



VIII CONGRESO NACIONAL
SOBRE MANEJO DE PASTIZALES
IV CONGRESO DEL MERCOSUR SOBRE
MANEJO DE PASTIZALES NATURALES

SIMPOSIO
MODELOS DE ESTADOS Y TRANSICIONES

Dardo R. López

Estación Forestal INTA-Villa Dolores
(EEA Manfredi)

lopez.dardor@inta.gob.ar





VIII CONGRESO NACIONAL
SOBRE MANEJO DE PASTIZALES
IV CONGRESO DEL MERCOSUR SOBRE
MANEJO DE PASTIZALES NATURALES

*Sitios Ecológicos y Modelos de Estados y
Transiciones:
Complejidad espacio-temporal, aplicaciones y
perspectivas futuras.*

Dardo R. López

Estación Forestal INTA-Villa Dolores
(EEA Manfredi)

lopez.dardor@inta.gob.ar



Modelos de Estados y Transiciones



Lenguaje en común:

-concepto, criterios, indicadores → Esquemas simple



SISTEMATIZAR INFORMACIÓN



Mejorar el **CONOCIMIENTO** sobre el funcionamiento de los **ECOSISTEMAS**



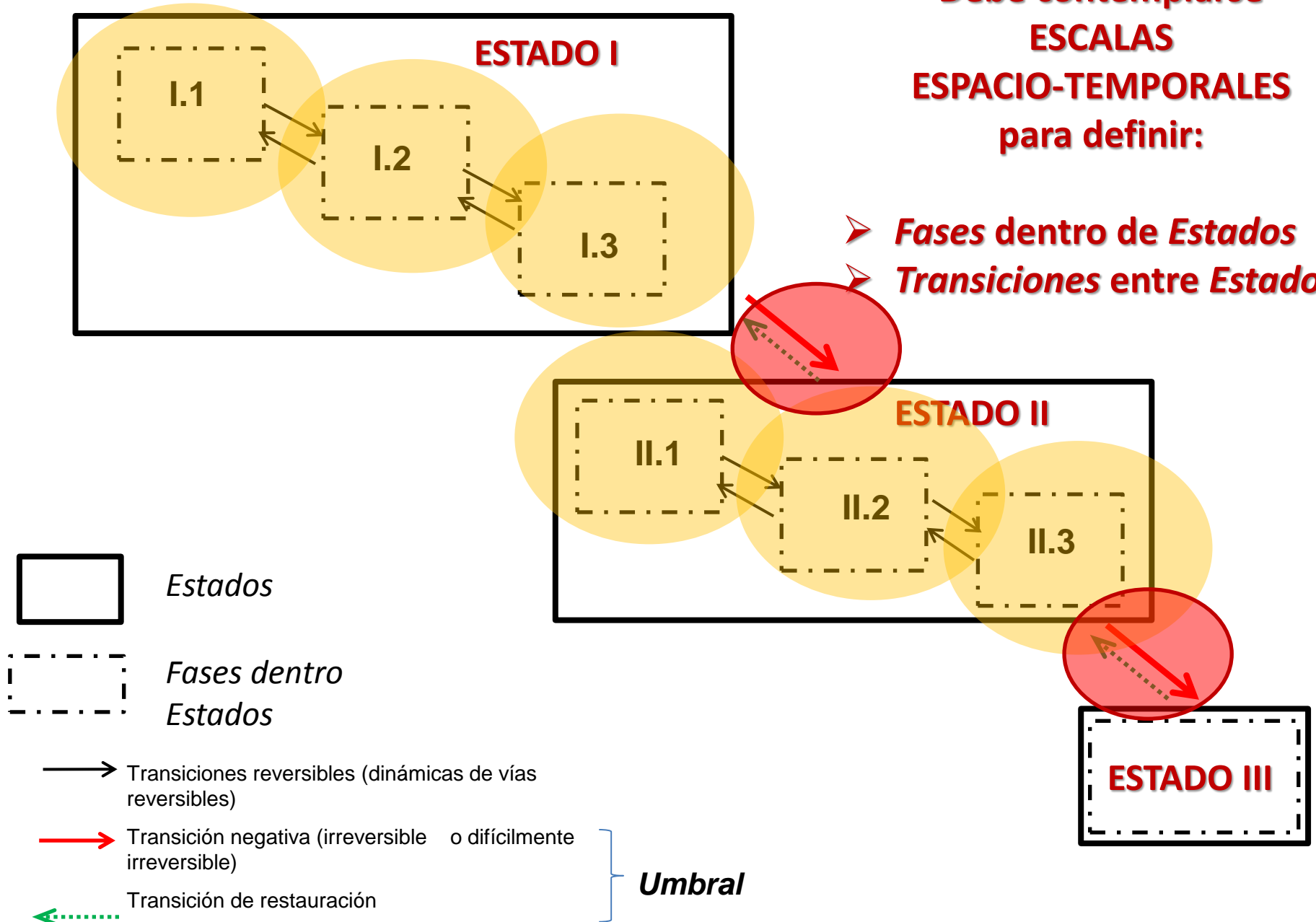
Trasmitirlo e interactuar con tomadores de decisiones y manejadores de campos



Esquema básico de un ME&T

Debe contemplarse
ESCALAS
ESPACIO-TEMPORALES
para definir:

- *Fases dentro de Estados*
- *Transiciones entre Estados*



Tópicos a abordar en la charla

- ✓ Dinámicas espacio-temporales → METs
- ✓ Base de datos EDIT para construir METs
(contemplando interacción entre escalas)

DINÁMICAS ESPACIO-TEMPORALES



Dinámica de FASES dentro de ESTADOS

Dinámica de FASES dentro de un mismo ESTADO

✓ **Ciclo natural**

Año seco

Equilibrio dinámico

Año normal

Marzo 2007

Marzo 2008

Cambios en la estructura y composición de la vegetación

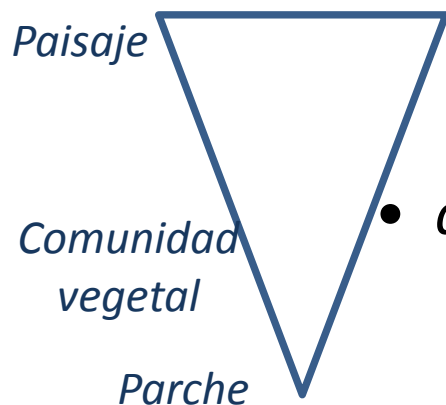
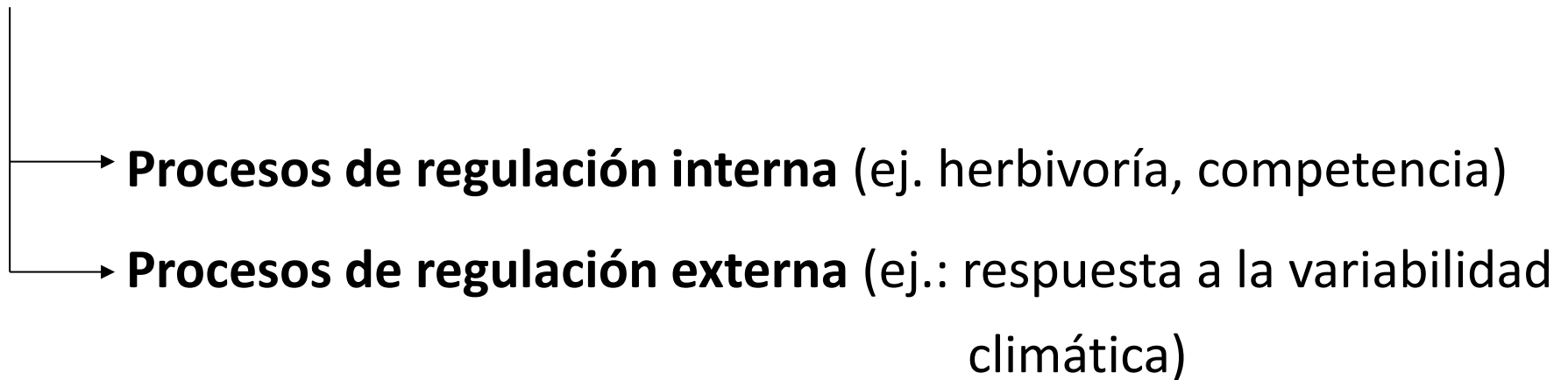
Villagra et al. (2009). Productividad de sistemas ovinos en dos zonas diferentes del Monte Austral- APA (INTA EEA Bariloche)

Dinámica de *Fases* dentro *ESTADO* asociada al *manejo*



ESTADO en Equilibrio dinámico

- una comunidad vegetal está regulada por una combinación de dinámicas asociados a:



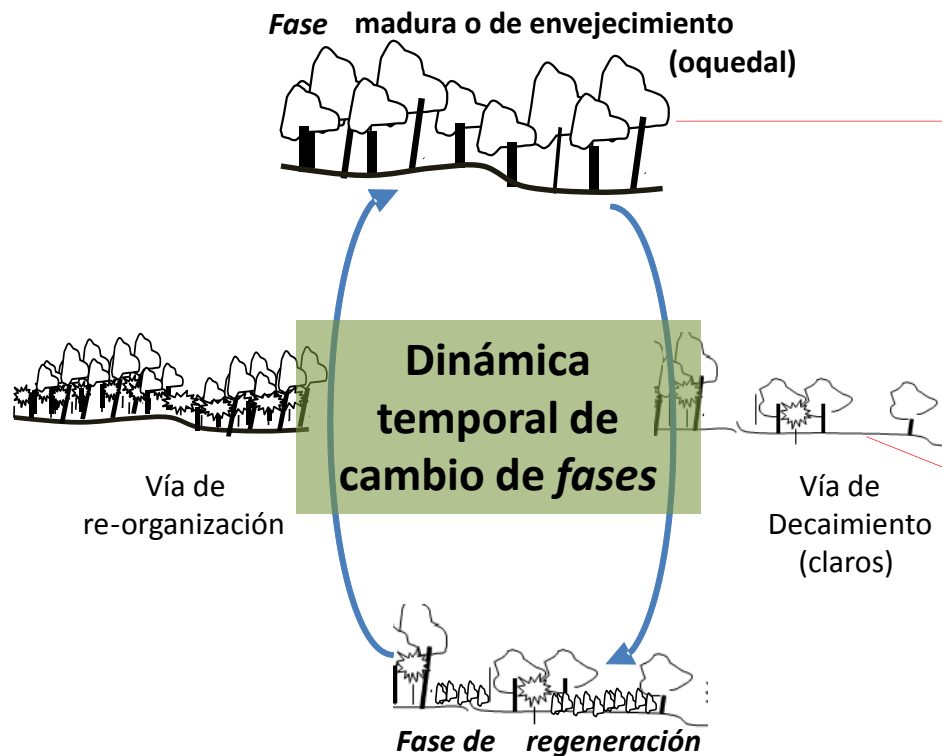
- *qué opera a **distintas escalas espaciales y/o temporales** (Briske 2003, 2005; López et al. 2011)).*

