



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Profesor Orlando Vargas



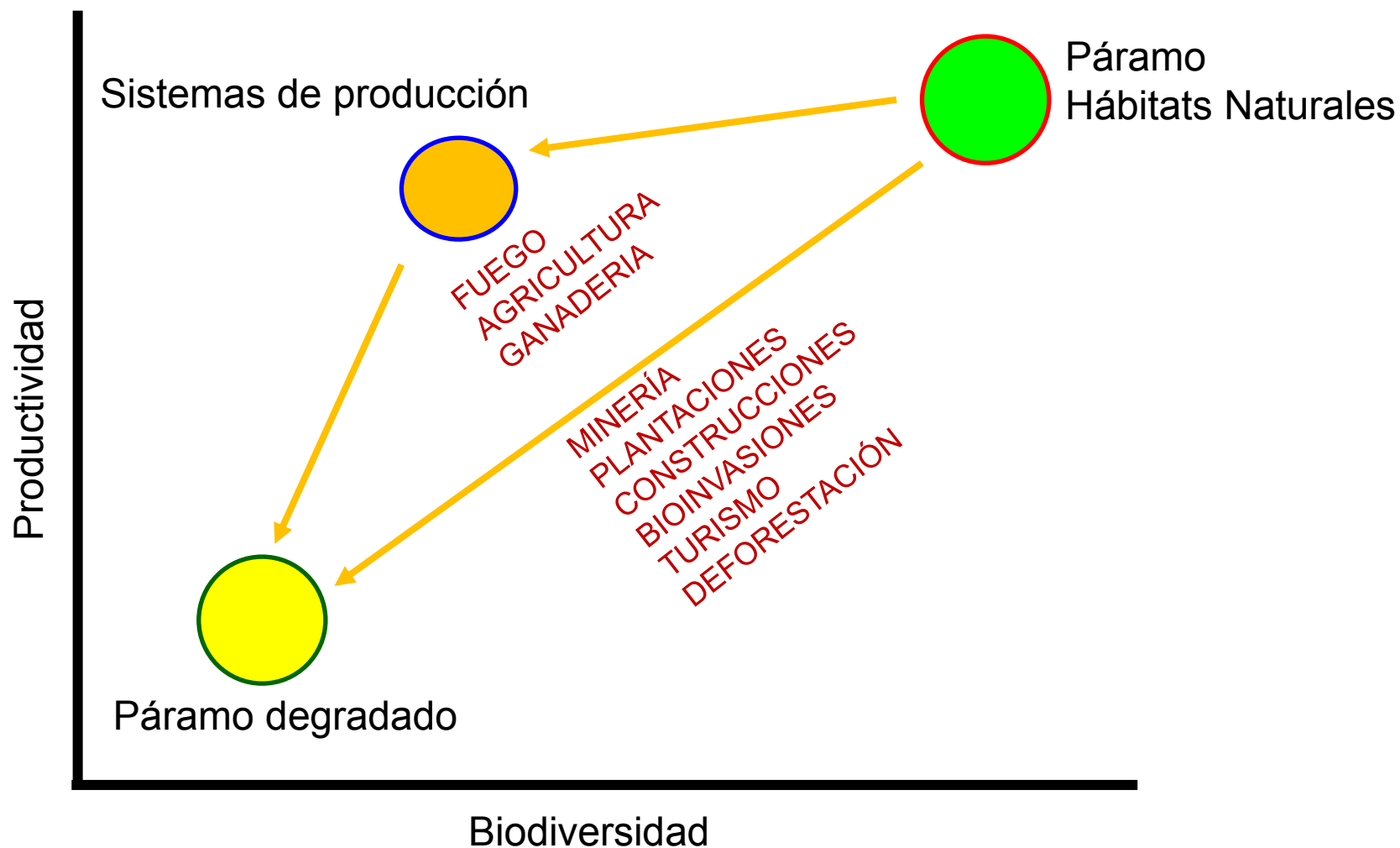
GREUNAL

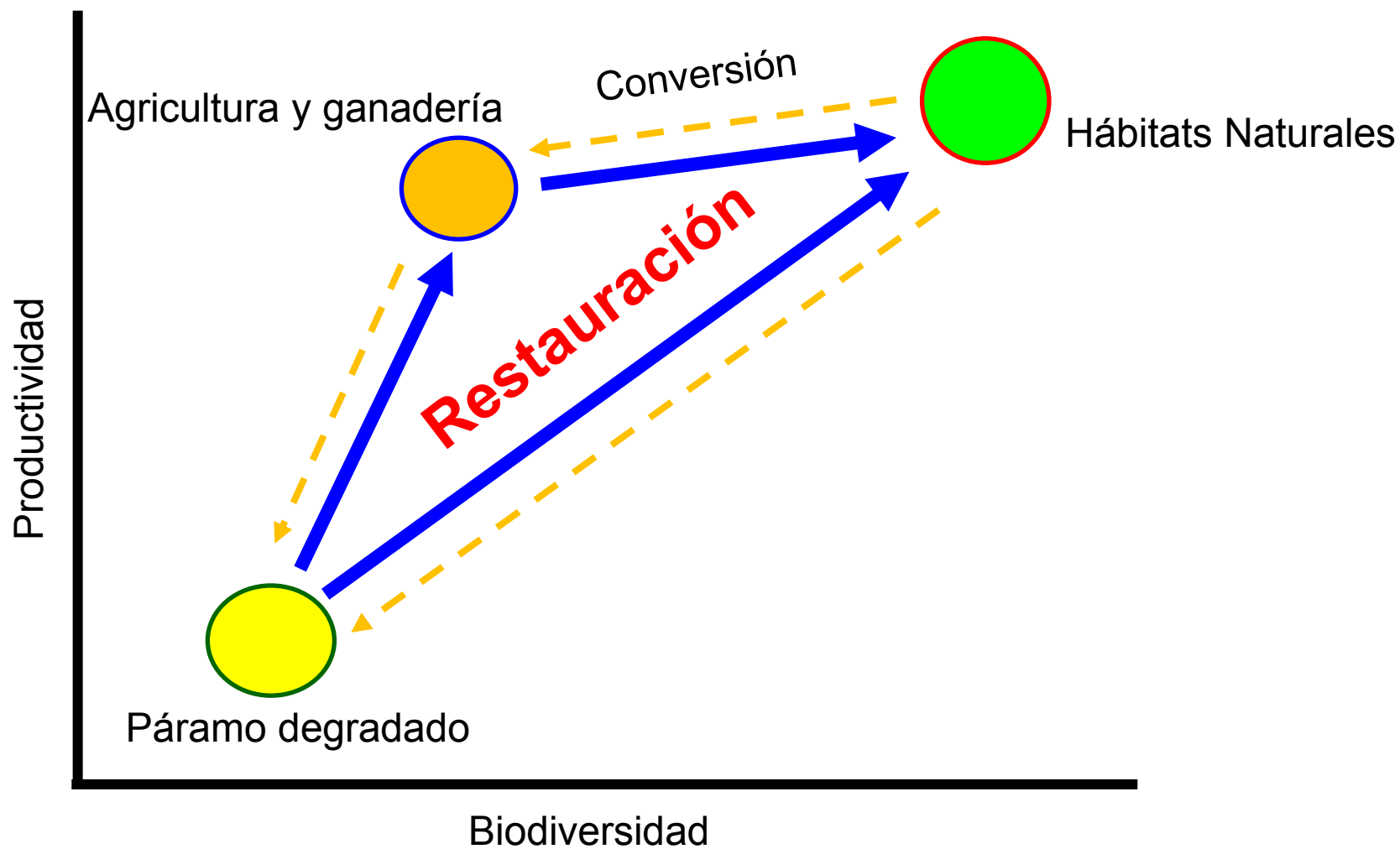
GRUPO DE
**RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS PÁRAMOS







PRINCIPALES ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

REGENERACIÓN
NATURAL

```
graph TD; A[REGENERACIÓN NATURAL] --- B[NUCLEACIÓN]; B --- C[REVEGETALIZACIÓN];
```

NUCLEACIÓN

REVEGETALIZACIÓN

ESTRES (bajas temperaturas, hídrico, nutrientes, mecánico, energético)

