

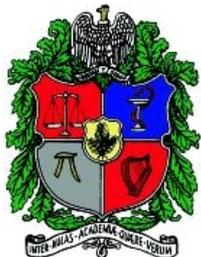
Restauración Ecológica en Paisajes Ganaderos



Indicadores de los servicios ambientales en agropaisajes y en proyectos de restauración

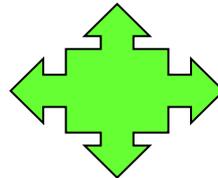
Elena VELÁSQUEZ

Julio 21 de 2014





La preocupación mundial sobre el aumento de los impulsores directos de cambio en los ecosistemas y la búsqueda de un desarrollo sostenible,



han llevado a aumentar los esfuerzos para evaluar el estado y las tendencias de las condiciones ambientales.





malumnalu.blogspot.com



fis.com

Indicadores



<http://www.southernshare.org/>



<http://www.treehugger.com/>



lara.ecoagents.ro

¿Cómo evaluar el daño
en los ecosistemas?

Indicadores de Servicios Ambientales



Cambio climático



Sociales



[//www.google.com.co/imgres?q=sociedad](http://www.google.com.co/imgres?q=sociedad)

Biodiversidad



<http://www.google.com.co/imgres?q=biodiversidad>

Calidad del suelo



Calidad del agua



<http://www.google.com.co/imgres?q=contaminacion+agua>

Ben Osborne/Oxford Scientific Films

gua



www.rinconamuva.blogspot.com

Un indicador es una señal que transmite un mensaje complejo. Debe estar basado en un modelo conceptual que refleje las condiciones de los procesos medidos.

Indicadores

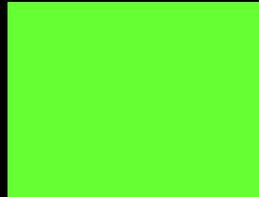


¿ A que escala?

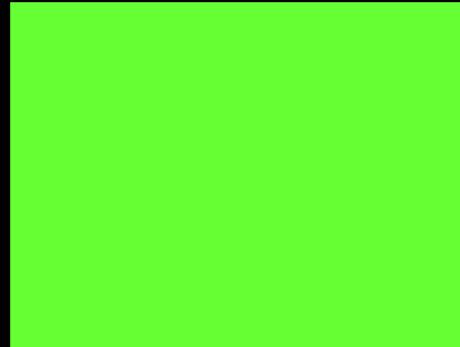
Parcela



Finca



Paisaje



Paisaje

Porción de espacio concerniente a la escala de las actividades humanas (Burel F & Baudryl J. 202).

Definido por su:

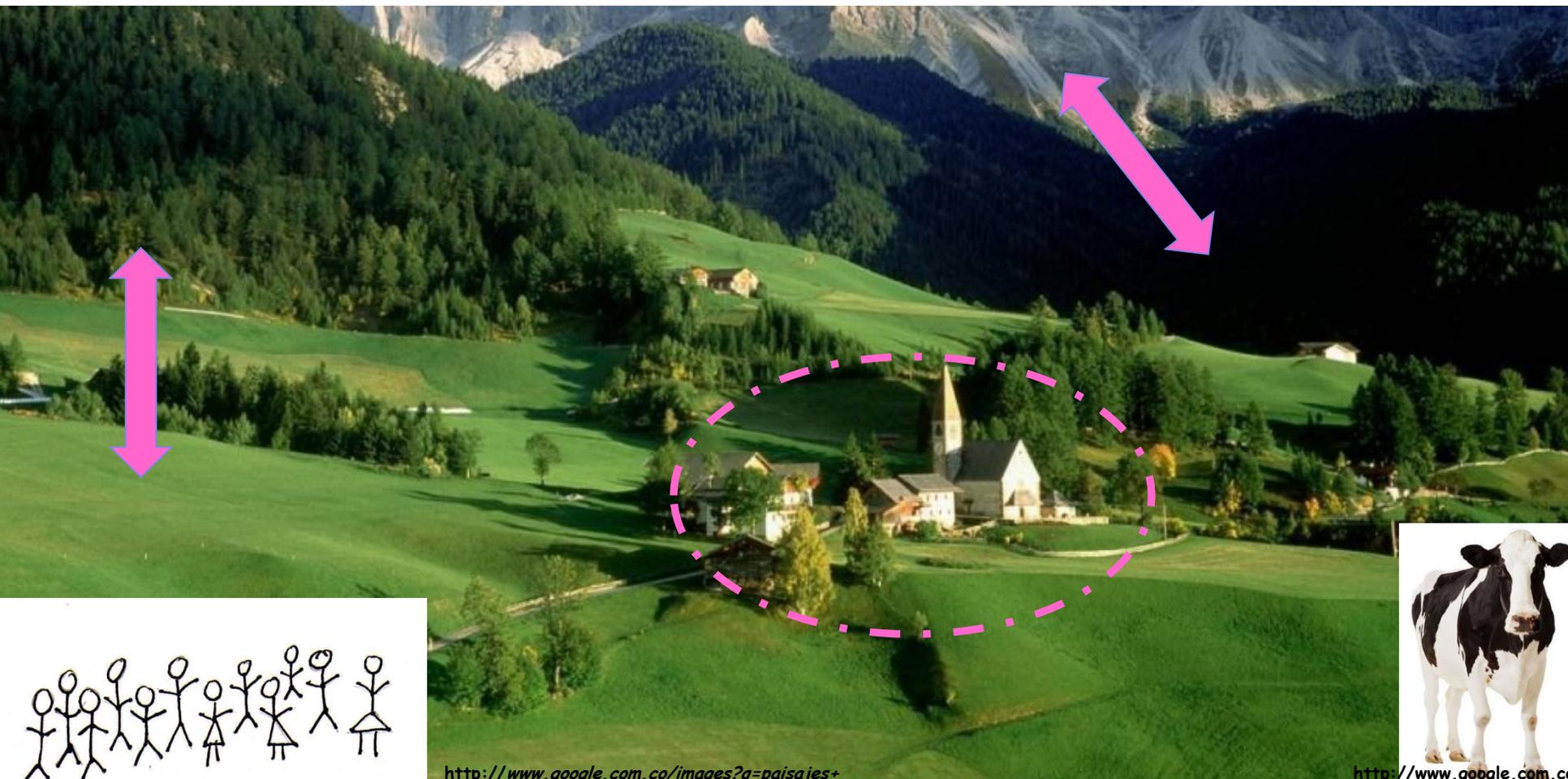
- Heterogeneidad espacial y temporal,
- Por las actividades humanas que en él se desarrollan,
- Por su ambiente



¿ Como evaluar un paisaje en función de su heterogeneidad?

Nomenclatura de objetos

Es necesario localizar espacialmente los elementos paisajísticos, nombrarlos y clasificarlos.



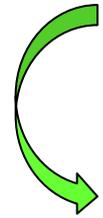
Hay relatividad...



Elementos paisajísticos



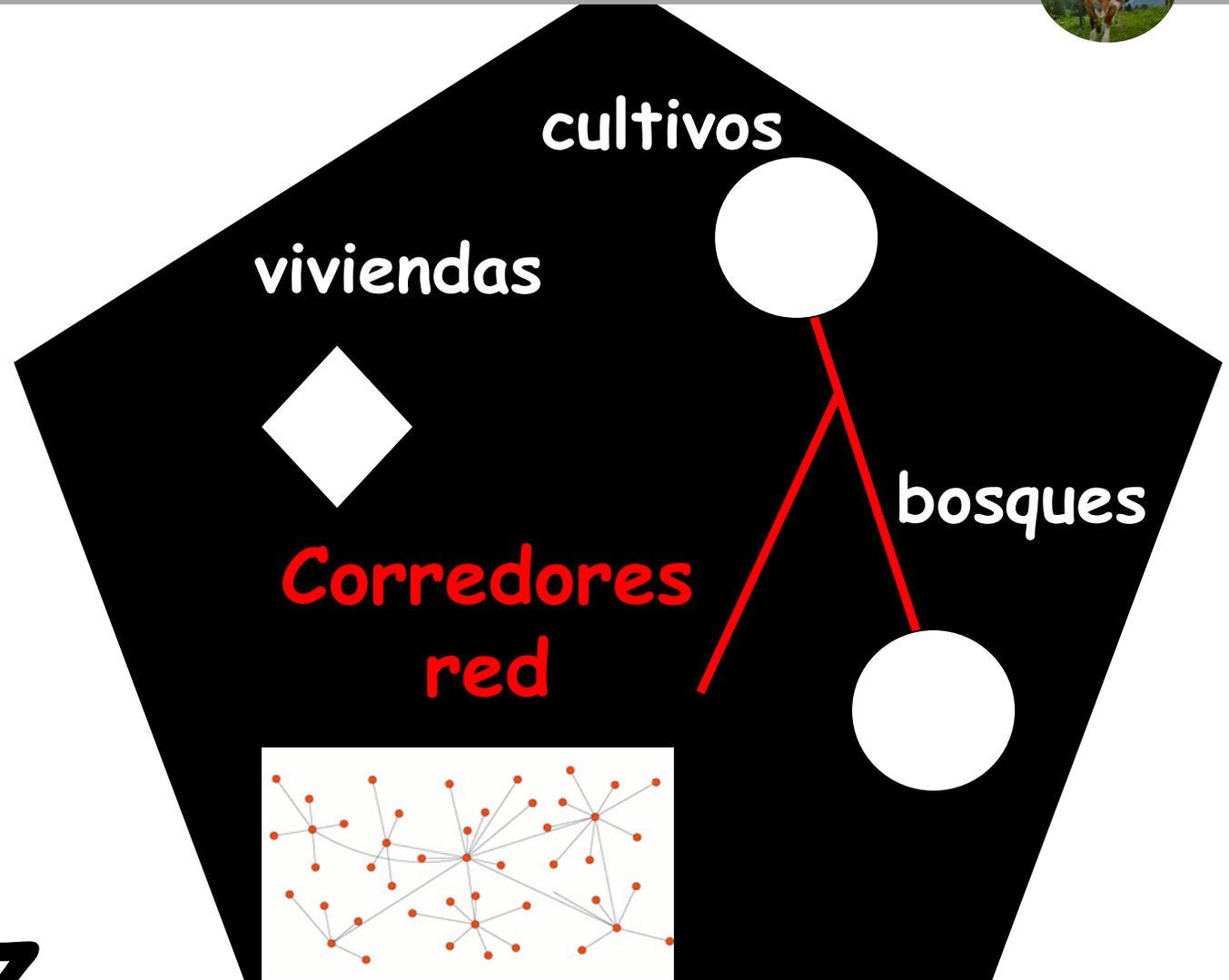
Manchas



Mosaico



Matriz



El estudio de la heterogeneidad es de gran interés conceptual, ya que permite:

**Analizar las estructuras espaciales,
sus componentes y
los efectos de escala.**

¿ Cual es la pregunta a responder?

