Estrategias para el desarrollo de modelos de Estados y transiciones

Raul Peinetti
UNLPam

MODELOS de E&T

- Representación abstracta y simplificada de la realidad

- Objetivo comprender el funcionamiento y predecir la dinámica temporal

- Propósito de los modelos de E&T es la toma de decisiones de manejo

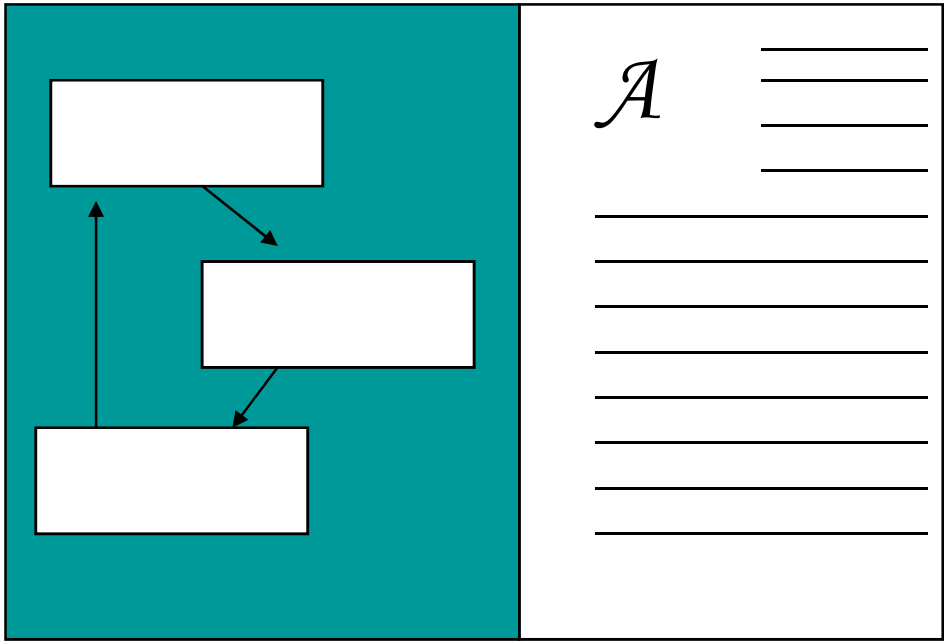
CARACTERISTICAS de los MODELOS de E&T

Los ***Estados*** son las entidades del modelo que representan comunidades vegetales

Las ***Transiciones*** representan transformaciones de las comunidades que determinan la dinámica del modelo

Diagrama de Estados y Transiciones

Documento descriptivo

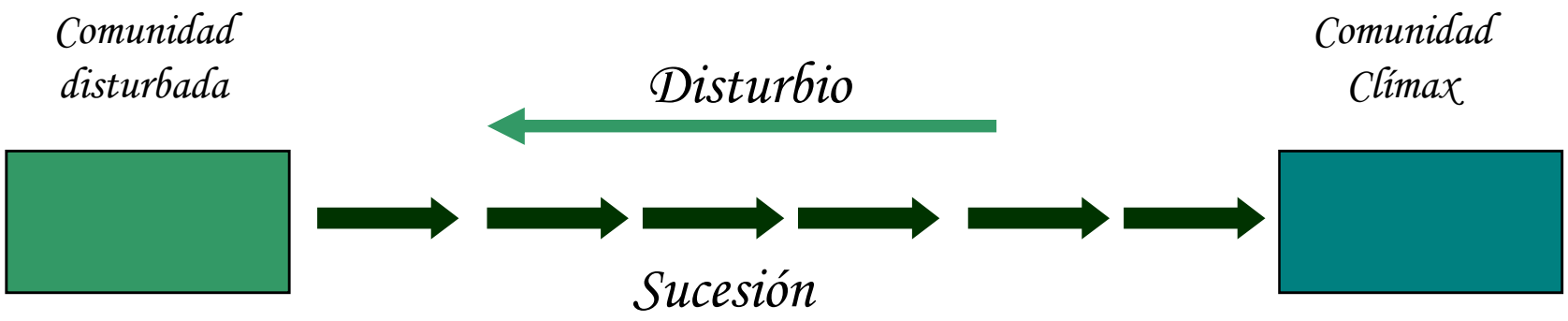


Modelos conceptuales simples basados en datos experimentales, experiencia y observación

