

Caracterización y mapeo de Tipos Funcionales de Socio-Ecosistemas

José Paruelo



El equipo...



María Vallejos



Matías Mastrángelo



Sebastián Aguiar



José M. Paruelo



Federico Gallego



Germán Baldi



Manuel Pacheco -
Romero



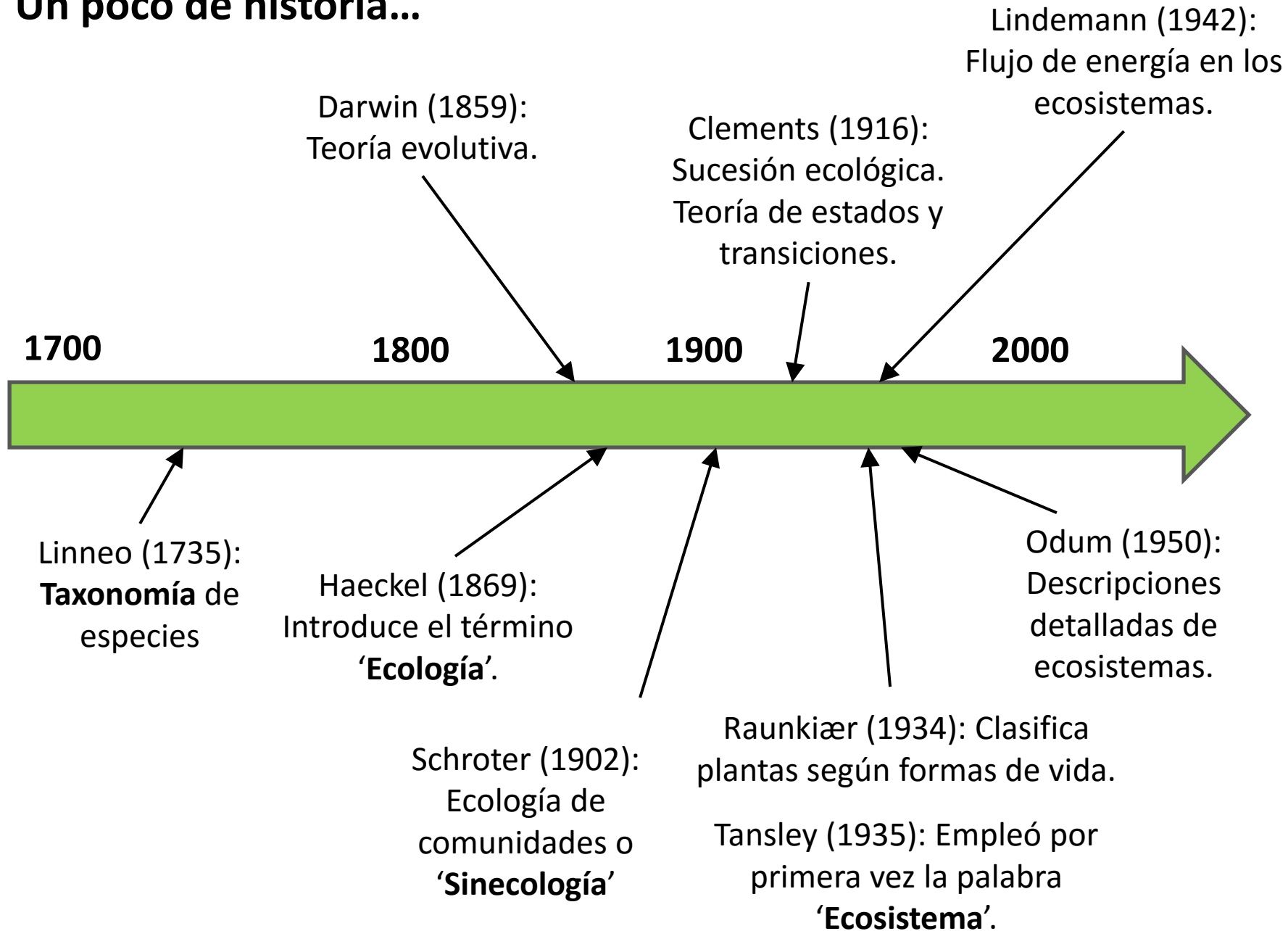
Domingo Alcaraz-
Segura

Objetivo

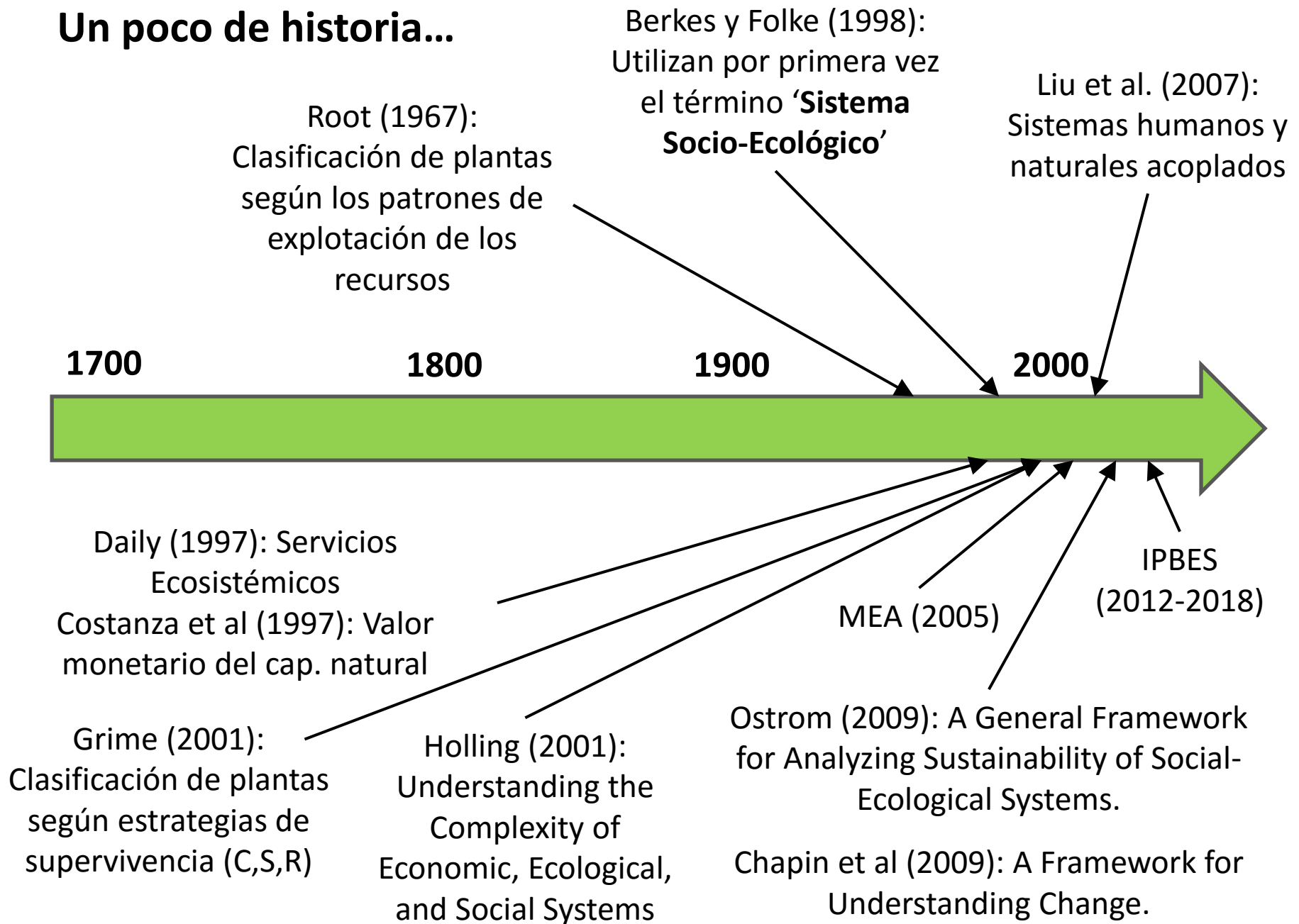
Presentar un marco conceptual y metodológico para la caracterización y mapeo de Tipos Funcionales de Socio-Ecosistemas, integrando procesos biofísicos y sociales en porciones definidas del territorio

1. Breve reseña histórica
2. Marco conceptual
3. Revisión de trabajos de mapeo previos
4. Desafíos metodológicos para la definición de TFSE
5. Ejemplos de aplicación
6. Consideraciones finales