¿ Que se necesita ?

¿ Que se debe representar en un mapa?

¿ Que parámetros pueden influir en la

- Presencia,
- Supervivencia,
- Desplazamiento y
- Reproducción

De un organismo, de una población animal o vegetal en un paisaje?

Conservación

¿ Que vamos a conservar?

¿ Donde conservar ?

¿ Diseño de estrategias de conservación?

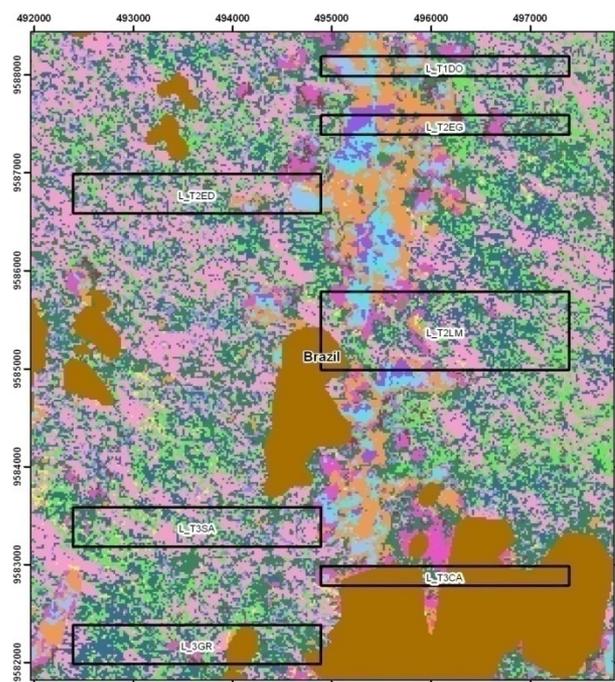
¿ Herramientas?

- Evaluación económica
- Evaluación eficacia biológica
- Sostenibilidad social
- Reconstrucción y socialización ...

¿Que variables escoger?

- Geográficas
- Socio económicas
- Físicas
- Químicas
- Materia orgánica
- Producción
- Diversidad: Vegetal, animal
- Otras ...

La elaboración de tipologías de ventanas para caracterizar un paisaje es una herramienta útil para comparar estructuras paisajísticas a diferentes escalas.



Legend Farms Pacaja

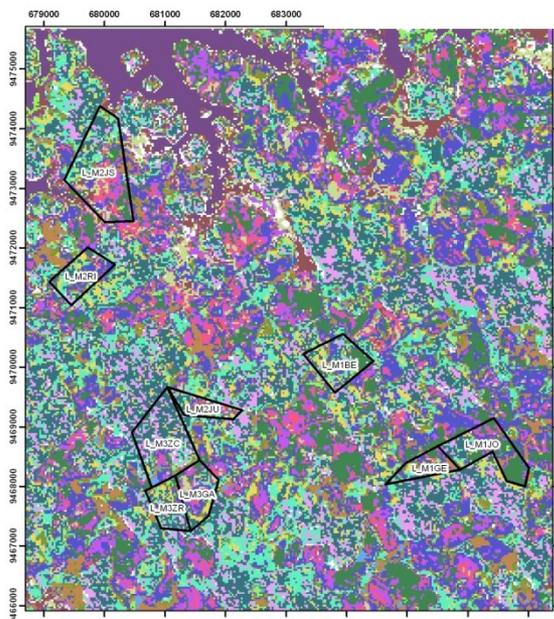
□ Farms Pacaja

Pacaja Land Use

- Açai
- Capoeira haute
- Capoeira vieille
- Forêt brûlée
- Forêt exploitée
- Forêt parcourue
- Forêts brûlées
- Juquira
- Juquira
- Plantation de Babaçu
- Pâturage avec ligneux
- Pâturage avec ligneux
- Pâturage propre
- Pâturage sur bas-fonds
- Unclassified
- eau



Projection: UTM Zone 22S
Datum: WGS84



Legend Farms Maçaranduba

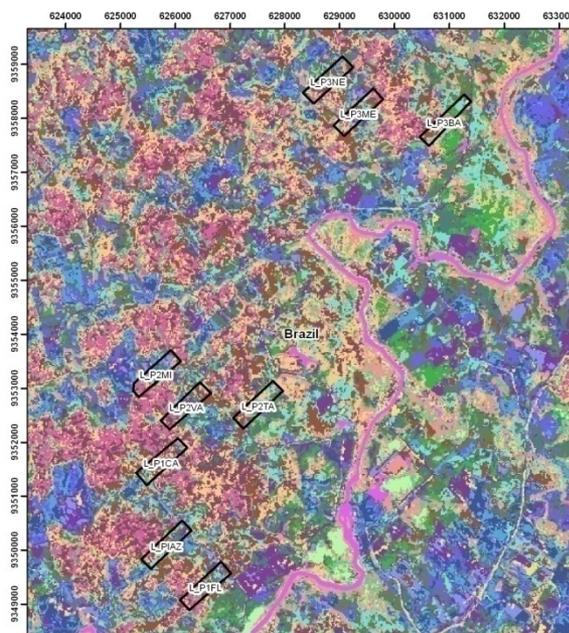
□ Farms Maçaranduba

Maçaranduba Land Use

- Açai arborée
- Capoeira haute
- Capoeira basse
- Eaux affleurantes sans végétation
- Forêt brûlée
- Forêt exploitée
- Forêt parcourue
- Juquira
- Marécage permanent avec végétation
- Pâturage avec Babaçu
- Pâturage avec ligneux
- Pâturage propre
- Pâturage sur bas-fonds (végétation basse)
- Unclassified
- Zones sableuses en bord de fleuve
- eau



Projection: UTM Zone 22S
Datum: WGS84



Legend Farms Palmares

□ Farms Palmares

Palmares Land Use

- broussaille sur bas-fond
- culture vivrière
- eau
- forêt brûlée
- forêt de bas fond
- forêt exploitée
- forêt parcourue
- friche jeune
- friche vieille
- friche vieille avec babaçu
- jachère jeune
- jardin verger familial
- pâturage avec ligneux et babaçu
- pâturage de bas fond
- pâturage propre
- plantation babaçu
- sol nu

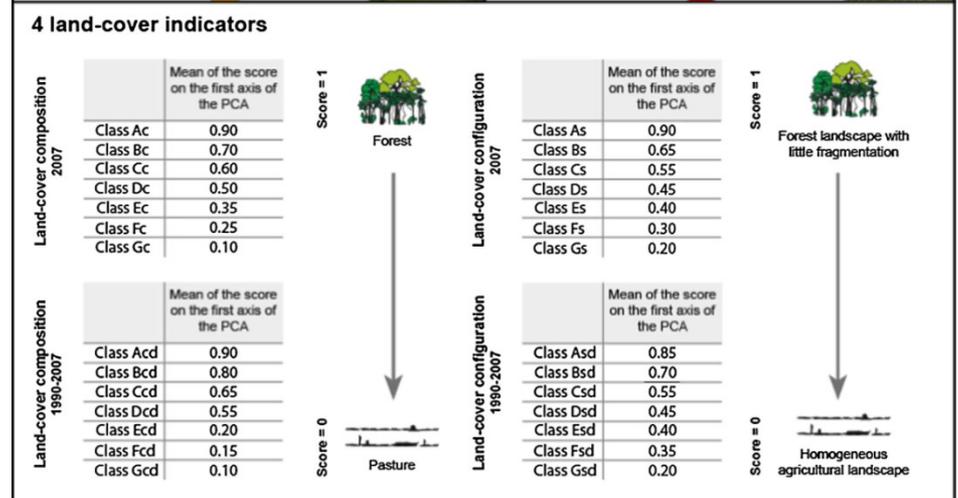
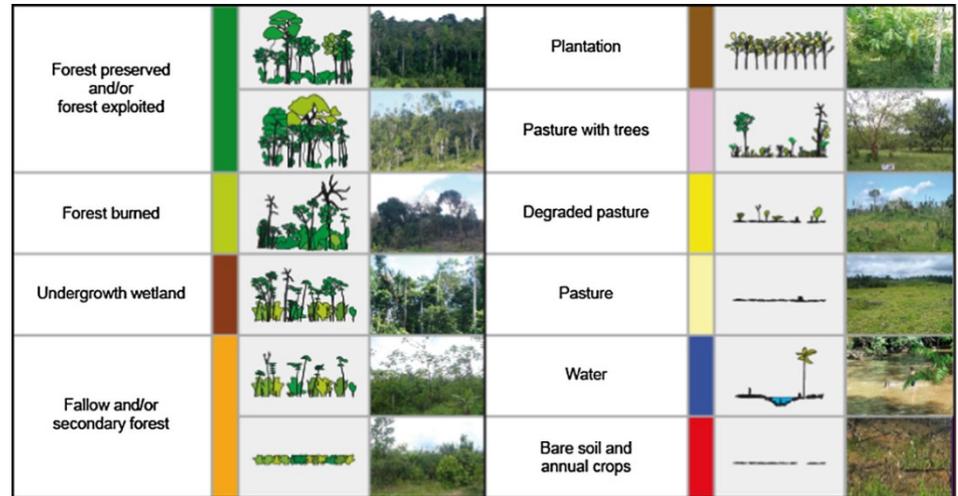
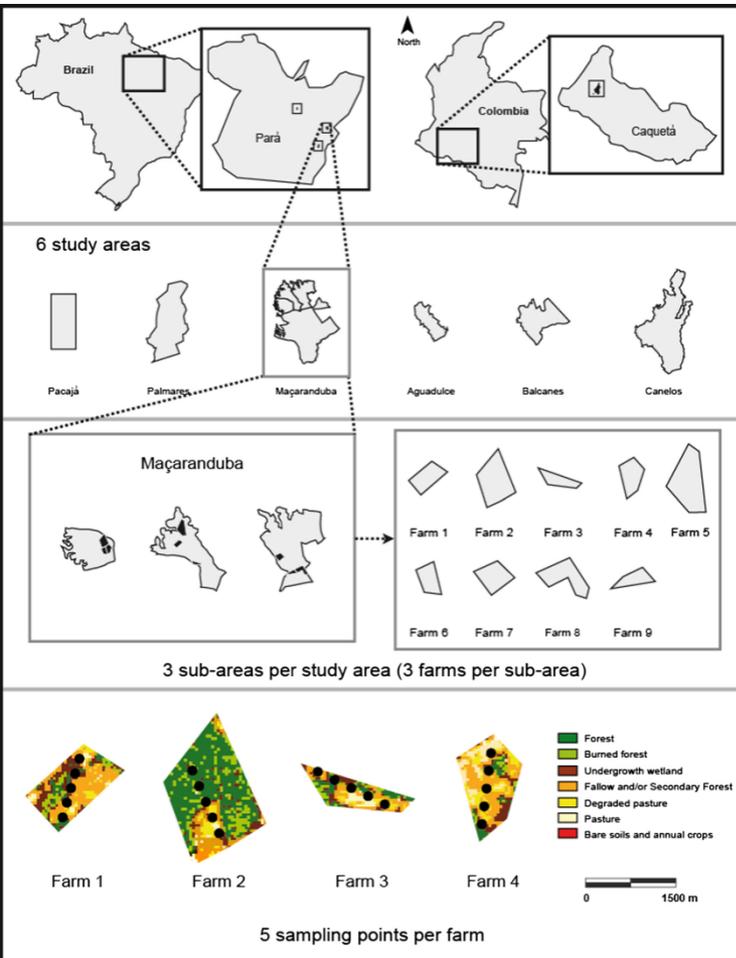