Regímenes de estrés



RÉGIMEN DE DISTURBIOS ANTRÓPICOS

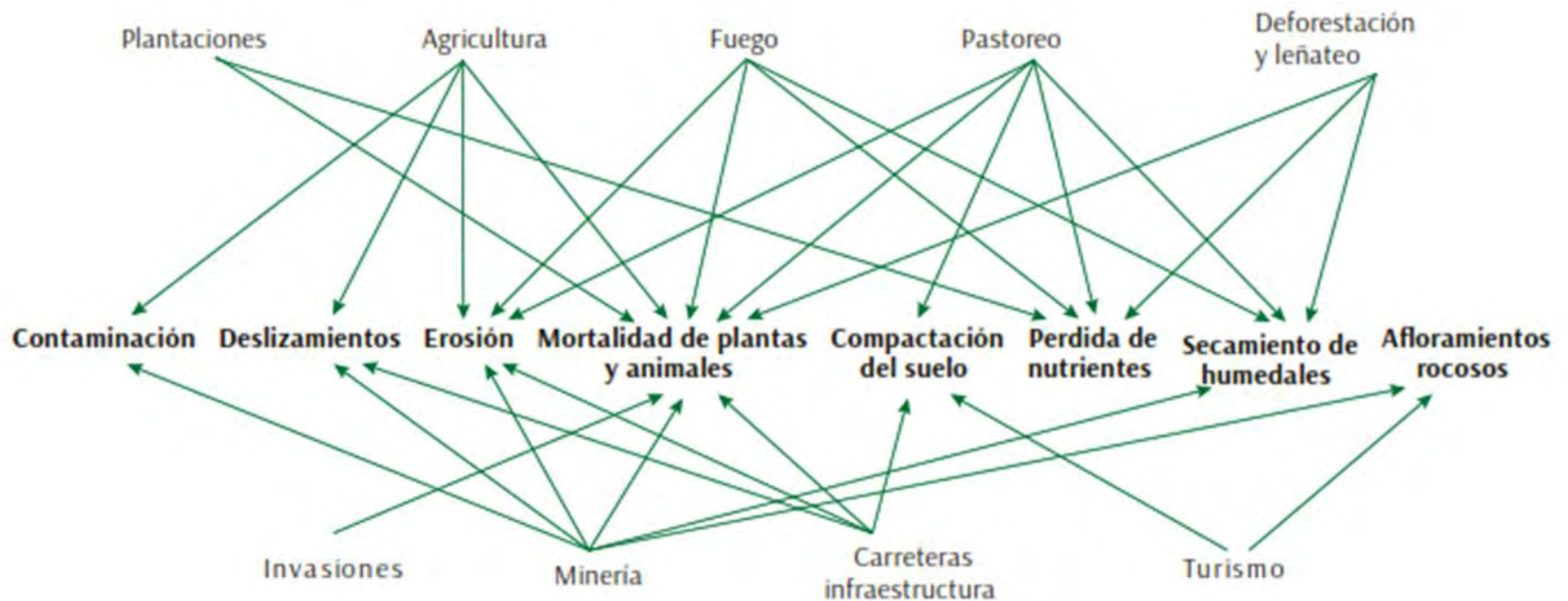
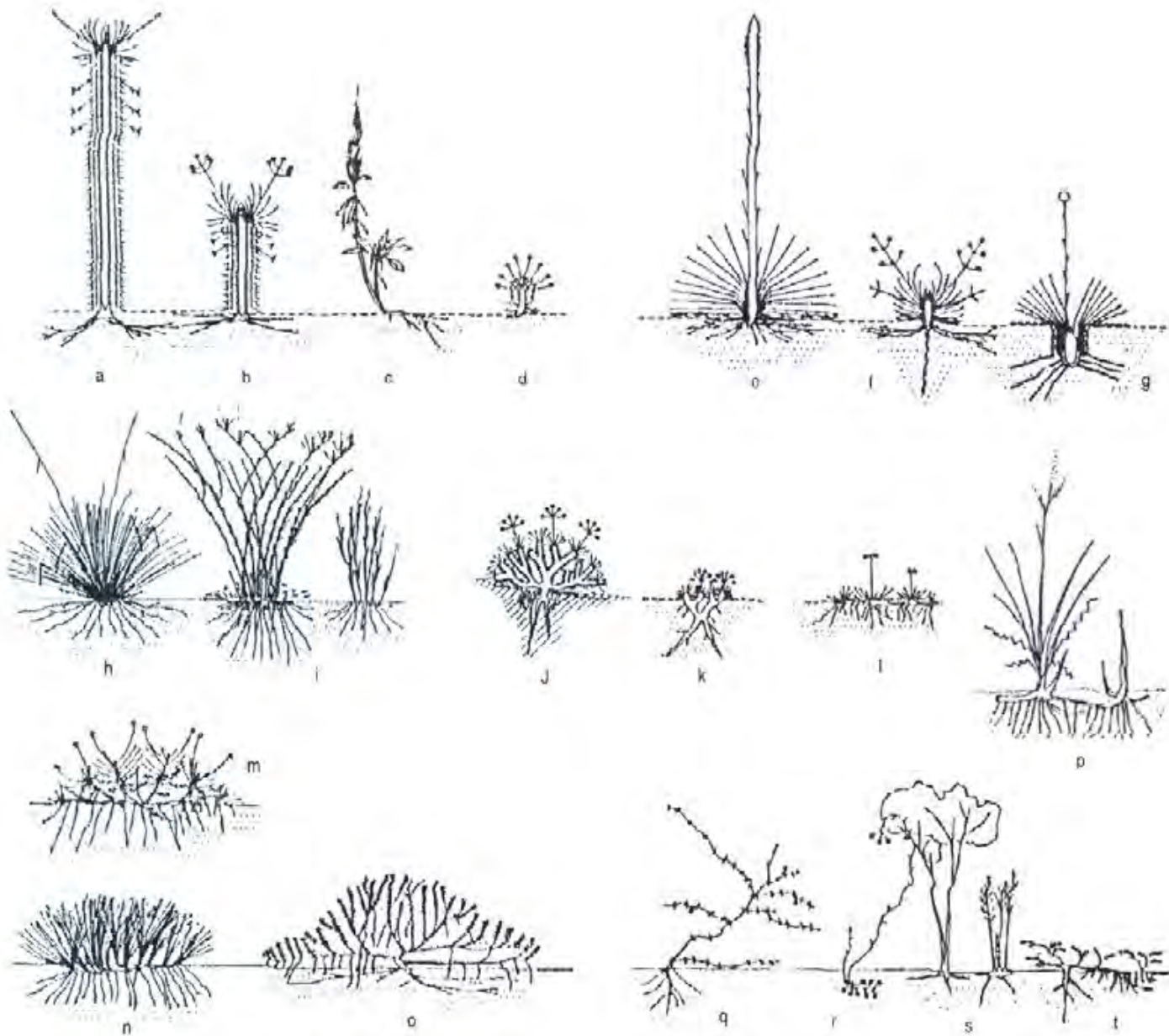


Figura 2. Efectos de los disturbios antrópicos en los páramos andinos. Un solo disturbio puede tener muchos efectos sobre el ecosistema.



CAMBIO CLIMÁTICO

BIOTIPOS



FLUCTUACIONES ESTACIONAL DE LA FITOMASA



Figura 1. Fenofase de floración en un frailejonal de *Espeletia grandiflora* en el Parque Nacional Natural Chingaza. Este es un ejemplo típico de fluctuaciones en la dinámica de la vegetación en la fenofase reproductiva de floración, posteriormente esta biomasa se vuelve necromasa.



Figura 2. Micrositios de germinación y establecimiento de plántulas formados por necromasa reproductiva en un frailejonal del Parque Nacional Natural Chingaza. En la foto se aprecian plántulas de *Espeletia grandiflora* y *Paepallanthussp.*



DINÁMICA DE MICROCLAROS



MICROCLAROS



Figura 7. Microclaros colonizados por *Arcytophyllum muticum*, hierba rastrera con muy buena capacidad de reproducción vegetativa.