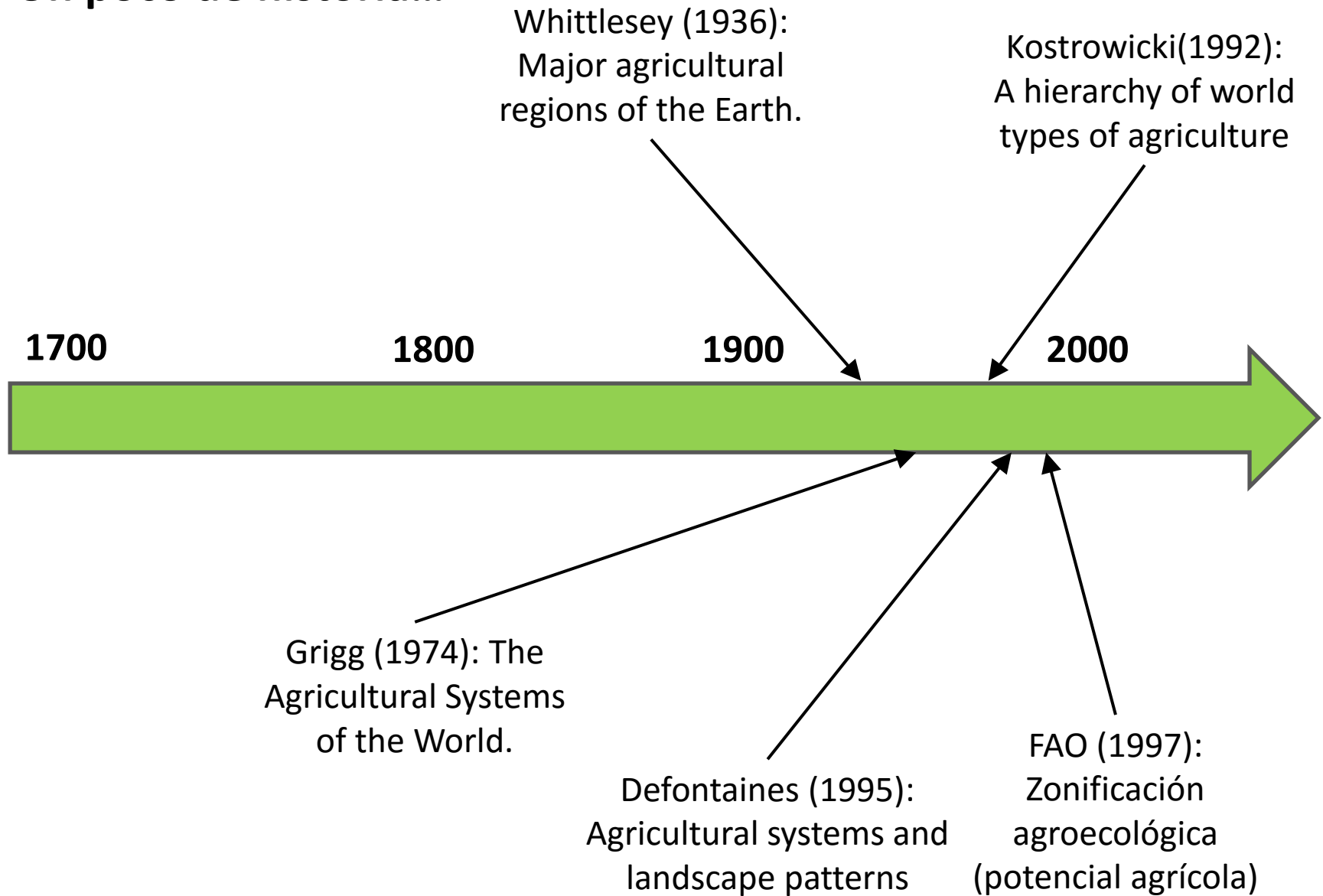
Un poco de historia...



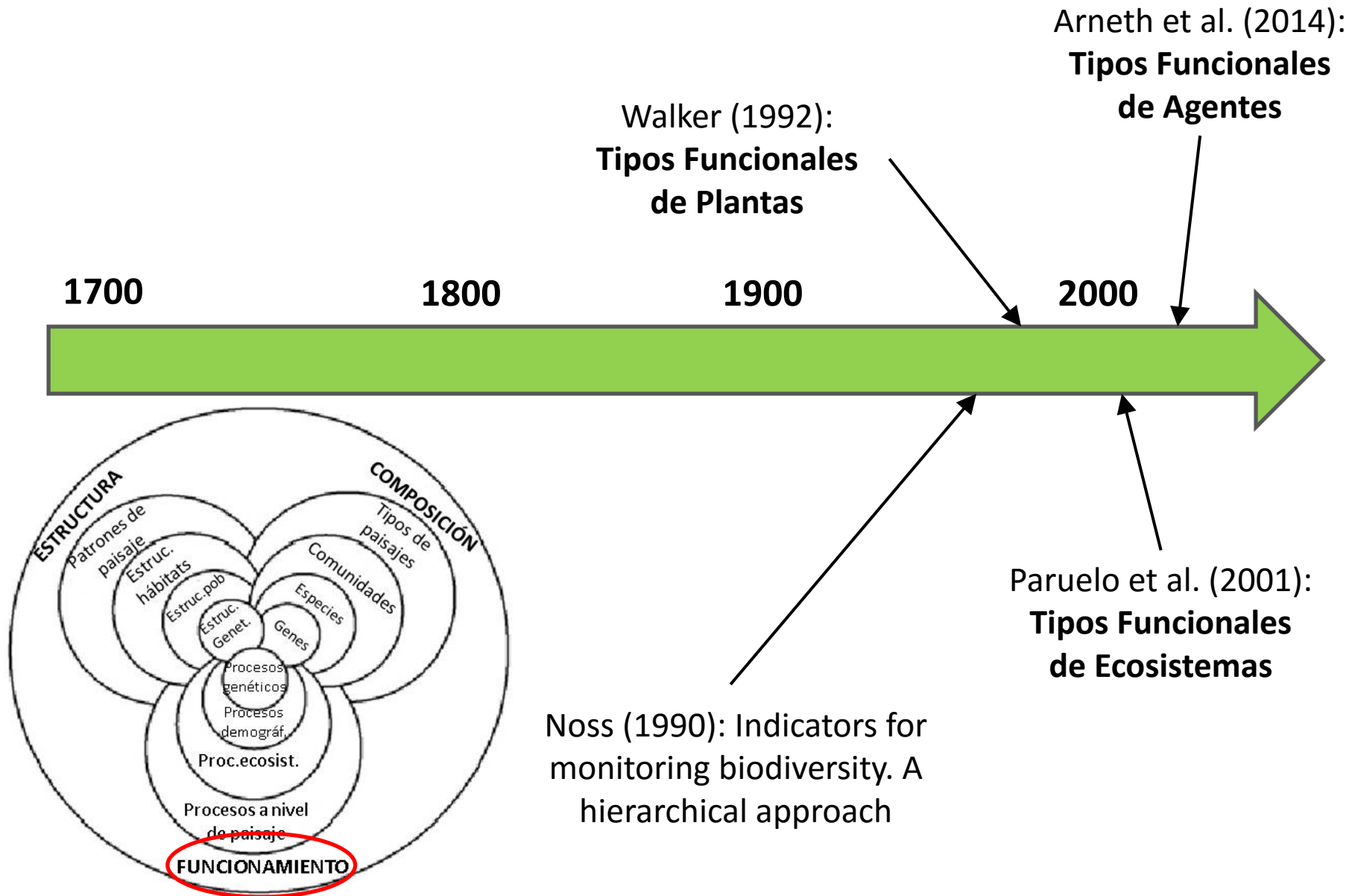
Un poco de historia...



Un poco de historia...



Un poco de historia...



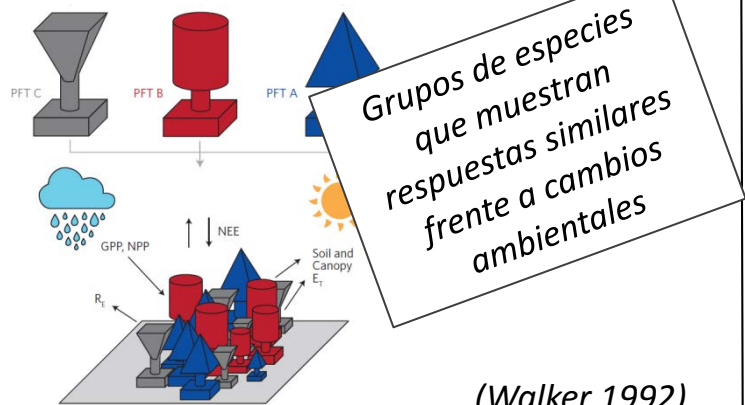
Aproximaciones Funcionales

Bottom – up

Top – down

Ecosistema

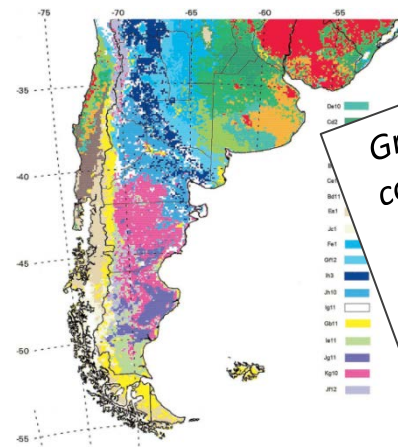
Tipos Funcionales de Plantas



Grupos de especies que muestran respuestas similares frente a cambios ambientales

(Walker 1992)

Tipos Funcionales de Ecosistemas

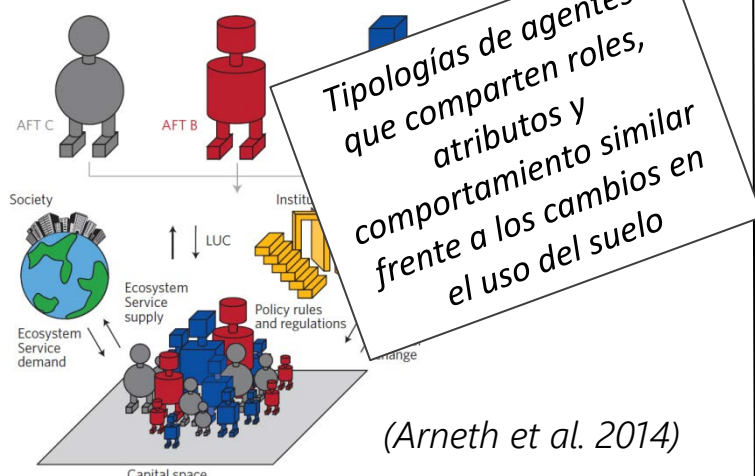


Grupos de ecosistemas con dinámicas similares en los intercambios de materia y energía entre la biota y el ambiente físico

(Paruelo et al. 2001)

Socio-Ecosistema

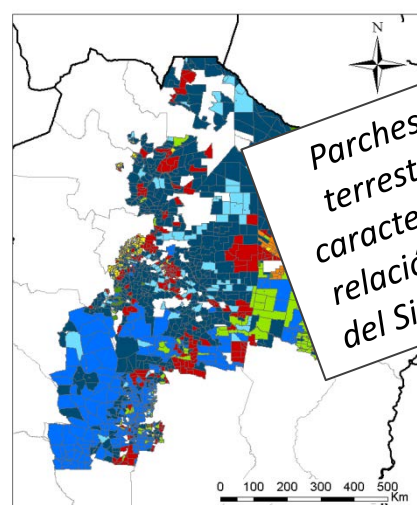
Tipos Funcionales de Agentes



Tipologías de agentes que comparten roles, atributos y comportamiento similar frente a los cambios en el uso del suelo

(Arneeth et al. 2014)

Tipos Funcionales de Socio-Ecosistemas



Parches de la superficie terrestre que presentan características similares en relación al funcionamiento del Sistema Socio-ecológico