Projection: UTM Zone 22S
Datum: WGS84

Ejemplo de la creación de un Indicador General de Calidad del Suelo

Ecosystem services of regulation and support in Amazonian pioneer fronts: searching for landscape drivers

Michel Grimaldi · Johan Oszwald · Sylvain Dole' dec · Maria del Pilar Hurtado · Izildinha de Souza Miranda · Xavier Arnaud de Sartre · William Santos de Assis · Edna Castan'eda · Thierry Desjardins · Florence Dubs · Edward Guevara · Valery Gond · Ta'mara Thaiz Santana Lima · Raphae'l Marichal · Fernando Michelotti · Danielle Mitja · Norberto Cornejo Noronha · Mariana Nascimento Delgado Oliveira · Bertha Ramirez · Gamaliel Rodriguez · Max Sarrazin · Ma'rio Lopes da Silva Jr. · Luiz Gonzaga Silva Costa · Sima'õ Lindoso de Souza · Iran Veiga · Elena Velasquez · Patrick Lavelle



Variables evaluadas

PT02	Porosidad Total (%) 0-2 cm
PT2	Porosidad Total (%) 2-5 cm
PT5	Porosidad Total (%) 5-10 cm
PT10	Porosidad Total (%) 10-15 cm
PT15	Porosidad Total (%) 15-20 cm
PT20	Porosidad Total (%) 20-25 cm
PT25	Porosidad Total (%) 25-30 cm
PT30	Porosidad Total (%) 30-35 cm
PT35	Porosidad Total (%) 35-40 cm
PT40	Porosidad Total (%) 40-45 cm
PT4550	Porosidad Total (%) 45-50 cm
H02	Humedad gravimetrica en campo (%) 0-2 cm
H2	Humedad gravimetrica en campo (%) 2-5 cm
H5	Humedad gravimetrica en campo (%) 5-10 cm
H10	Humedad gravimetrica en campo (%) 10-15 cm
H15	Humedad gravimetrica en campo (%) 15-20 cm
H20	Humedad gravimetrica en campo (%) 20-25 cm
H25	Humedad gravimetrica en campo (%) 25-30 cm
H30	Humedad gravimetrica en campo (%) 30-35 cm
H35	Humedad gravimetrica en campo (%) 35-40 cm
H40	Humedad gravimetrica en campo (%) 40-45cm
H4550	Humedad gravimetrica en campo (%) 45-50 cm
HgC_05	Humedad gravimetrica de campo (%) 0-5 cm
HgC_1015	Humedad gravimetrica de campo (%) 10-15 cm
HgC_2040	Humedad gravimetrica de campo (%) 20-40 cm
HgS_05	Humedad gravimetrica (%). Punto de saturacion 0-5 cm
HgS10_15	Humedad gravimetrica (%). Punto de saturacion 10-15 cm
HgS_2040	Humedad gravimetrica (%). Punto de saturacion 20-40 cm
Hg75_05	Humedad gravimetrica (%). 75 atmosferas 0-5 cm
Hg75_1015	Humedad gravimetrica (%). 75 atmosferas 10-15 cm
Hg75_2040	Humedad gravimetrica (%). 75 atmosferas 20-40 cm
Hg03_05	Humedad gravimetrica (%). 0.3 bares (CC) 0-5 cm
Hg03_1015	Humedad gravimetrica (%). 0.3 bares (CC) 10-15 cm
Hg03_2040	Humedad gravimetrica (%). 0.3 bares (CC) 20-40 cm
Hg1_05	Humedad gravimetrica (%). 1 bar 0-5 cm
Hg1_1015	Humedad gravimetrica (%). 1 bar 10-15 cm
Hg1_2040	Humedad gravimetrica (%). 1 bar 20-40 cm
Hg15_05	Humedad gravimetrica (%). 15 bar (PMP) 0-5 cm
Hg15_1015	Humedad gravimetrica (%). 15 bar (PMP) 10-15 cm
Hg15_2040	Humedad gravimetrica (%). 15 bar (PMP) 20-40 cm
HvC_05	Humedad Volumetrica de campo (%) 0-5 cm
HvC_1015	Humedad Volumetrica de campo (%) 10-15 cm
HvC_2040	Humedad Volumetrica de campo (%) 20-40 cm
HvS_05	Humedad Volumetrica (%). Punto de saturacion. 0-5 cm
HvS_1015	Humedad Volumetrica (%). Punto de saturacion. 10-15 cm
HvS_2040	Humedad Volumetrica (%). Punto de saturacion. 20-40 cm
Hv75_05	Humedad Volumetrica (%). 75 atmosferas. 0-5 cm
Hv75_1015	Humedad Volumetrica (%). 75 atmosferas. 10-15 cm
Hv75_2040	Humedad Volumetrica (%). 75 atmosferas. 20-40 cm
Hv03_05	Humedad Volumetrica (%). 0.3 bares (CC). 0-5 cm
Hv03_1015	Humedad Volumetrica (%). 0.3 bares (CC). 10-15 cm
Hv03_2040	Humedad Volumetrica (%). 0.3 bares (CC). 20-40 cm
Hv1_05	Humedad Volumetrica (%). 1 bar. 0-5 cm
Hv1_1015	Humedad Volumetrica (%). 1 bar. 10-15 cm
Hv1_2040	Humedad Volumetrica (%). 1 bar. 20-40 cm
Hv15_05	Humedad Volumetrica. 15 bares (PMP). 0-5 cm
Hv15_1015	Humedad Volumetrica (%). 15 bares (PMP). 10-15 cm
Hv15_2040	Humedad Volumetrica. 15 bares (PMP). 20-40 cm

A	% Arenas
L	% Limos
Ar	% Arcillas
Tex	Textura
DR	Densidad real (g/cm ³)
Da02	Densidad aparente (g/cm ³) 0-2 cm
Da2	Densidad aparente (g/cm ³) 2-5cm
Da5	Densidad aparente (g/cm ³) 5-10 cm
Da10	Densidad aparente (g/cm ³) 10-15 cm
Da15	Densidad aparente (g/cm ³) 15-20 cm
Da20	Densidad aparente (g/cm ³) 20-25 cm
Da25	Densidad aparente (g/cm ³) 25-30 cm
Da30	Densidad aparente (g/cm ³) 30-35 cm
Da35	Densidad aparente (g/cm ³) 35-40 cm
Da40	Densidad aparente (g/cm ³) 40-45 cm
Da4550	Densidad aparente (g/cm ³) 45-50 cm
C010	Carbono % . 0-10 cm
C10	Carbono % . 10-20 cm
C20	Carbono % . 20-30 cm
C30	Carbono % . 30-40 cm
C4050	Carbono % . 40-50 cm
SC010	Stock de Carbono (Ton C/ ha). 0-10 cm
SC10	Stock de Carbono (Ton C/ ha). 10-20 cm
SC20	Stock de Carbono (Ton C/ ha). 20-30 cm
SC30	Stock de Carbono (Ton C/ ha). 30-40 cm
SC40	Stock de Carbono (Ton C/ ha). 40-50 cm
N010	Nitrogeno % . 0-10 cm
N10	Nitrogeno % . 10-20 cm
N20	Nitrogeno % . 20-30 cm
N30	Nitrogeno % . 30-40 cm
N40	Nitrogeno % . 40-50 cm
NH4	Amonio (mg/kg)

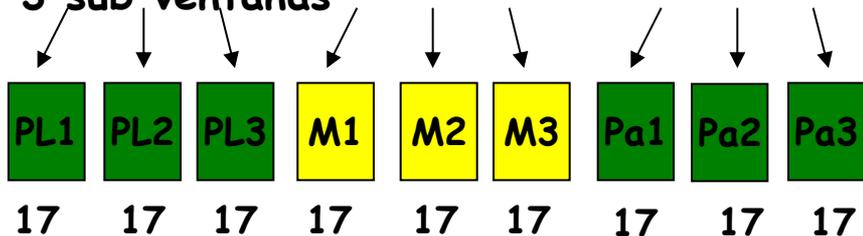
Ma_05	Macroporos (%). 0-5 cm
Ma_1015	Macroporos (%). 10-15 cm
Ma_2040	Macroporos (%). 20-40 cm
Me_05	Mesoporos (%). 0-5 cm
Me_1015	Mesoporos (%). 10-15 cm
Me_2040	Mesoporos (%). 20-40 cm
Mi_05	Microporos (%). 0-5 cm
Mi_1015	Microporos (%). 10-15 cm
Mi_2040	Microporos (%). 20-40 cm
K05	Conductividad Hidraulica (cm/h). 0-5 cm
K1015	Conductividad Hidraulica (cm/h). 10-15 cm
K2040	Conductividad Hidraulica (cm/h). 20-40 cm
R_Ver	Resistencia vertical a la penetracion (kgf/cm ²). Lectura penetrometro (0-10 cm)
RTc_02	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 0-2 cm.
RTc_2	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 2-5 cm.
RTc_5	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria 5-10 cm
RTc_10	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 10-15 cm.
RTc_15	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 15-20 cm.
RTc_20	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 20-25 cm.
RTc_25	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 25-30 cm.
RTc_30	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 30-35 cm.
RTc_35	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 35-40 cm.
RTc_40	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 40-45 cm.
RTc_4550	Resistencia Tangencial al corte (kPa). Torcometria. 45-50 cm.
AE0125_1	Agregados estables 0.125 - 1 mm (%). 0-10 cm.
AE1_2	Agregados estables 1-2 mm (%). 0-10 cm.
AE2_4	Agregados estables 2-4 mm (%). 0-10 cm.
AE4_6	Agregados estables 4-6 mm (%). 0-10 cm.
AE >6	Agregados estables > 6 mm (%). 0-10 cm.
DMP	Diametro medio ponderado de agregados (mm). 0-10 cm
ClSEA	Clasificacion Estabilidad de Agregados . 0-10 cm.
K	Contenido de Potasio (meq /100 g de suelo). 0 - 10 cm
Ca	Contenido de Calcio (meq /100 g de suelo). 0 - 10 cm
Mg	Contenido de Magnesio (meq /100 g de suelo). 0 - 10 cm
Al	Contenido de Aluminio. 0 - 10 cm
SB_010	Suma de bases (meq /100 g de suelo)= K+Ca+Mg. 0- 10 cm
CICE_010	Capacidad de intercambio cationico efectiva
Morfo	Morfología del suelo