DINÁMICA DE PARCHES



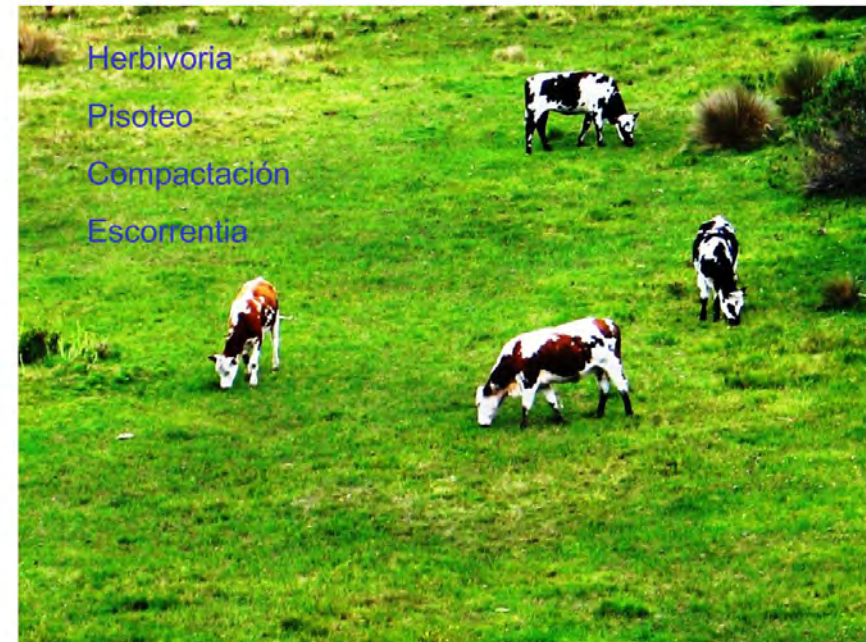
SUCESIONES - REGENERACIONES





FUEGO + PASTOREO





SUCESIONES SECUNDARIAS



SUCESIONES PRIMARIAS



Figura 22. Sucesiones primarias (a) después de la erupción volcánica en el Nevado de

SUCESIONES CÍCLICAS



Figura 13. Mortalidad masiva de *Chusquea tessellata* en el Parque Nacional Natural Chingaza. En la foto el color café el Chusque muerto, el cual vuelve a ocupar el sitio por regeneración por semillas.

SUCESIONES SECULARES O PALEOECOLÓGICAS



Figura 24. Proceso de terrización y formación de turberas

PLANTACIONES



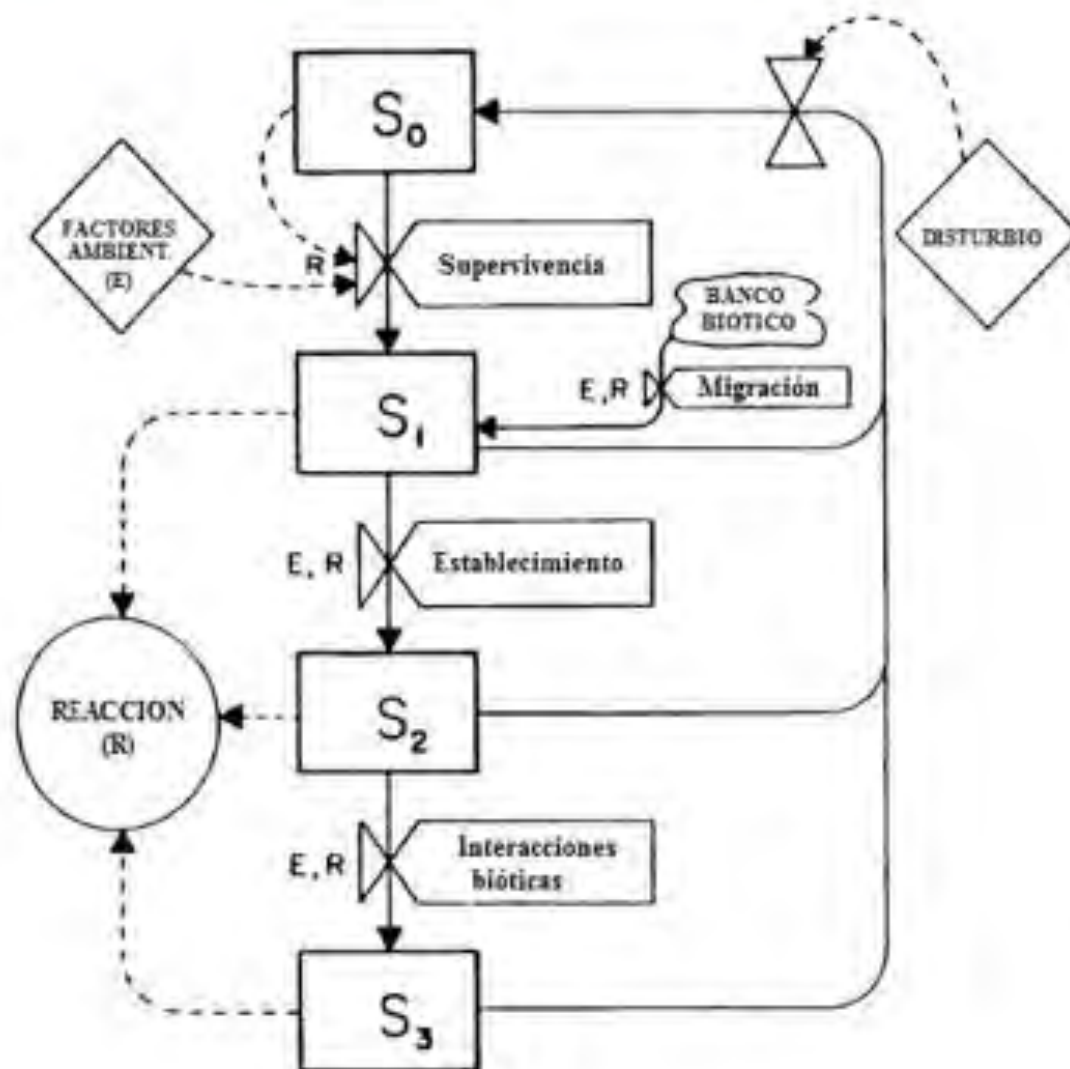
Figura 26. Plantaciones de *Pinus patula* en el páramo