Un ESTADO de REFERENCIA del ecosistema se asocia con una dinámica espacio-temporal con cambios de la comunidad vegetal (*fases*)

Chaco Árido: bosques xerófitos

A) ESCALA de PARCHE
(rodal – claro)

B) ESCALA de COMUNIDAD
(mosaico de parches)



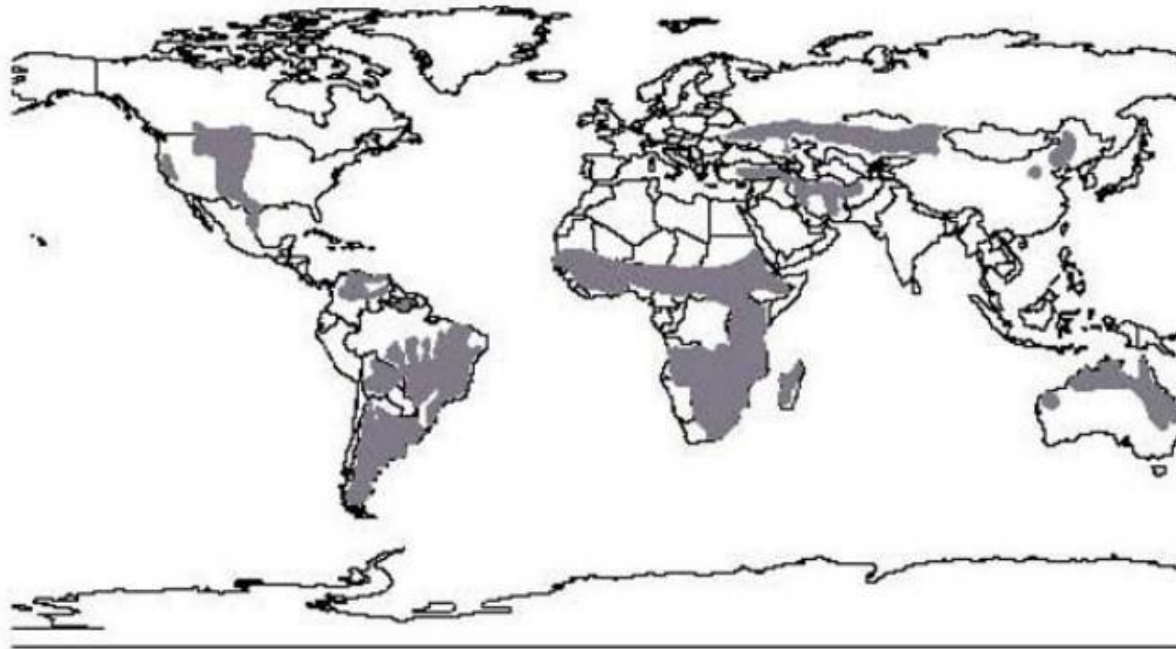
Pero QUÉ OCURRE cuando....

Dinámicas naturales a escalas espacio-temporales amplias

✓ El caso de...

ocurrencia natural de fuegos/incendios

El fuego como parte de la dinámica del ecosistema



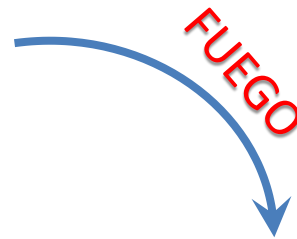
Distribución aprox. de “rangeland” con ocurrencia de fuegos (praderas templadas, estepas, arbustales , sabanas arbustivos y arbóreas) (van Etten, 2011)

INCENDIOS NATURALES



El fuego modula la dinámica del ecosistema





**Esto representa
DEGRADACION????**

**¿Cambios de
ESTADOS????**



**DINAMICAS a ESCALAS
ESPACIO-TEMPORALES AMPLIAS**

ESCALA TEMPORAL “de largo plazo”

Cuándo se asocia a...

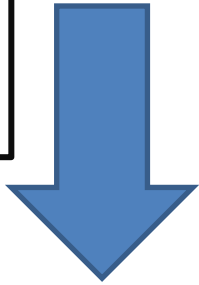
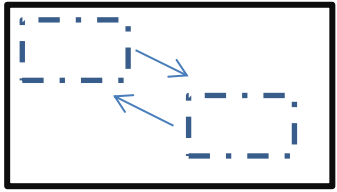
**Cambios de FASES dentro
del mismo ESTADO**

Cambios de ESTADOS

ESCALAS TEMPORALES "largo plazo"

asociado a

Cambio de FASES dentro de ESTADO



Recuperación
(dinámica natural)

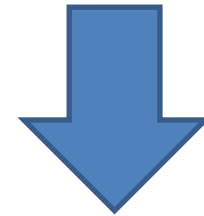
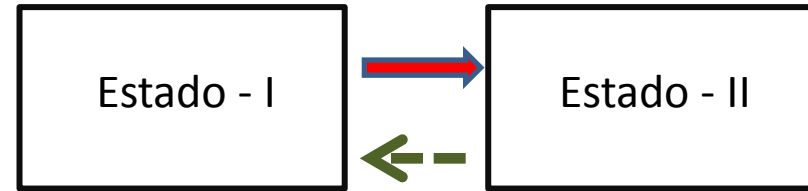


Integridad
Ecológica



Legado biofísico

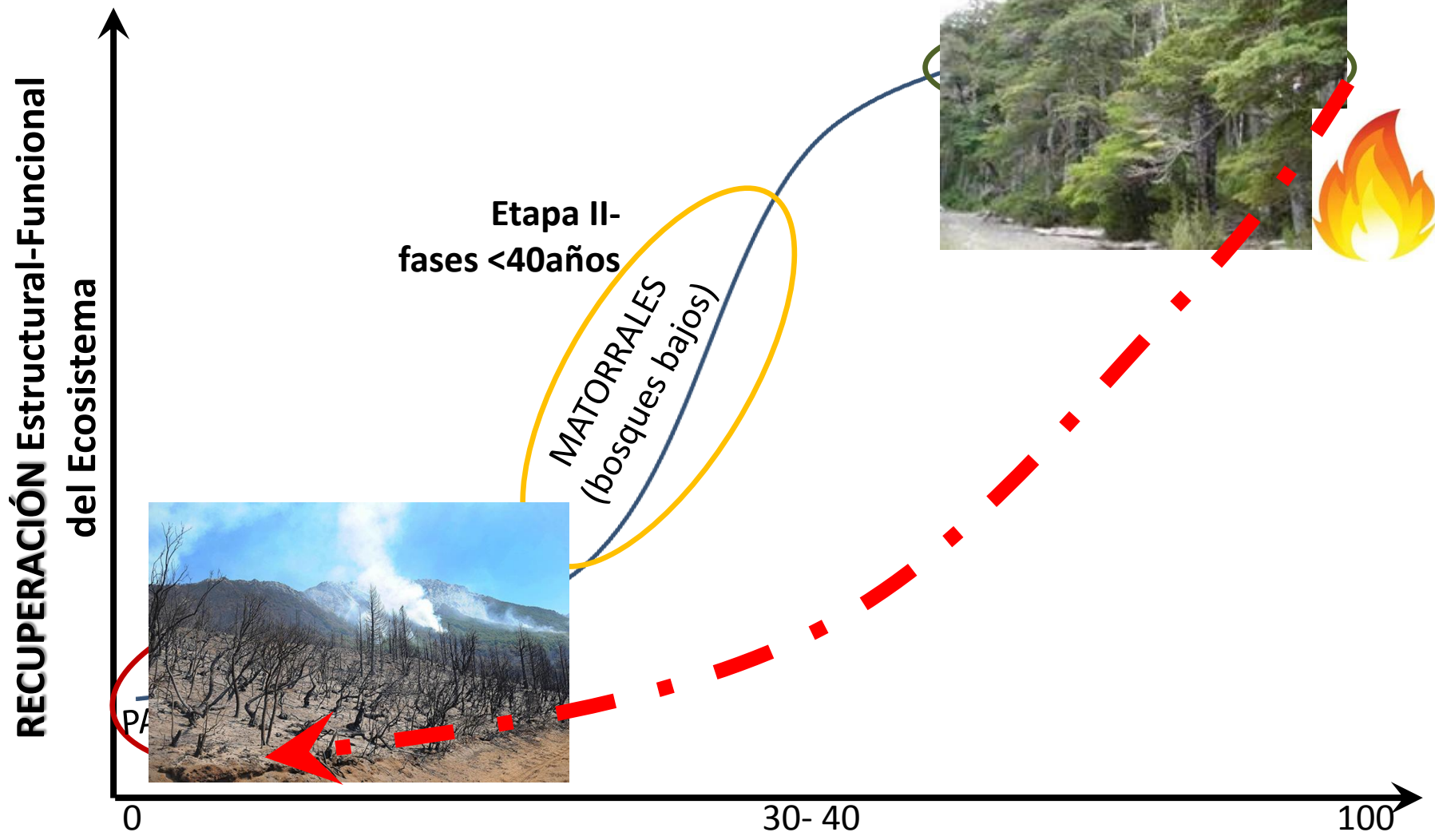
Cambio de ESTADOS



Cruce de Umbral:

- Degradación
- Restauración o Rehabilitación

ECOSISTEMAS con CICLOS de FUEGO NATURAL: ej. en Bosque Mixto, Patagonia Andina

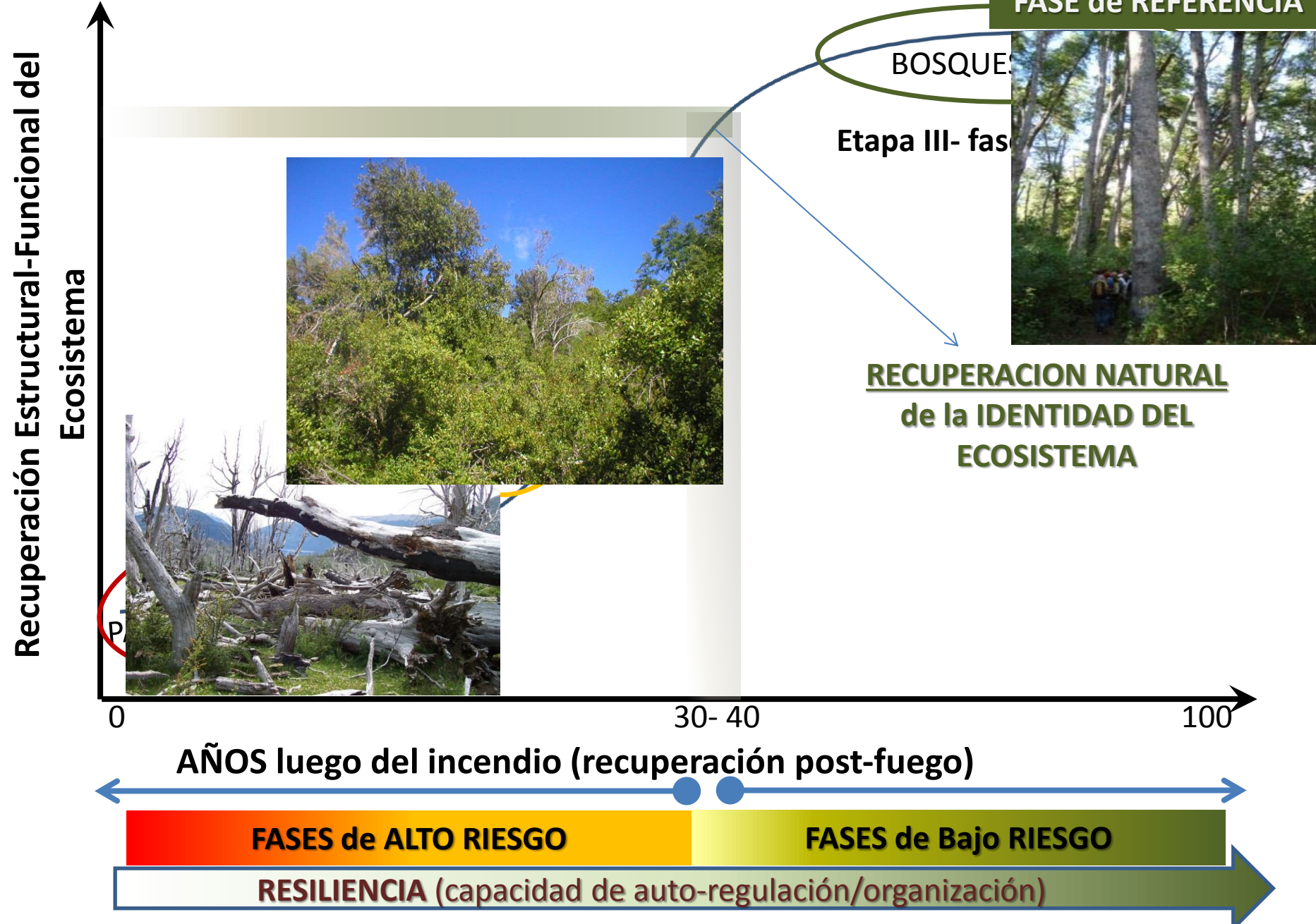


¿Diferentes Estados o diferentes fases del mismo Estado?

¿Cuál es la Comunidad de referencia del Estado?

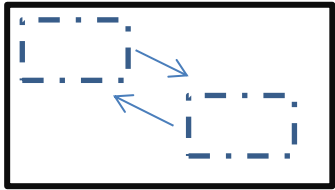
ECOSISTEMAS con CICLOS de FUEGO NATURAL: ej. en Bosque Mixto- Patagonia Andina

Cavallero et al. (2015). EcolInd

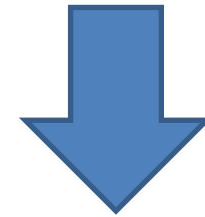
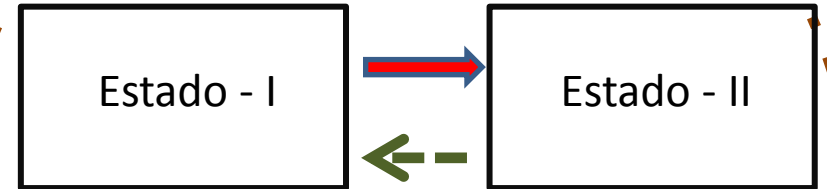


ESCALAS TEMPORALES
asociado a

**Cambios de FASES dentro
de ESTADO**



Cambios de ESTADOS



Umbral Crítico:

Degradación

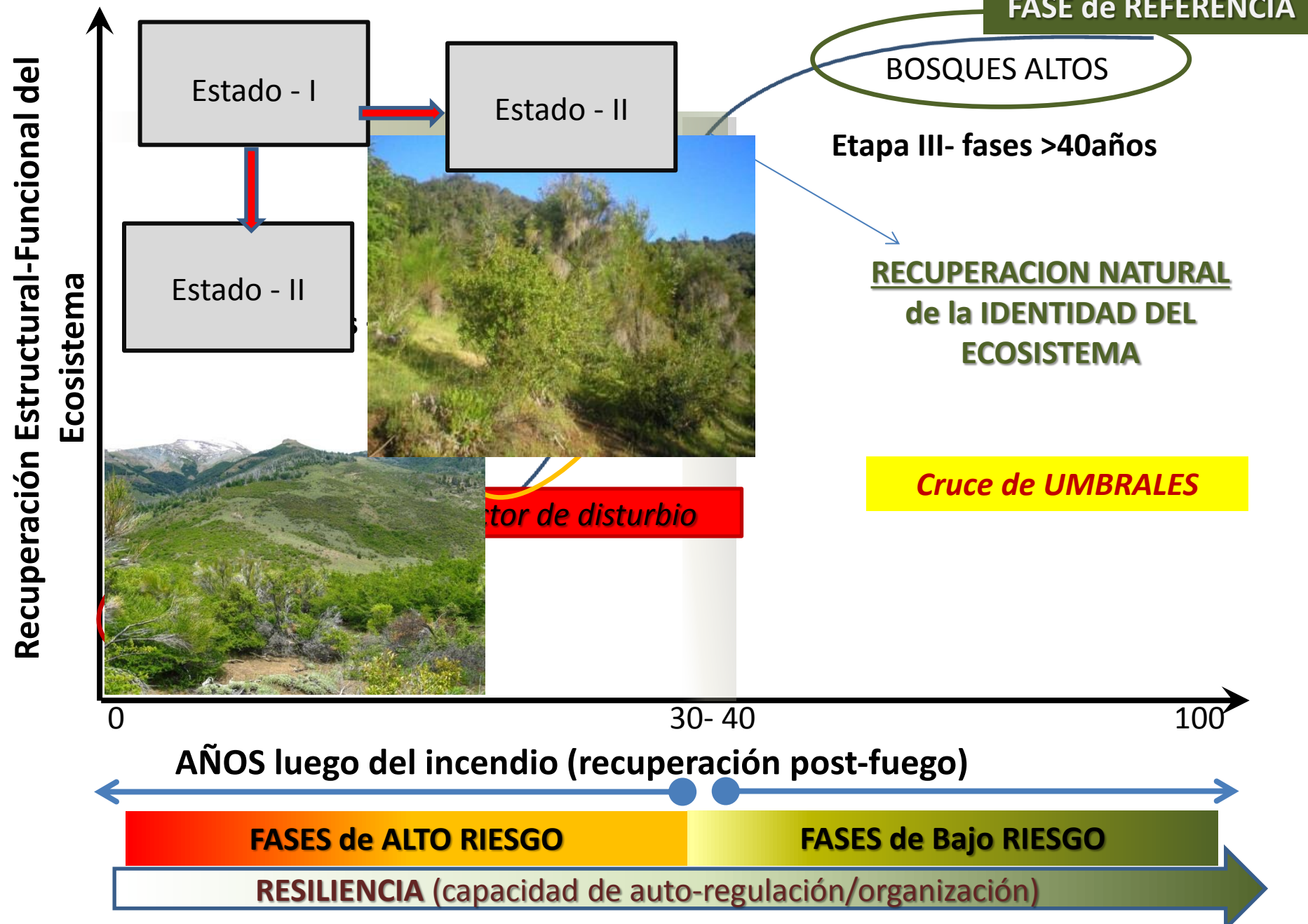
Restauración

Rehabilitación



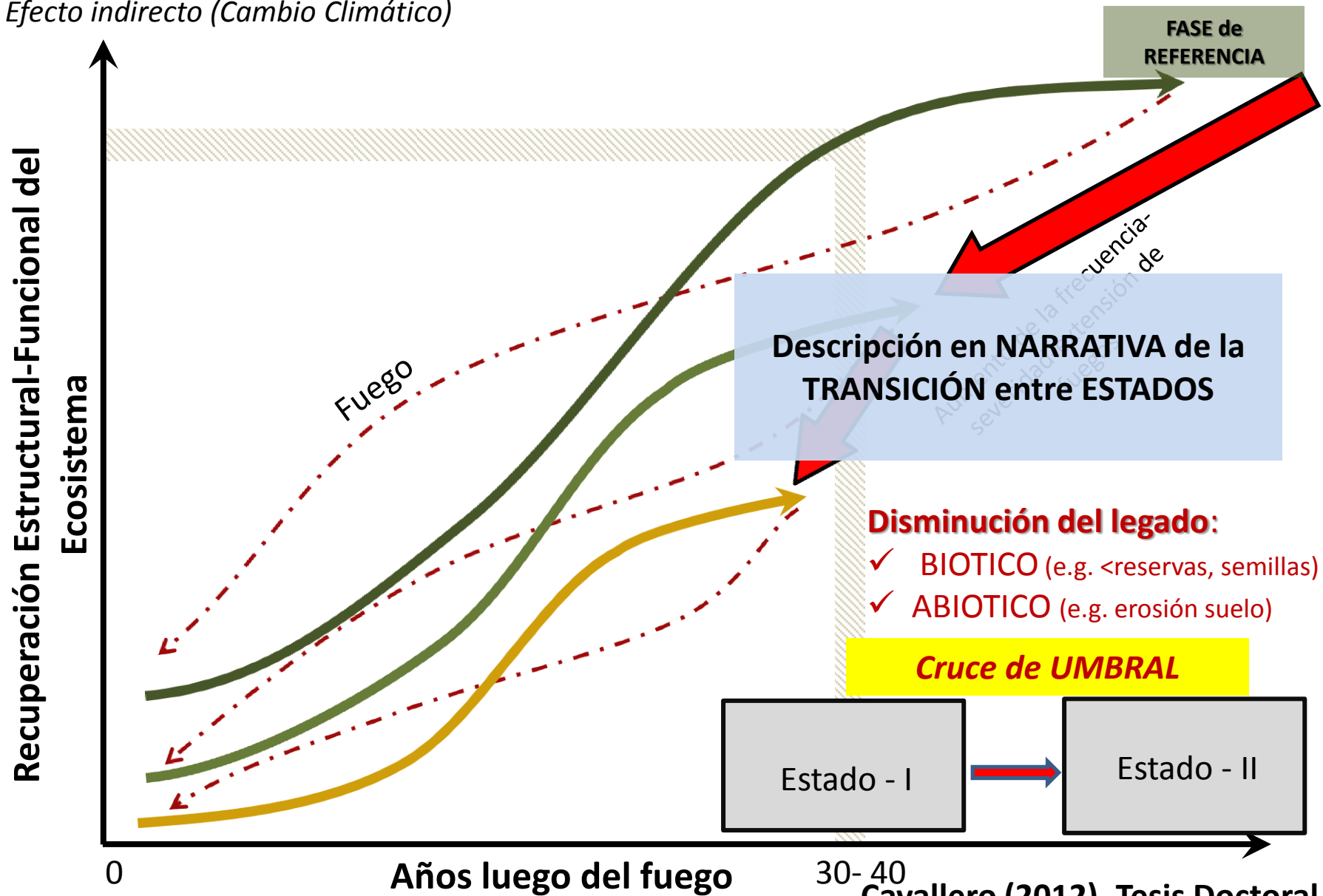
ECOSISTEMAS con CICLOS de FUEGO NATURAL: ej. en Bosque Mixto- Patagonia Andina