BRASIL
Pará

3 ventanas



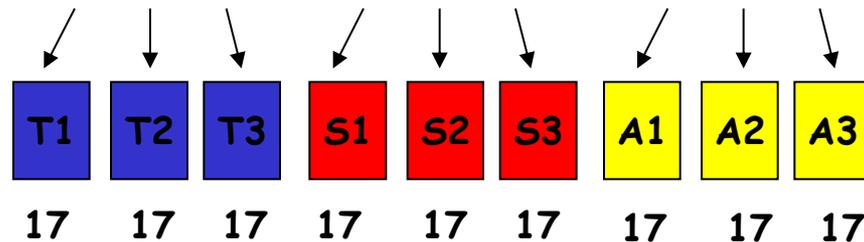
3 sub ventanas



153 fincas

COLOMBIA
Caqueta

3 ventanas



153 fincas

SOCIOECO ↔ PAISAJE



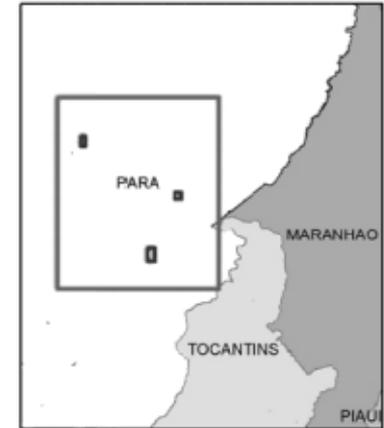
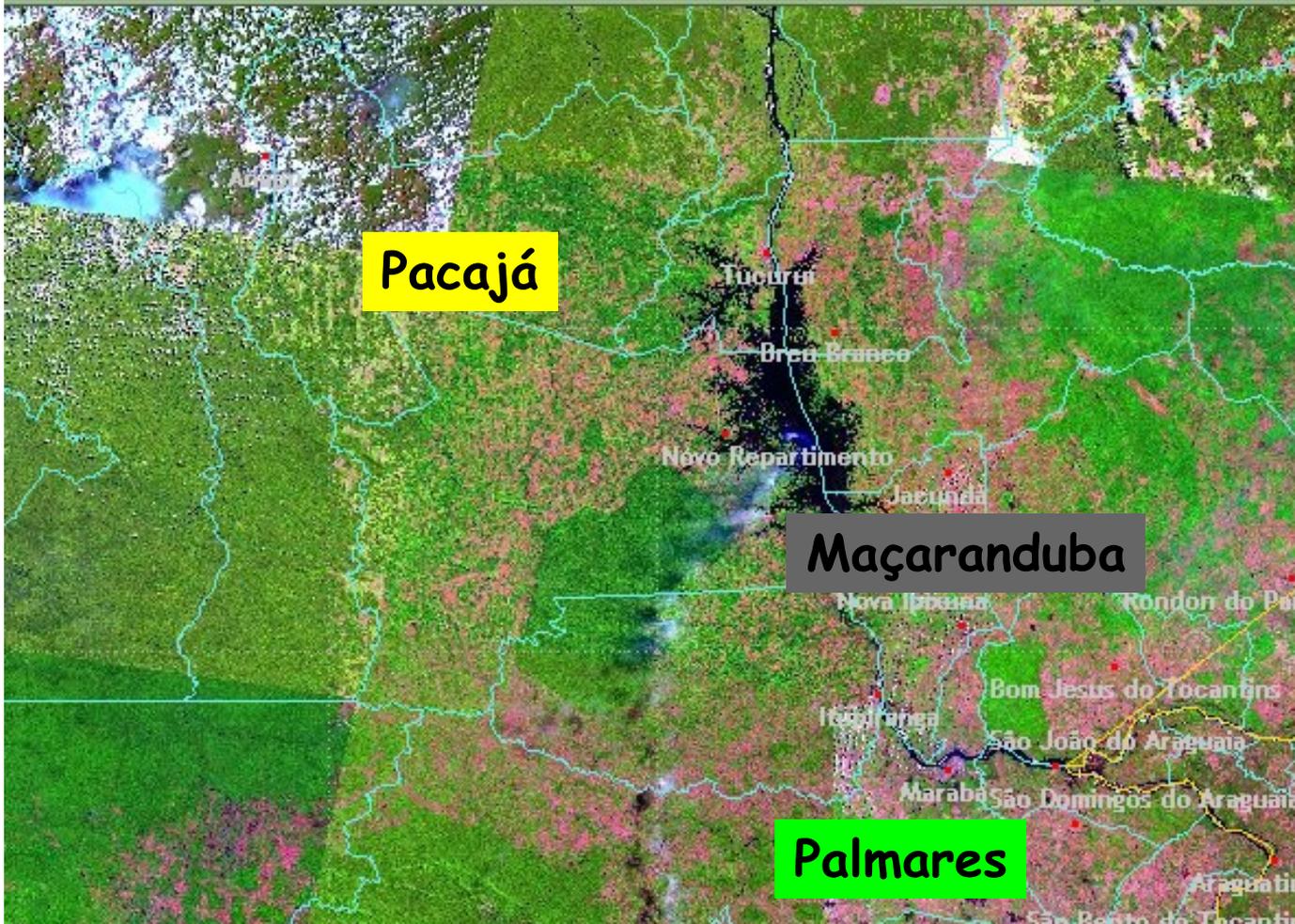
27 fincas

27 fincas

BIODIVERSIDAD

Producción
Servicios Ambientales del suelo

Tres regiones de estado de Pará, Brasil donde coexisten diferentes tipos de uso del suelo en un mosaico paisajístico.



Con diferentes niveles de degradación del suelo debido a la deforestación.



Generar un indicador de la calidad del suelo (GISQ) que permita evaluar los cambios en los servicios ecosistémicos del suelo.

Objetivo

Usos del suelo evaluados

Barbechos (17)

Perennes (4)

Cultivos (14)

Pastizales:

Limpio	(18)
Invadido	(17)
Mixto	(3)

Bosques:

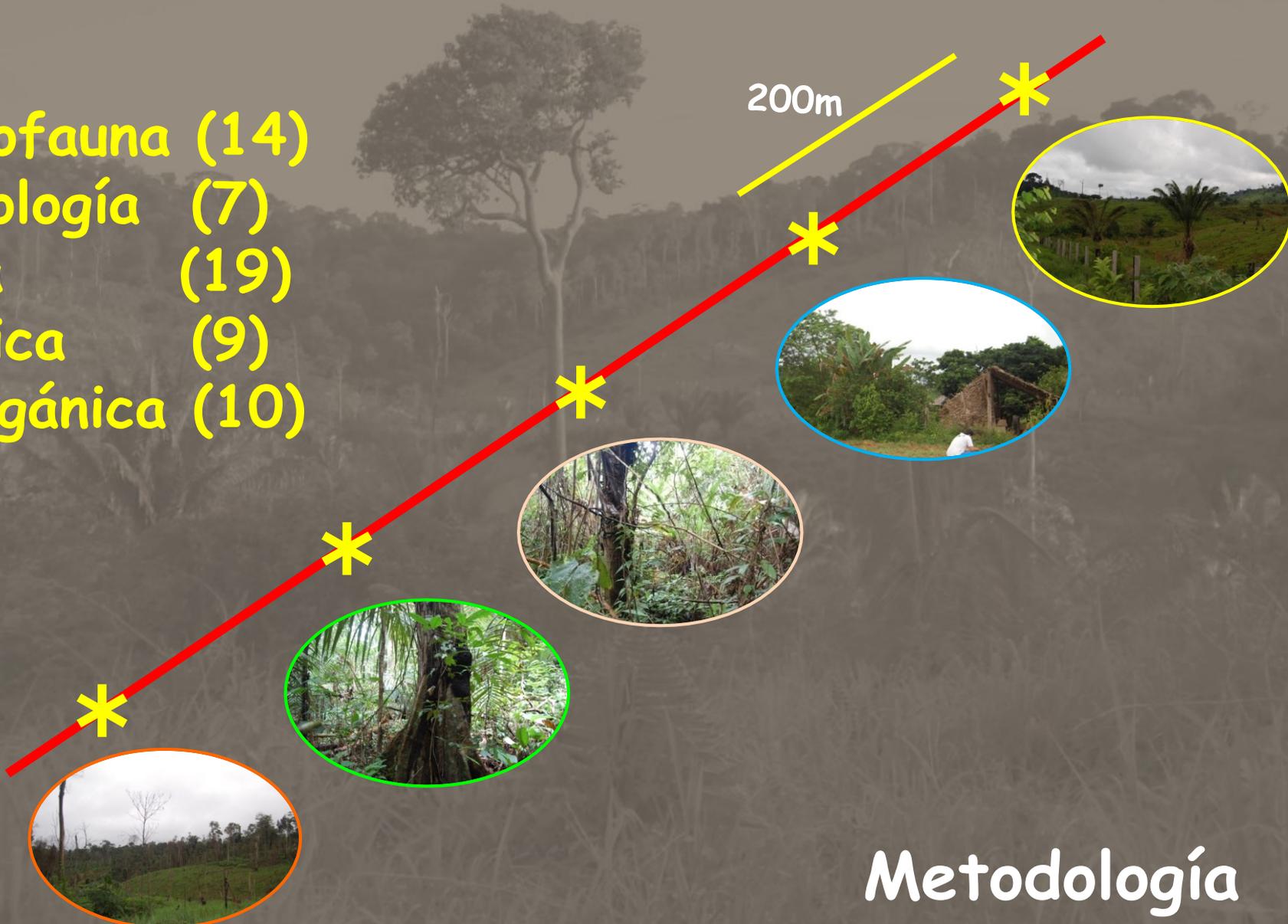
Conservado	(15)
Explotado	(24)
Quemado	(10)

Secundario antiguo	(7)
Secundario joven	(6)

Metodología

3 Ventanas → 27 fincas → 5 sitios = 135

- Macrofauna (14)
- Morfología (7)
- Física (19)
- Química (9)
- M.Orgánica (10)



Metodología

Calculo del GISQ

Química (9):

pH; K; Ca; Mg; Al; CIC; P disponible; Bases totales; $V=CEC/bases\ totales$

MO (6):

N total 0-10; 10-20; 20-30cm; NH_4 ; Carbono en la biomasa arbórea y arbustiva; Carbono total 0-10, 20-30 cm; Carbono de la biomasa total; Carbono necromasa.