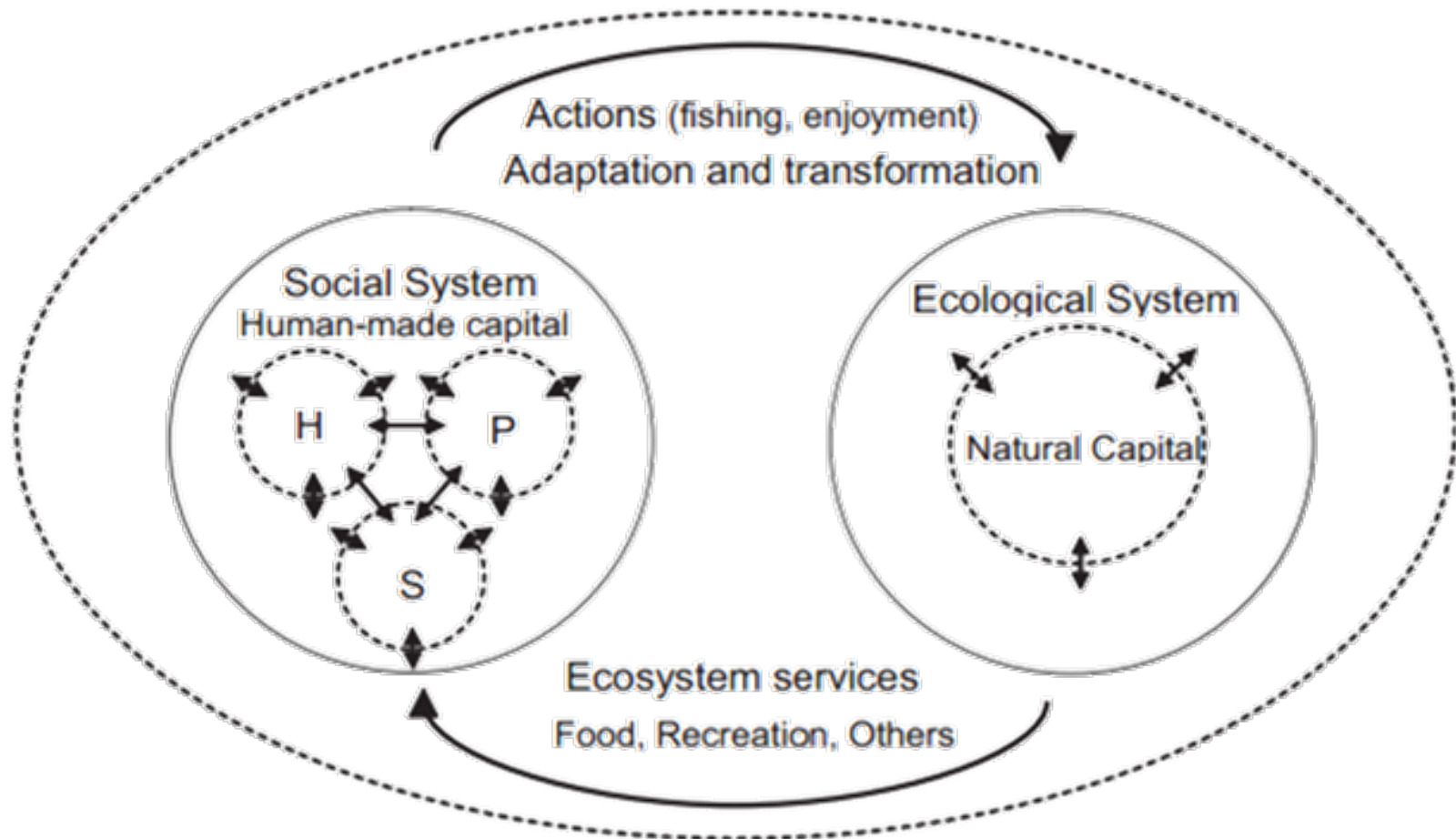
(Vallejos et al. en prep.)

Pero... ¿a qué nos referimos cuando hablamos de funcionamiento?

- i) Función como **proceso**: implica cambios de estado en el tiempo, y es un sinónimo de 'mecanismos' o 'interacciones' entre los objetos de un sistema.
- ii) Funcionamiento de un **sistema como un todo**: se refiere a cómo interactúan los organismos entre sí y con su entorno.
- iii) Funciones como **roles**: se refiere al 'papel' de un sistema o cada una de sus partes.
- iv) Función como **servicios**: denota un 'servicio' particular del sistema para los seres humanos, es decir, depende de su uso práctico.

Los sistemas socio-ecológicos

Son sistemas adaptativos complejos en donde los componentes naturales y humanos interactúan.



Tipos Funcionales de Socio-Ecosistemas (TFSE)

Parches de la superficie terrestre que comparten una dinámica similar en relación a:

- (a) intercambios de materia y energía entre la biota y su entorno físico;
- (b) prácticas socioeconómicas y culturales;
- (c) interacciones entre los subsistemas sociales y ecológicos.

Algunos ejemplos de mapeo en la bibliografía

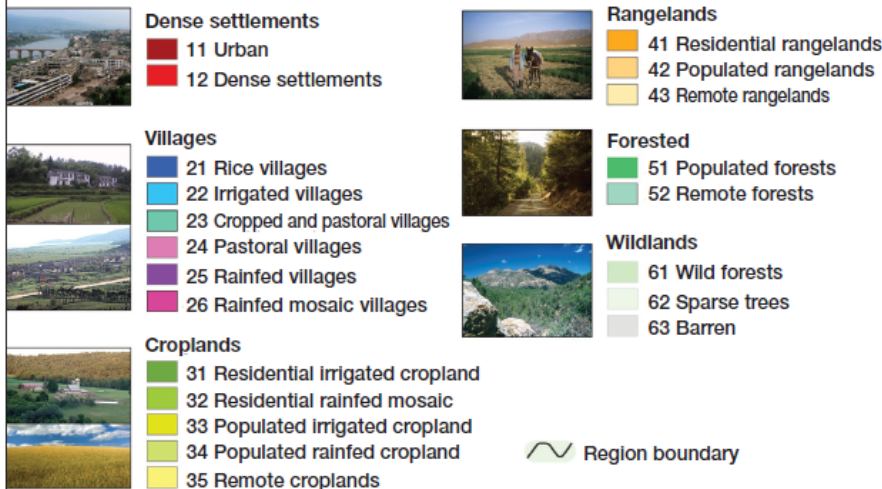
Biomias Antropogénicos

-3 variables: densidad poblacional, cobertura y uso del suelo.

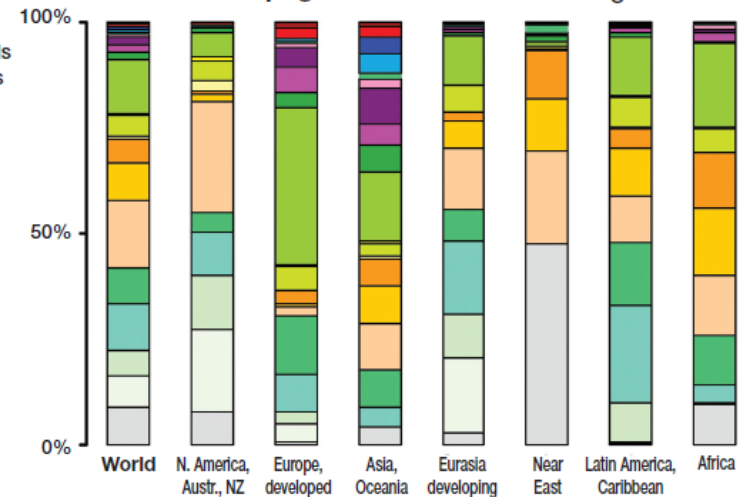
- 3 bases de datos globales



Anthropogenic biomes: legend

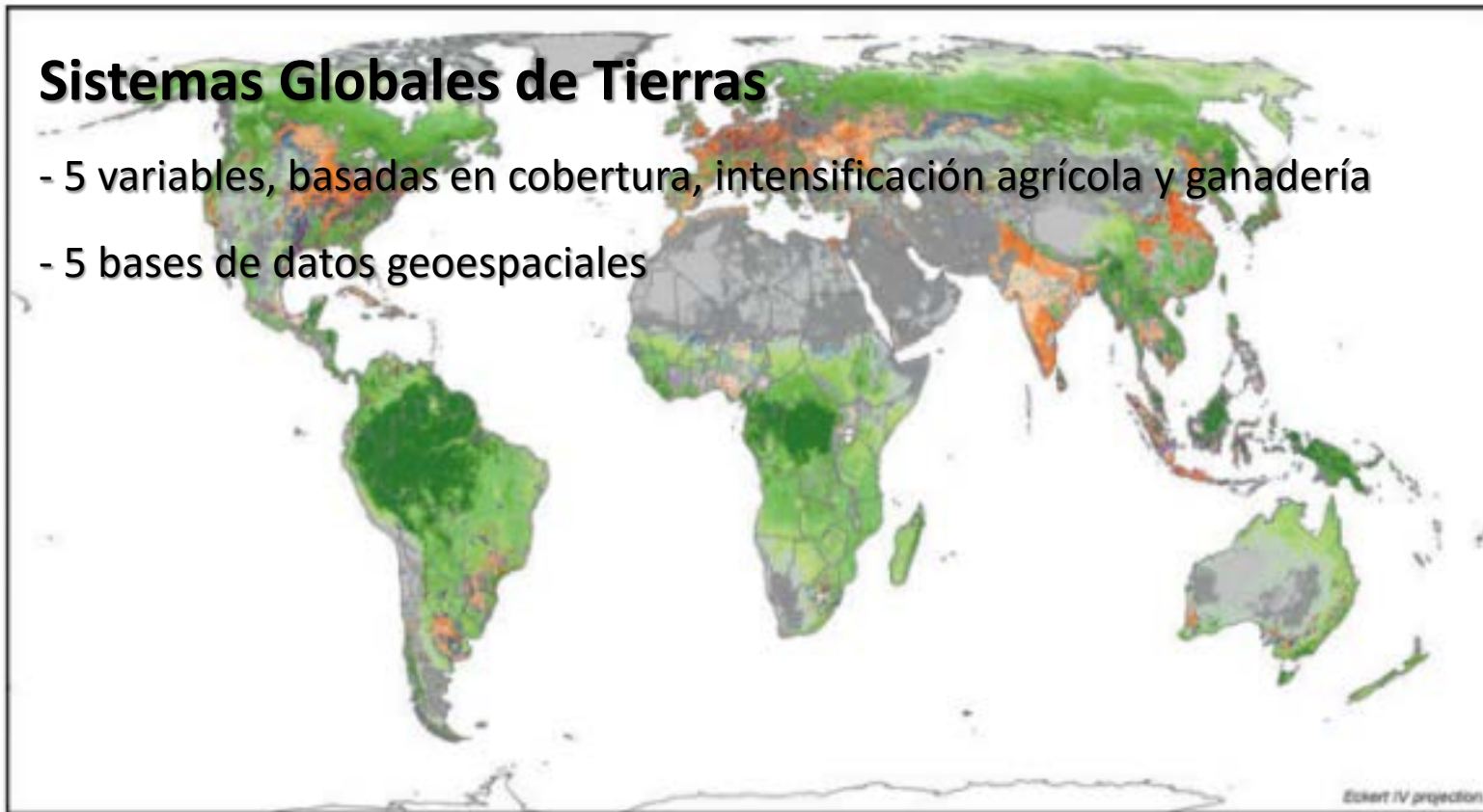


Anthropogenic biomes: % world regions



Sistemas Globales de Tierras

- 5 variables, basadas en cobertura, intensificación agrícola y ganadería
- 5 bases de datos geospaciales