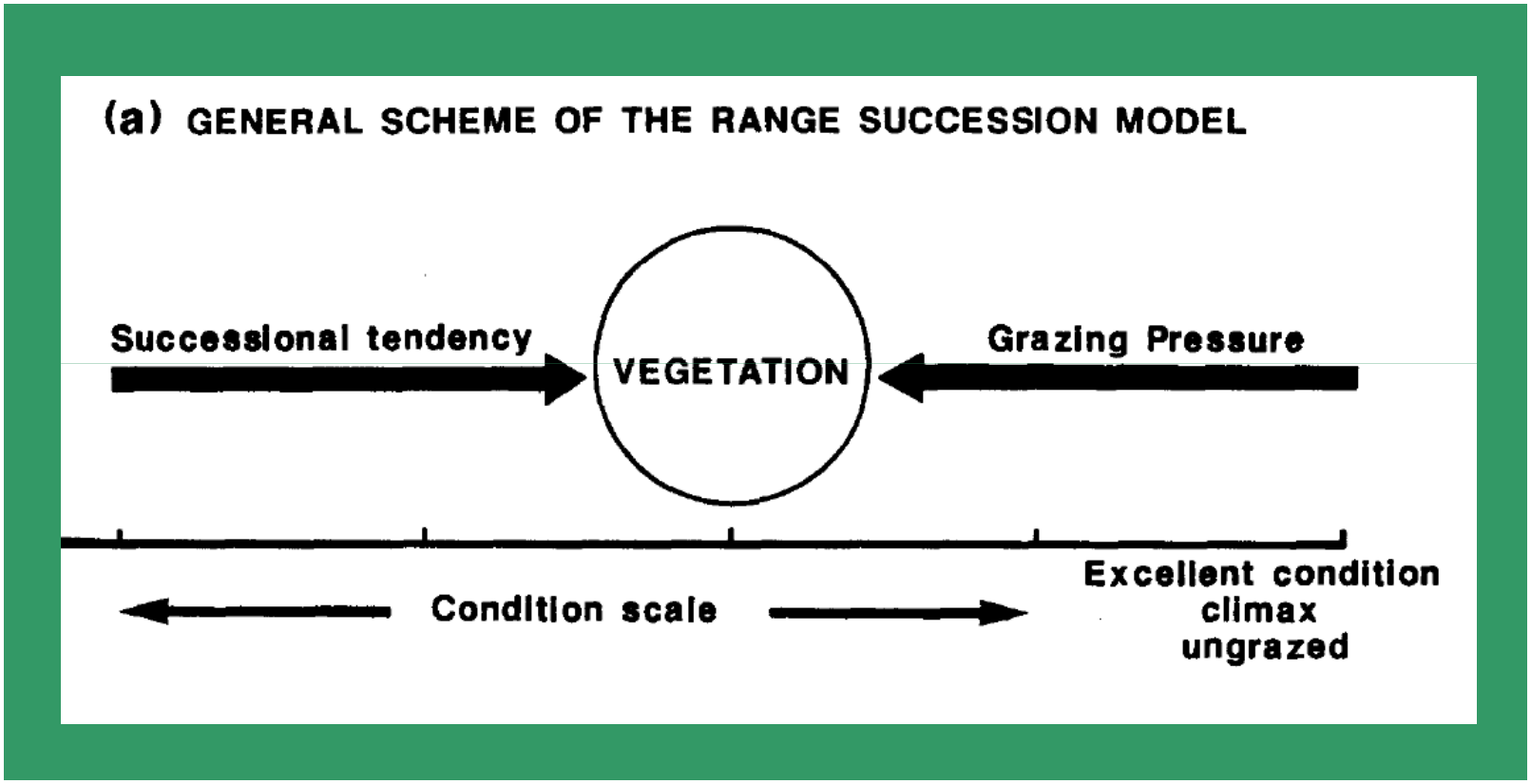
Antecedentes
MODELOS de Sucesión Ecológica

Paradigma de la sucesión unidireccional *(Clements ~1910-1930)*

- Basado en la **interaccion de especies** (competencia y facilitación)
- Supuesto que los sistemas ecológicos tienden al **equilibrio**



Sucesión Unidireccional
Manejo de Pastizales



Westoby, M., B. H. Walker, and I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42:266–274.

Sucesión Unidireccional
Limitaciones

1.El modelo no se corresponde con las respuestas observadas

- *Sucesiones que no siguen un trayectoria continua*
- *Respuestas a disturbios no reversibles*

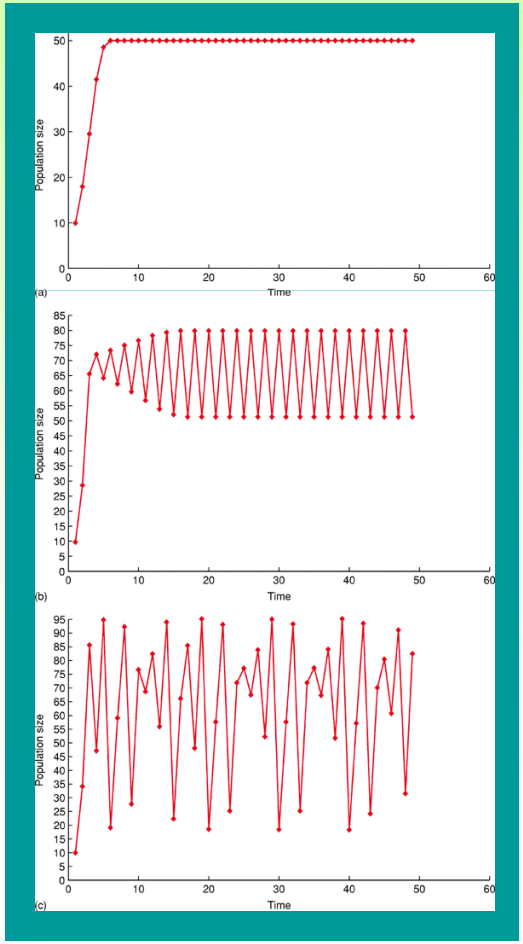
2. La interacción entre especie es insuficiente para explicar la sucesión

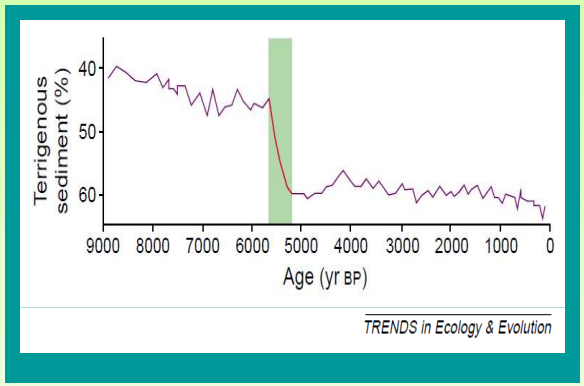
- *Factores abióticos*
- *Eventos aleatorios o de baja frecuencia*
- *Cambios irreversibles*