Física (19):

Textura; D. Real; D.aparente; Porosidad total; Humedad; Curvas retención; Humedad volumétrica ; Macroporos; Mesoporos; Microporos ; R. Penetración Conductividad hidráulica;; RTC; Estabilidad agregados; DMP; Infiltracion; Conductividad hidráulica no saturada; Reservorio máximo de agua (0-10cm); Reservorio utilizado por las plantas (0-10cm).

Morfología (7):

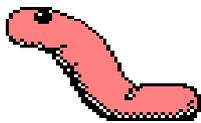
Agregados: Biológicos; Físicos; Raíz; MO; Raíces; Piedras; Suelo sin agregar.

Macrofauna (14):

Oligocheta ; *P.corethrurus*; Formicidae; Isoptera; Coleoptera; Diplopoda; Chilopoda; Araneae; L.Lepidoptera; L.Diptera; Orthoptera; Hemiptera; Dictyoptera; Isopoda; Diversidad.



Macrofauna del suelo como indicadora de biodiversidad y de calidad en el suelo.



Parámetros principales de las estrategias adaptativas de los organismos del suelo

Grupo Funcional	Microflora	Microfauna	Mesofauna	Macrofauna
Tamaño	0.3-20 μ m	<0.2mm	0.2-10mm	>10mm
Grupo	Bacterias Hongos	Protistas Nematodos	Micro artrópodos Enquitreidos	Termitas Lombrices Miriapodos Hormigas, etc.
Interacción con microorganismos	Antibiosis + otras	Predación	Predación	Mutualismo
Habilidad para modificar el medio físico	Ninguna	Ninguna	Limitada	Alta
Resistencia al estrés ambiental	Alta	Alta	Intermedia	Baja

Macrofauna: Grandes grupos taxonómicos

Arácnidas



Gasterópodos



Dermaptera



Larvas coleópteros



Coleópteros



Larvas díptera



Larvas lepidóptero



Ortóptero



Homóptera



Heteróptero



Chilopodos



Isópoda²



Blatodea



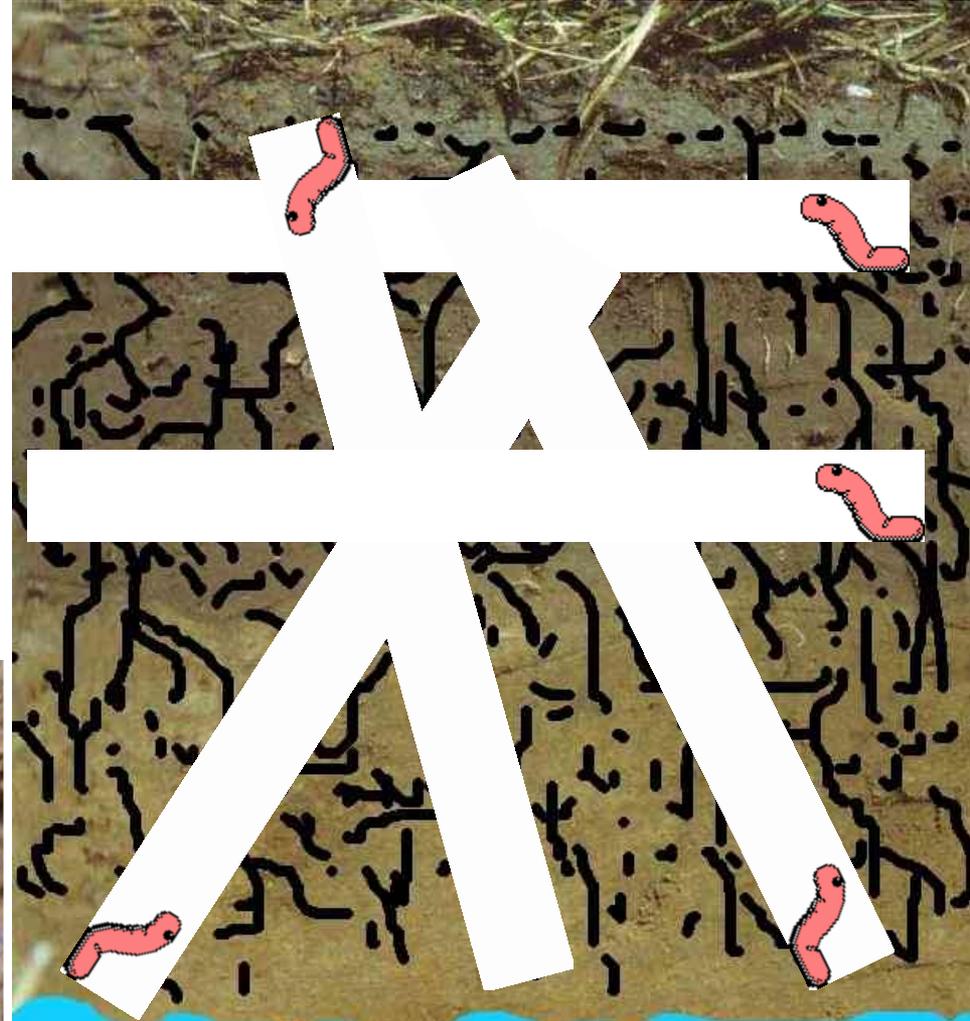
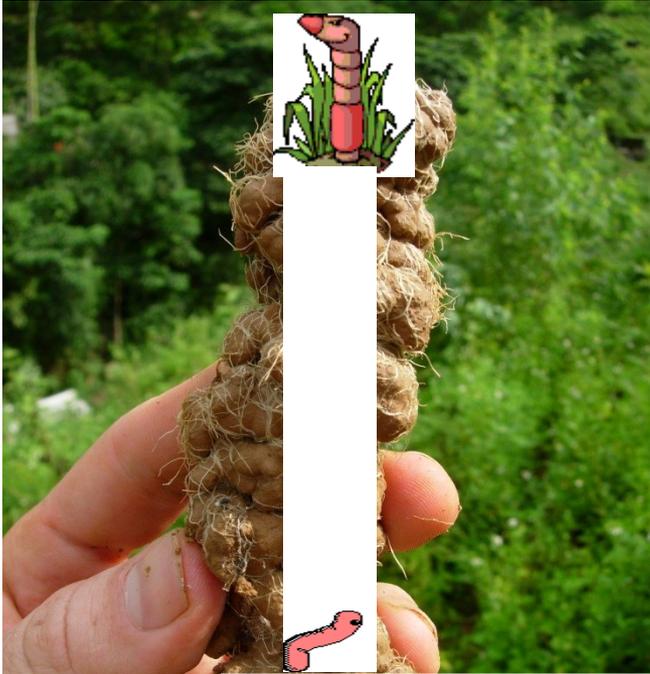
Ingenieros del Ecosistema



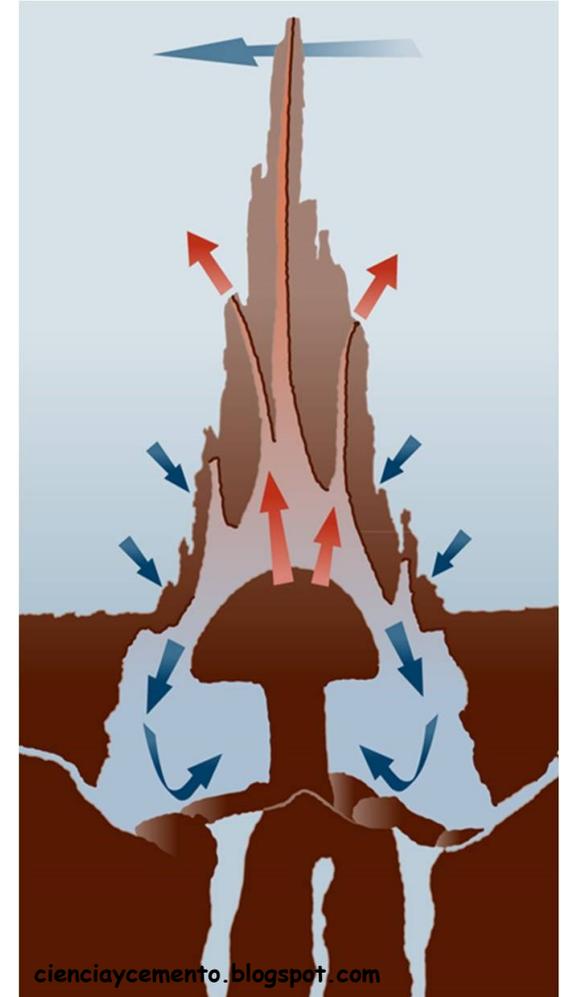
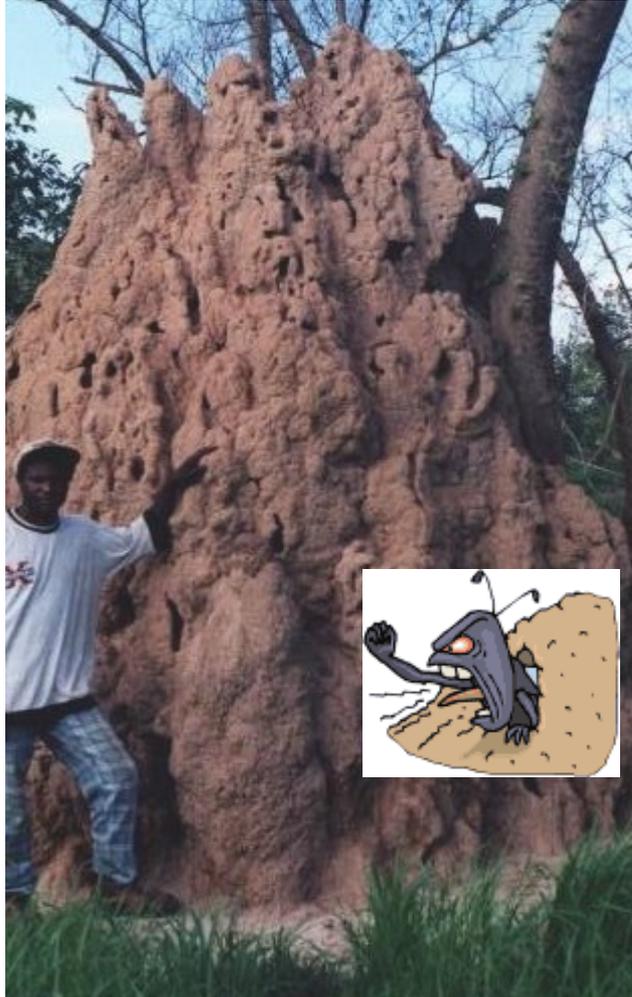
Determinantes importantes de los procesos del suelo que influyen en:

- **Ciclo de nutrientes,**
- **Formación de agregados y**
- **Propiedades físicas del suelo**

Estructuras Biogénicas Lombrices



Estructuras Biogénicas Termitas

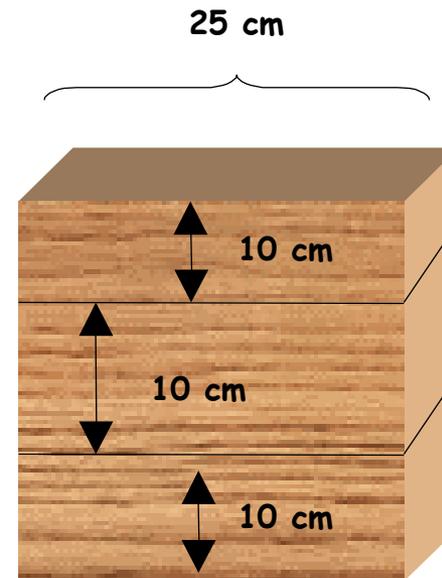


Estructuras Biogénicas Hormigas



Macrofauna del suelo como indicadora de biodiversidad y de calidad en el suelo.

ISO 23611-1



TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility/UNESCO) (Lavelle, 1988; Anderson et Ingram, 1993)

MACROFAUNA

Método TSBF

ISO 23611-1

ETAPA II



ETAPA I



Morfología del suelo como indicadora de la estructura del suelo (agregación).

La morfología permite evaluar el estado de agregación del suelo



10x10x10cm



Agregados físicos



Agregados raíz



Agregados biogénicos



VARIABLES FÍSICAS

Resistencia tangencial al corte (kPa)



Densidad aparente (g/cm^3)

Penetrabilidad
(Kgf/cm^2)



Humedad del suelo (% , bs)

Densidad real (g/cm^3)

Textura



Pendiente (%)

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

- Análisis de Componentes Principales
- Análisis discriminante
- Análisis de Co-inercia
- Análisis de Conglomerado
- IndVal (valor indicador)

Calculo del GISQ

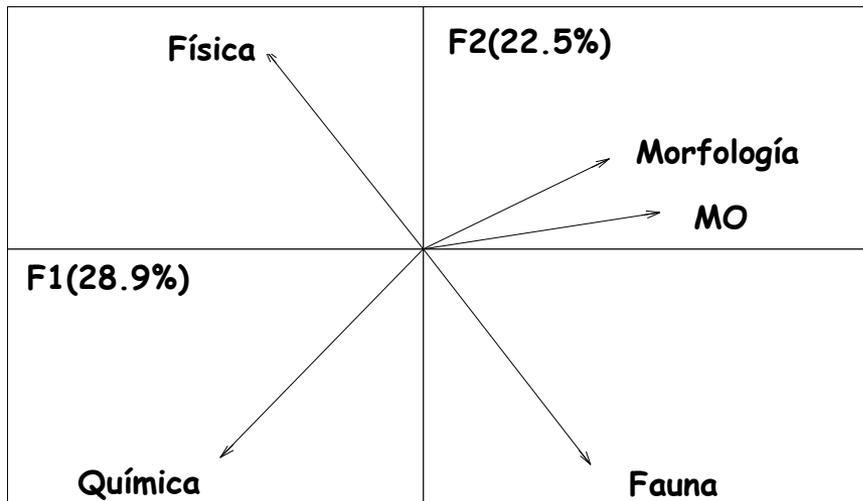
- Macrofauna
- Física
- Química
- MO
- Morfología

1 ACP

2 Subindicador= $(V1 \cdot F1 + V1 \cdot F2) + (V2 \cdot F1 + V2 \cdot F2) + (Vn \cdot F1 + Vn \cdot F2)$

3 GISQ= Física $((F1 \cdot InerciaF1) + (F2 \cdot InerciaF2))$ + Fauna $((F1 \cdot InerciaF1) + (F2 \cdot InerciaF2))$ + Química $((F1 \cdot InerciaF1) + (F2 \cdot InerciaF2))$ + MO $((F1 \cdot InerciaF1) + (F2 \cdot InerciaF2))$ + Morfología $((F1 \cdot InerciaF1) + (F2 \cdot InerciaF2))$

ACP



GISQ valores entre 0.1 y 1.0

$$Y = 0.1 + ((x-b)/(a-b)) \cdot 0.9$$

Variables iniciales 59; GISQ 33

Resultados

1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Variables	ACP*		p-valor ^a	Ventana	p-valor ^a	Uso del suelo
	Factor (% inercia)			Varianza explicada ^a (%)		Varianza explicada ^a (%)
	1	2				
Macrofauna	33.2	17.3	0.001	6.32	0.001	15.7
Física	26.8	26.5	0.001	14.4	0.001	25.4
Morfología	22.9	20.4	0.001	4.76	0.005	12.3
Química	59.4	15.9	0.017	4.4	0.001	23.4
MO	40.1	28.8	0.001	20.3	0.001	20.4
GISQ^b	41.2	25.4	0.001	15.5	0.001	19.4

ACP*= Análisis de Componentes Principales

p-valor^a = test de Montecarlo

GISQ^b = Indicador General de Suelo

2. Análisis de Coinercia

Coinercia	Factor (%)		p-valor^a	RV* (%)
	1	2		
Morfología-Física	55.6	24.60	0.001	13.60
Morfología-Macrofauna	59.2	20.70	0.005	8.40
Morfología-Química	70.9	18.30	0.001	8.20
Morfología-Materia Orgánica	74.9	13.40	0.001	9.60
Macrofauna-Física	54.4	37.10	0.001	13.20
Macrofauna-Química	50.4	32.00	0.001	2.70
Macrofauna-Materia Orgánica	63.0	19.50	0.019	6.20
Física-Materia orgánica	89.3	8.40	0.001	30.20
Física-Química	77.7	15.90	0.002	9.40