INVASIONES BIOLÓGICAS



MODELO CLÁSICO DE SUCESIÓN

Sucesional classic model



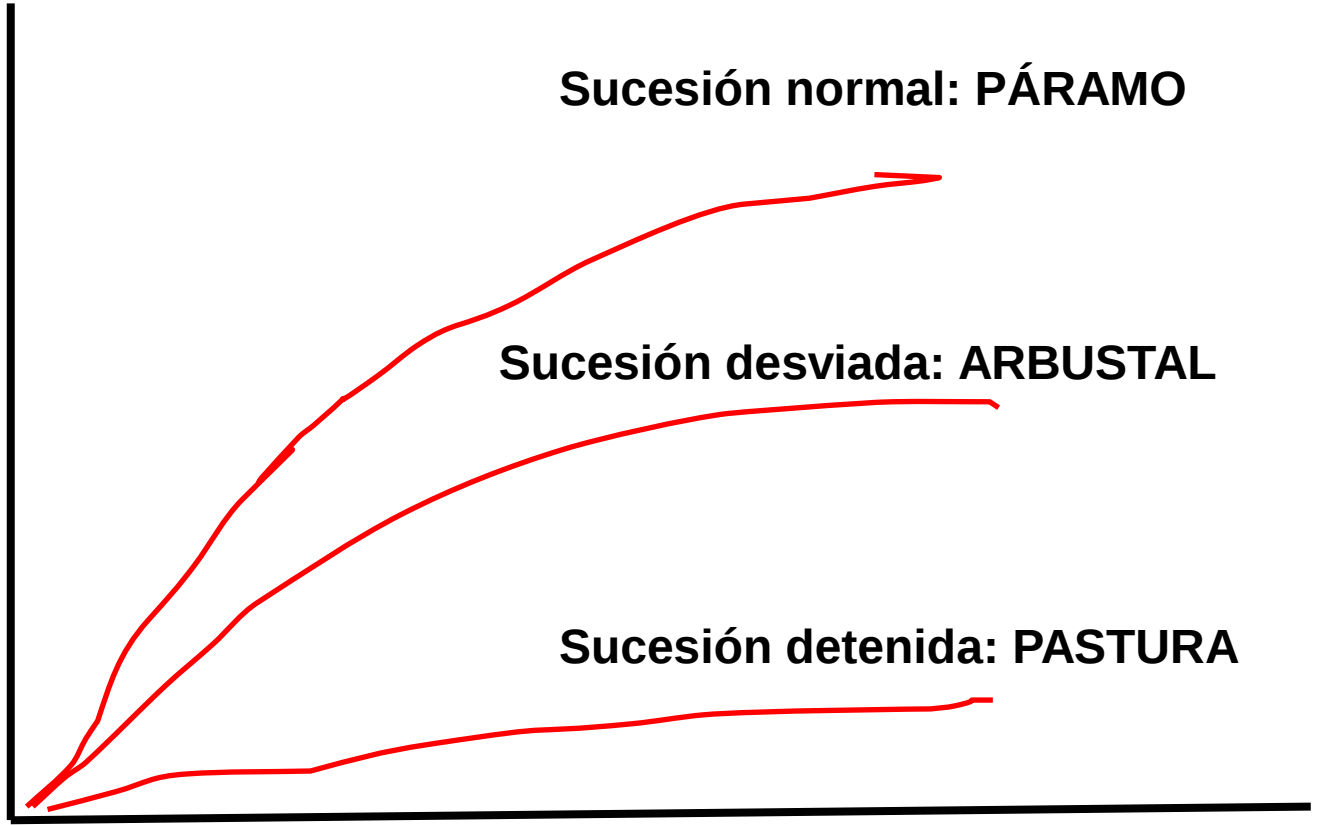
INTEGRIDAD
ECOLÓGICA

Sucesión normal: PÁRAMO

Sucesión desviada: ARBUSTAL

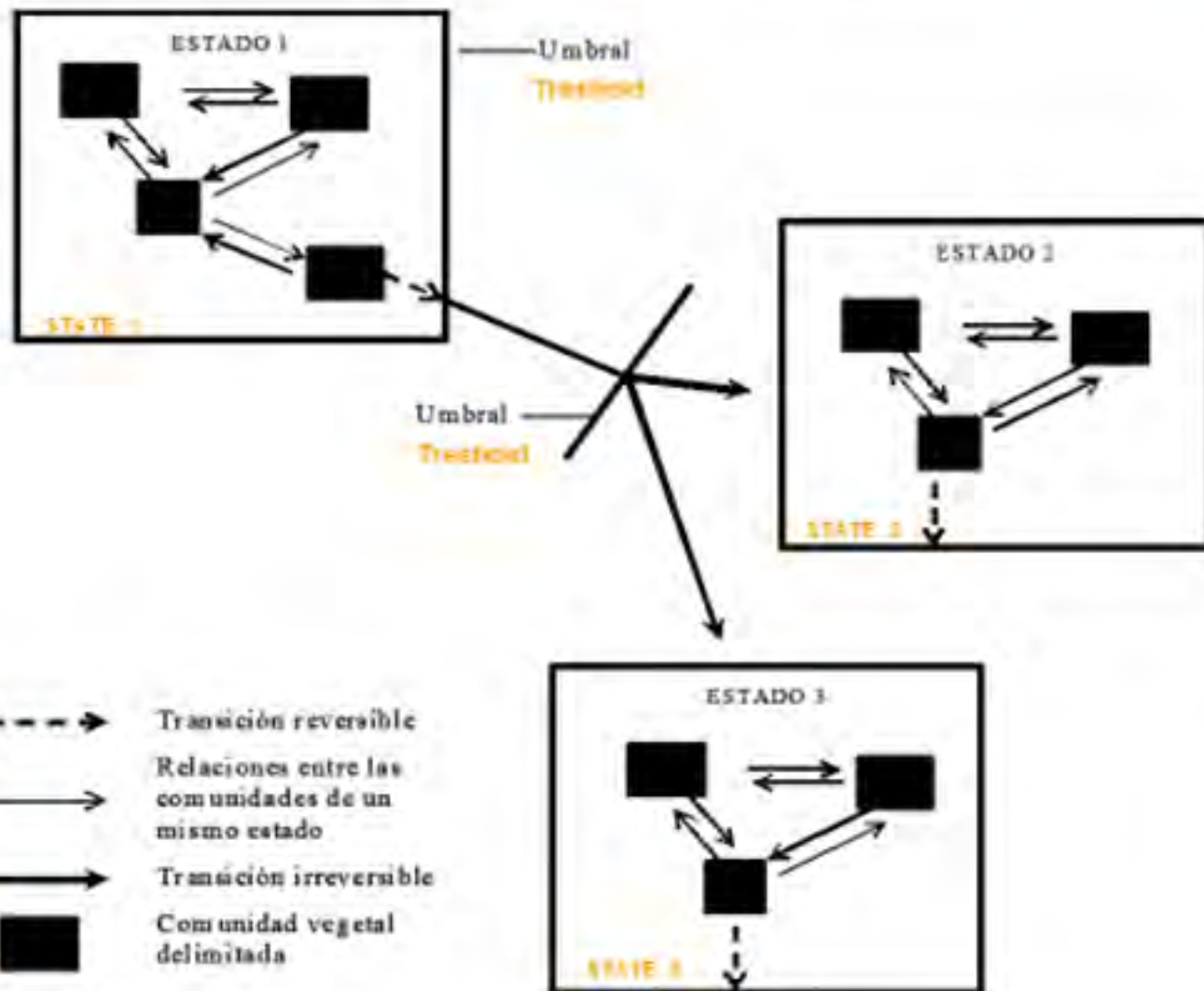
Sucesión detenida: PASTURA

TIEMPO



MODELO DE ESTADOS – TRANSICIONES Y UMBRALES

State and Transition models with umbrals



Modelo conceptual de estados y transición que incorpora conceptos de comunidades vegetales dentro del mismo estado, transiciones reversibles, múltiples umbrales, transiciones irreversibles, varias vías de cambios y múltiples estados. (Tomada de Stigham y Krueger 2001)



