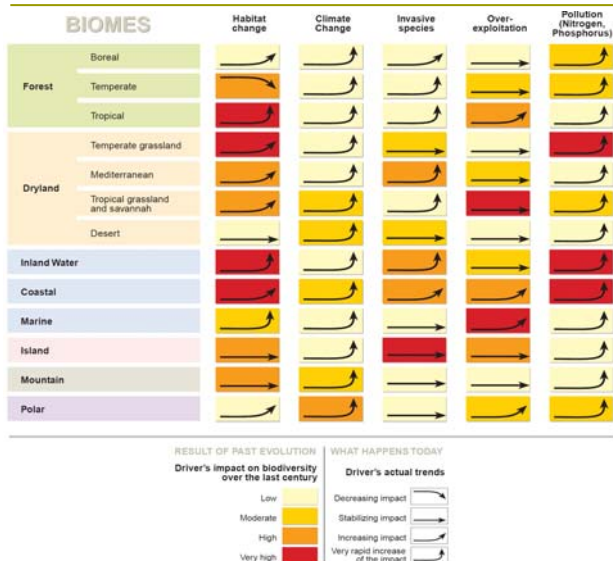
## The SER International Primer on Ecological Restoration

Society for Ecological Restoration International  
Science & Policy Working Group (Version 2: October, 2004)\*

## Cinco principales motores de cambio en los ecosistemas terrestres

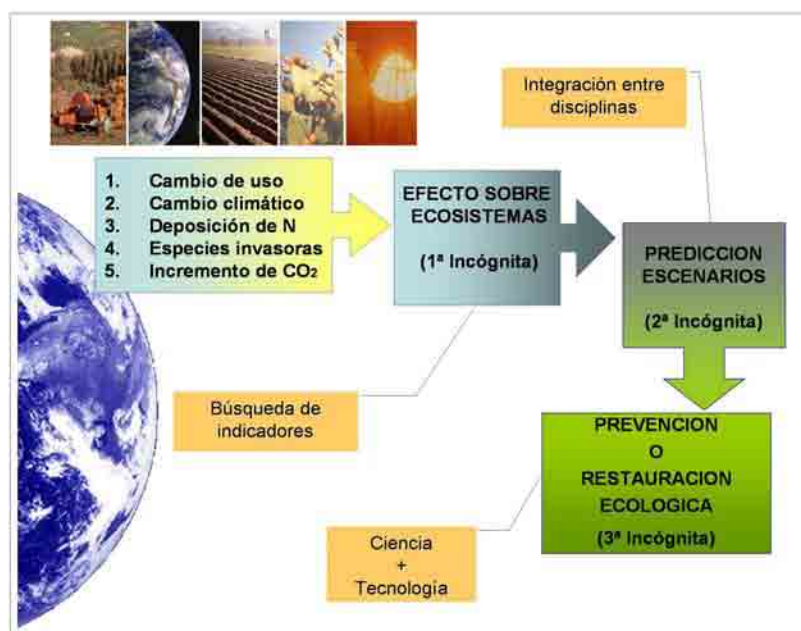


## Lo motores directos de cambio están aumentando su intensidad

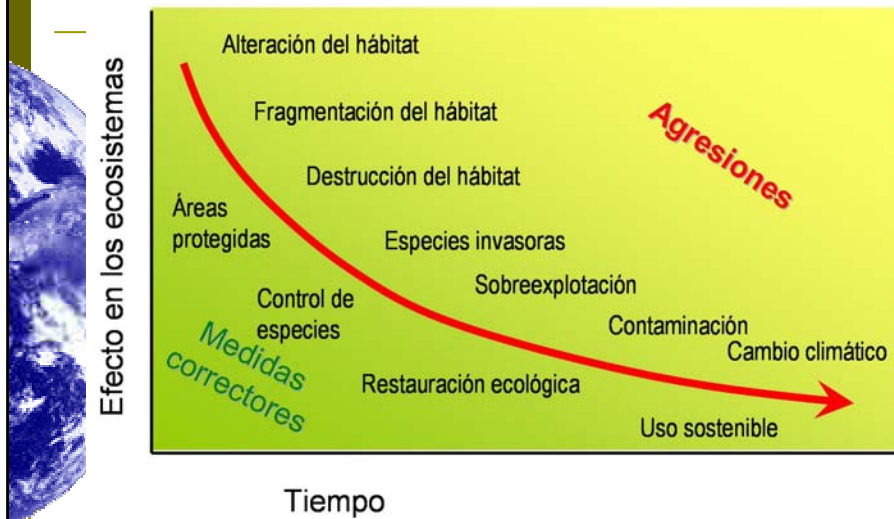


La mayoría se mantienen o aumentan en la mayoría de ecosistemas

Millennium Assessment 2005. UN



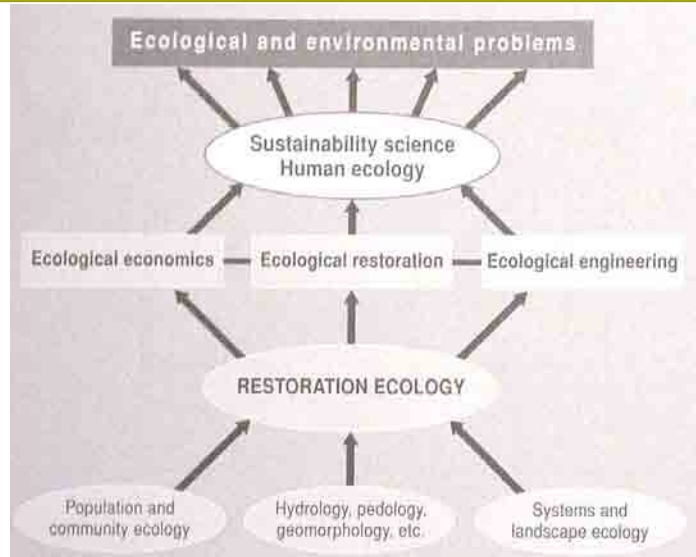
## El diferente tiempo de acción de cada motor o proceso