RV* = Coeficiente de correlacion matricial

p-valor^a = test de Montecarlo

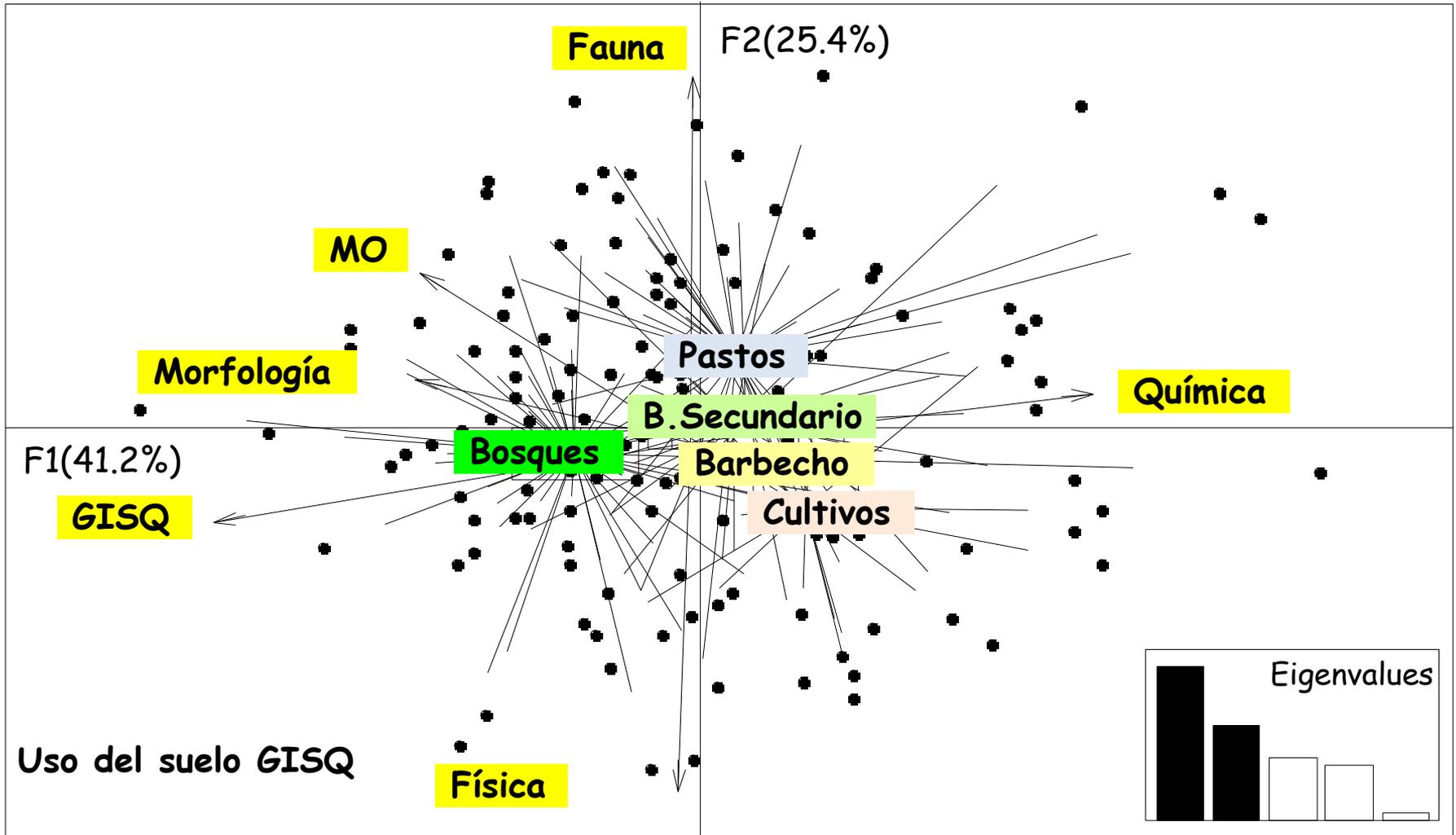
3. Subindicadores y GISQ

Uso del suelo	N ^o	Sub indicador					GISQ*
		Macrofauna	Física	Química	MO	Morfología	
Cultivo	14	0.39	0.74	0.53	0.27	0.51	0.49
Barbecho	17	0.60	0.73	0.41	0.34	0.45	0.55
Bosque quemado	10	0.47	0.86	0.26	0.22	0.55	0.67
Bosque explotado	24	0.56	0.66	0.33	0.40	0.55	0.65
Bosque conservado	15	0.58	0.68	0.25	0.43	0.57	0.73
Pasto limpio	18	0.46	0.44	0.43	0.27	0.51	0.51
Pasto invadido	17	0.57	0.46	0.37	0.32	0.57	0.57
Pasto mixto	3	0.42	0.34	0.48	0.33	0.58	0.51
Perennes	4	0.57	0.54	0.48	0.39	0.50	0.52
Bosque secundario antiguo	7	0.54	0.69	0.32	0.30	0.51	0.61
Bosque secundario joven	6	0.65	0.65	0.47	0.26	0.53	0.48

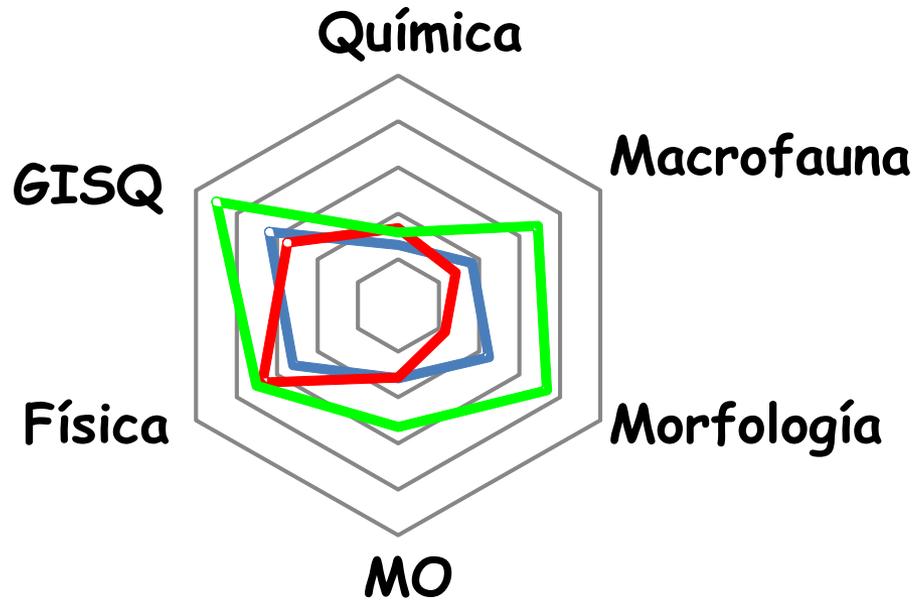
GISQ*= Promedio por uso del suelo del Indicador General de Calidad del Suelo

N^o= sitios con igual uso de suelo

Subindicadores y GISQ

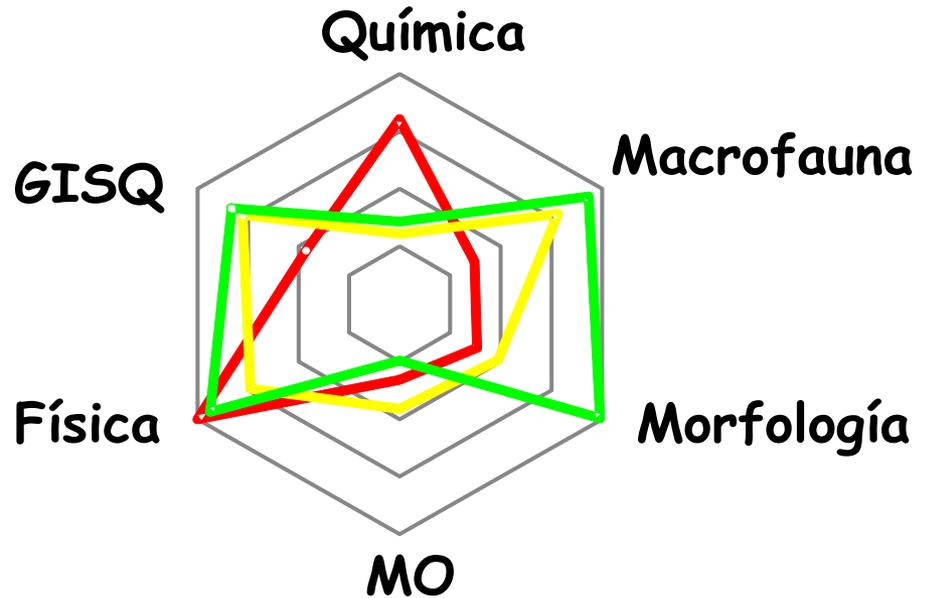


Valores promedios por uso del suelo

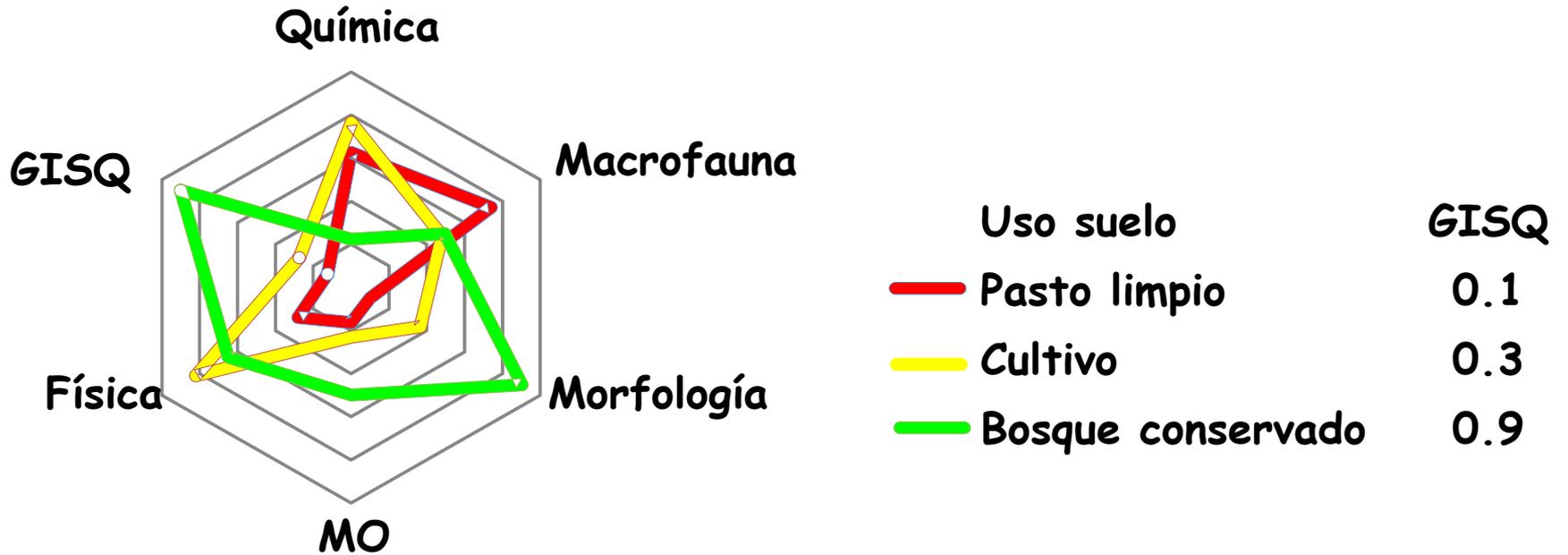
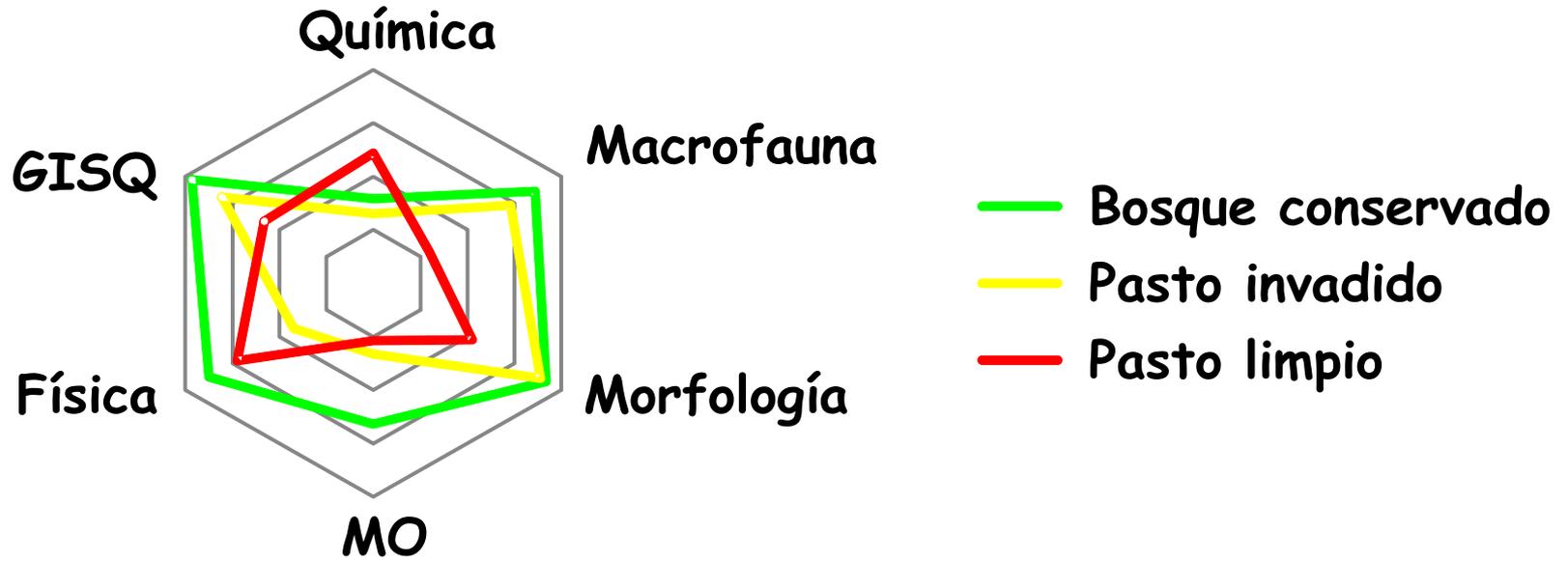