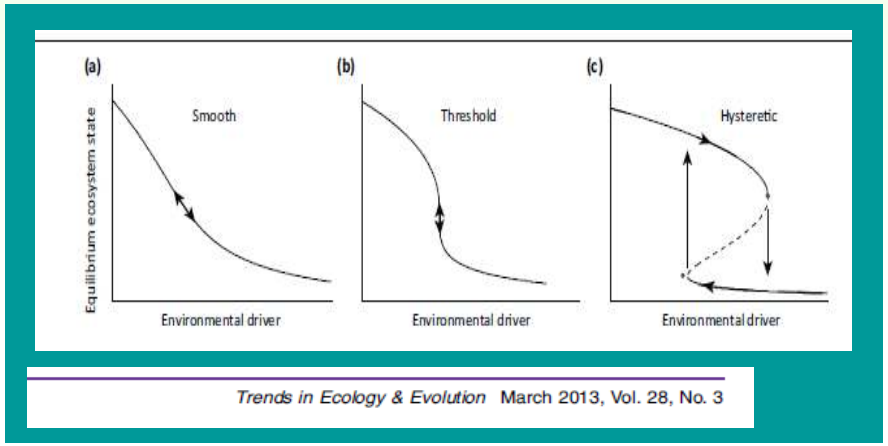
Sucesión Unidireccional – Sistemas en Equilibrio

Dinámica de sistemas ecológicos es más compleja

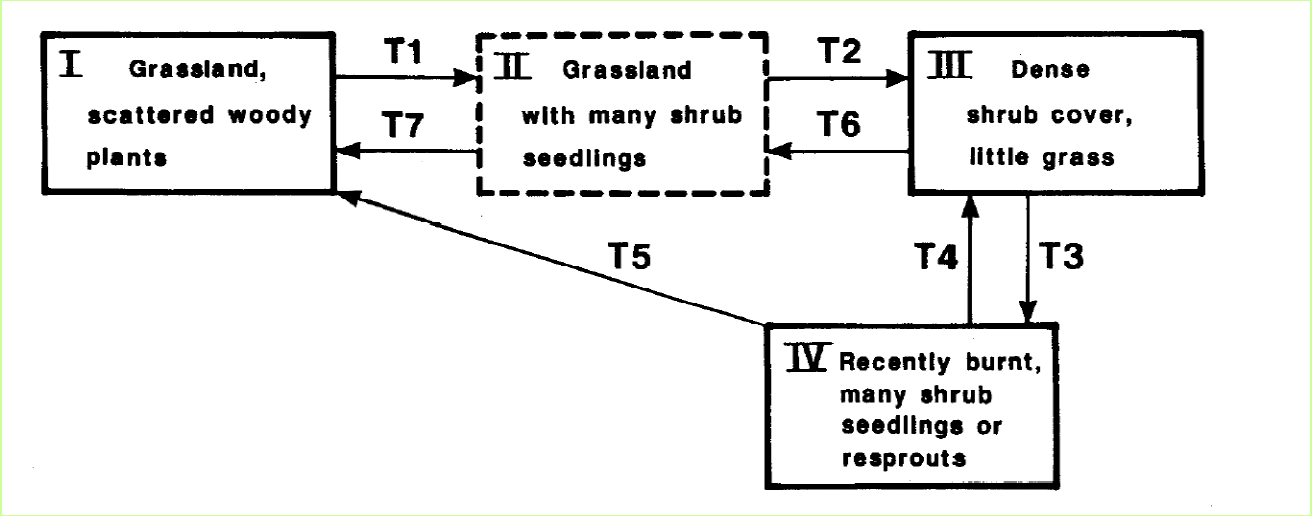
- Dinámica no lineal
- Estados alternativos
- Sistemas inestables
- Transiciones irreversibles
- Umbrales
- Cambios de régimen







Sucesión no lineal o discontinua
Modelos de E&T

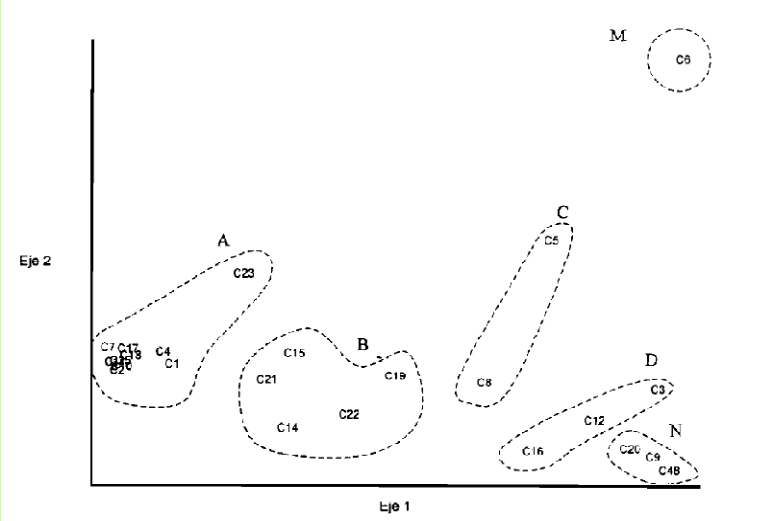


Los primeros modelos eran representaciones informales de la dinámica de comunidad basadas en conocimiento de expertos

Westoby, M., B. H. Walker, and I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42:266–274.