## Definiciones

- ▣ **Restauración ecológica:** el proceso de asistir en la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido (ACTIVIDAD PRACTICA)
- ▣ **Ecología de la restauración:** aplicación de conceptos y conclusiones de la ecología en la restauración de ecosistemas (ACTIVIDAD CIENTIFICA)

# Ecología de la restauración: múltiples fuentes y aplicaciones



## Conceptos en restauración

### Reconversión

| Term                             | Definition                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reclamation                      | Actions that stabilize a landscape and increase the utility or economic value of a site. Usually involves amelioration that permits vegetation to establish and become self-sustaining. Rarely uses indigenous ecosystems as a model |
| Reallocation                     | Management or development actions that deflect succession of a site from one land use to another, with the goal of increased functionality                                                                                           |
| Rehabilitation                   | Actions that seek quickly to repair damaged ecosystem functions, particularly productivity. Indigenous species and ecosystem structure and function are the targets for rehabilitation                                               |
| Bioremediation                   | The use of plants and microbes to reduce site toxicity (a special form of rehabilitation)                                                                                                                                            |
| Restoration <i>sensu stricto</i> | Actions that lead to the full recovery of an ecosystem to its pre-disturbance structure and function                                                                                                                                 |
| Restoration <i>sensu lato</i>    | Actions that seek to reverse degradation and to direct the trajectory in the general direction of one aspect of an ecosystem that previously existed on the site                                                                     |

### Rehabilitación

### Bioremediación

### Restauración (sentido estricto y sentido amplio)

## Un lio de términos (que empiezan por “re”)

1. Reconversión (reasignación, reaprovechamiento): un uso por otro
2. Remediación: énfasis en la solución de un problema (e.g. contaminación, erosión)
3. Revegetación: énfasis en la cubierta vegetal
4. Reforestación: énfasis en la reposición del bosque
5. Rehabilitación: énfasis en la función
6. Reconstrucción: énfasis en la estructura
7. Recuperación: énfasis en el estado previo
8. Restauración: énfasis en procesos (ecológicos)

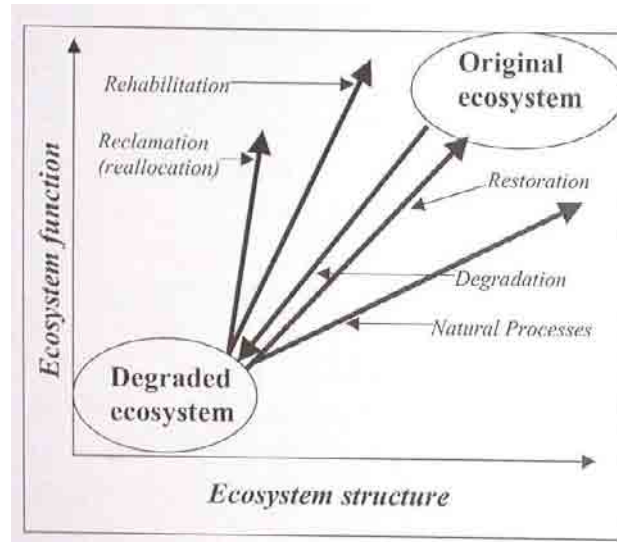
## Ecosistemas emergentes

- ▣ Definición: ecosistemas derivados directa o indirectamente de las actividades humanas que reúnen una combinación nueva de especies y que tienen un funcionamiento potencialmente nuevo
- ▣ Son cada vez mas importantes en extensión y abundancia