Cropland Systems

- Cropland, extensive with low livestock
- Cropland, extensive with bovines, goats & sheep
- Cropland, extensive with pigs & poultry
- Cropland, medium intensive with low livestock
- Cropland, medium intensive with bovines, goats & sheep
- Cropland, medium intensive with pigs & poultry
- Cropland, intensive with low livestock
- Cropland, intensive with bovines, goats & sheep
- Cropland, intensive with pigs & poultry

Mosaic cropland and grassland systems

- Mosaic cropland and grassland with bovines, goats & sheep
- Mosaic cropland and grassland with pigs & poultry
- Mosaic cropland (extensive) and grassland with low livestock
- Mosaic cropland (medium intensive) and grassland with low livestock
- Mosaic cropland (intensive) and grassland with low livestock
- Mosaic cropland and forest systems
- Mosaic cropland and forest with pigs & poultry
- Mosaic cropland (extensive) and forest with low livestock
- Mosaic cropland (medium intensive) and forest with low livestock
- Mosaic cropland (intensive) and forest with low livestock

Forest systems

- Dense forest
- Open forest with low livestock
- Open forest with pigs & poultry

Mosaic (semi-natural) systems

- Mosaic grassland and forest
- Mosaic grassland and bare

Grassland systems

- Natural grassland
- Grassland with low livestock
- Grassland with bovines, goats & sheep

Bare systems

- Bare
- Bare with low livestock

Settlement systems













- Peri-urban and villages
- Urban

Arquetipos del Sistema Global de Tierras

-32 variables (intensidad de uso, ambientales y socioeconómicas)

- 15 bases de datos geoespaciales

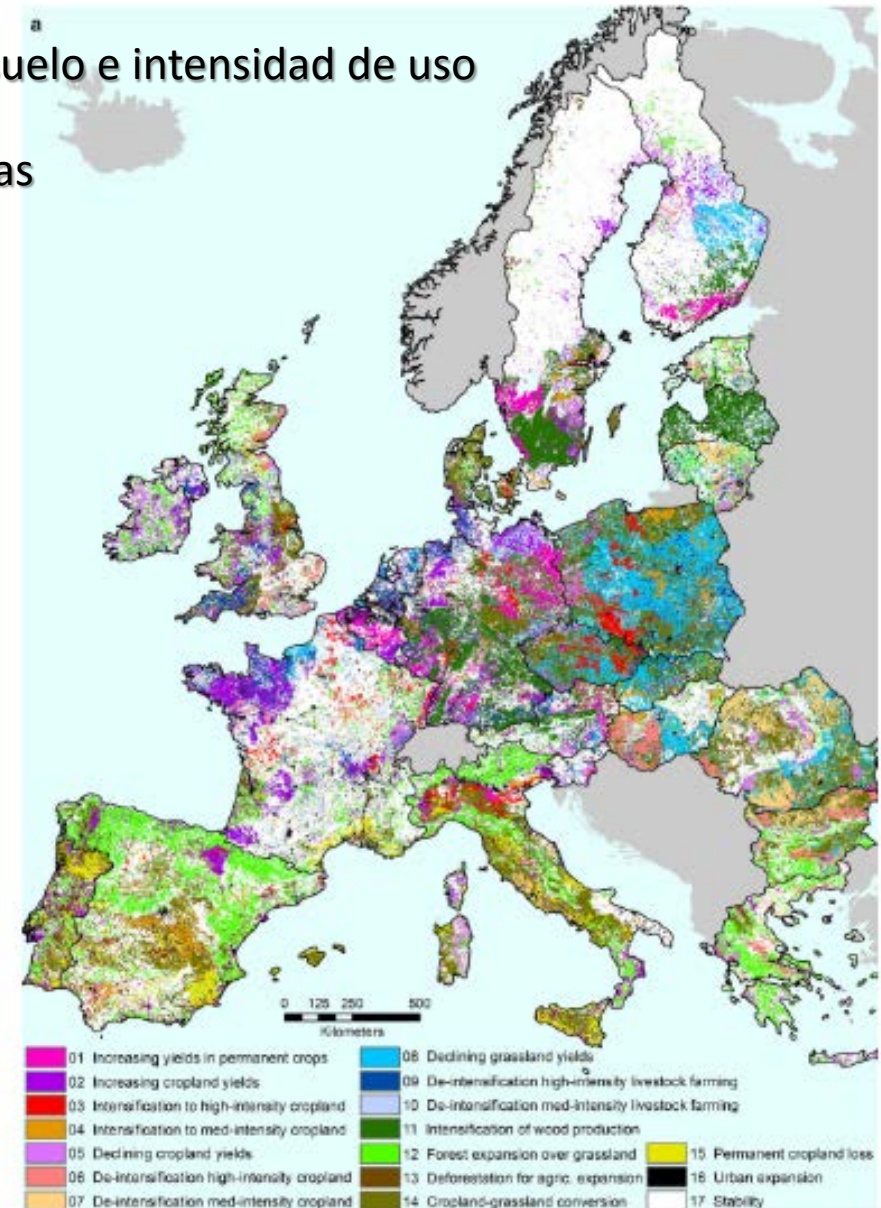
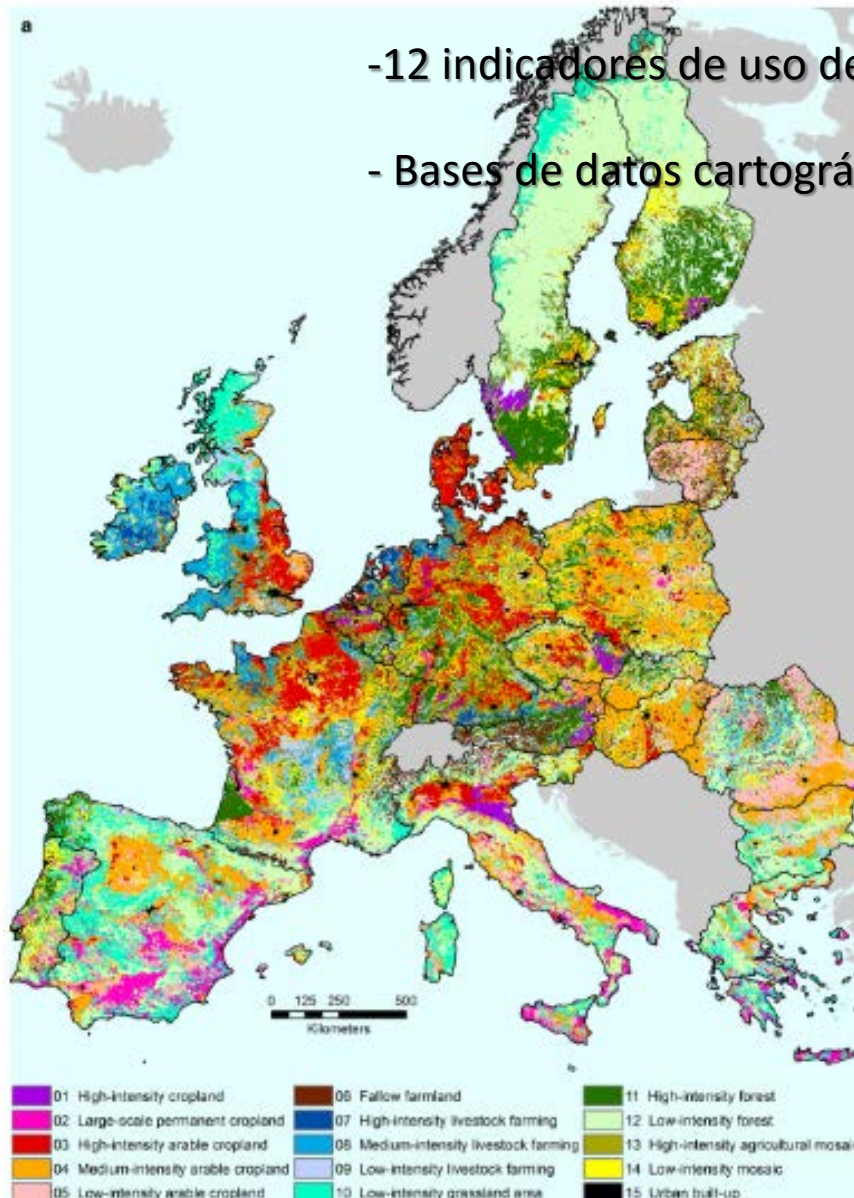


	LSA 1: Forest systems in the tropics		LSA 7: Extensive cropping systems
	LSA 2: Degraded forest/cropland systems in the tropics		LSA 8: Pastoral systems
	LSA 3: Boreal systems of the western world		LSA 9: Irrigated cropping systems
	LSA 4: Boreal systems of the eastern world		LSA 10: Intensive cropping systems
	LSA 5: High-density urban agglomerations		LSA 11: Marginal lands in the developed world
	LSA 6: Irrigated cropping systems with rice yield gap		LSA 12: Barren lands in the developing world