Evolución de los Modelos de E&T

Los modelos se tornan más cuantitativos



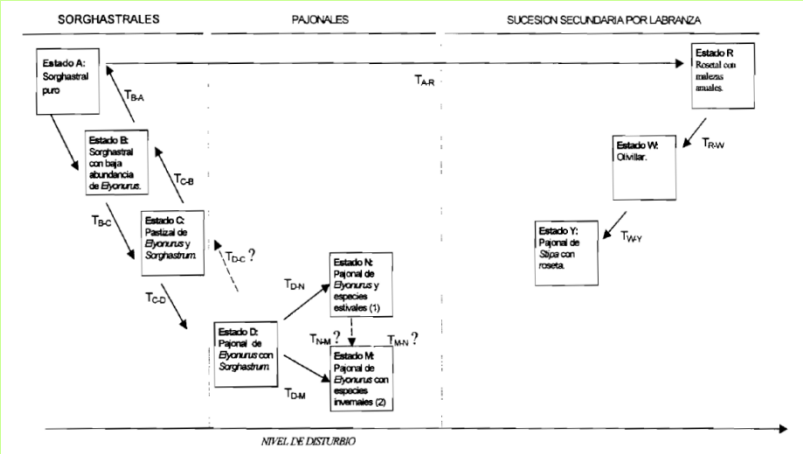


Tabla 3. Catálogo de estados para los pastizales de *Sorghastrum* del área medanosa central de San Luis. Datos entre paréntesis: cobertura aérea por especie.

Estado A. Sorghastral puro.
Estado prístino. *Sorghastrum pellitum* es la especie dominante (>40 %). Otras especies presentes: *Schizachyrium condensatum* (<5%) y *Elyonurus muticus* (<5 %).

Estado B. Sorghastral con baja abundancia de *Elyonurus*.
Disminuye la importancia de *Sorghastrum*, la cual sigue siendo la especie dominante (30-20 %). Otras especies presentes: *Schizachyrium* (5-10 %) y *Elyonurus* (5-10 %).

Estado C. Pastizal de *Elyonurus* y *Sorghastrum*.
Aumenta la importancia de *Elyonurus* (10-15%) mientras decae la de *Sorghastrum* (10-15 %).

Estado D. Pajonal de *Elyonurus* con presencia de *Sorghastrum*.
Elyonurus alcanza a ser dominante (10-30 %) superando a *Sorghastrum* (5-10%). También incrementa su importancia *Schizachyrium* (>10%).

Estado N. Pajonal de *Elyonurus* y especies estivales (*Schizachyrium*).
Elyonurus continúa como dominante (10-30 %) pero con *Schizachyrium* (>10%) como especie asociada sobre *Sorghastrum* (< 5%).

Estado M. Pajonal de *Elyonurus* y especies invernales (*Piptochaetium napostaense*).
Elyonurus es dominante (10-30 %) pero con *Piptochaetium* como especie asociada (>10%). *Poa ligularis* alcanza una presencia significativa (< 5%).

Estado R. Rosetal con malezas anuales.
Estado que inicia la revegetación de pastizales arados. *Cenchrus pauciflorus* (15-20%) y *Panicum urvilleanum* (15-20%) son las especies dominantes acompañadas por malezas anuales. El mantillo es escaso (<10%) y existe una importante proporción de suelo desnudo (25-35%).

Estado W. Olivillar.
Hyalis argentea (olivillo) es la especie dominante (>35%).

Estado Y. Pajonal de *Stipa tenuissima* con roseta.
Stipa tenuissima es la especie dominante (15-20%), acompañada por *Cenchrus* (10-15%) e *Hyalis* (10-15%) como especies subdominantes.

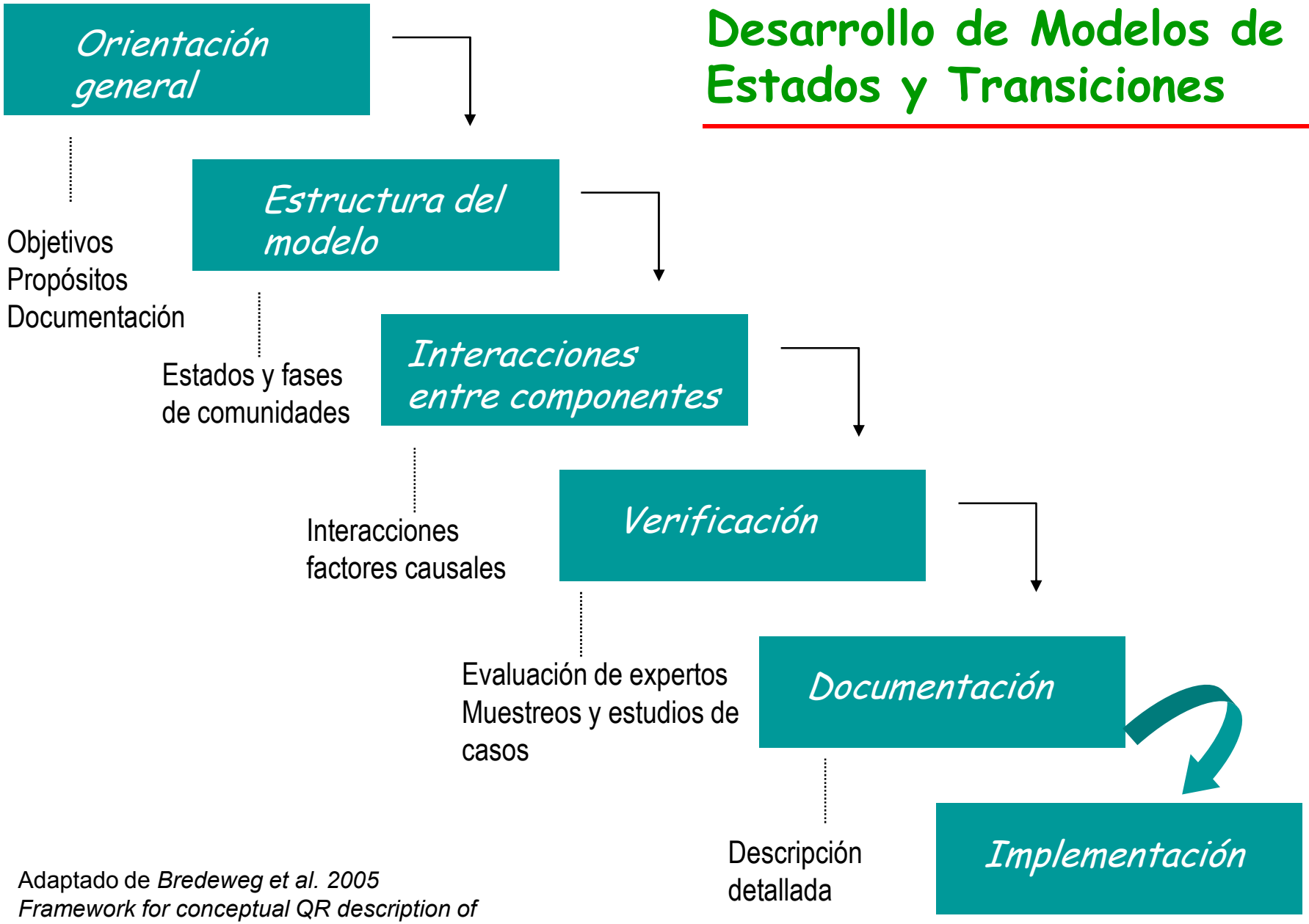
Aguilera *et al.*, 1988..