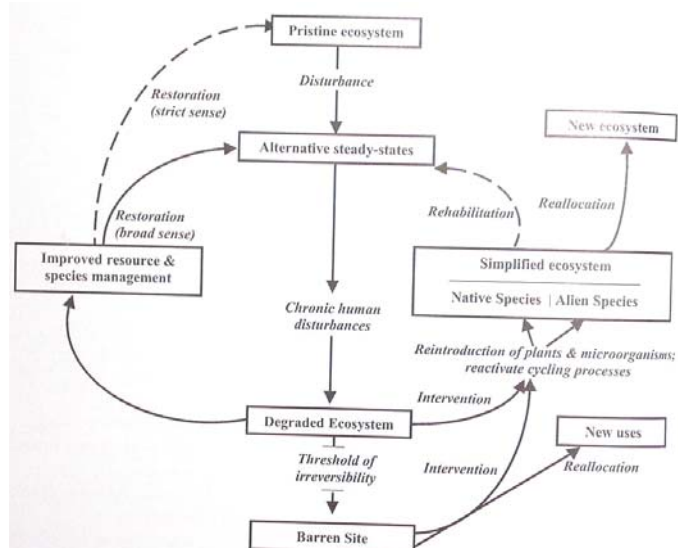




## Relación estructura-función en ecosistemas con distinto nivel de degradación

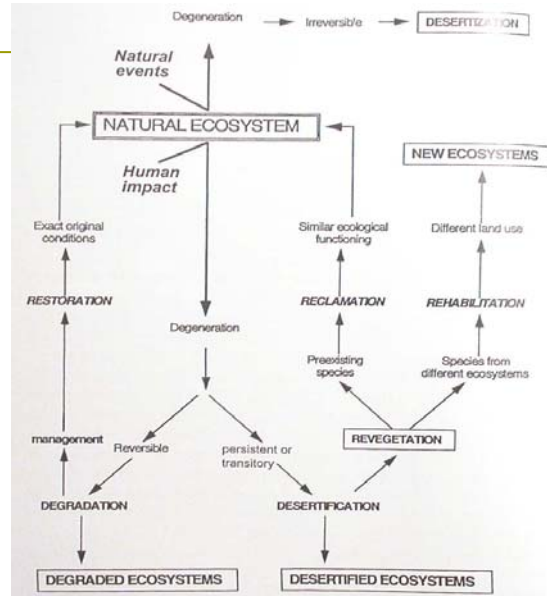


## Degradación del ecosistema y posibles actuaciones

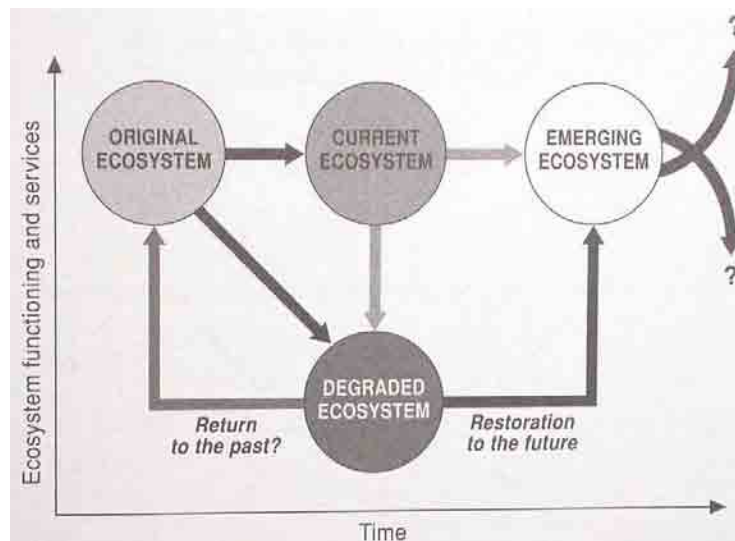




## Factores que llevan a la degradación de un ecosistema y trayectorias de restauración, reconversión y rehabilitación



## Restauración de ecosistemas degradados: regreso al pasado versus ecosistemas emergentes



# Conceptos ecológicos de aplicación en restauración

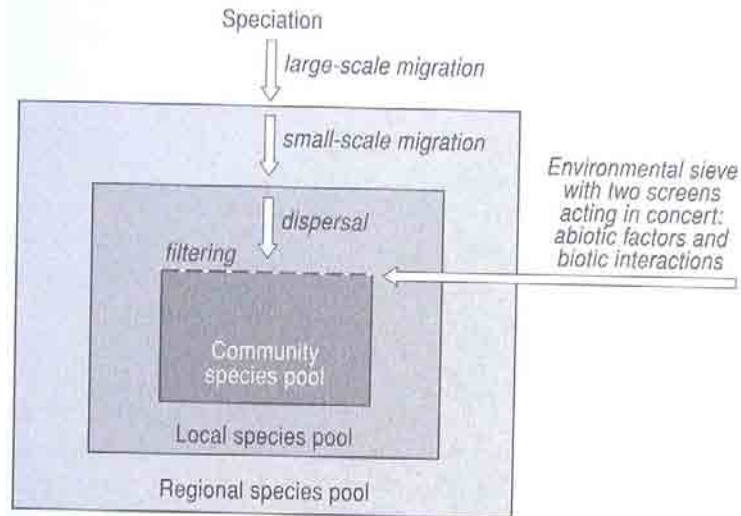


## Conceptos ecológicos de aplicación en restauración

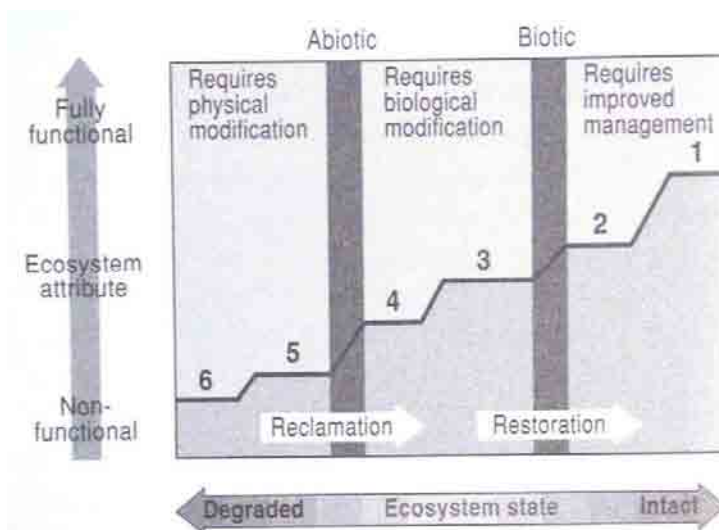
---

1. Escalas temporales y espaciales de procesos y ecosistemas
2. Las especies: el ingrediente básico. Los procesos ecológicos: el objetivo final.
3. Heterogeneidad ambiental, coexistencia de especies, nichos
4. Filtros bióticos y abióticos
5. Colonización, rasgos de especies colonizadoras
6. Regeneración, dinámica de poblaciones, diversidad genética
7. Sucesión (progresión-regresión), dinámica comunidades
8. Biodiversidad, tipos de diversidad. Papel funcional de la biodiversidad
9. Interacciones entre especies (competencia, facilitación)

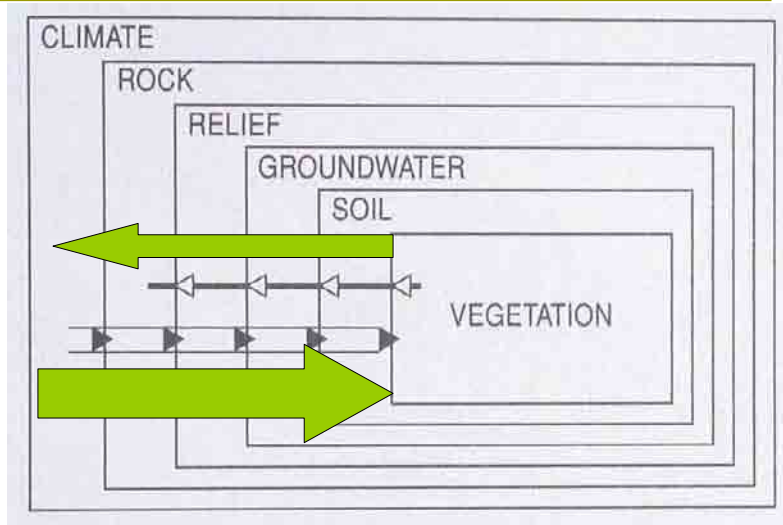
## Los ingredientes de los ecosistemas: las especies. Las reservas regional y local