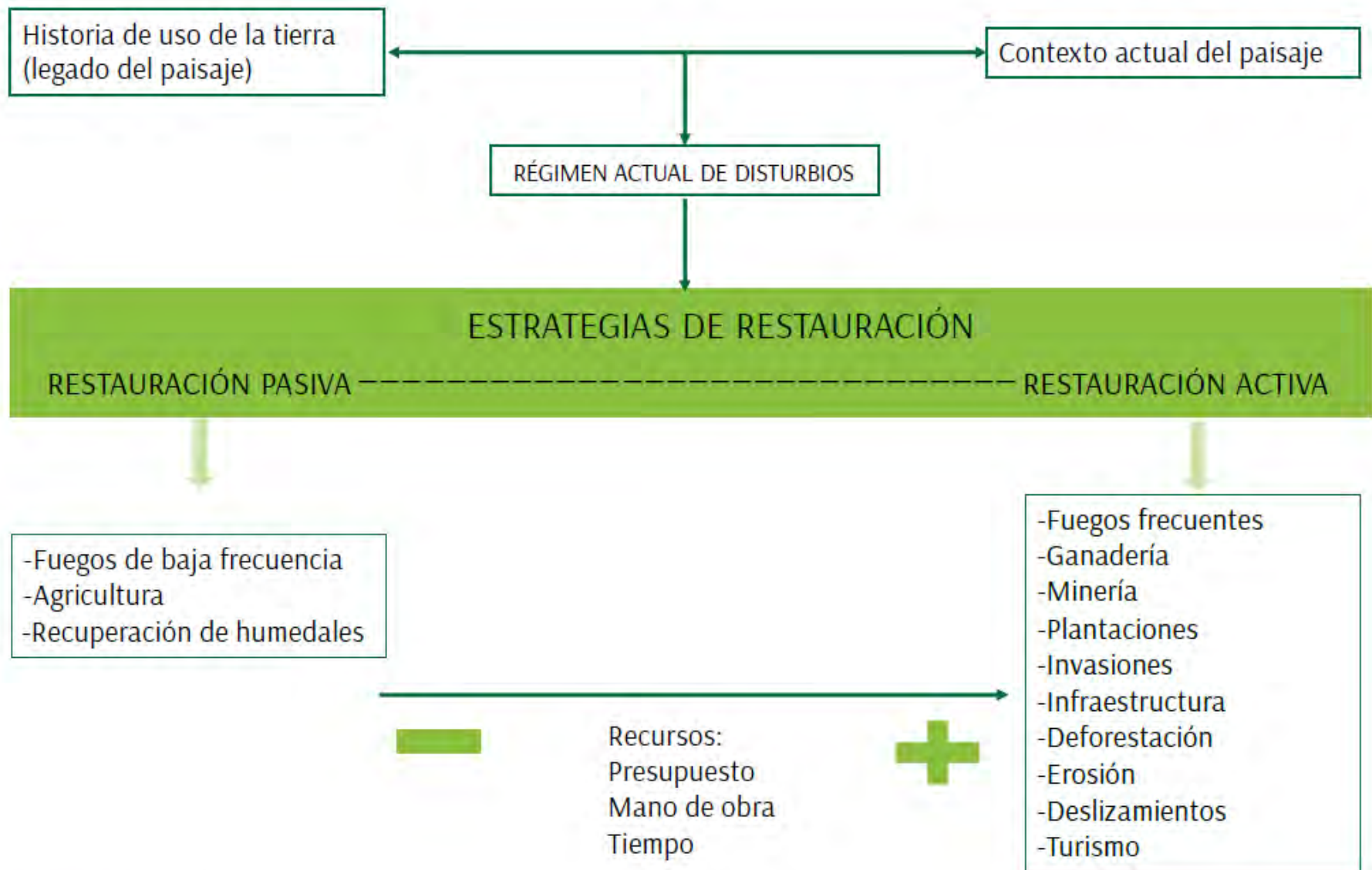


Figura 7. Principales escenarios y estrategias de restauración activa y pasiva en los páramos.

Fuente: modificado de Holl y Aide, 2011.

REGENERACIÓN NATURAL

PARAMIZACIÓN – transiciones bosque páramo





FUEGO: REGENERACIÓN NATURAL

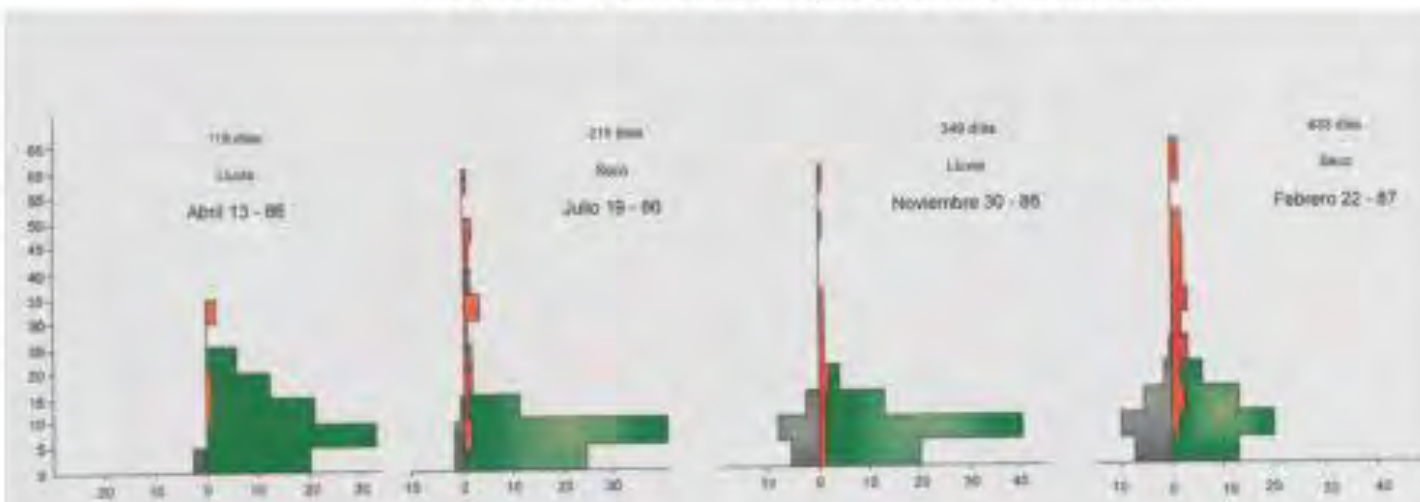


Figura 25. Patrón de desarrollo de la biomasa asimilatoria (verde), necromasa (marrón) y biomasa reproductiva (rojo) en el sector II para 118, 215, 349 y 433 días después de la quema.

AGRICULTURA: REGENERACIÓN NATURAL



Espeletia congestiflora



Espeletia argentea



Espeletia corymbosa

RESTAURACIÓN PASIVA

Eliminación de disturbios



NUCLEACIÓN

La nucleación es un proceso natural en la recuperación espontánea de la vegetación, en la que las especies pioneras siguen un patrón discreto de colonización y sucesión que origina agregaciones de plantas (parches) alrededor de las que se pueden establecer plantas de otras especies (Franks 2003; Corbin and Holl 2012).

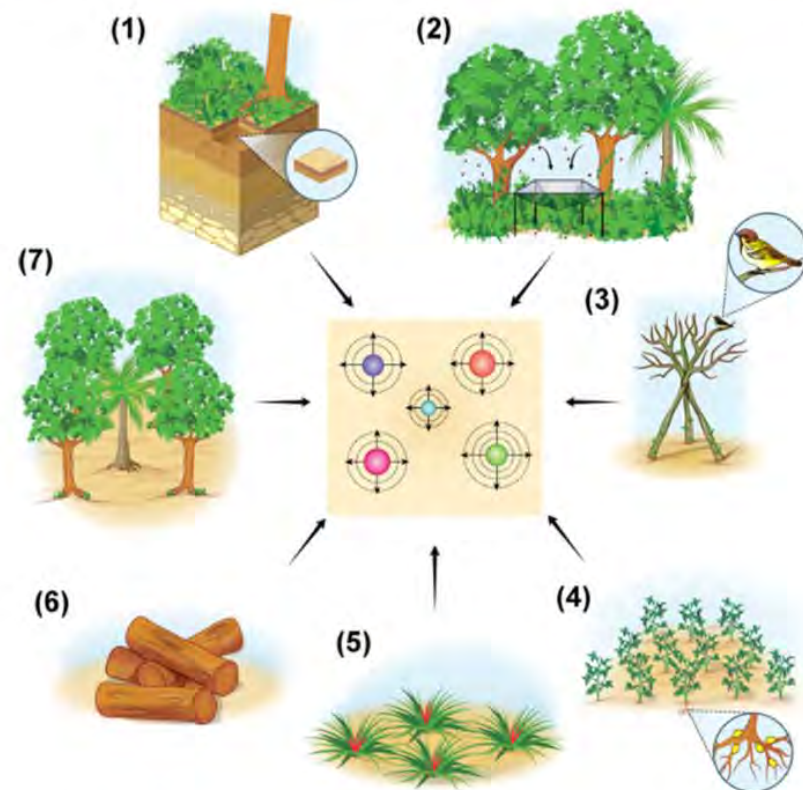


Fig. 2 Brazilian nucleation techniques use the establishment of restoration nuclei of different sizes (represented by *central circular areas*) within a degraded area (*square*) aimed to increase heterogeneity of sites that may interact, irradiate and coalescence along the time. Nucleus types include: 1 Topsoil seed bank (plus litter and edaphic fauna) from closest natural remnants. 2 Seed rain translocation from closet natural remnants: seed traps collect propagules that introduce several life forms. 3 Artificial perches. 4 Cover crop: use of annual legume nodulation plants. 5 Terrestrial tank epiphytes islets. 6 Artificial shelters for animals. 7 Trees islets: planting pioneer trees nuclei that provide shade to central non-pioneer plants