Arquetipos de sistema de tierras

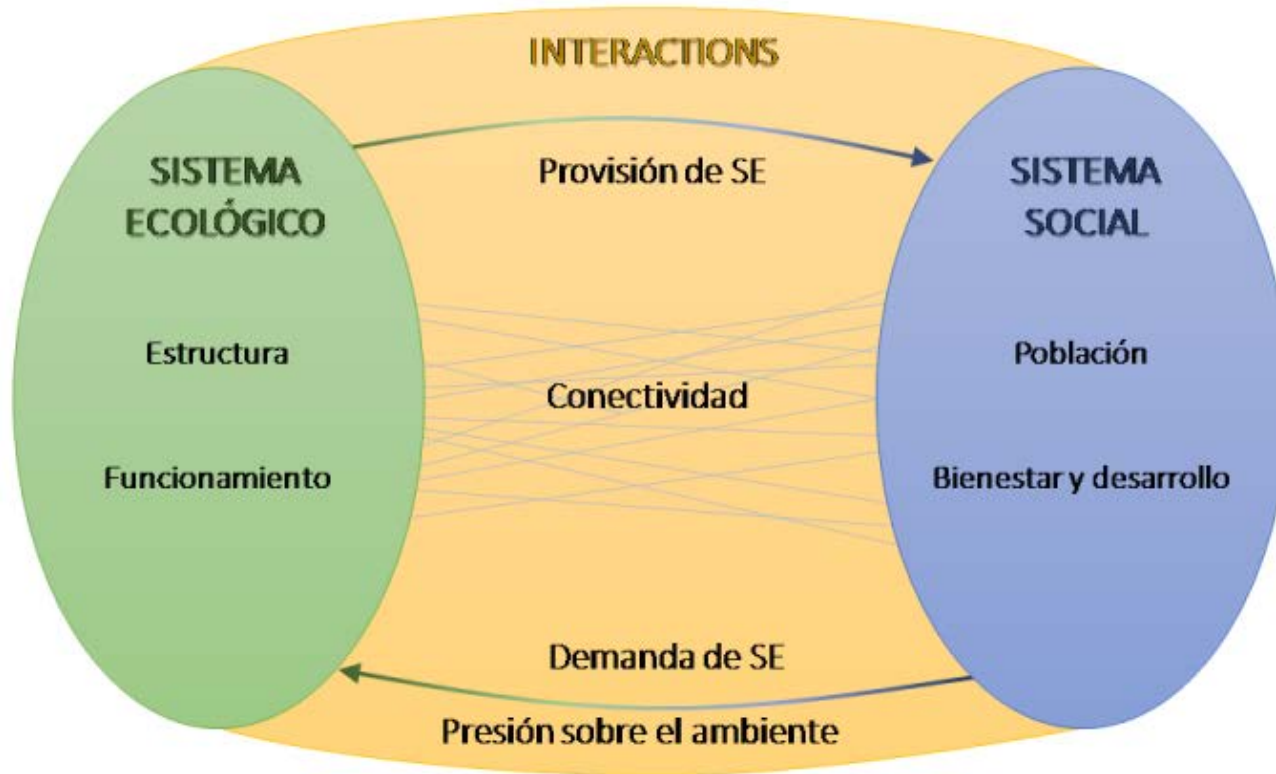
Trayectorias de cambio de arquetipos

- 12 indicadores de uso del suelo e intensidad de uso
- Bases de datos cartográficas



Desafíos metodológicos para la definición de TFSE

- ¿Cuáles son los procesos clave que definen el funcionamiento de los sistemas socio-ecológicos?
- ¿Qué variables e indicadores utilizar para describir el funcionamiento de los sistemas socio-ecológicos?
- ¿Cómo integrar las variables e indicadores de tales procesos en una clasificación y cartografía funcional de sistemas socio-ecológicos?
- ¿Qué entidades clasificar (píxeles, fincas, parcelas, municipios, etc.)?
- Disponibilidad y accesibilidad de datos a una resolución detallada



Component	Dimension	Importance level 1	Importance level 2
Social system	Human population dynamics	Population density	Population distribution
	Social wellbeing and development	Access to drinking water Poverty Social equity	Educational level Environmental quality
	Governance	Current conflicts	Political stability
Ecological system	Organic carbon dynamics	Net Primary Productivity	-
	Water dynamics	Precipitation	Actual evapotranspiration
	Surface energy balance	Net solar radiation Air temperature	-
	Nutrients cycling	Nitrogen fixation	-
	Disturbances regime	Drought occurrence Flood occurrence	Fire occurrence Hurricanes/ storms occurrence
Interactions	Ecosystem services supply	Agricultural production (P) Livestock production (P) Surface and groundwater sources for drinking (P) Hydrological cycle and water flow maintenance (R)	-
	Ecosystem services demand	Water use level Appropriation of land for agriculture	Water use for irrigated agriculture Energy use level
	Human actions on environment	Land cover/ Land use change Land use intensity Pollution	Eutrophication of water bodies Soil erosion Land protection
	Social-ecological coupling	Local natural capital dependence	Import [export] rates of agricultural and livestock products Biocapacity

Casos de estudio

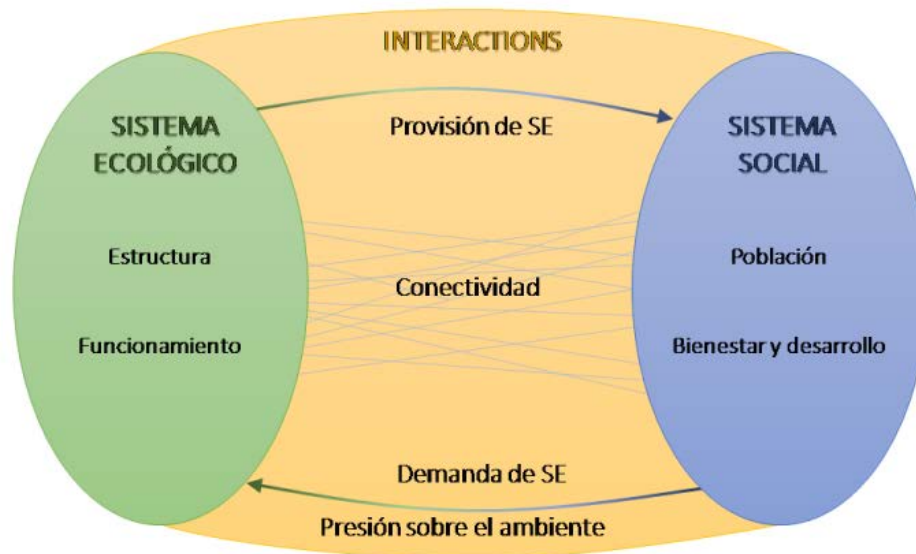
TFSE en la ecorregión Chaqueña argentina

Metodología:

1. Selección de extensión y resolución del análisis

2166 radios censales

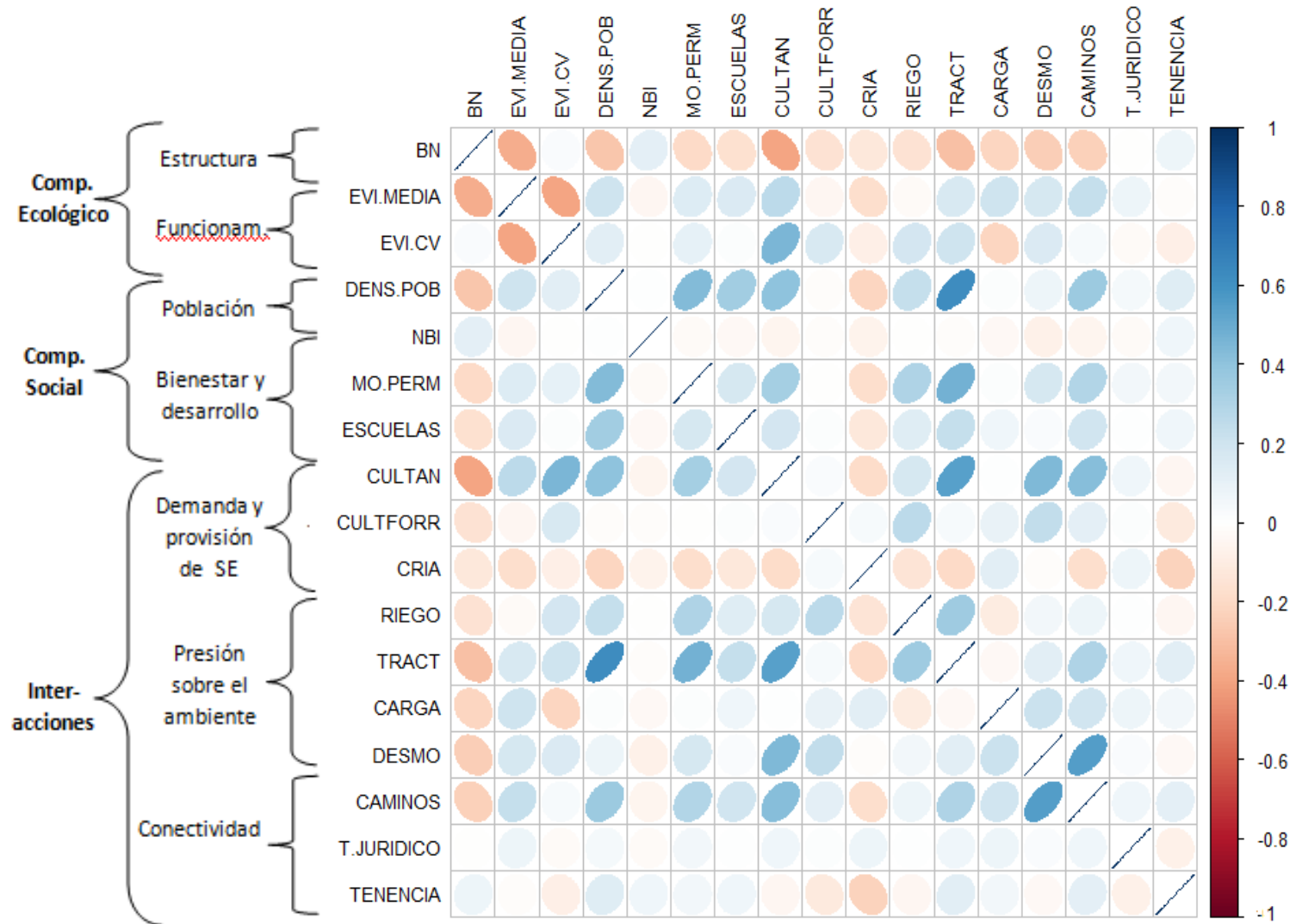
2. Selección y organización de las variables.