Evolución de los Modelos de E&T

Modelos actuales

- Basados en Procesos Ecológicos
- Incorporan elementos de la Teoría de Sistema
- Orientados a decisiones de Manejo Integral y Adaptativo

Desarrollo de Modelos de Estados y Transiciones



Adaptado de *Bredeweg et al. 2005*
Framework for conceptual QR description of case studies

Orientación general

Revisión Bibliografica

Datos de SIG

Información Histórica

Muestreos de Baja Intensidad

Desarrollo de conceptos sobre estados y dinámica de la vegetación

Conocimiento Empírico

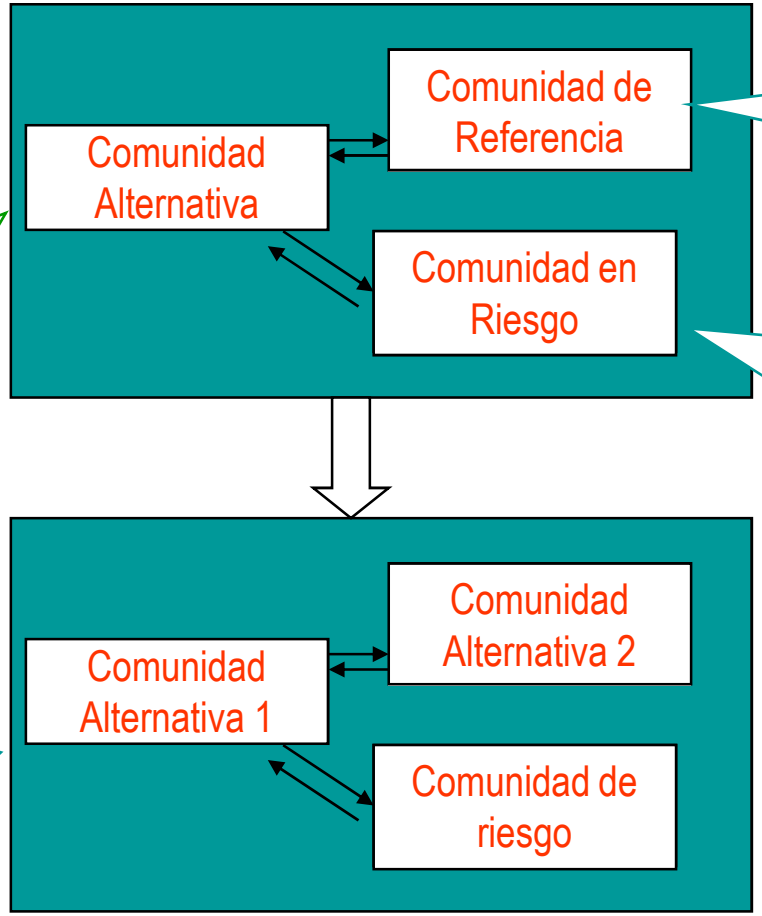
Opinión de Expertos

Limites físicos del modelo

SITIOS ECOLOGICOS

Estructura del modelo

Estado de referencia. Se define de manera operacional como el estado según el cual es posible derivar los otros estados del sistema.