## Barreras abioticas y bioticas entre ecosistemas degradados e intactos



## Dependencia de la vegetación de los principales factores. Jerarquía y asimetría

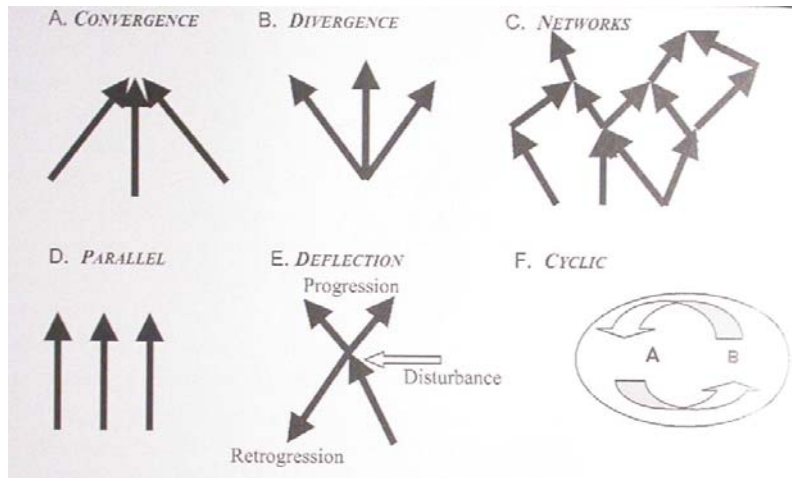


## SUCESION según teoría tradicional

- ▣ Nuevo espacio disponible  
Fase de activación
- ↓
- ▣ Colonización y establecimiento  
Fase de edificación
- ↓
- ▣ Complejidad progresiva de la comunidad  
Fase estabilización
- ↓
- ▣ Estabilización

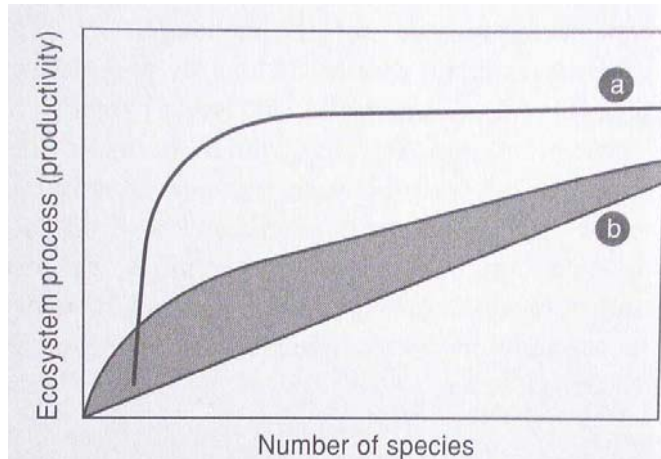


## Posibles trayectorias sucesionales



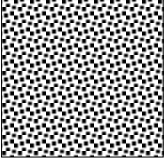
La regresión puede resultar tanto de una perturbación como de oscilaciones cíclicas del ecosistema

## Tres hipótesis para la relación diversidad-función

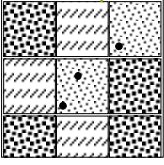


- a) Positiva con saturación por redundancia funcional,  
b) positiva, c) idiosincrática, no relación (no se muestra)

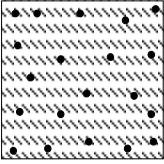
**Bosque primitivo**



**Cultivo-pasto-bosque**



**Dehesa**



**Diversidad**

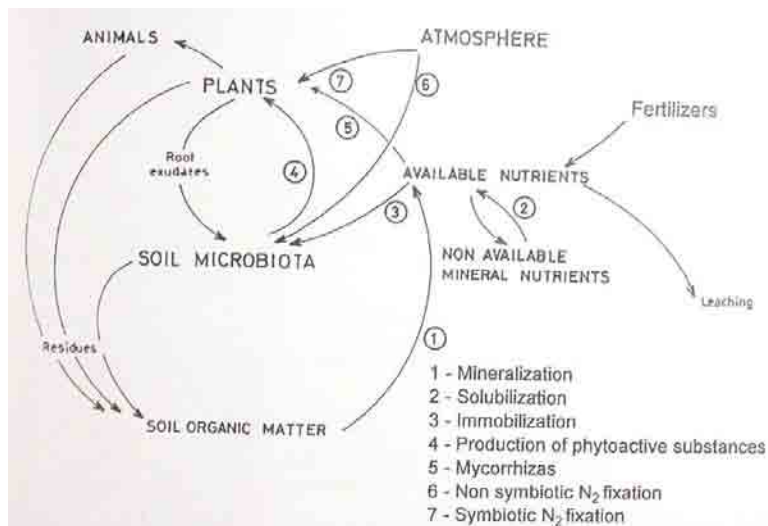
Local ( $\alpha$ ) =  $\uparrow\uparrow$   
 Entre habitats ( $\beta$ ) =  $\downarrow\downarrow$   
 Regional ( $\gamma$ ) =  $\uparrow\downarrow$

Local ( $\alpha$ ) =  $\uparrow\downarrow$   
 Entre habitats ( $\beta$ ) =  $\uparrow\uparrow$   
 Regional ( $\gamma$ ) =  $\uparrow\uparrow$