Cavallero et al. (2015). EcolInd



CAMBIO del RÉGIMEN de FUEGOS → TRANSICIÓN entre ESTADOS

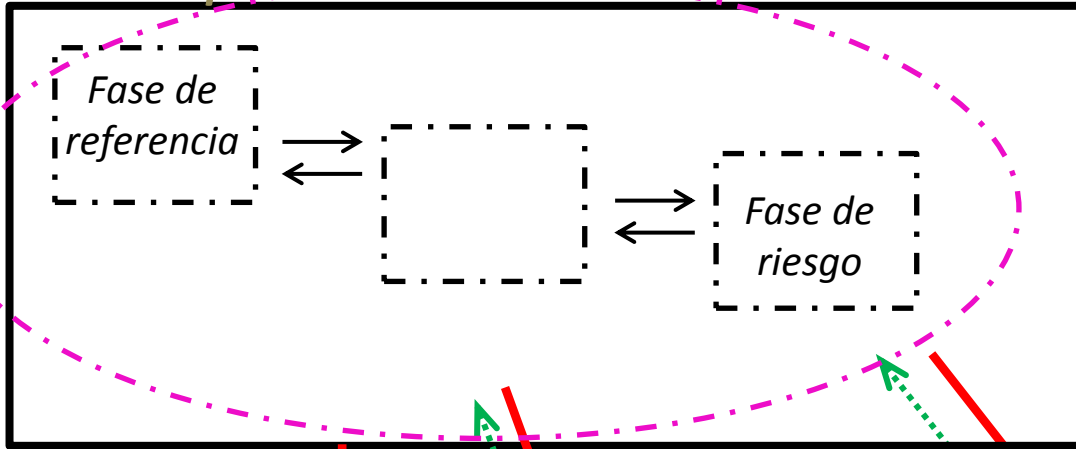
- Efecto director (fuegos intencionales/accidentales)
- Efecto indirecto (Cambio Climático)



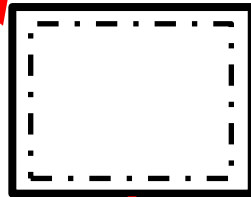
Cómo se puede esquematizar??

Cambio gradual entre fases: manejo o dinámicas de corto plazo

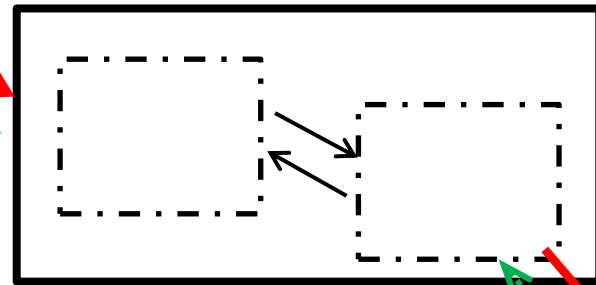
E-I: Bosque



E-II: Matorral



E-IV: Arbustal



E-V:

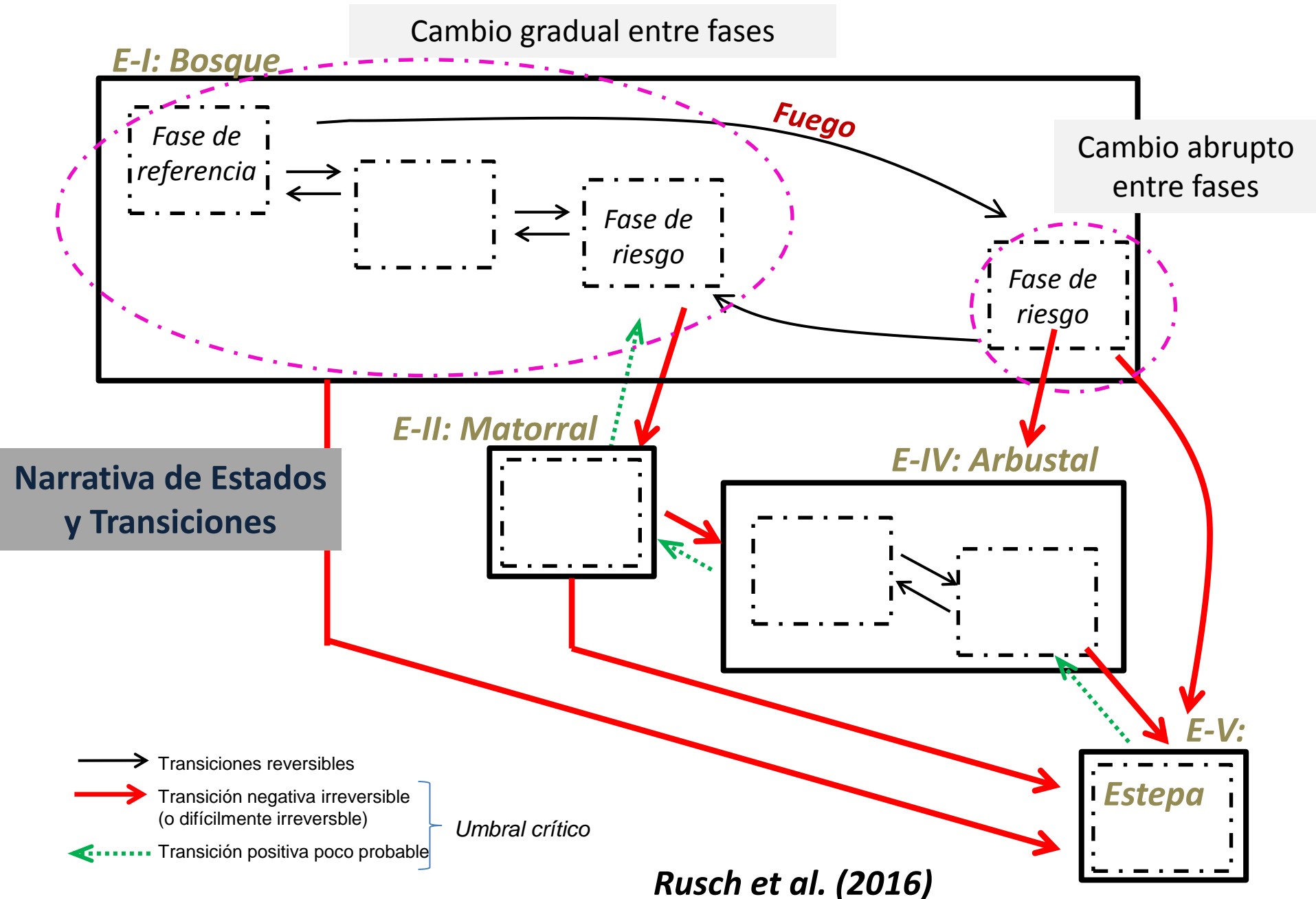


Narrativa de Estados y Transiciones

- Transiciones reversibles
 - Transición negativa irreversible (o difícilmente irreversible)
 - ← Transición positiva poco probable
- Umbral crítico

Rusch et al. (2016)

Cómo se puede esquematizar??



ESCALA Espacial

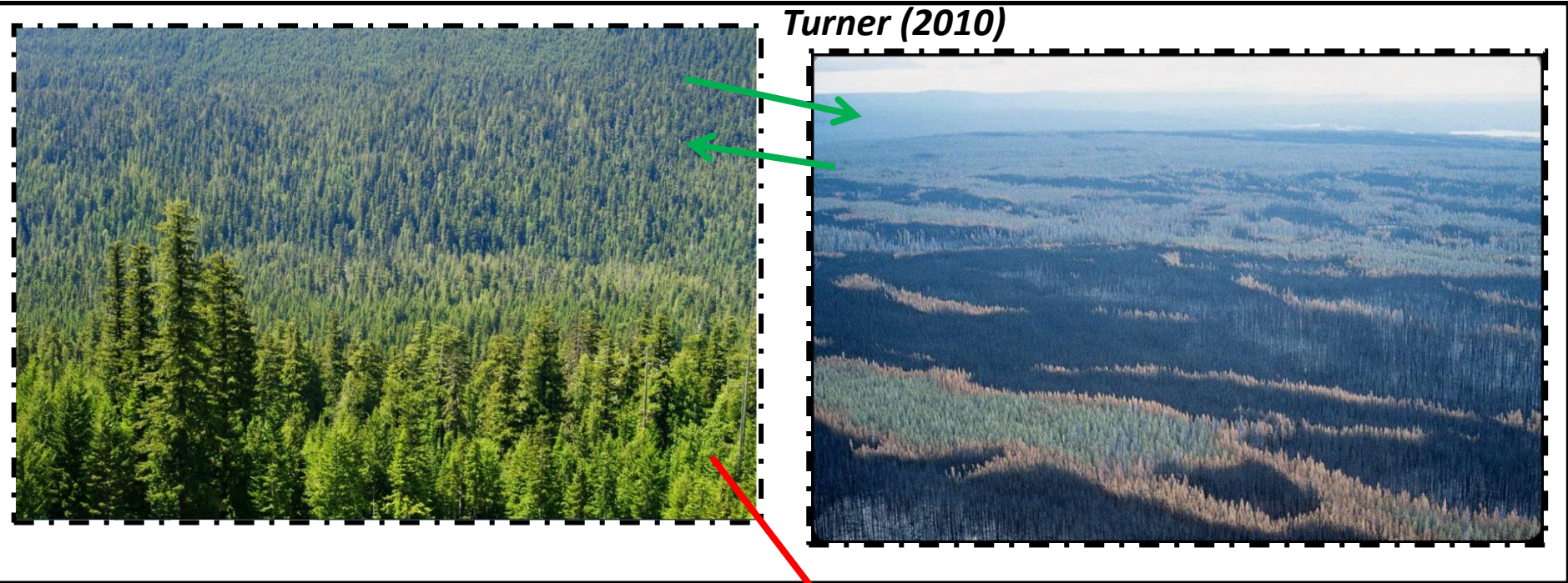
¿?

Equilibrio dinámico a escala de paisaje

(basado en Turner, 2010)

Continuando con el fuego como ejemplo de modulador...