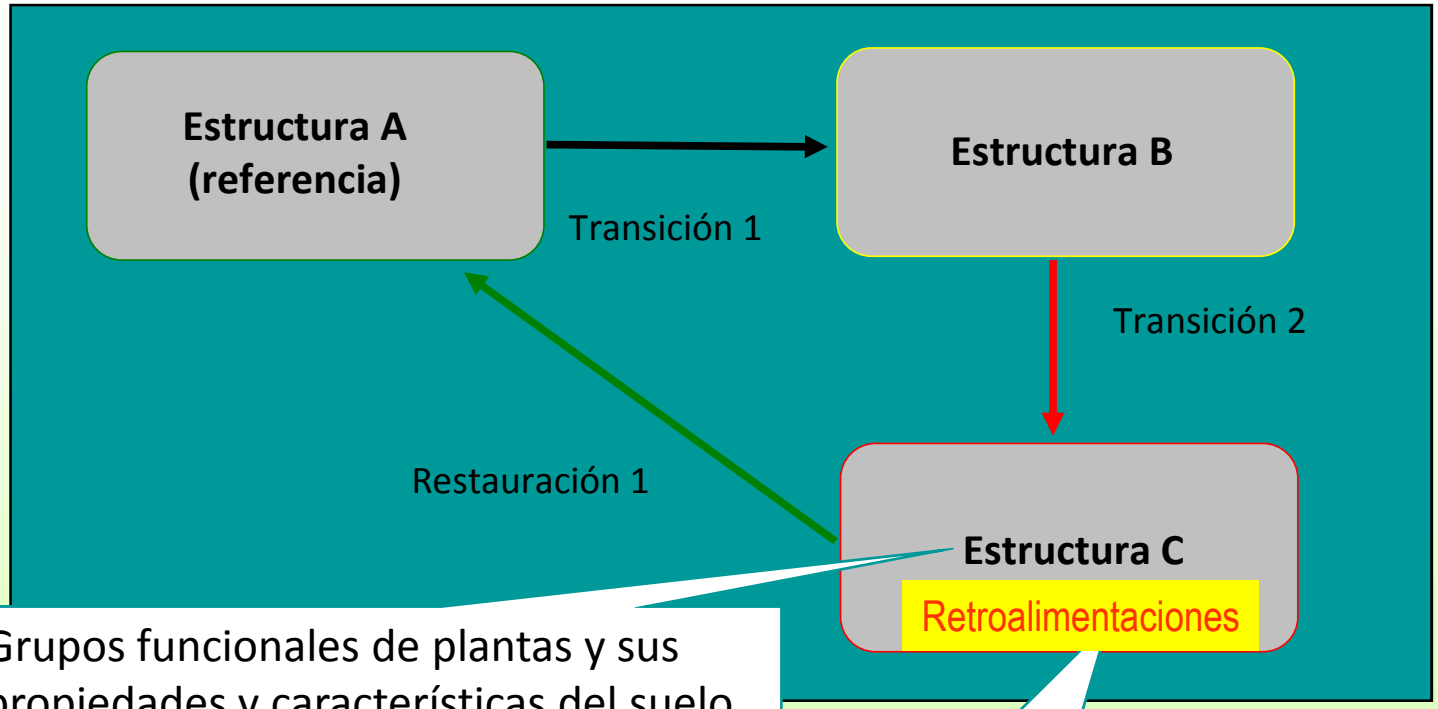
Exhibe propiedades de resiliencia del estado.

Vulnerable a la transición a un estado alternativo

***Estado alternativo*.** Derivado de otro estado producto de transiciones irreversibles

Briske et al., 2008, Bestelmeyer et al., 2010

Estructura del modelo



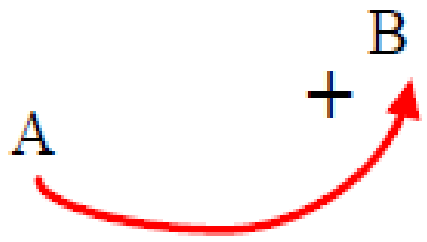
Grupos funcionales de plantas y sus propiedades y características del suelo importantes que gobiernan procesos claves

Procesos controlados por propiedades del estado que mantienen los grupos funcionales.