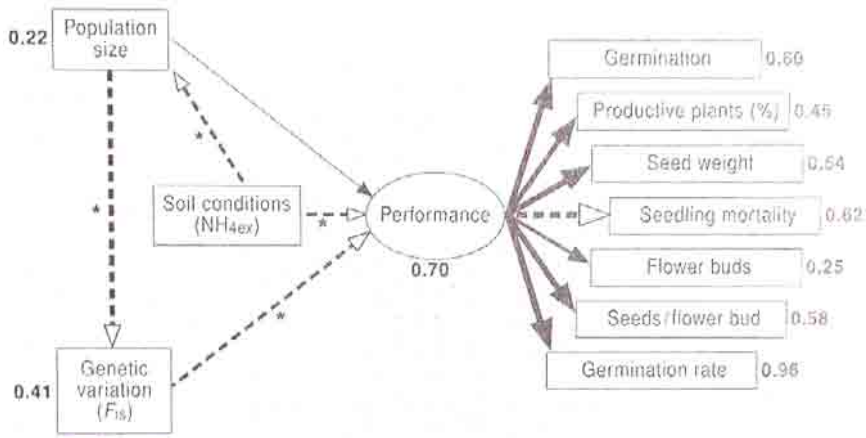
Local ( $\alpha$ ) =  $\uparrow\uparrow$   
 Entre habitats ( $\beta$ ) =  $\downarrow\downarrow$   
 Regional ( $\gamma$ ) =  $\uparrow\uparrow$



## El papel crucial del suelo (microbiota)



## Relaciones entre tamaño poblacional, variación genética, condiciones del suelo y desempeño (*performance*) de *Succisa pratensis*



Todas las estimas de performance estuvieron correlacionadas con el tamaño poblacional, pero la eutrofización y la erosión genética tuvieron un efecto mayor. Fis coeficiente de autofecundación (erosión genética),  $NH_{4ex}$  amonio intercambiable (eutrofización), líneas discontinuas indican relación negativa, Vergeer et al. 2003

## Modelos ecológicos con y sin facilitación

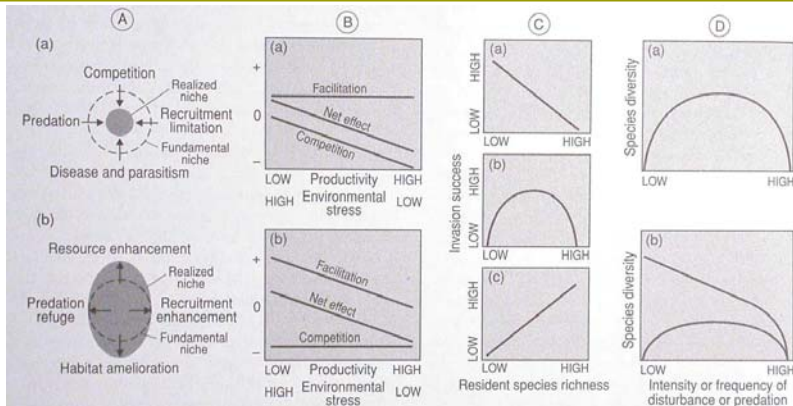


Fig. 5.3 Four fundamental models of ecology, with and without facilitation, illustrating paradigm shifts if facilitation is included. (A) The realized niche can be larger than the fundamental niche due to facilitation; (Aa) without facilitation, (Ab) with facilitation. (B) Facilitation may affect the competitive abilities of species along an environmental gradient; (Ba) facilitation weak, constant, (Bb) facilitation strong, variable. (C) Facilitation may have an impact on the success of invaders; (Ca) without facilitation, (Cb or Cc) with facilitation. (D) Facilitation may change the relationship between species richness and ecosystem productivity; (Da) without facilitation, (Db) with facilitation (lower line, primary space holders; upper line, secondary space holders). From Bruno et al. (2003).



Cambios en la intensidad y  
tipo de las perturbaciones:  
cambios en fisonomía,  
funcionamiento y  
biodiversidad



SE Creta, verano 1968:  
la herbivoría regula las  
comunidades vegetales  
de *Pistacia lentiscus*