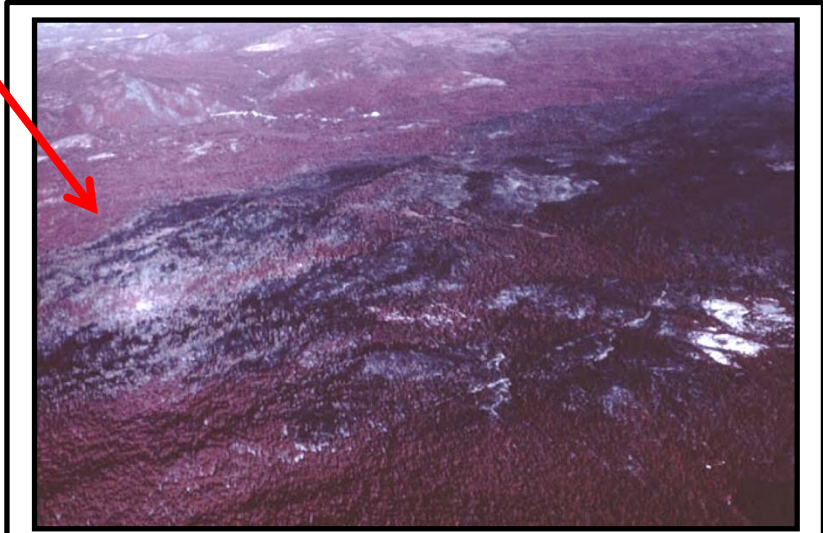
ESCALA ESPACIAL del DISTURBIO: extensión, intensidad y frecuencia del factor



Cambios en todos los Sitios Ecológicos del paisaje
cruce de umbral a nivel de paisaje

Umbral
escala dependiente

- Biótico** (e.g. cercanía de semillero)
- Abiótico** (e.g. pérdida de la funcionalidad hidrológica)





ESCALA del DISTURBIO – extensión, intensidad y frecuencia del factor



Sitios Ecológicos (Ses) con Estados con distintas fases en diferentes proporción en el Paisaje

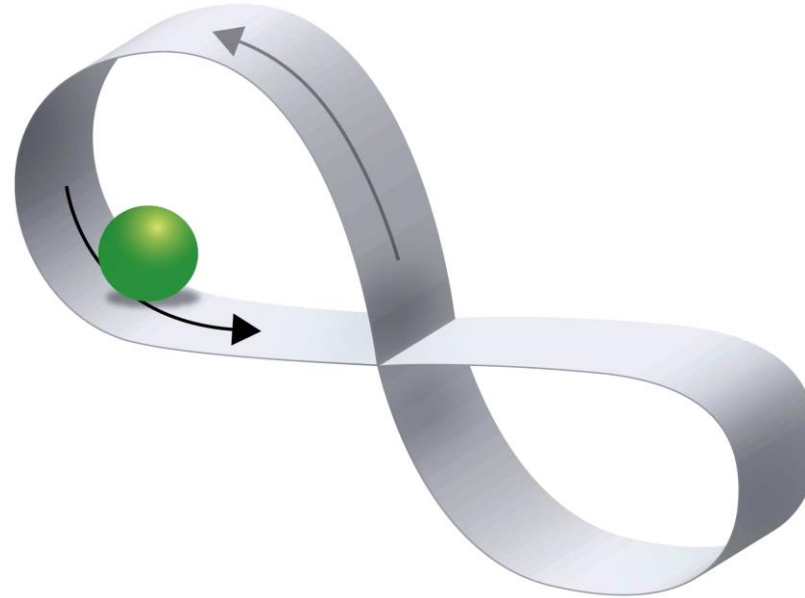
Todos los SEs con fases de riesgo en todo el Paisaje

Resiliencia de un Estado de un Sitio Ecológico específico

depende

CONTEXTO Espacial

ESCALA del DISTURBIO – extensión, intensidad y frecuencia del factor



Sitios Ecológicos con Estados con distintas fases en diferentes proporción en el Paisaje

EQUILIBRIO DINÁMICO a ESCALA de PAISAJE

Umbral a nivel de Paisaje

Cuántos cambios en configuración y proporción de parches (Unidades de Paisaje: SEs) soporta el paisaje antes de perder su funcionalidad (disparar transiciones negativas en uno o más Sitios Ecológicos del paisaje)

Manejo de la RESILIENCIA de los Socio-Ecosistemas



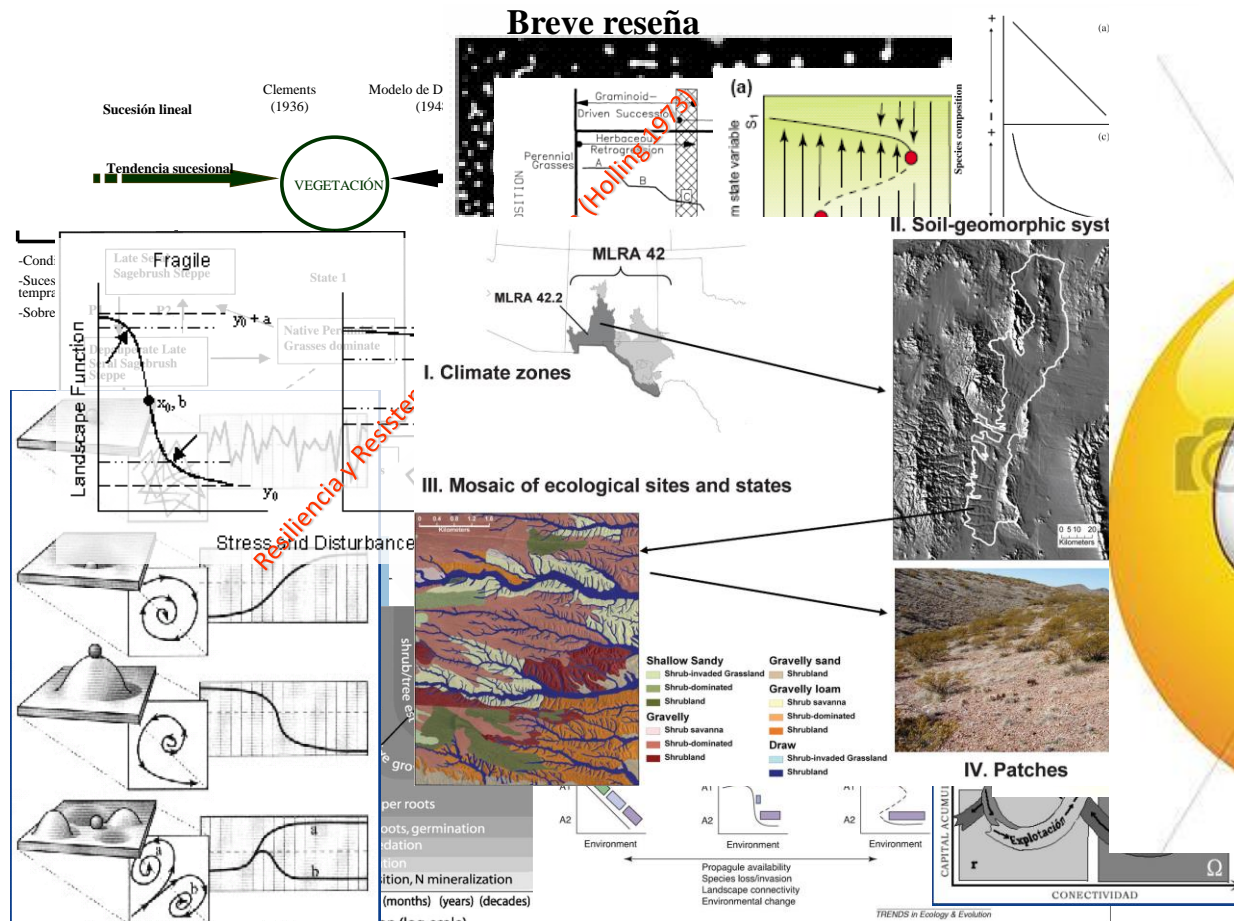
GESTION de la HETEROGENEIDAD DINÁMICA de PAISAJE SOCIO-ECOLOGICOS



INTA

Entonces....

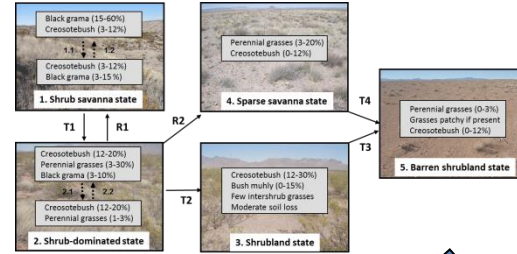
Cómo integrar tanta complejidad para ser aplicada al manejo sustentable de ecosistemas productivos??



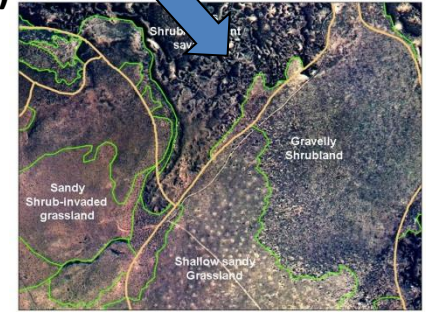
Pasos a seguir- SE y MET *(sensu Bestelmeyer et al., 2009, 2010, 2017)*



1) Talleres +revisión bibliográfica (toma de datos nuevos y faltantes, relevantes)



2) Identificación de SEs (Sitios Ecológicos) y desarrollo de METs

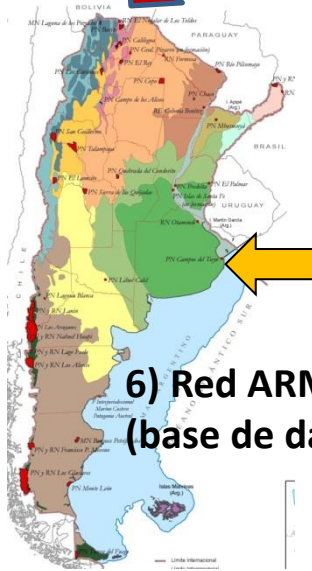
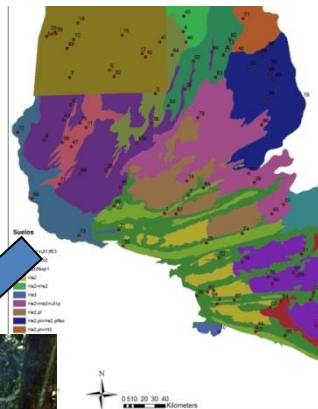


Ecological Sites Ecological States

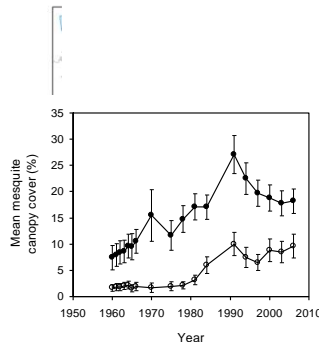
UMBRALES:
Base para el manejo adaptativo

3) Mapeo de SEs y Estados (y/o transiciones)

SIG- ordenamiento de E&T



6) Red ARMET (base de datos nacional)

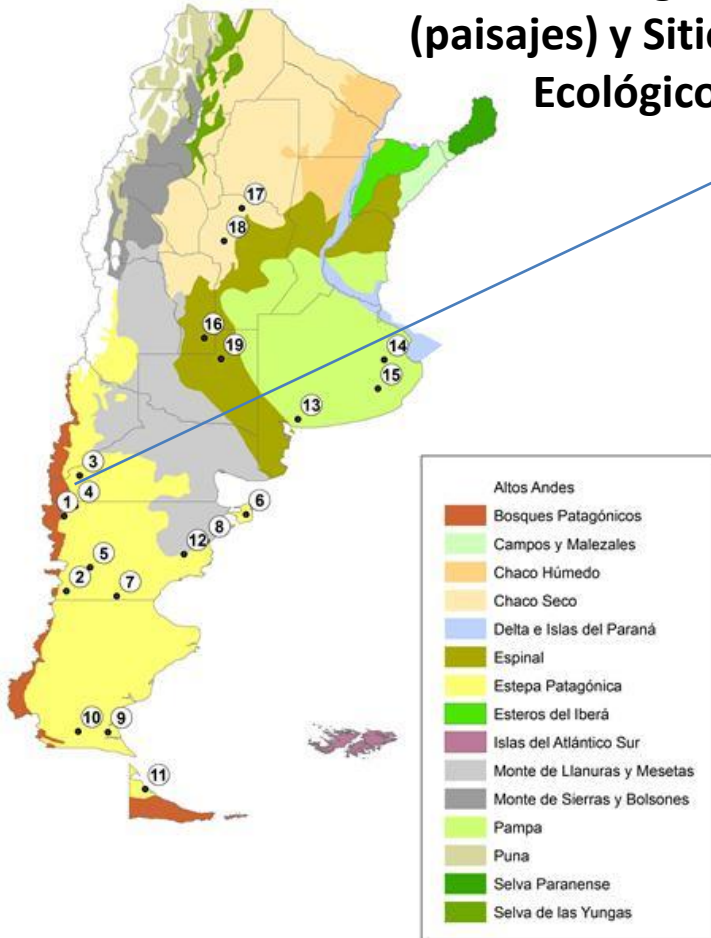


4) Planes de manejo



5) Investigación (testeo hipótesis nuevas)

SIG con Ecorregiones,
Áreas Ecológicas
(paisajes) y Sitios
Ecológicos.