1. Bancos de semillas en el suelo
2. Traslocación de lluvia de semillas
3. Perchas artificiales
4. Siembra de leguminosas de ciclo corto
5. Islotes de epifitas
6. Refugios artificiales para animales
7. Núcleos de árboles pioneros

Neotropical rainforest restoration: comparing passive,plantation and nucleation approaches
Bechara et al. 2016

LLUVIA DE SEMILLAS
BANCOS DE SEMILLAS
BANCOS DE PLÁNTULAS
BANCOS DE REBROTES

NUCLEACIONES:
RESTAURACIÓN ACTIVA EN ÁREAS POTRERIZADAS





Remoción de pasto, estudio de la sucesión



NUCLEACIONES

Trasplante de *Calamagrostis effusa*



Tesis Oscar Rojas

El lugar de procedencia de las macollas de pajonal a reubicar es un factor que influencia el crecimiento de los individuos bajo las condiciones ambientales de áreas potrerizadas de páramo.

Se recomienda extraer los individuos de lugares con condiciones ambientales extremas, (fuertes vientos, ausencia de plantas facilitadoras)



Macollas de pajonal, 1.5 años luego de la reubicación y la poda inicial

Trasplante de suelo con banco de semillas nativo





Parcela con *E. grandiflora* tamaño 1



Parcela con *E. grandiflora* tamaño 2



Parcela con *E. grandiflora* tamaño 3



Individuos de *E. grandiflora* 1.5 años después de la reubicación.
tamaño de reubicación 15 ± 2 cm.

Los frailejones de los tres tamaños evaluados (5, 10 y 15cm) presentan porcentajes de supervivencia similares ($\pm 70\%$).

Sin embargo las tasas de crecimiento son mayores en los individuos mas grandes, aspecto importante ya que permite tener individuos reproductivos en menor tiempo luego de la reubicación

Tesis Oscar Rojas

Rojas et al. 2013

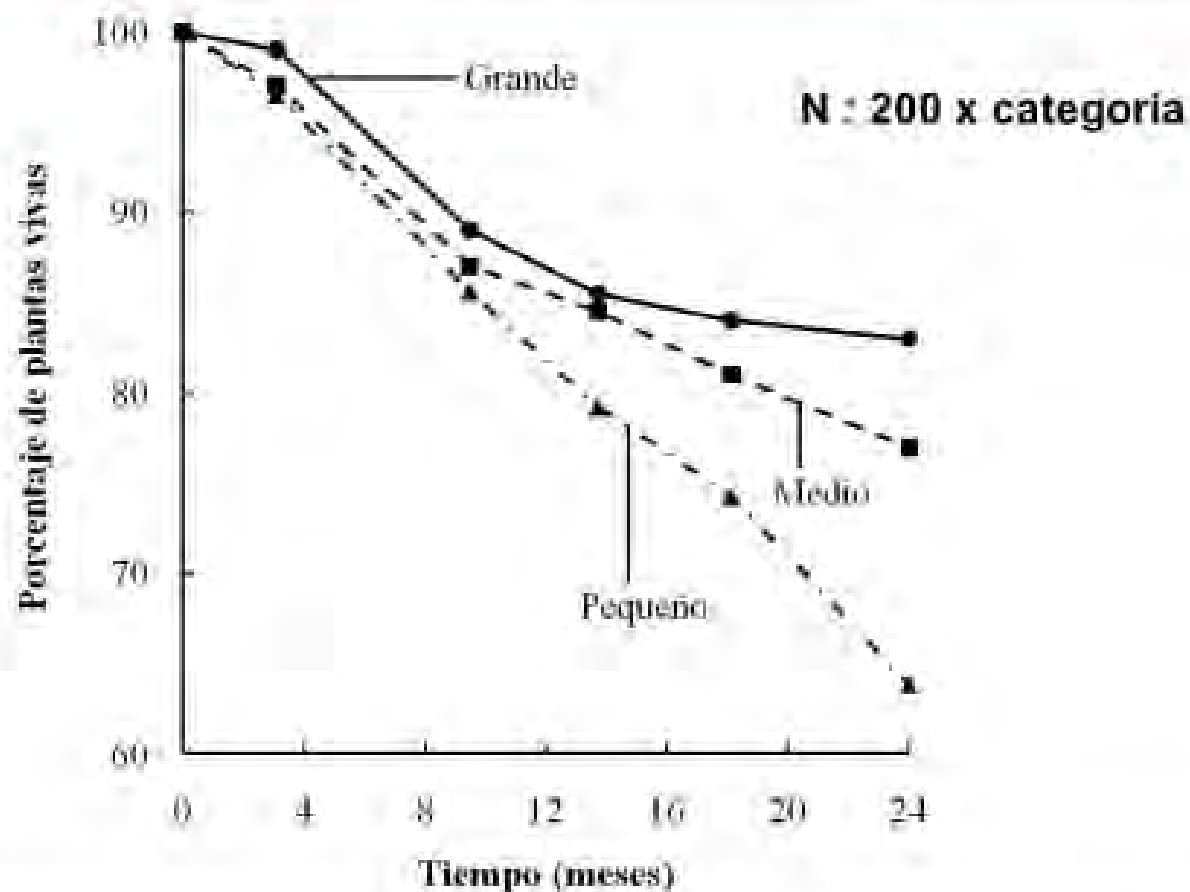


Figura 13. Efecto de la categoría de tamaño inicial sobre el comportamiento de la supervivencia de plantas jóvenes de *E. grandiflora* reubicados en pastizales de páramo a lo largo de 24 meses de estudio.

Con los individuos de *E. grandiflora* y las macollas de pajonal, también son reubicadas otras especies que aportan al enriquecimiento del área a restaurar



Hypericum sp.