Briske et al., 2008, Bestelmeyer et al., 2010

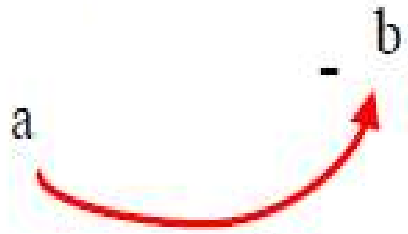
Retroalimentación positiva

El sistema invierte en si mismo, lo cual produce un continuo incremento

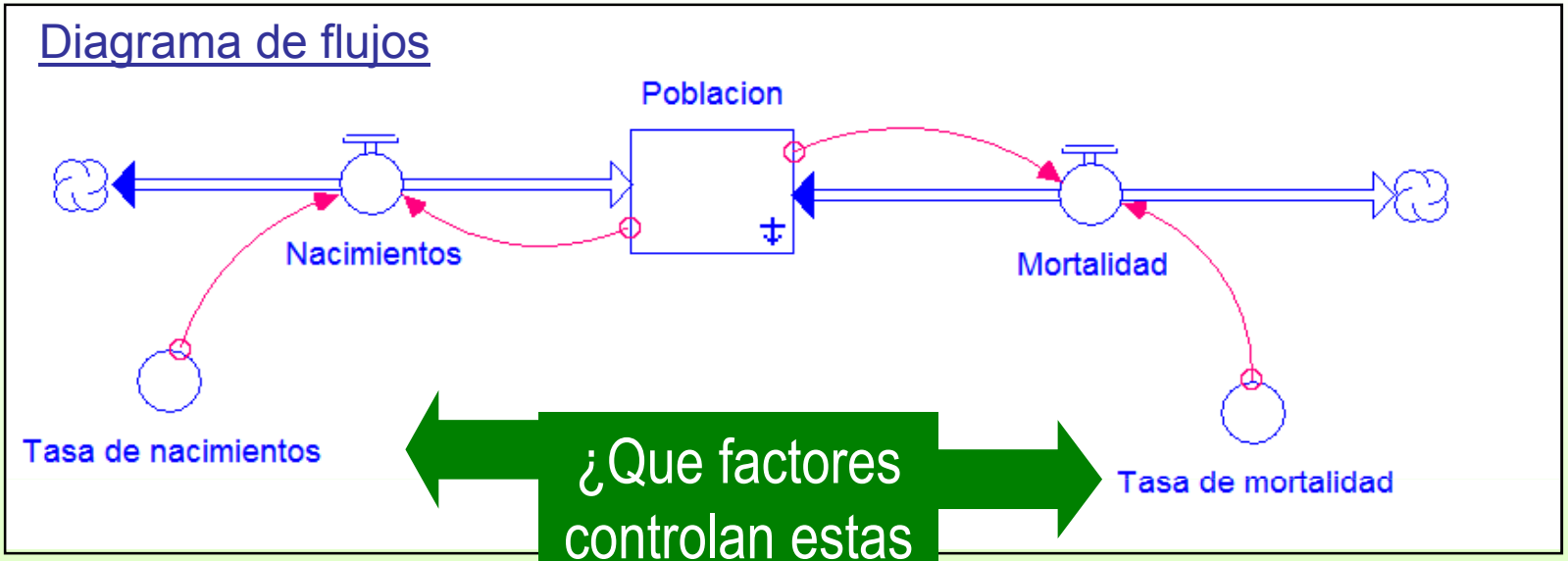


Retroalimentación negativa

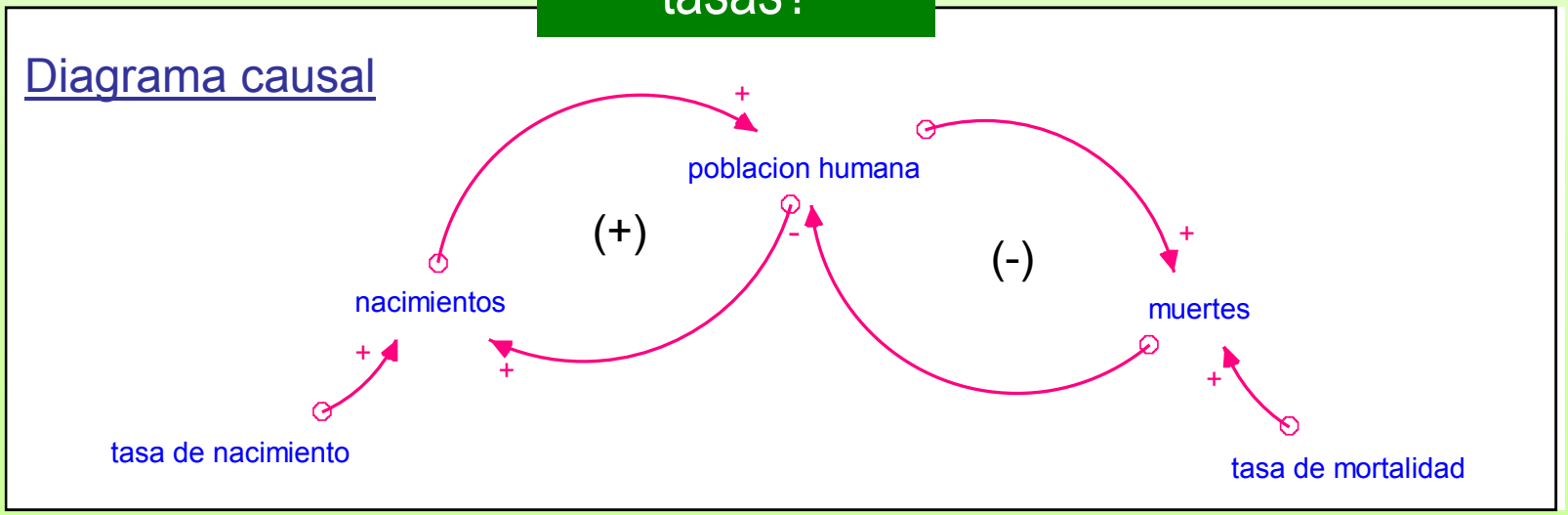
Actúa balanceando el impacto de disturbios externos



Procesos básicos de persistencia del estado



¿Que factores controlan estas tasas?



Interacciones entre componentes

Cambios de Fases | **Cambios de Estados**

Transiciones

Reversibles

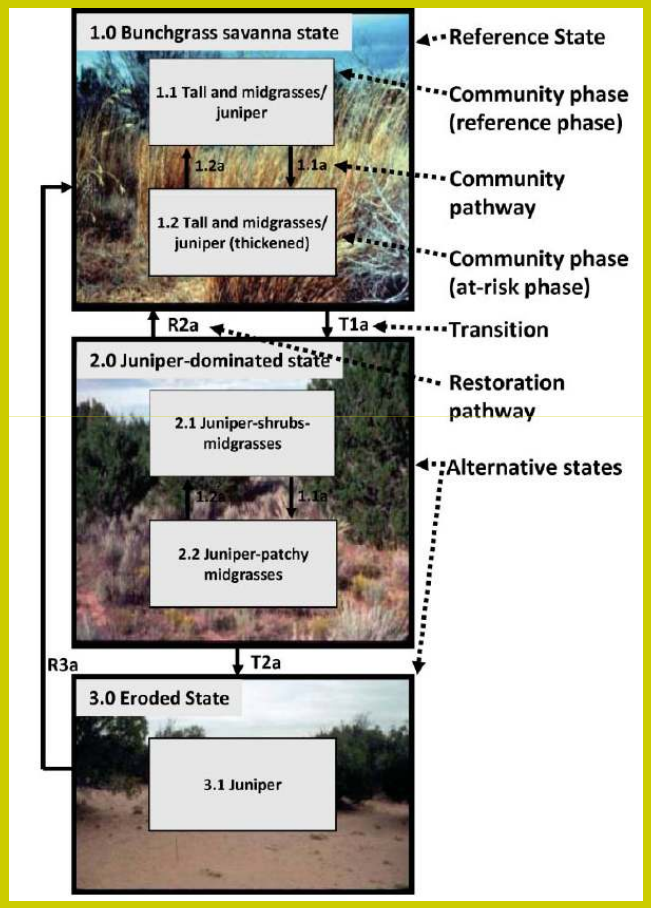
Irreversibles

Elementos del modelo

- *Procesos y mecanismos que favorecen la persistencia de la comunidad*
- *Opciones de manejo para promover comunidades deseadas*