Sistema de Base de Datos

Sitios Ecológicos (tipo de ecosistema):

Modelo de Estados y Transiciones:

- *Indicadores*
- *Prácticas de Manejo Sustentable*
- *Prácticas de Restauración*
- *Prácticas que degradan*

Información complementaria de cada Estado del Ecosistema:

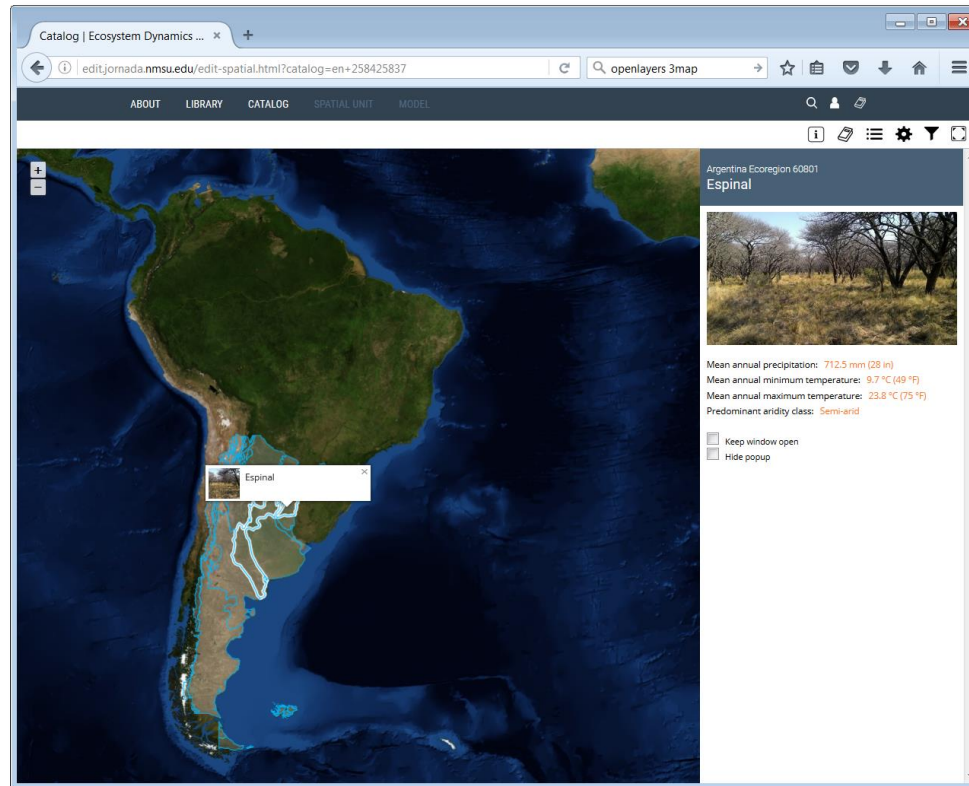
- *Producción de bienes*
- *Provisión de Servicios Ambientales*

Convenio INTA-USDA= EDIT

<https://edit.jornada.nmsu.edu/content?page=about>

Sistema de Base de Datos= *EDIT*

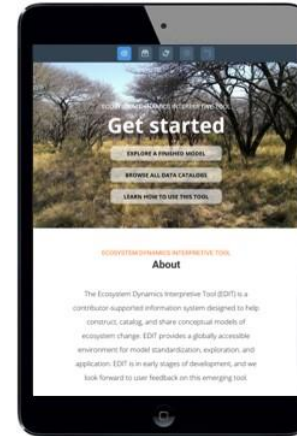
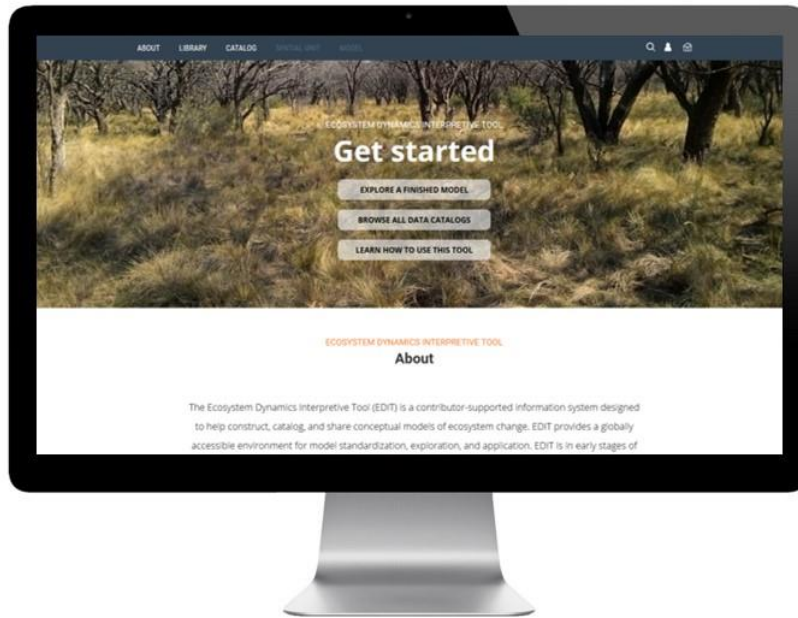
Herramienta para la Interpretación de la Dinámica de Ecosistemas *(EDIT por sus siglas en inglés)*



<https://edit.jornada.nmsu.edu/content?page=about>

Sistema Científico-Técnico Colaborativo

Ecosystem Dynamics Interpretive Tool (EDIT) <http://edit.jornada.nmsu.edu/>



EDIT: Sitio de internet y sus aplicaciones

Varios USUSARIOS desarrollando un MET (interaccionando)



Base de datos disponible para Usuarios (decisiones políticas y manejadores de campo)

EDIT
SIG de Ecorregiones -
Sitios Ecológicos y Base
de Datos con METs

EDIT: una herramienta interactiva de conocimiento aplicado

Catalog | Ecosystem Dynamics L. | edit_jornada.nmsu.edu/edit-spatial.html/catalog-en=258425837

ABOUT LIBRARY CATALOG SPATIAL UNIT MODEL

Argentina Ecosystem 62001
Espinal

Mean annual precipitation: 712.0 mm (28 in)
Mean annual minimum temperature: 9.7 °C (49 °F)
Mean annual maximum temperature: 23.8 °C (75 °F)
Predominant entity class: Savanna

Keep window open
Hide menu

SELECCIONE UNA UNIDAD ESPACIAL



Spatial Unit | Ecosystem Dyna... | edit_jornada.nmsu.edu/edit-classes.html?spatial-en=258425837-25550000

ABOUT LIBRARY CATALOG SPATIAL

Caldenal

Ecological Site Classes

Language Photo Stream Map Year

SELECCIONE UN TIPO DE SITIO ECOLÓGICO



Models | Ecosystem Dynamics L. | edit_jornada.nmsu.edu/edit-models.html?class-en=258425837-ARIG0803+1734811

ABOUT LIBRARY CATALOG SPATIAL UNIT MODEL

MODEL
Caldenal

State 1
Open forest

View thumbnail

DESCRIPTION

CHARACTERISTICS AND INDICATORS

EXPLORE UN ESTADO DE ECOSISTEMA



Models | Ecosystem Dynamics L. | edit_jornada.nmsu.edu/edit-models.html?class-en=258425837-ARIG0803+1734811

ABOUT LIBRARY CATALOG SPATIAL UNIT MODEL

MODEL
Caldenal

State 1
Open forest

State 2
Closed forest/Herbaceous understorey

State 3
Closed forest/Shrubby understorey

State 4
Savanna (shrub thicket)

EXPLORE EL MODELO de Eyt

Salida IMPRESA:

Caldenal

OVERVIEW

Key Characteristics

None specified

Phytogeography

Planicies arenosas y valles en pendientes suaves a moderadas

Clima

Clima continental templado. Precipitación anual entre 650 y 500 mm. Temperatura media anual 14 a 16 C.

Soil features

Suelos profundos (> 1m) con textura variable desde arenosos a francos y con carbonatos a profundidades > de 50 cm.

Dinámica de la vegetación

Bosque abierto con poca presencia de arbustos y estrato herbáceo con predominancia de fitchillas que cambia a bosque cerrado por efecto de fuegos y ganadería. Con el aumento de disturbios la dominancia de arbustos incrementa en detrimento de la población arbórea y la cobertura de herbáceas.

Stage

Approved

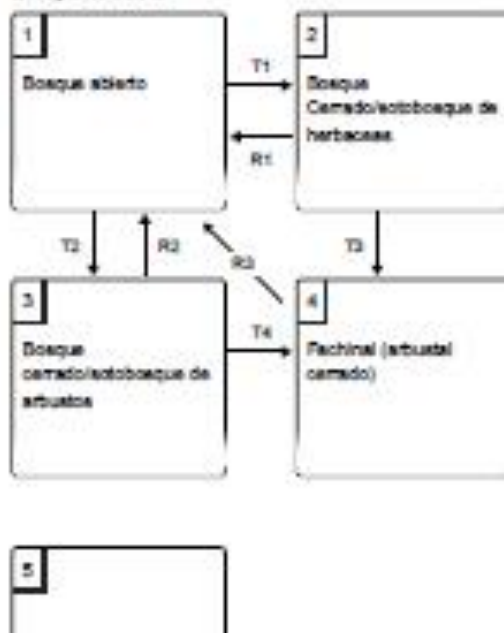
80801-Espinal

Colaboradores

Brandon Bestelmeyer, Claudia Chirno, Raúl Peinetti

MODELO DE ESTADOS Y TRANSICIONES

Ecosystem states



Árboles de *Prosopis caldenia* bastante separados con una alta cobertura de herbáceas dependiendo del manejo (ver abajo) y baja cobertura de arbustos. Suelos profundos con alto contenido de materia orgánica y capacidad de retención hídrica lo cual genera condiciones favorables para el crecimiento de árboles de *P. caldenia*. La densidad de árboles está condicionada por la baja densidad de animales dispersores de semillas, especialmente vacunos (Dussart et al. 1998, Dussart et al. 2011). La baja densidad de árboles y arbustos previene la ocurrencia de fuegos de copa.