Paepalanthus columbiensis



Arcytophyllum nitidum

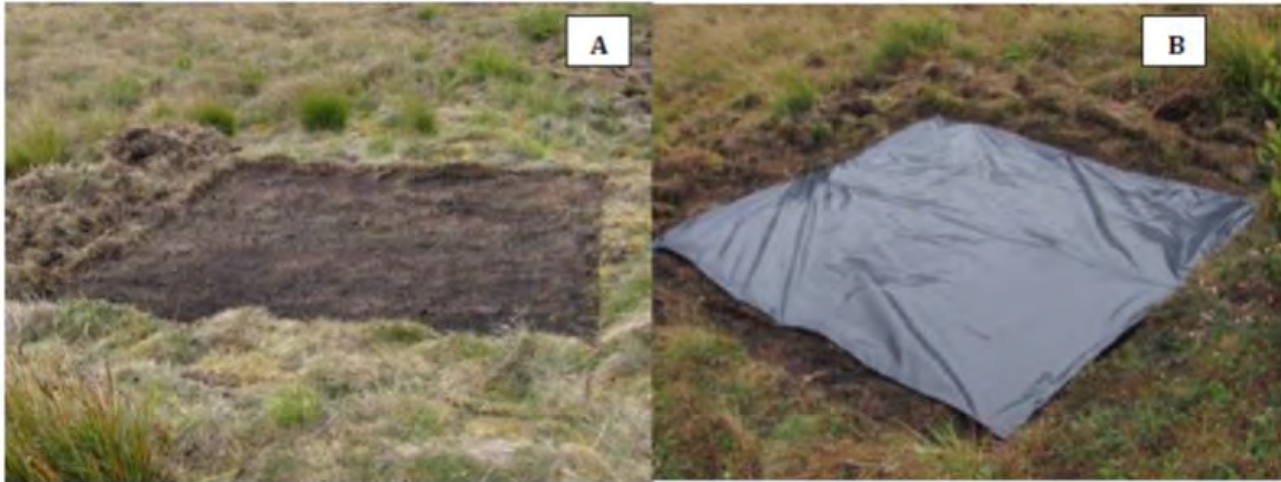
Tesis Oscar Rojas



Rojas et al. 2013



Tesis Oscar Rojas



Tesis
Felipe Castiblanco

Germinación en vivero de *Lupinus* sp. y posterior extracción y trasplante



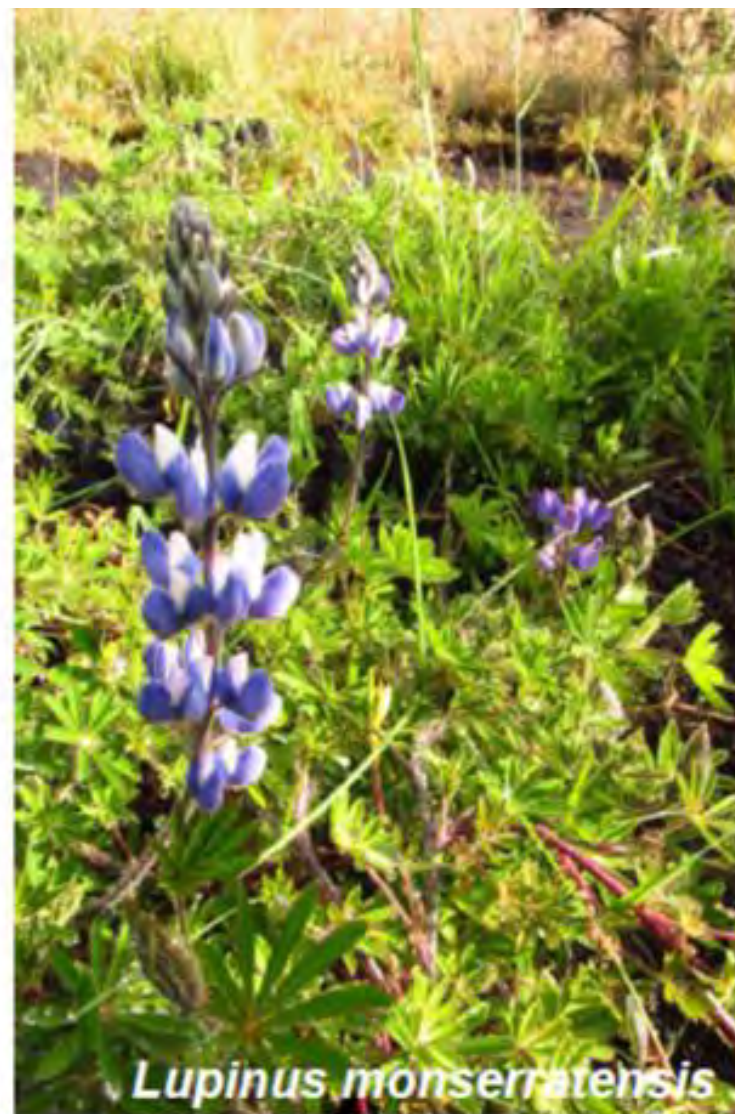


Formación de doseles

Trasplante de *Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* en las parcelas de *Lupinus sp.*



NUCLEACIONES



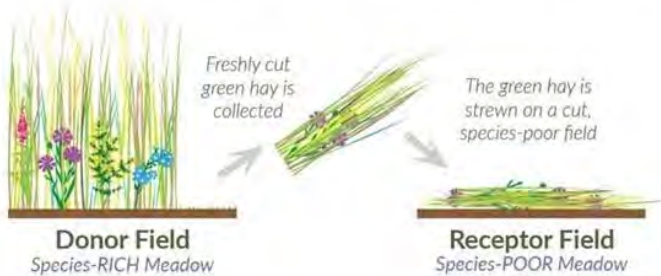
Tesis Liz Ávila



What is green hay transfer/strewing?

Freshly cut green hay from a species-rich meadow (donor field) is collected and then strewn on a cut species-poor field (receptor field), ideally on the same day.

It is a way of increasing plant diversity in the receptor field by transferring the seeds from the wild flowers & grasses growing in the donor field.



TRANSFERENCIA DE HENO VERDE

Esta técnica implica recolectar heno verde recién cortado de una pradera rica en especies (campo donante) y luego esparcirlo en un campo cortado pobre en especies (campo receptor), idealmente el mismo día. Este método es una forma de aumentar la diversidad de plantas en el campo receptor transfiriendo las semillas de las flores y pastos silvestres que crecen en el campo donante.



Invasiones de retamo espinoso





Corte de biomasa epigea

Cutting the epigeous biomass



Despeje de las zonas invadidas

Clearing areas after cutting



**Arado con tractor
(remoción biomasa hipógea)**

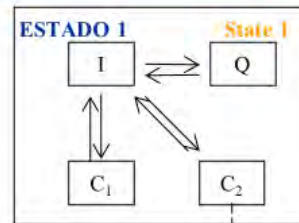
Elimination of hypogeous biommmas
by tractor plow









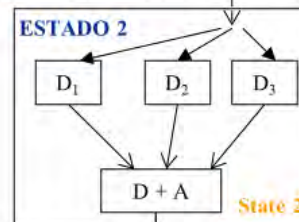


I = Invasión
 Q = Quema
 C₁ = Corte fitomasa epigea
 C₂ = Corte fitomasa epigea e hipogea

I = Invasion
 Q = Burning
 C₁ = Elimination of epigeous phytomass
 C₂ = Elimination of epigeous and hypogeous phytomass