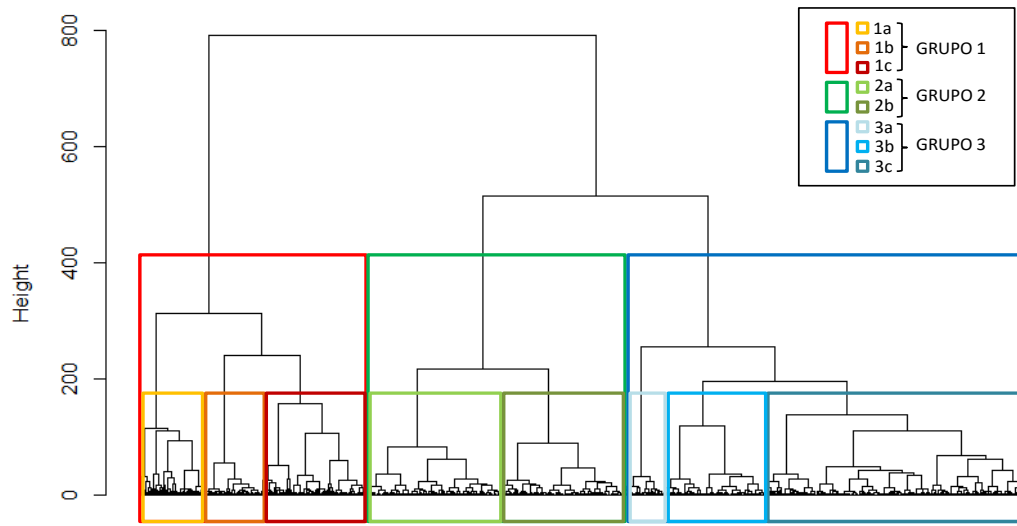
2. Selección y organización de las variables. Fuentes: datos censales y sensores remotos

COMPONENTES DEL SSE	DIMENSIÓN	VARIABLES UTILIZADAS	INDICADOR	MÉTRICA UTILIZADA	ABREVIACIÓN	FUENTE DE DATOS
Sistema Ecológico	Estructura	Cobertura natural	Bosque nativo	Sup. Bosque Nativo / Sup RC (%)	BN	CNA 2002
	Funcionamiento	Productividad	Media PPN	Media anual de EVI, año 2002	EVL MEDIA	MOD13Q1-EVI
		Estacionalidad	CV PPN	CV anual de EVI, año 2002	EVL CV	MOD13Q1-EVI
Sistema Social	Población	Ocupación del territorio	Densidad poblacional	Nº habitantes / km2	DENS.POB	CNPVH 2001
	Bienestar y desarrollo	Calidad de viviendas	Pobreza	Necesidades Básicas Insatisfechas	NBI	CNPVH 2001
		Empleo	Mano de obra	Nº de personal con empleo permanente c/1000 hectáreas	MO.PERM	CNA 2002
		Educación	Densidad de escuelas	Nº de Escuelas / km2	ESCUELAS	IGN 2012
Interacciones	Demanda y provisión de SE	Producción agrícola	Cultivos Anuales	Sup con Cult Anuales / Sup RC (%)	CULTAN	CNA 2002
		Producción ganadera	Cultivos forrajeros	Sup con Cult Forrajeros / Sup RC (%)	CULTFORR	CNA 2002
			Cría de ganado	Nº vientres / Nº vacunos totales (%)	CRIA	CNA 2002
	Presión sobre el ambiente	Riego	Superficie con riego	Superficie regada c/ 10000 ha	RIEGO	CNA 2002
		Maquinaria	Cantidad de tractores	Nº de tractores c/ 1000 hectáreas	TRACT	CNA 2002
		Carga	Carga ganadera	EV/ha ganadera	CARGA	CNA 2002
		Pérdida de Cobertura Natural	Transformación de cobertura natural	Sup deforestada / Sup RC (%)	DESMO	Capítulo 2
	Conectividad	Accesos	Densidad de rutas	Km de Caminos / km2	CAMINOS	IGN 2012
		Vínculo territorial de los agentes	Tipo jurídico de productor	Sup de EAPs con Tipo Jurídico Persona Física / Sup RC (%)	T.JURIDICO	CNA 2002
			Régimen de tenencia	Sup de EAPs con Régimen de Tenencia de la Tierra Propietarios / Sup RC (%)	TENENCIA	CNA 2002

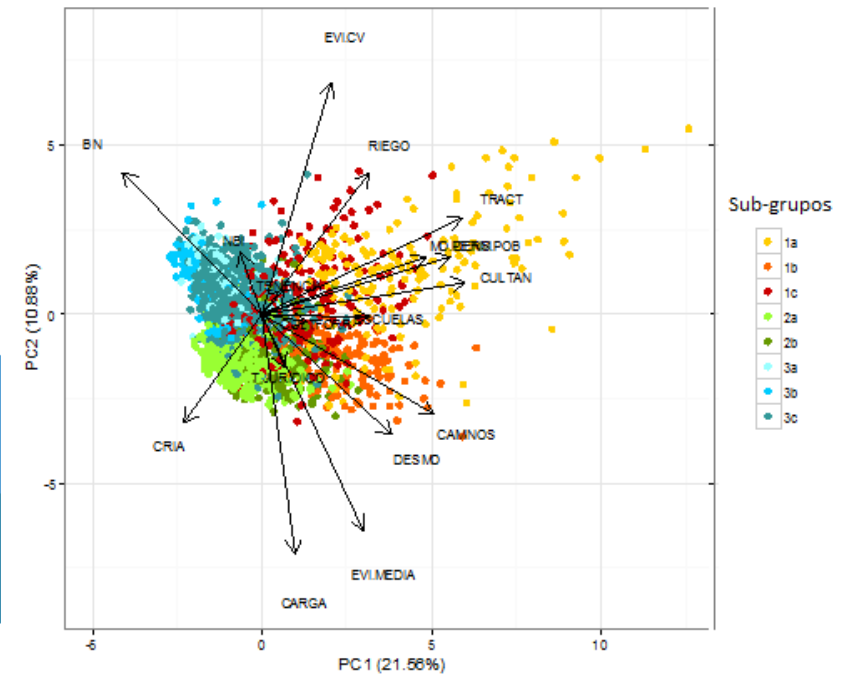
3. Evaluación de la correlación entre las variables. Matriz de correlación