EDIT como herramienta de CONSTRUCCIÓN y GESTIÓN de la información

Para construir un modelo...

DESARROLLO DE CLASES DE SITIOS ECOLÓGICOS Y DESCRIPCIÓN ESTADOS CLAVES

CONSTRUIR UN MODELO

AGREGAR Y EDITAR FOTOS

EDITAR Y COMENTAR EL MODELO NARRATIVAS Y TABLAS

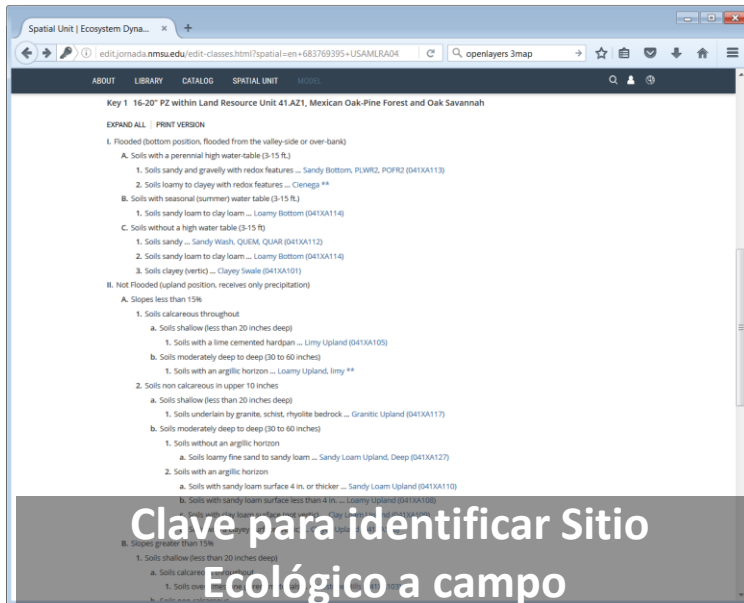
EJEMPLO DE HERRAMIENTAS DISPONIBLES

Mapas web interactivos

para visualizar la ubicación de un Sitio Ecológico y extensión geográfica (mapeo y monitoreo) de los posibles cambios en los ecosistemas,

“Teclas” interactivas

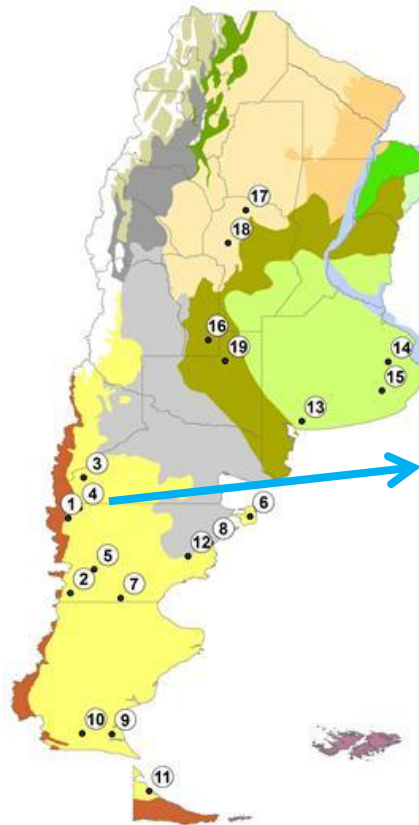
- ✓ Identificar un Sitio Ecológico sus posibles Estado y Transiciones
- ✓ Indicadores de estados y umbrales
- ✓ efectos sobre los servicios de los ecosistemas



Sistema EDIT-información sobre Sitios Ecológicos y MET

Ejemplo de información del sistema

Características del SITIO ECOLOGICO



CRITERIOS ECOLOGICOS	Ejemplos de indicadores
Clima	Cantidad, distribución y variabilidad de lluvias y temperatura
Relieve	Ubicación: altura, pendiente, exposición
Suelo	Profundidad, textura, capacidad de retención de agua, cantidad de materia orgánica, ph, salinidad
Vegetación	Dinámica espacio-temporal del estado de referencia. <i>Variables estructurales de la Vegetación (e.g. cobertura y composición de especies)</i> Variables funcionales o procesos (e.g. productividad, reclutamiento de especies claves, dinámica hidrológica)
Posibles Estados	Respuesta similar frente al manejo o factores de disturbio naturales (e.g. sequía extrema)

Selva de las Yungas

Potencialidad de bienes y servicios ambientales que provee

Sistema EDIT-información sobre Sitios Ecológicos y MET

Ejemplo de información del sistema

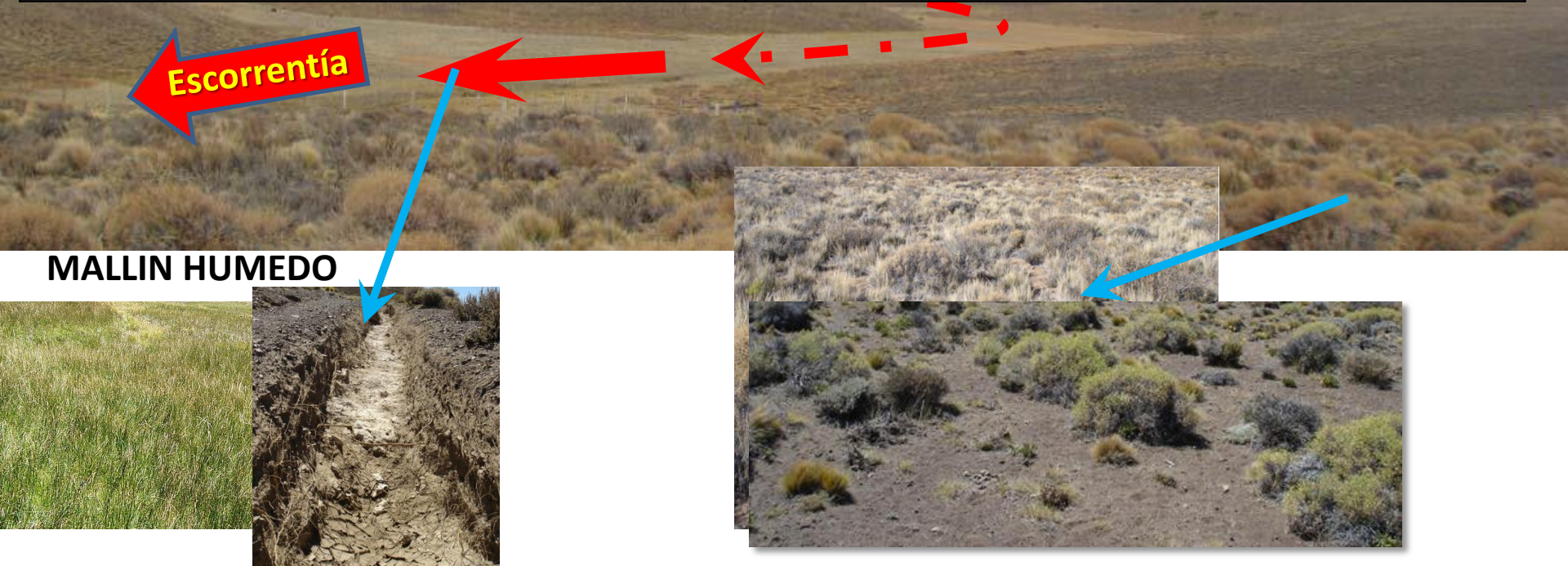
Estados	
Descripción	Descripción general de cada estado (y <i>fases o comunidades vegetales</i> dentro de estados)
Características / indicadores	Características cuantitativas y descriptivas que pueden ser utilizadas para identificar estados (definir umbrales ecológicos)
Manejo de la resiliencia	Estrategias de manejo para: 1) Mantener atributos claves del estado y prevenir la transición negativa 2) manejo sustentable de los recursos dentro de las condiciones de uso dominantes.
	a) <u>Valores críticos</u> . “Umbrales cuantitativos de manejo” b) Recomendaciones de manejo asociadas con estos valores

Sistema EDIT-información sobre Sitios Ecológicos y MET

Transiciones negativas	CRUCE DE UMBRALES
Mecanismos	Causas específicas de la transición (ej. factores de disturbios)
Limitaciones para la recuperación por sucesión natural	Factores o procesos que impiden la recuperación del estado anterior (e.j. umbral de restauración)
Dependencia del contexto	Factores espacio- temporales que afectan la probabilidad de transición o aumentan la incertidumbre. Ej.: nivel de degradación del todo el paisaje (i.e. de sitios ecológicos de toda una cuenca). Dinámicas temporales de largo plazo y su relación con cambios de fases (fases de riesgo asociadas a dinámica de fuego naturales)

Ejemplo: INTERACCIÓN ESPACIAL ENTRE SITIOS ECOLÓGICOS Y ESTADOS

Dependencia del contexto	Ejemplos
Escala espacial	<ul style="list-style-type: none">- Estado de degradación estepas circundante= se modifica el valor umbrales de % de cobertura total del mallín.- Recomendaciones: tanto en mallín como en todo el paisaje (<i>ej. ajuste de carga con factor de uso de cada SEcol.</i>).



Sistema EDIT-información sobre Sitios Ecológicos y MET

Restauración (transiciones positivas)	
Estrategia	Como iniciar y controlar los cambios de estados mediante una serie de practicas
Dependencia del contexto	Factores espacio-temporales que afectan la probabilidad y factibilidad de la restauración. Ej. en mallines degradados, restaurar también parte de la cuenca alta si la misma se encuentra degradada).

ADEMÁS...

**Mapeo de Sitios Ecológicos
(SE)
y de Estados dentro de SE.**



**Monitorear cambios
en el paisaje:
posibles interacciones
espaciales
(contagio espacial de la
degradación)**



... entonces...

EDIT → permite desarrollar METs

que contemplen la complejidad espacio-temporal
con interacción entre escalas.

-Escala de unidad de paisaje: Generar METs a escala de Sitios Ecológicos.

-Escala de Paisaje:

- ✓ variables indicadoras de contagio espacial (*contexto*), prácticas de manejo a implementar.
- ✓ herramientas colaborativas de Ciencia y Técnica para mapeo y monitoreo de Sitios Ecológicos y sus estados (y transiciones) **(i.e. monitoreo de contagio espacial de degradación)**.

SÍNTESIS: EDIT es una herramienta de gestión de la información

ESTANDARIZACIÓN

Las narrativas consistentes y detalladas con un lenguaje específico que facilitan las consultas de los usuarios, con aplicaciones facilitan la visualización e interpretación.