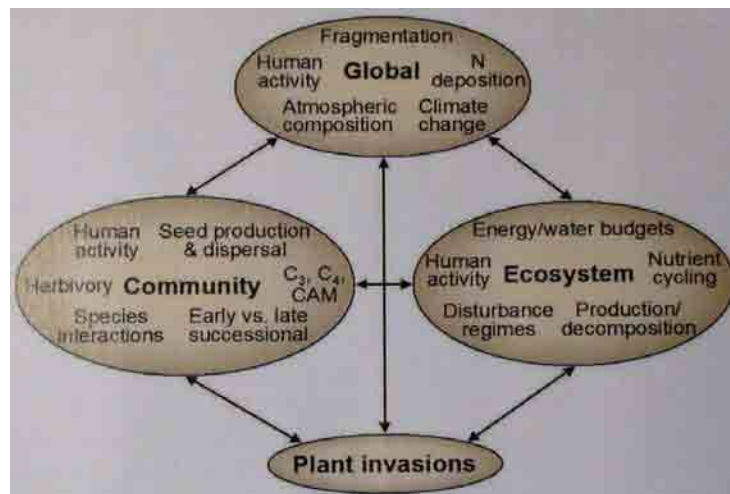


1988: abandono. Se  
extiende *Pinus brutia* y  
aparece *Atriplex halimus*

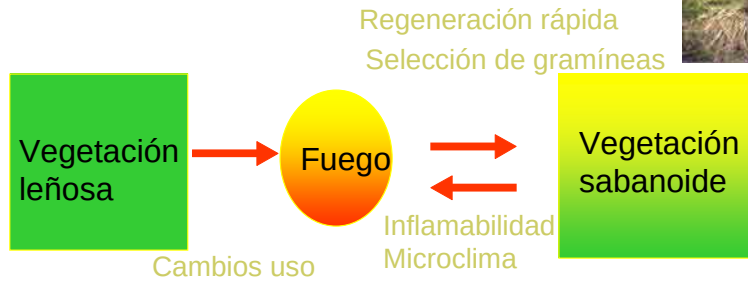


1998: el fuego regula las  
comunidades vegetales

## Invasiones vegetales: El resultado de interacciones y efectos indirectos

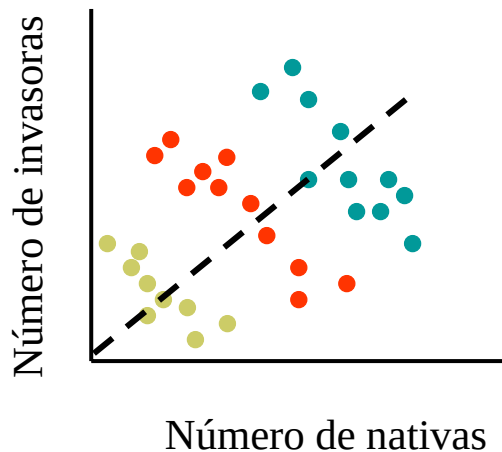


# Interacción fuego-invasión

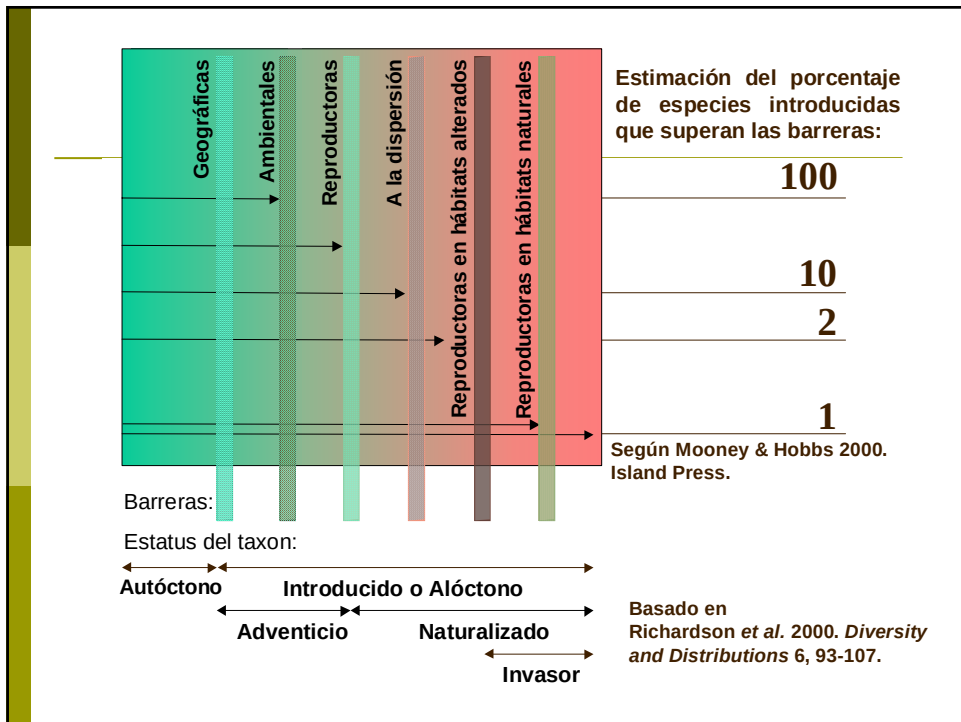


(Modificado a partir de D'Antonio y Vitousek 1992 )

¿Son más resistentes los ecosistemas con mayor diversidad de especies?



(Modificado a partir de Shea y Chesson 2002)



## Ocho temas de actualidad científica

- 1 Biodiversity and its role in ecosystem functioning.
- 2 Assembly rules and the structuring of ecosystems.
- 3 Ecotones, ecoclines and landscape boundaries.
- 4 Ecosystem resilience.
- 5 Ecosystem health and integrity.
- 6 Emerging ecosystems.
- 7 Socio-ecological systems and their relevance to the setting of restoration objectives and references.
- 8 Linkages, re-integration and the science of sustainability and ecosystem services.

# Un caso de estudio

## Los taludes de carretera

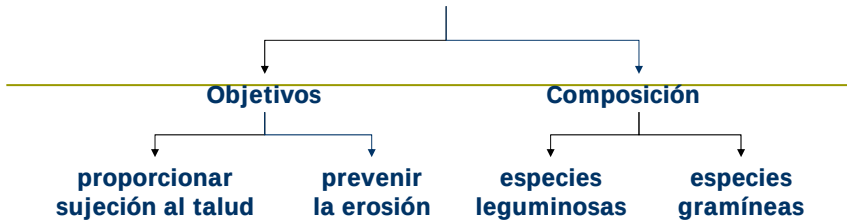


### Introducción

- ✓ Las obras de grandes infraestructuras de transporte provocan la creación de superficies de suelo desnudo y con afloramientos rocosos
- ✓ La eliminación de la cubierta vegetal acelera los procesos erosivos
- ✓ Herramientas para la restauración de la cubierta vegetal:
  - Hidrosiembra de desmontes y terraplenes
  - Producción de planta para la obra y trasplantes
  - Adición de tierra vegetal y enriquecimiento del banco de semillas
  - Conexión del espacio a restaurar con zonas de referencia



## HIDROSIEMBRA



✓ ¿Por qué es importante estudiar las comunidades de los taludes?

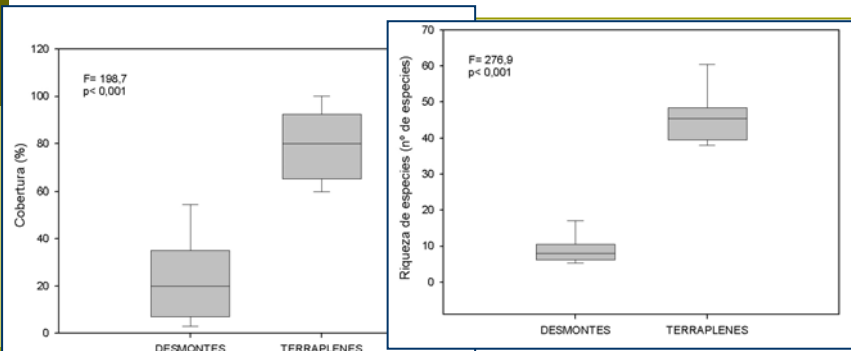
- son ecosistemas nuevos y en creciente aumento
- proporcionan información sobre patrones de colonización

✓ ¿Por qué es importante estudiar las técnicas de restauración de taludes?