Umbral de invasión

Invasive species threshold



D {
 D₁ = Dosel *Lupinus*
 D₂ = Dosel *Vicia*
 D₃ = Dosel *Vicia* + *Lupinus*

D = Canopies of herbs

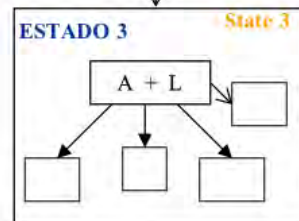
A = Arbustos A = Bushes

Umbral climático

Climate threshold

Sequía + Heladas

Droughts + Frosts



A + L = Arbustos + Leñosas arbustivas

A + L = Bushes + Woody shrubs

Umbral

Threshold



P = Mosaico de parches en matrices de regeneración natural

P = Patches of natural regeneration within matrices

PLANTACIONES DE PINOS





Figura 26. Plantaciones de *Pinus patula* en el páramo

PLANTACIONES DE PINOS





***Smilax*
*pyramidalis***



Lupinus bogotensis



Bosques de *Polylepis quadrijuga*





Fragmentación y pérdida de hábitat

Erosión y contaminación





Río Chisacá

Propagación de *Polylepis quadrijuga*



Proyecto Yagual – Terra Integrity

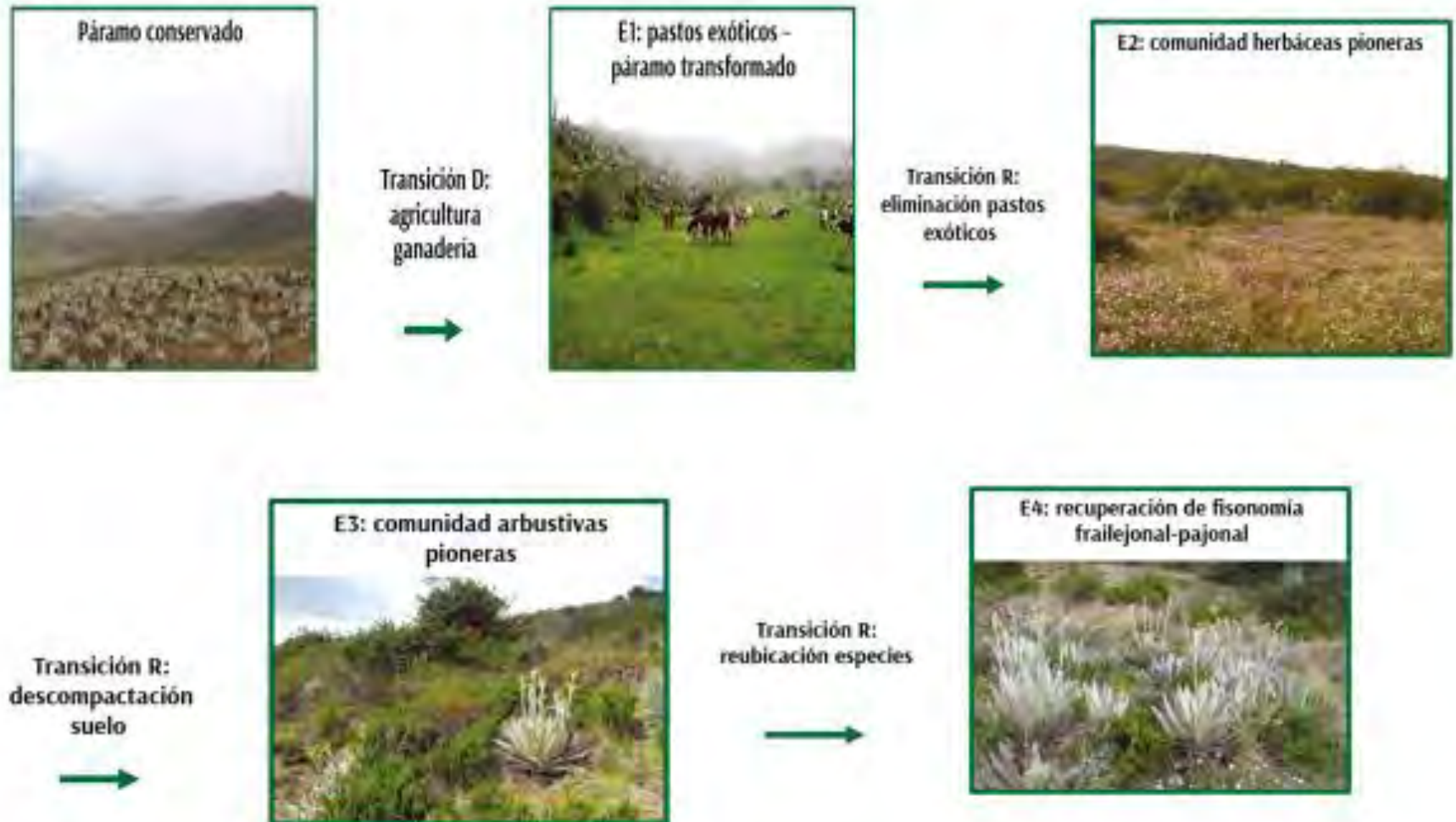
Bosques de *Escallonia myrtilloides*

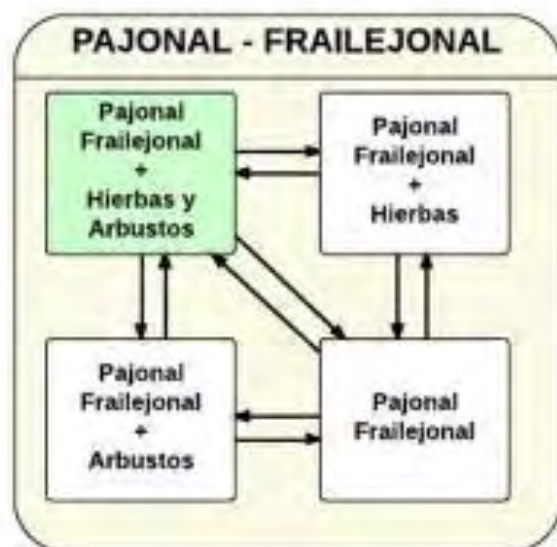


REVEGETALIZACIÓN



ESTADOS Y TRANSICIONES





T0

Degradación por pastoreo y
agricultura



T1 →





T2

Descompactación



T3





T4

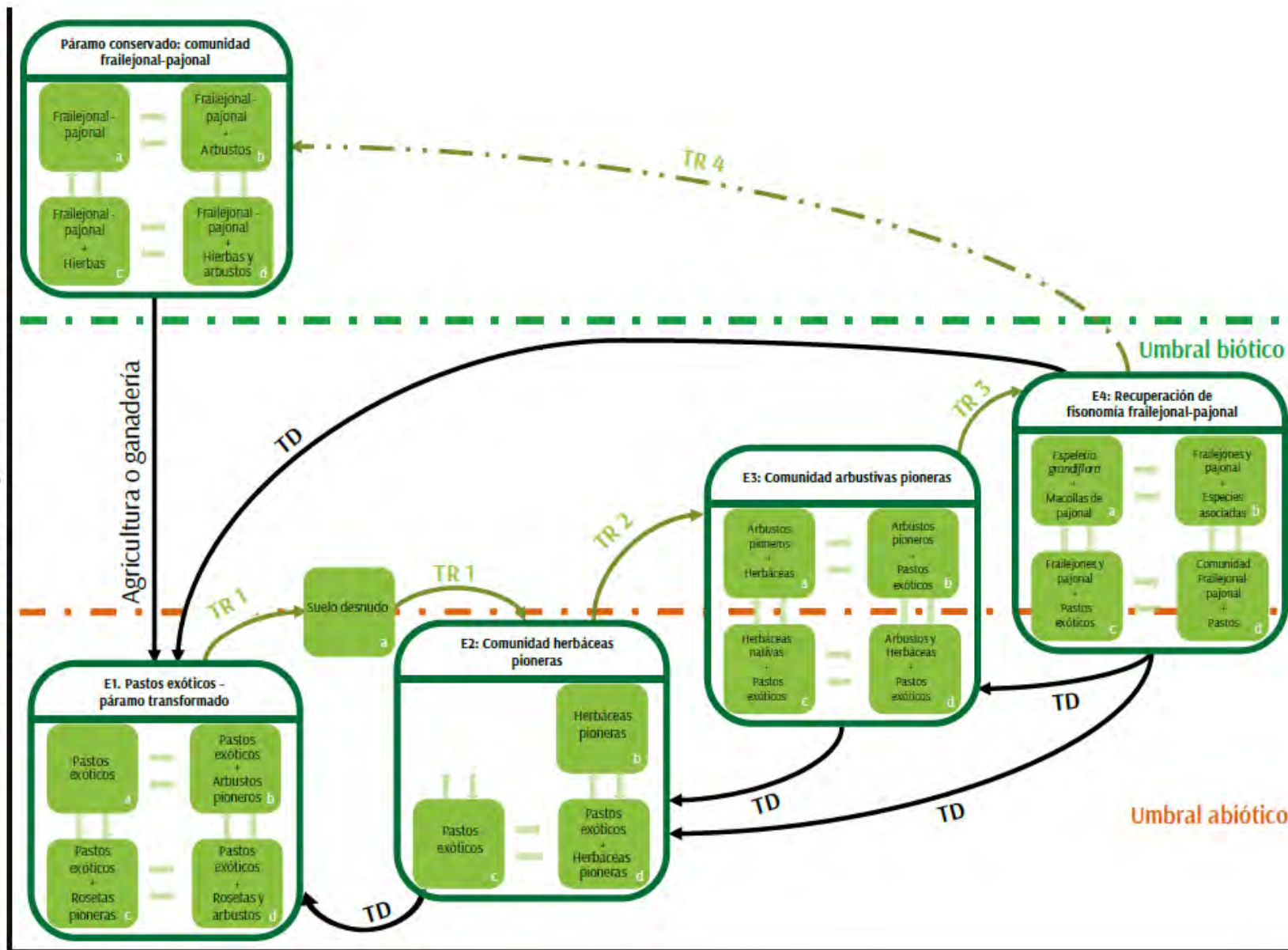
**Enriquecimiento y Manejo
de la regeneración de pastos
exóticos**



Múltiples parámetros del ecosistema
estructura – composición – función

+

-



Tiempo

Bases ecológicas y sociales para la restauración de los páramos

ORLANDO VARGAS-RÍOS (EDITOR ACADÉMICO)



Grupo de Restauración Ecológica
Departamento de Biología
Facultad de Ciencias
Sede Bogotá



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

GRACIAS POR SU ATENCION