4. Clasificación de TFSE

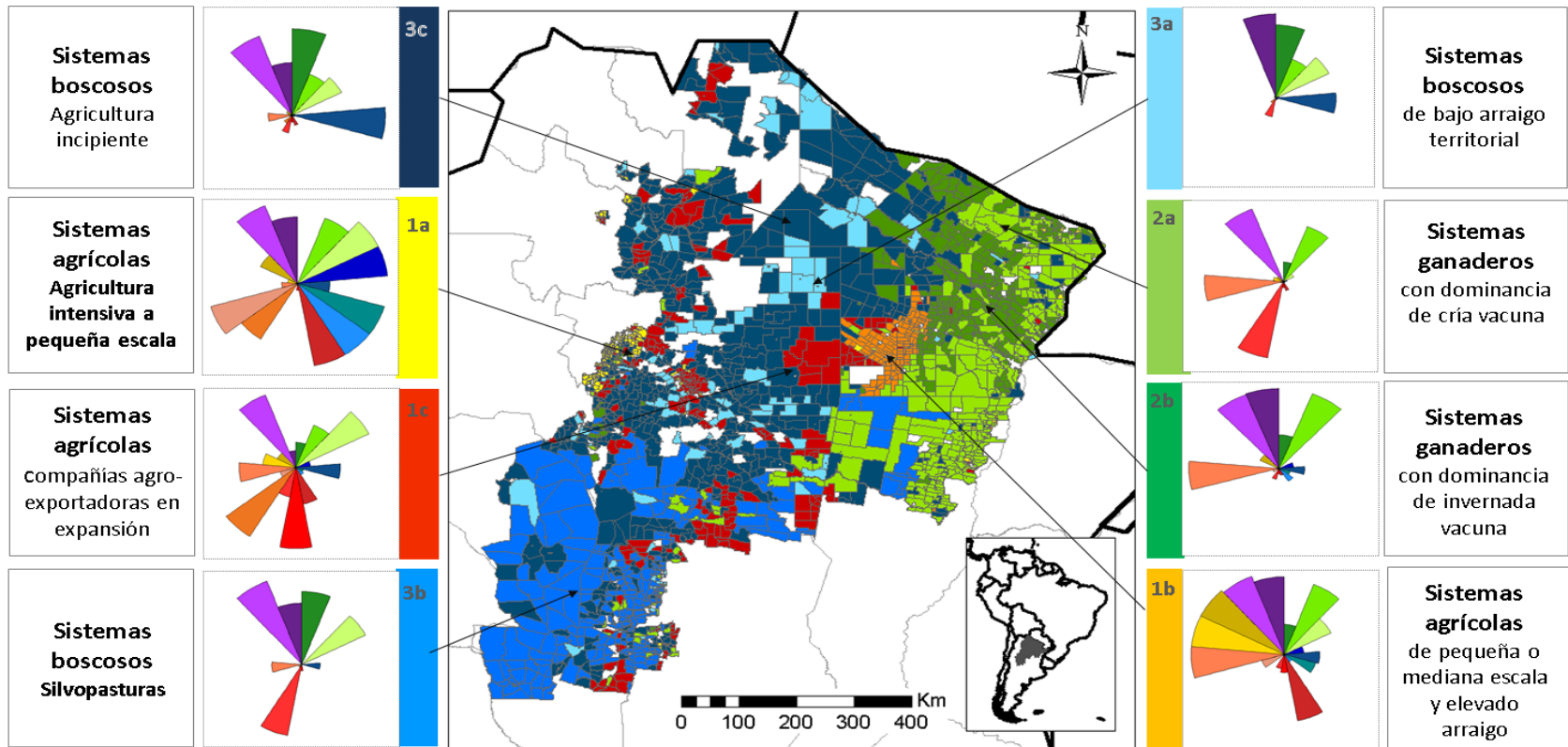


Análisis jerárquico

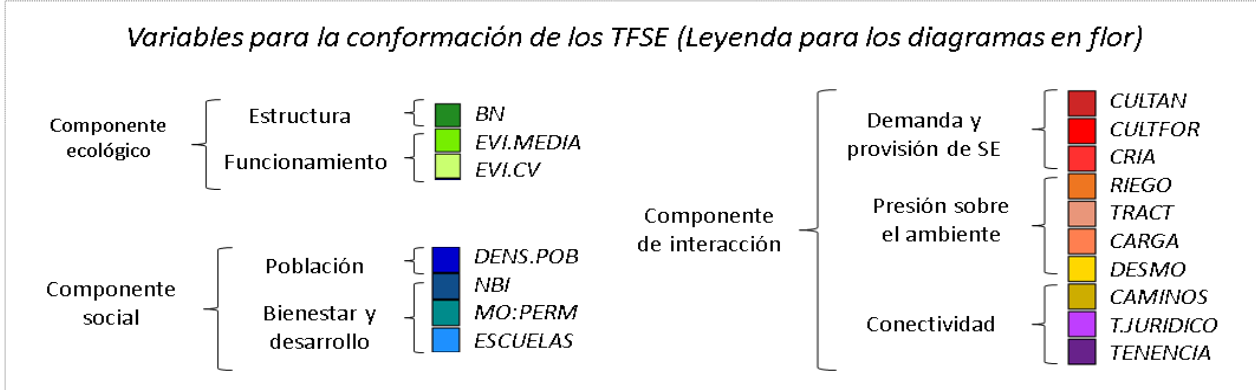


Análisis de componentes principales

5. Mapeo de TFSE, descripción de clases y análisis de patrones



Variables para la conformación de los TFSE (Leyenda para los diagramas en flor)

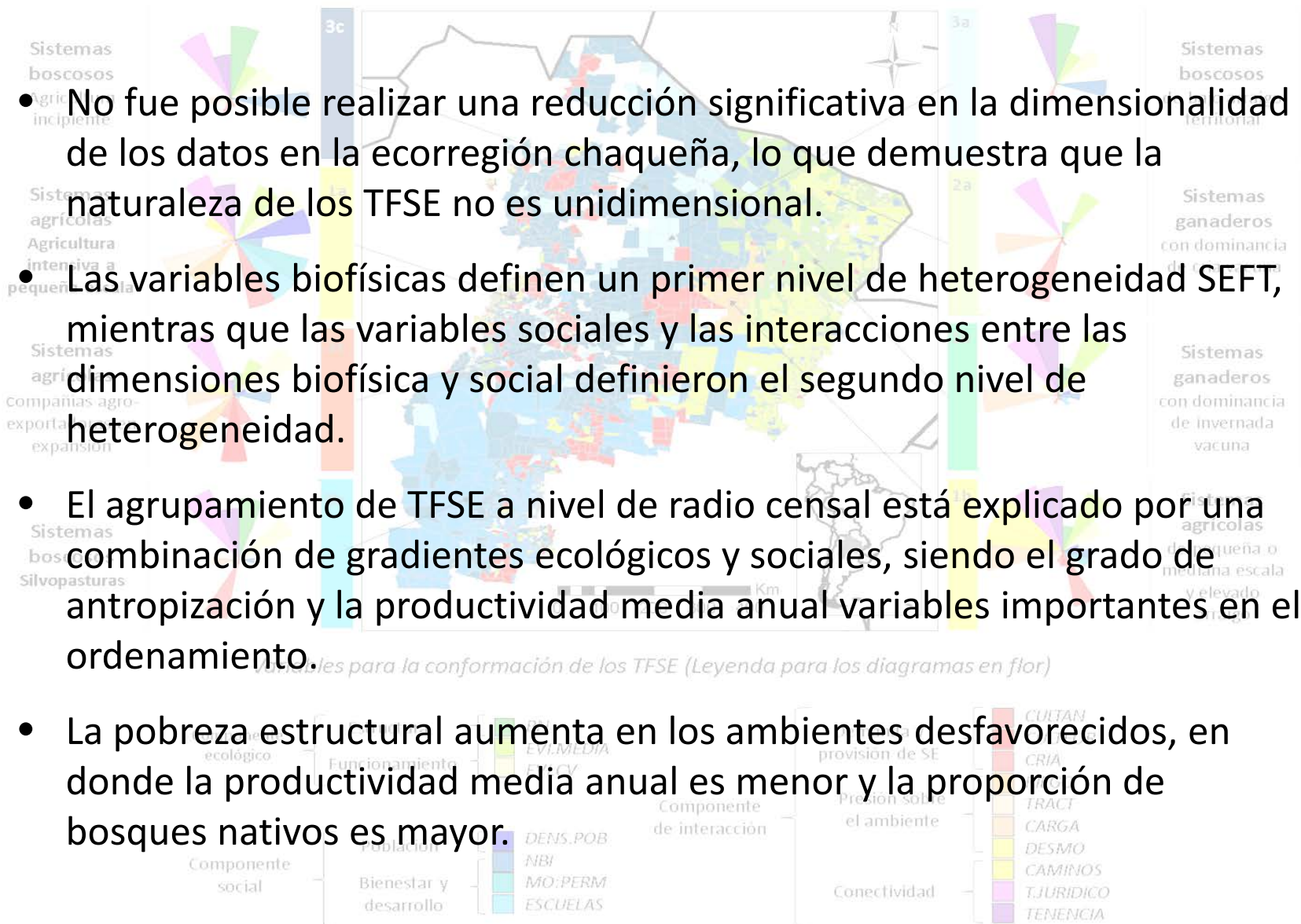


Algunos aspectos destacados

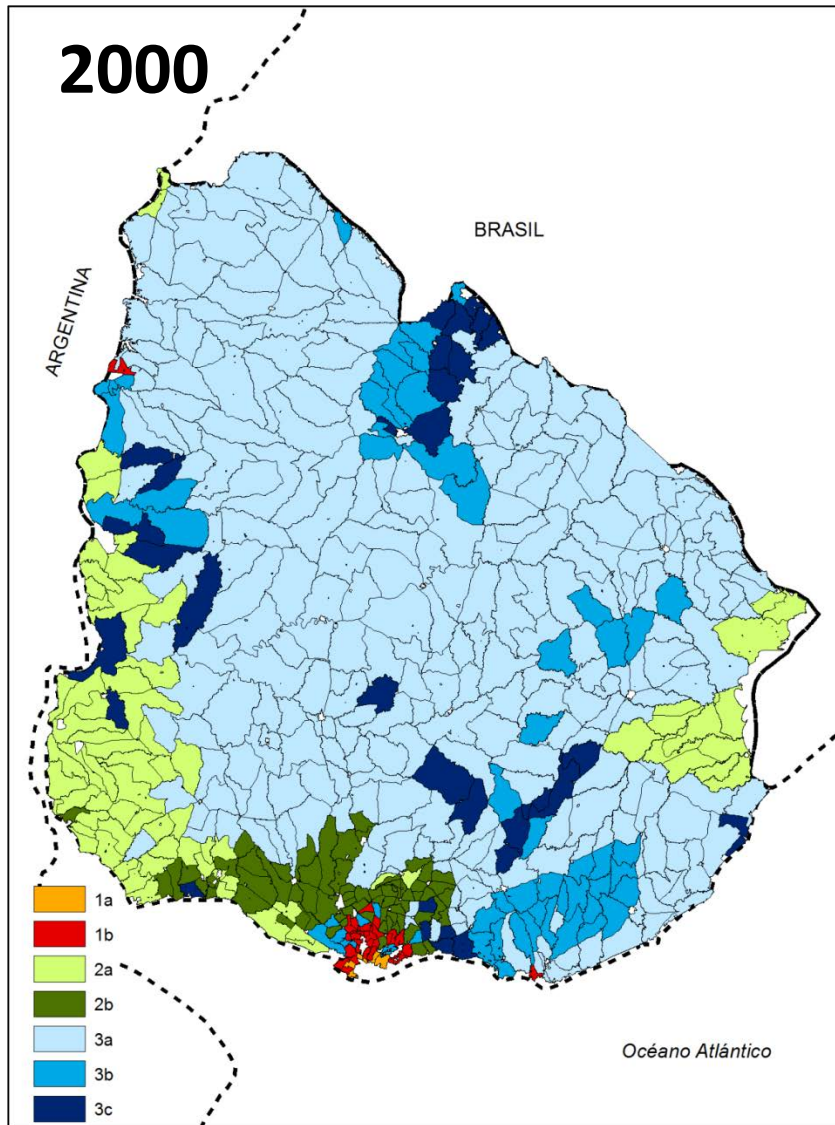
- No fue posible realizar una reducción significativa en la dimensionalidad de los datos en la ecorregión chaqueña, lo que demuestra que la naturaleza de los TFSE no es unidimensional.
- Las variables biofísicas definen un primer nivel de heterogeneidad SEFT, mientras que las variables sociales y las interacciones entre las dimensiones biofísica y social definieron el segundo nivel de heterogeneidad.
- El agrupamiento de TFSE a nivel de radio censal está explicado por una combinación de gradientes ecológicos y sociales, siendo el grado de antropización y la productividad media anual variables importantes en el ordenamiento.

Variables para la conformación de los TFSE (Leyenda para los diagramas en flor)

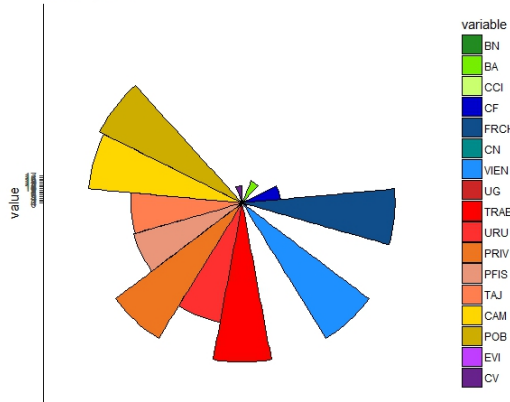
- La pobreza estructural aumenta en los ambientes desfavorecidos, en donde la productividad media anual es menor y la proporción de bosques nativos es mayor.