- mejora de las técnicas
- repercusiones socio-económicas



## Resultados



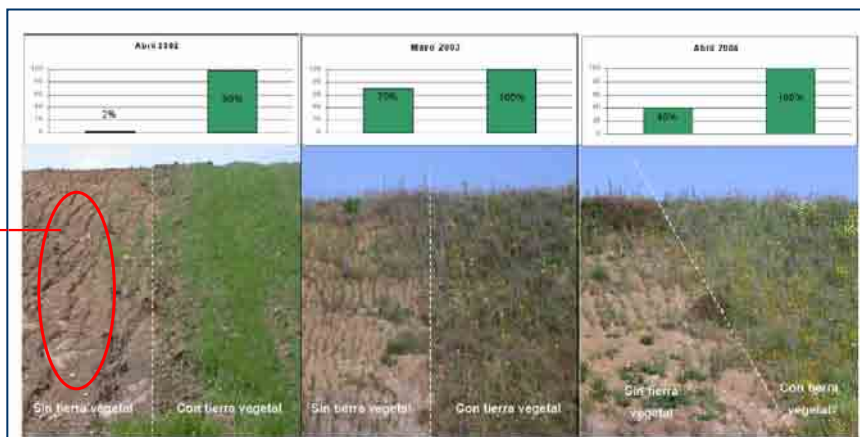
La colonización vegetal en desmontes es más difícil que en terraplenes



## Colonización del desmonte por la vegetación de cabecera

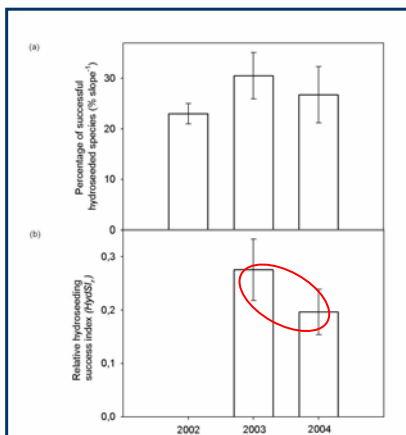


## ADICIÓN DE TIERRA VEGETAL



Gran número de surcos de erosión

## 2. SEGUIMIENTO DE LAS HIDROSIEMBRAS



➤ Índice muy bajo en ambos años

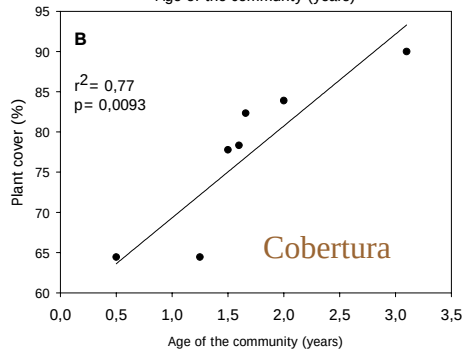
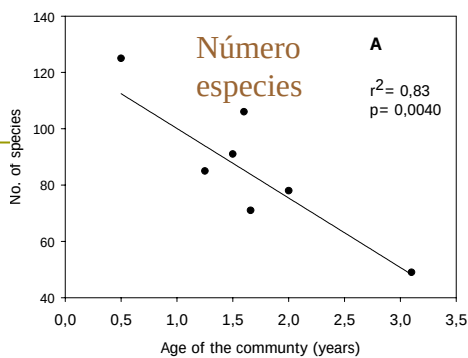
➤ No disminuye la cobertura de las especies de la hidrosiembra ni su número a corto plazo