SISTEMATIZACIÓN con ACTUALIZACIÓN

Las clasificaciones y los METs pueden actualizarse y mejorarse continuamente, en base al avance de investigaciones científicas y de conocimiento empírico

COLABORACIÓN

Las clases de Sitios Ecológicos y sus METs pueden compartirse fácilmente y pueden ser editados simultáneamente por varios colaboradores. Pueden incluirse comentarios de conocimiento empírico de usuarios de campo.

PERSONALIZACIÓN

La forma en que se presenta la información almacenada en EDIT se puede adaptar a diversas tecnologías y a las necesidades del usuario (PC, tablet, teléfonos celulares).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA PARA LA DISERTACIÓN:

- Bestelmeyer B.T., et al. (2017). State and transition models: Theory, applications, and challenges. In D. D. Briske (editor), *Rangeland Systems: Processes, Management and Challenges*. Springer, Berlín-Heidelberg, Alemania. <http://www.springer.com/us/book/9783319467078>
- Bestelmeyer B.T., et al. (2012). Spatial perspectives in state-and-transition models: a missing link to land management? *Journal of Applied Ecology*, 48:746-757.
- Bestelmeyer B.T., et al. (2009). State-and-transition models for heterogeneous landscapes: a strategy for development and application. *Rangeland Ecology and Management*, 62: 1-15.
- Briske D. D., et al. (2006). A unified framework for assessment and application of ecological thresholds. *Rangeland Ecology and Management*, 59:225-236.
- Briske D.D. , et al. (2005). State-and-Transition Models, Thresholds, and Rangeland Health: A Synthesis of Ecological Concepts and Perspectives. *Rangeland Ecology and Management* 2005 58 (1), 1-10.
- Briske D.D., et al. (2003). Vegetation dynamics on rangelands: a critique of the current paradigms. *Journal of Applied Ecology*, 40:601-614.
- Cavallero L., et al. (2015). Structural-functional approach to identify post-disturbance recovery indicators in forests from northwestern Patagonia: a tool to prevent state transitions. *Ecological Indicators*, 52: 85-95.
- Kunts C. et al. (2006). JAssessment of the rangelands of southwestern Santiago del Estero, Argentina, for grazing management and research. *ournal of Environmental Management*.
- López D.R., et al. (2011). Ecosystemic Structural-Functional Approach of the State and Transition Model. *Journal of Applied Vegetation Science*, 14: 6-16.
- Peri P. et al. (2017). State and transition model approach in native forests of Southern Patagonia. *Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*; 13: 105-118.
- Rusch V.E. et al.(2017). State-and-Transition model of Ñire forest in NW Patagonia as a tool for sustainable silvopastoral management. *Ecología Austral*.
- Turner M.G. (2010). Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology*, 91(10): 2833-2849
- Westoby M., et al. (1989). Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*, 42: 266-274.

Ser humano - INGENIEROS ECOSISTEMICOS MANEJAR la HETEROGENEIDAD DINÁMICA del PAISAJE



MUCHAS GRACIAS



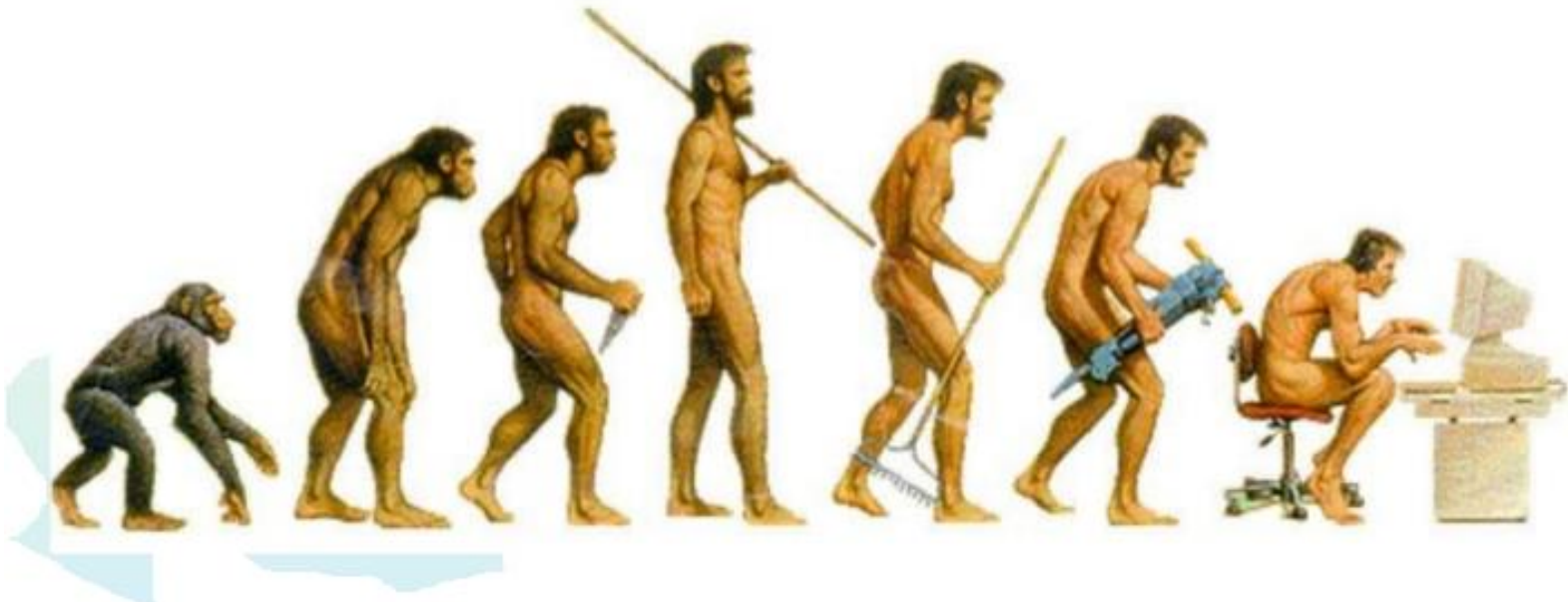
INTA

PLENARIO: discusión general

QUÉ PASA en ARGENTINA y en el CONO SUR?

De dónde venimos...

*..... hacia dónde vamos con los **METs**...*



ANTECEDENTES de ME&T en Argentina

***DÉCADA del 90= empuje inicial con trabajos pioneros en METs.**

Ejemplos:

- **Año 1993: Secuencia de Deterioro en distintos Ambientes de Patagonia: Su caracterización mediante el ME&T.**
- **Año 1993: Modelos Ecológicos Tradicionales y Actuales para Interpretar la dinámica de la Vegetación. Mesa Redonda- Congreso Asoc. Producción Animal, San Luis.**
- **Año 1994: Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, Desertificación y Uso Sustentable. Río Gallegos, Sta. Cruz, Argentina.**

***DÉCADA del 2010:**

- **Año 2011: Jornadas sobre sitios Ecológicos y ME&Ts en la Región del Caldenal. Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), el INTA Regional La Pampa-San Luis y el USDA-ARS Jornada Experimental Range (JER) de Estados Unidos.**

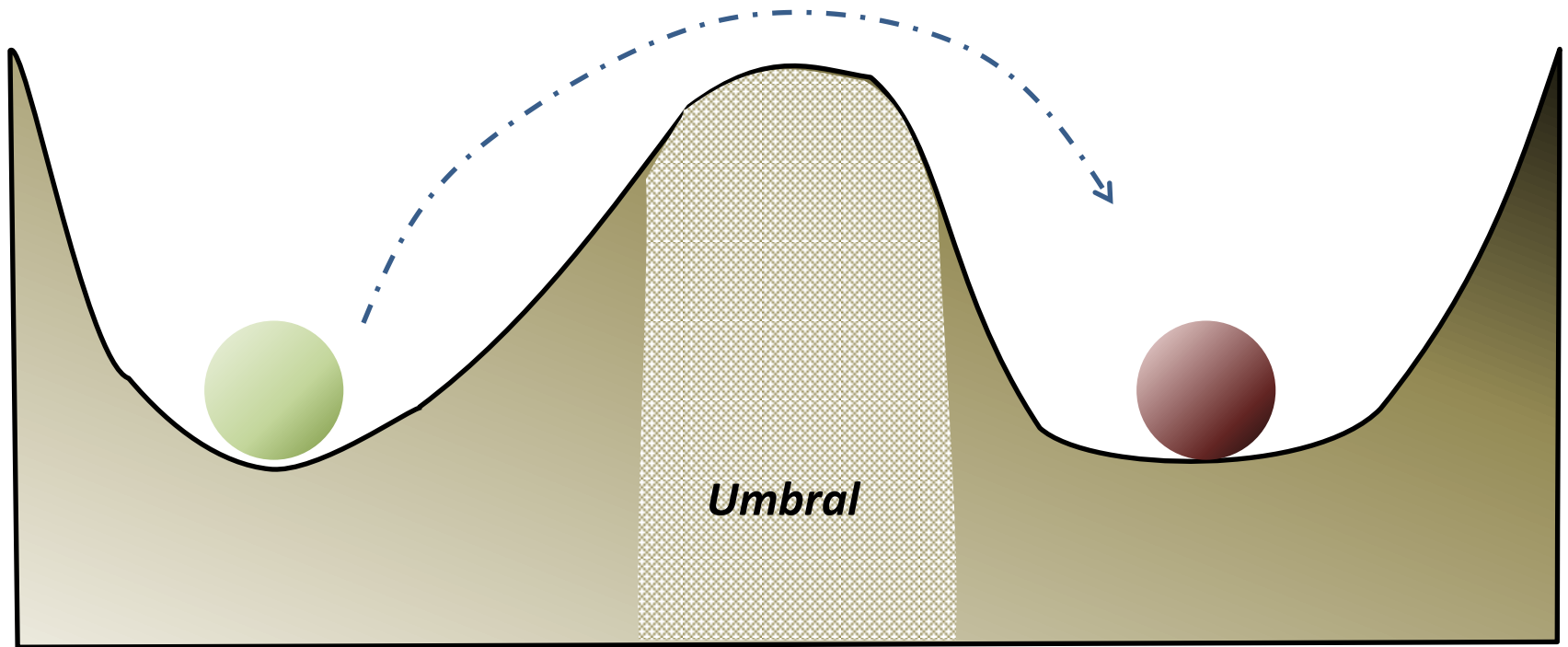
**Baja Sistematización y Aplicación de
ME&Ts en políticas de manejo
sustentable de ecosistemas productivos**

del Cnaco y del Espinal

Publicaciones aisladas y fragmentada

PLENARIA:
disparadores de discusión

Qué debemos hacer?



DISPARADORES DE DISCUSIÓN PLENARIA

- ✓ **Cómo organizamos la Red en Argentina y el Cono Sur?**
- ✓ **Cómo acercamos los METs a los usuarios (tomadores de decisión) para propiciar una retroalimentación de los METs?**



***Red Argentina de Resiliencia &
Manejo de Estados y Transiciones***

www.redarmet.com.ar

**CONFIGURACION ESPACIAL de ESTADOS(FASES) & TRANSICIONES
más SUSTENTABLE...
... más *RESILIENTE* a futuros cambios...**

Dardo R. López

Estación Forestal INTA-Villa Dolores
(EEA Manfredi)

lopez.dardor@inta.gob.ar