- *Variables lentas y disparadores*
  Variables de control, condiciones y eventos que de manera separada o combinada altera la estructura de retroalimentacion,
- *Umbrales*
  Estructura o valores de variables de estado que indican cambios irreversibles en retroalimenaciones y procesos
- *Restauración*
  Tecnologías para modificar estructura y retroalimentaciones promover cambios de estado

Verificación



1. Estandarización

Consistencia interna y lógica

Verificación cuantitativa de los estados

2. Comportamiento

Correspondencia con la realidad

Revisión crítica por usuario potenciales

3. Especificad espacial

Sitios ecológicos

Documentación

Sitios ecológicos de aplicación

Estado de referencia. Descripción general de estructura y función

Fases de comunidades del estado de referencia. Descripción de Composición y Manejo

Transición. Variables y disparadores

Umbrales. Variables indicadoras

Estado alternativo y fases de comunidades del estado.

Restauración. Acciones para promover transición

Box 1. Legend for the Deep Sand Savannah state-and-transition model in Figure 2. The text description is simplified; more detail can be added in complete models.

1.0 Warm-season bunchgrass (reference state):
Diagnosis and indicators: High perennial grass foliar cover (>40%), tall grass foliar cover >10%. One-seed juniper foliar cover <20% and trees <4 feet tall. Surface soil stability >4.
Feedbacks and ecological processes: Organic matter inputs and effects on soil structure allow for high seasonal soil water availability and herbaceous production. Grass-fueled fires prevent juniper dominance.

1.1 Warm-season tall and mid grasses (reference phase): Juniper foliar cover <5%, with most trees <2 feet. Canopy gaps[1] <8%.

1.2 Warm-season mid and tall grasses with increasing juniper cover (at-risk phase): Juniper foliar cover 5–20%, most trees <4 feet. Canopy gaps >8% and fuels are adequate to carry fire.
Management: Maintain high herbaceous cover to promote organic matter inputs and facilitate fire frequencies that limit juniper establishment and growth (fire return interval of 10–15 years).

Transition 1a
Slow variables and triggers: Continuous year-long stocking that maintains perennial grass foliar cover below that needed to carry fire at least once every 10–15 years and that limits litter inputs for maintenance of soil organic matter levels.
Threshold: With lack of fire, junipers exceed 4 feet tall and fire mortality rates decline.

2.0 Juniper-dominated state
Diagnosis and indicators: Juniper foliar cover >20% and height is generally >4 feet. Herbaceous foliar cover can be up to 45% but tall grass foliar cover is <5%. Surface soil stability <3.
Feedbacks and ecological processes: Junipers increasingly dominate use of soil water, resulting in decreasing herbaceous production and decreasing organic matter inputs, contributing to reductions in soil water availability to grasses and increased soil erodibility.

2.1 One-seed juniper–shrubs–warm-season mid grasses: Understory shrubs are common. Canopy gaps 7–15% and basal cover 5–10%.

2.2 One-seed juniper–patchy warm season mid grasses (at-risk phase): Understory shrubs are rare. Canopy gaps increasing (15–30%) and basal cover reduced (<4%). Increased soil erodibility.
Management: Grazing management to maintain understory shrub and herbaceous production and ground cover. When possible, prescribed burning or other brush management treatments are used to limit juniper and promote herbaceous cover.

Restoration pathway R2a
Juniper removal using herbicide or individual tree pushing/masticating coupled with reduced stocking rates to allow increased grass and litter production. If mechanical control is used, tractors should have rubber tires to minimize soil surface disturbance.

Transition 2a
Slow variables and triggers: Persistence and increases in juniper cover within this state cause a decrease in shrub understory and herbaceous cover and production. This leads to increasingly large bare gaps and reduced organic matter, which promote soil erosion.
Threshold: Low basal cover (<4%) and extensive soil movement preclude natural reestablishment of herbaceous and shrub understory species.

3.0 Eroded state
Diagnosis and indicators: Juniper foliar cover >30%, herbaceous foliar cover usually <10%. Surface soil stability <2.0, canopy gaps >30%, basal cover <4%, and bare ground >40%. Common evidence of wind and water erosion.
Feedbacks and ecological processes: Junipers monopolize available soil water and extensive, connected bare ground areas facilitate soil erosion, both processes inhibit recovery of herbaceous and shrub understory species. Organic matter inputs reduced, accelerating decreases in soil surface stability and wind and water erosion.
Management: Forage is usually insufficient for grazing use; soil surface disturbance should be minimized.

Restoration pathway R3a: Juniper removal using herbicide and management to minimize soil surface disturbance. Herbaceous recovery may take several decades or longer.

[1]The percentage of a line length with canopy gaps >200 cm.

Practical Guidance for Developing State-and-Transition Models

By Brandon T. Bestelmeyer, Kendra Moseley, Pat L. Shaver, Homer Sanchez, David D. Briske, and Maria E. Fernandez-Gimenez

Implementación

1. Transferencia

¿Quiénes serán los usuarios del modelo?

2. Aplicación

¿Cómo debería ser usado?

¿El modelo es suficientemente explícito?

3. Revisión

¿Los resultados del manejo son los esperados?

¿Las hipótesis y supuestos del modelos se corresponden con las observaciones?