Abril 2003



Abril 2004

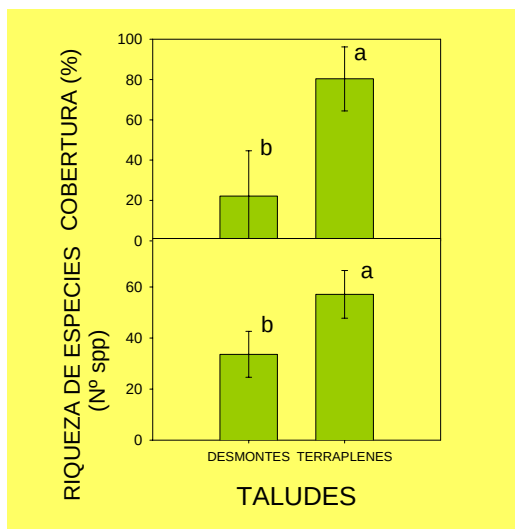


Evolución  
en 3 años

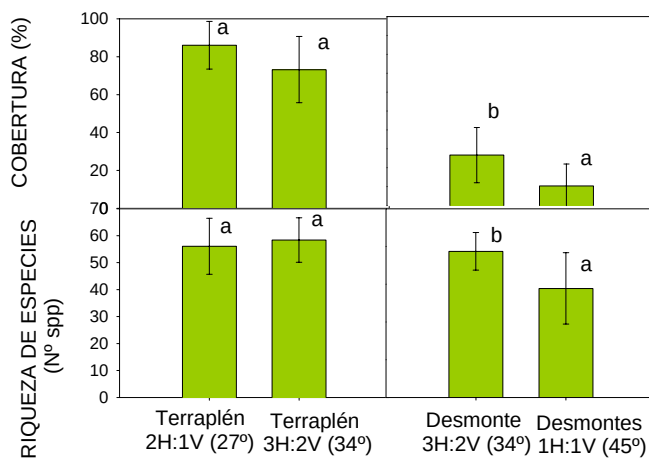


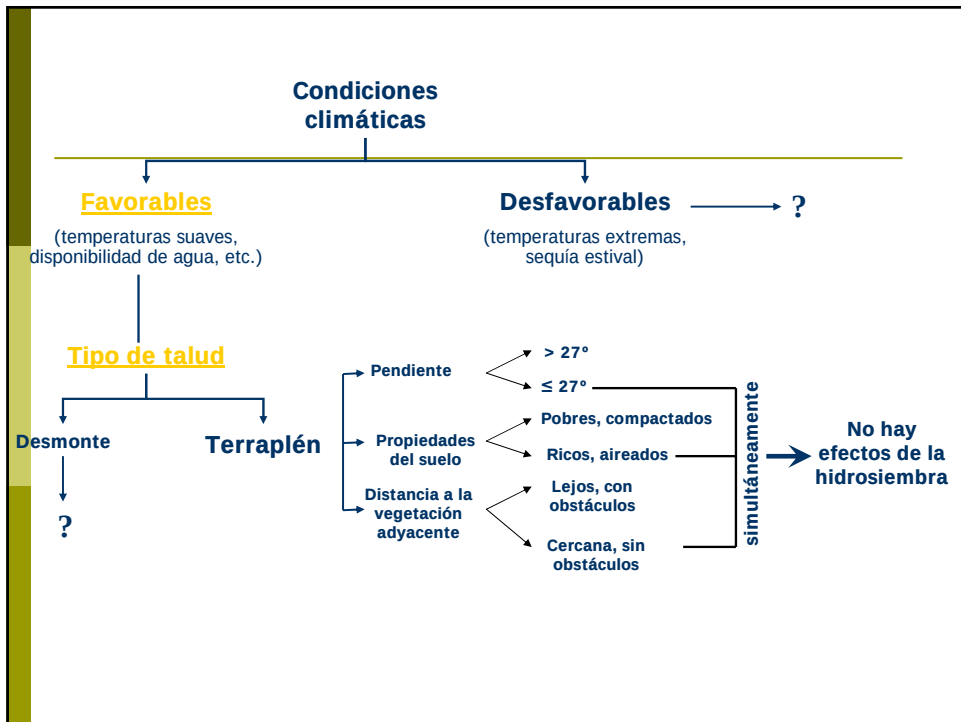


Pero la evolución temporal depende del sitio y del tipo de talud



### COMPARACION ENTRE TALUDES SEGÚN PENDIENTE



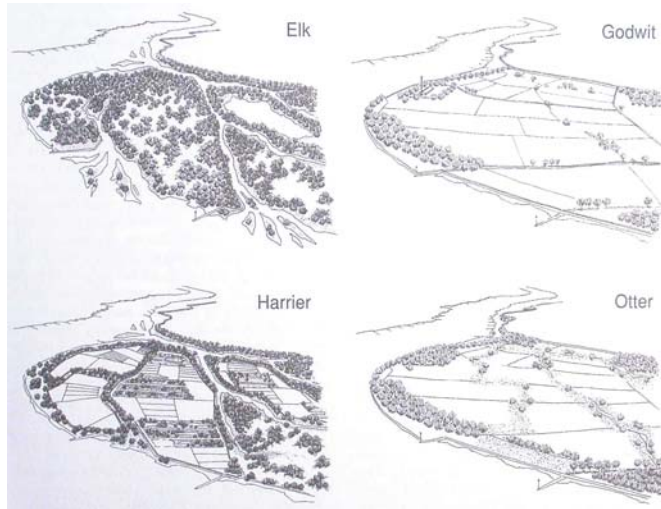


## Definición de éxito de la restauración

Objetivos y criterios

## Resultados espaciales de cuatro objetivos de restauración

- Protección máxima de la naturaleza
- Concepción arcádica ideal (agricultura y ganadería embebida en un paisaje agreste)
- Paisaje funcional con muchos usuarios diferentes
- Una combinación de los anteriores con énfasis en la conectividad



¿Qué es el éxito?

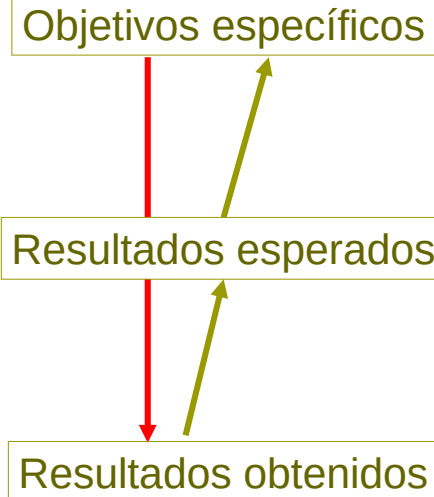


Porcentaje de marras y cobertura



## ¿Qué es el éxito?

---



## Que vamos sabiendo

---

- ▣ Que las comunidades evolucionan
- ▣ Que algunas especies son mas exitosas
- ▣ Que algunas medidas clásicas (hidrosiembras, mallas de sujeción) no son siempre óptimas
- ▣ Que en desmontes todo es mas difícil
- ▣ Que en ambientes mediterráneos y con suelos yesíferos todo es mas difícil

## Qué deberíamos saber

---

- ▣ Cómo funcionan los ecosistemas que queremos “imitar” o generar
- ▣ Como pueden reproducirse los procesos clave de estos ecosistemas
- ▣ Cómo favorecer las especies vegetales que nos parecen mas adecuadas a largo plazo (autóctonas? De dónde? De “taludes”?)

## Qué deberíamos saber

---

- ▣ Qué se busca en las actuaciones ambientales o en la restauración?
  - Estabilizar los taludes
  - Aumentar la cobertura
  - Maximizar diversidad y productividad
  - Maximizar resiliencia
  - Maximizar autonomía
  - Minimizar riesgo de incendios

## Estos objetivos no son compatibles

---

- ▣ Las comunidades de máxima cobertura no siempre sujetan bien el talud, y acumulan mas material combustible...