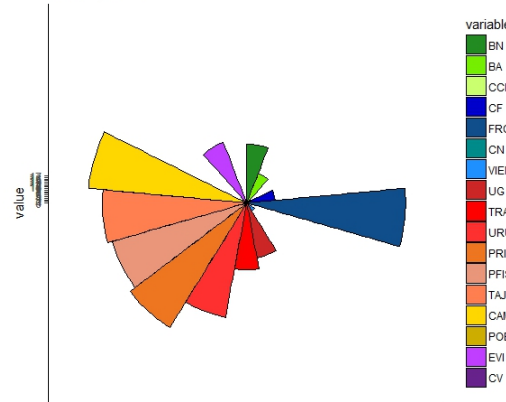
Cambios temporales de TFSE en Uruguay



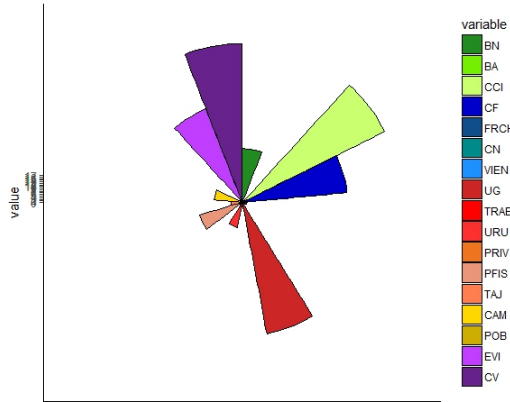
Subgrupo 1a



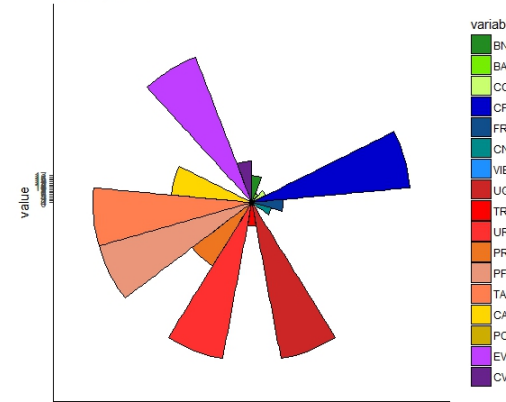
Subgrupo 1b



Subgrupo 2a

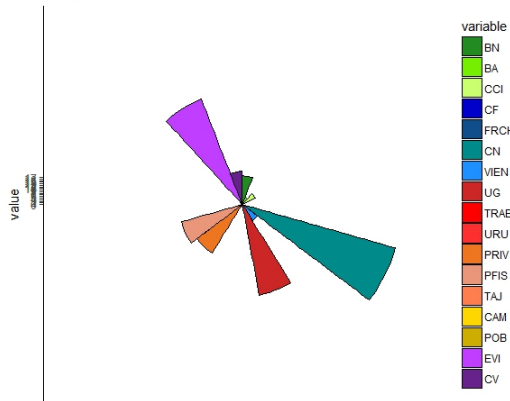


Subgrupo 2b

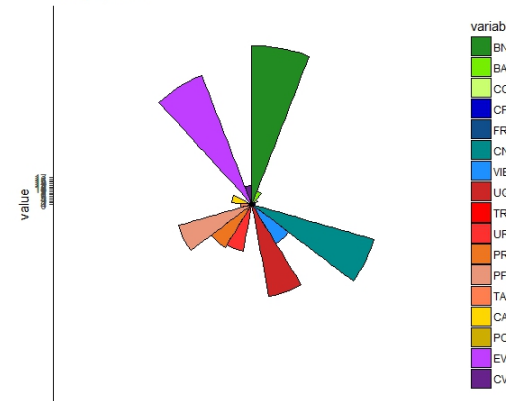


BN: % Bosque natural
 BA: % Bosque artificial
 CCI: % Cultivos cerealeros industriales
 CF: % Cultivos forrajeros
 FRCH: % Frutales y Cultivo de huerta
 CN: % Campo Natural
 VIEN: Vientres
 UG: Unidades Ganaderas
 TRAB: Trabajo
 URU: Tierras bajo propiedad de Uruguayos
 PRIV: Tierras bajo Propiedad de privados
 PFIS: Personas físicas
 TAJ: Tajamares
 CAM: Caminería (km2 de camino/ha)
 POB: Densidad Poblacional
 EVI: Índice de vegetación
 CV: Coeficiente de variación de EVI

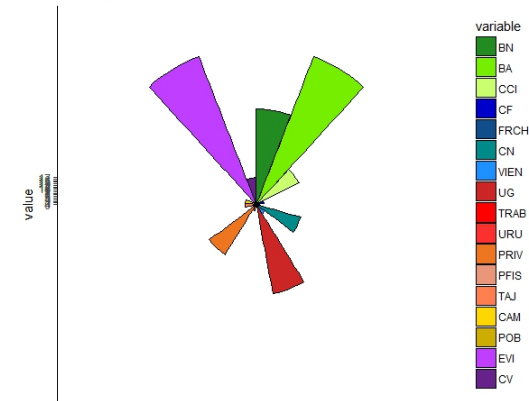
Subgrupo 3a



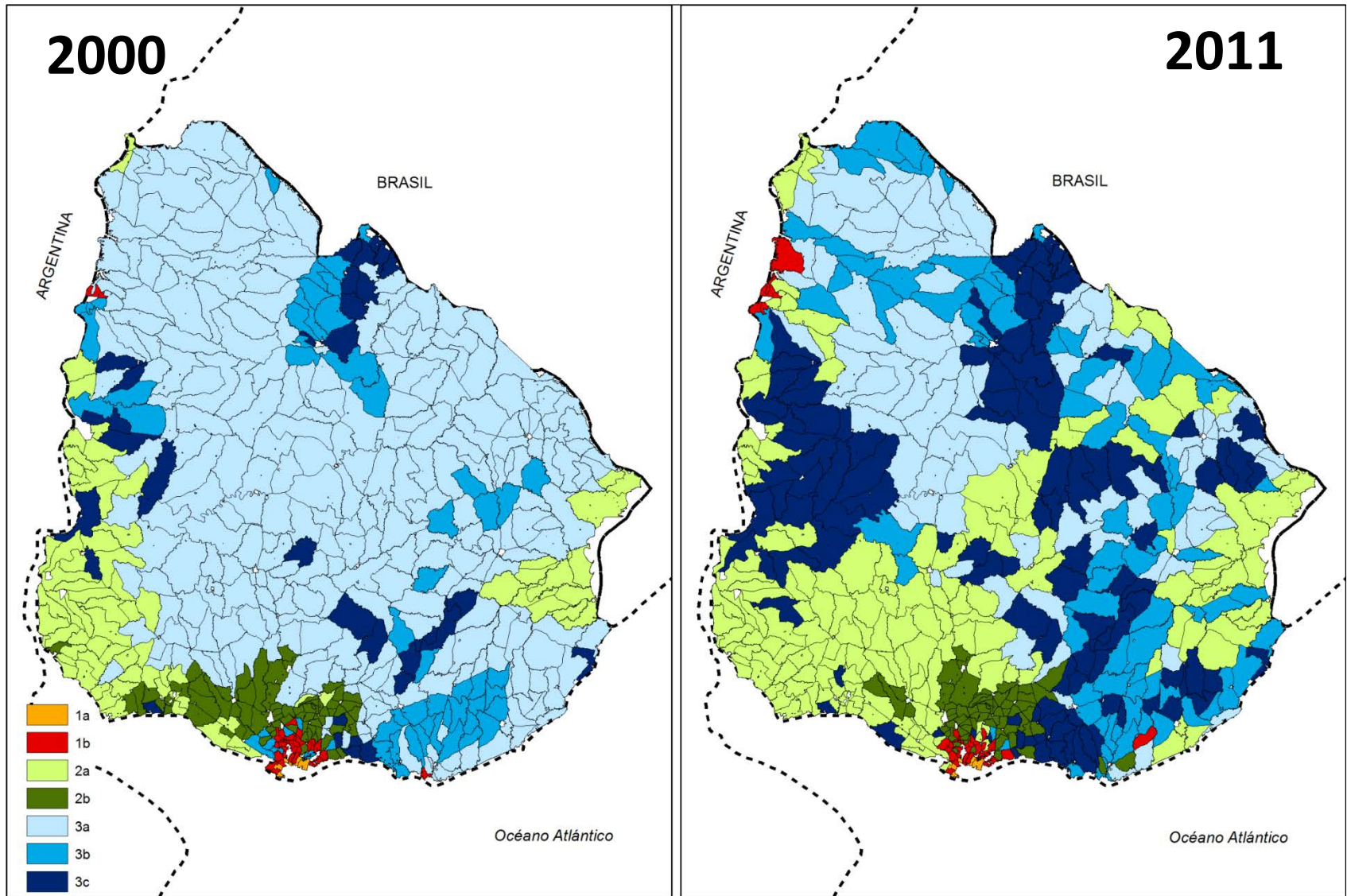
Subgrupo 3b



Subgrupo 3c



Cambios temporales de TFSE en Uruguay



¿Para qué sirven los TFSE?

- Caracterización de la heterogeneidad socio-ambiental
- Zonificar el territorio integrando aspectos sociales y ambientales
- Ocupación racional de los espacios en función de impactos y aptitudes (planificación territorial)
- Monitoreo de cambios y formulación de hipótesis acerca de los factores que los ocasionan
- Analizar de forma integrada la provisión y la demanda de servicios ecosistémicos

Considerar estos aspectos no resuelve el problema de la toma de decisiones, sino que brinda a quienes deben tomarlos los elementos para evaluar las posibles alternativas e impactos de las transformaciones.

Aspectos a tener en cuenta

- Los sistemas socioecológicos no se pueden identificar ni encontrar en la naturaleza, son entidades epistemológicas. Los límites establecidos dependerán del objetivo perseguido o las perspectivas del observador.
- Posibilidad de analizar el funcionamiento de los sistemas socio-ecológicos de manera jerárquica y anidada.
- Necesidad de utilizar datos con cobertura exhaustiva del territorio (ej: datos censales y datos provenientes de sensores remotos).
- La selección de variables a incluir debe tener relación con las problemáticas principales de cada territorio y estar disponible a esa resolución temporal y espacial.
- Criterios para la selección de variables: credibilidad, relevancia, legitimidad, viabilidad.