- Bosque conservado
- Bosque secundario joven
- Bosque explotado

- Bosque secundario joven
- Barbecho
- Cultivo

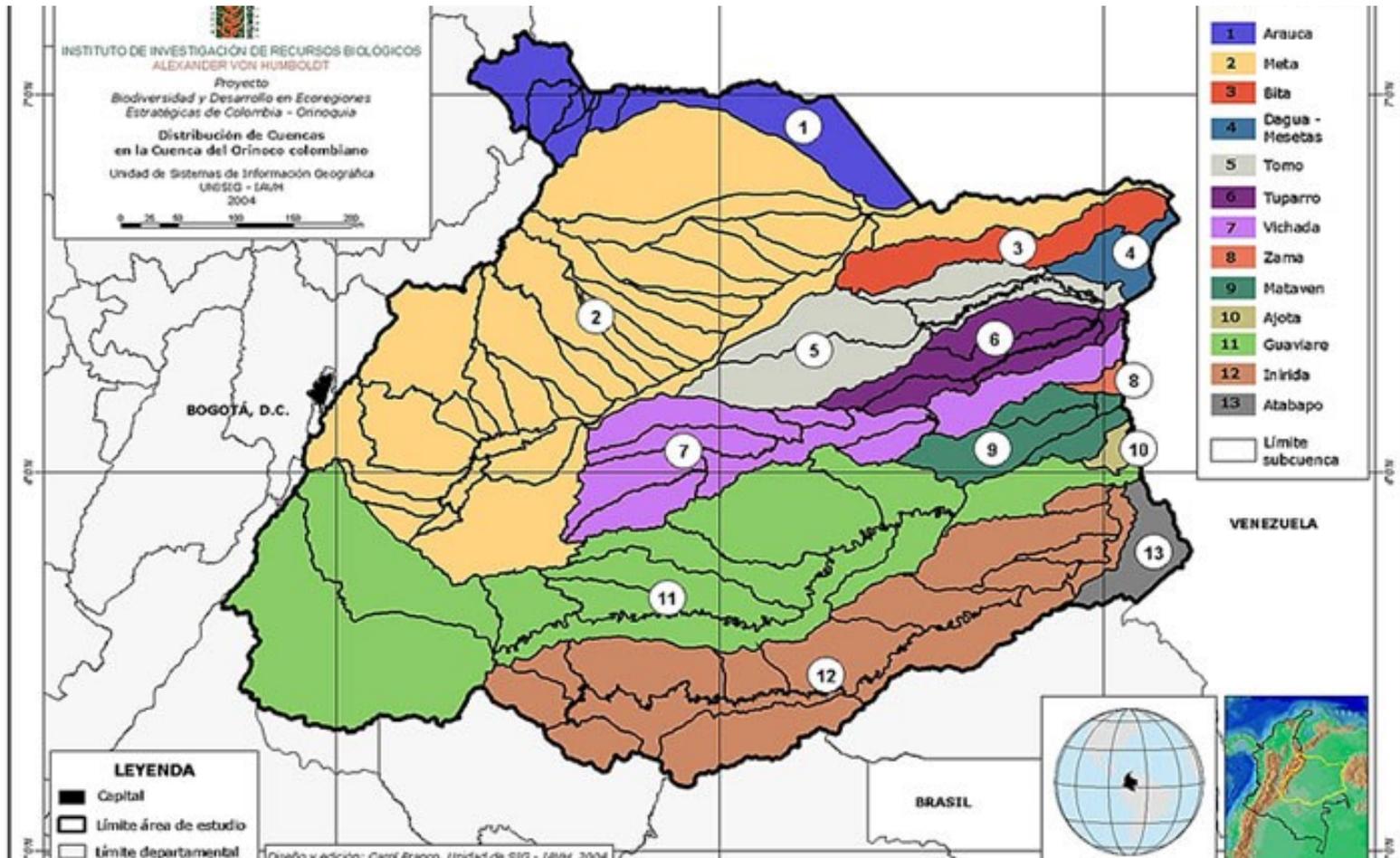


Valores promedios por uso del suelo



Medida de SE del suelo en la Orinoquía

La nueva frontera agrícola de Colombia



Carimagua; Puerto López; Puerto Gaitán



**Sabana Nativa,
Pasturas Mejoradas,
Cultivos perennes (Caucho, Palma)
Cultivos anuales (Arroz, Maíz, Soya)**

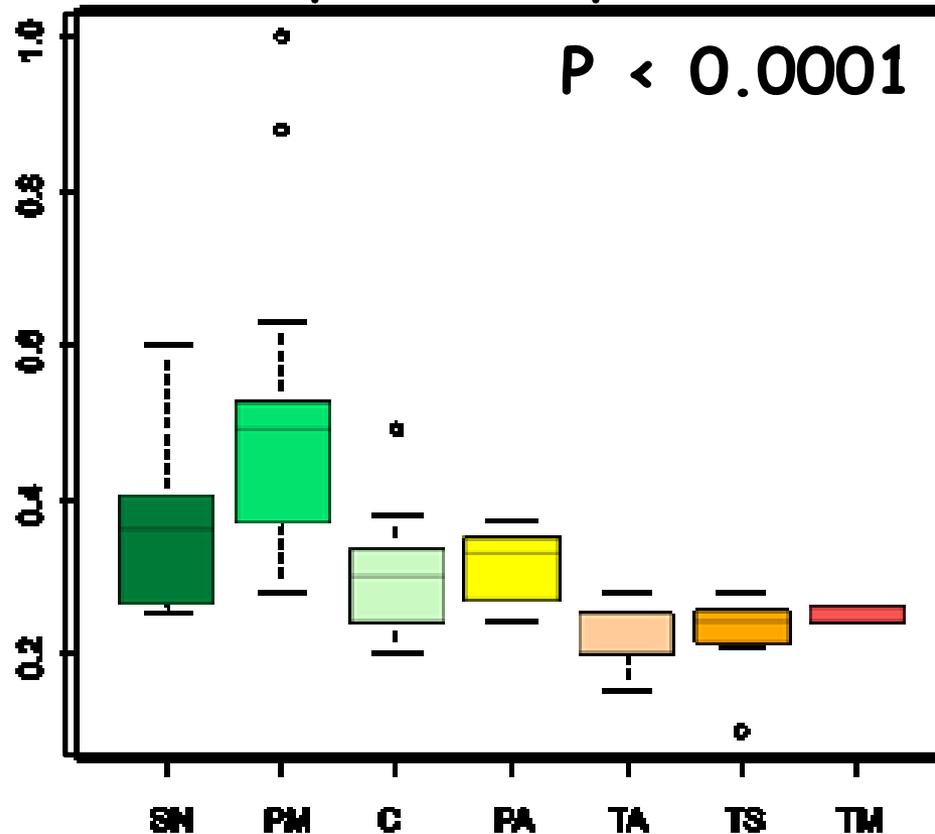
Muestreos en 2011 y 2012

5 tipos de uso, 5 puntos de muestreo en cada parcela

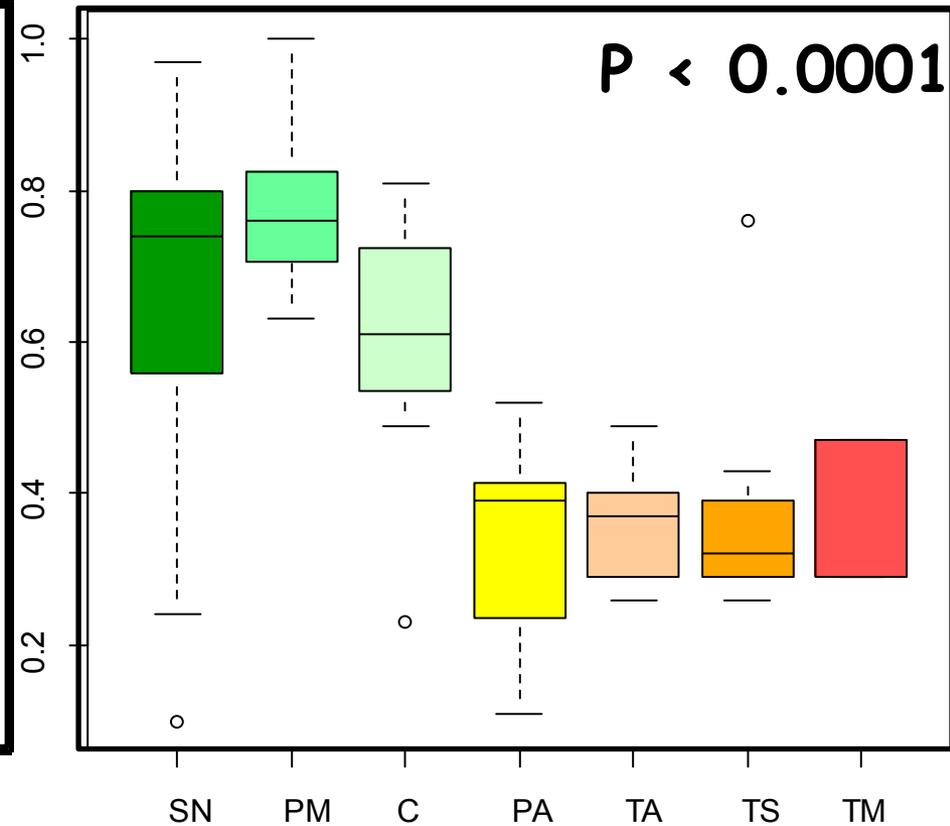


Morfología Biodiversidad

Biodiversidad: 11 variables
Var expl. 0.19; $p < 0.001$

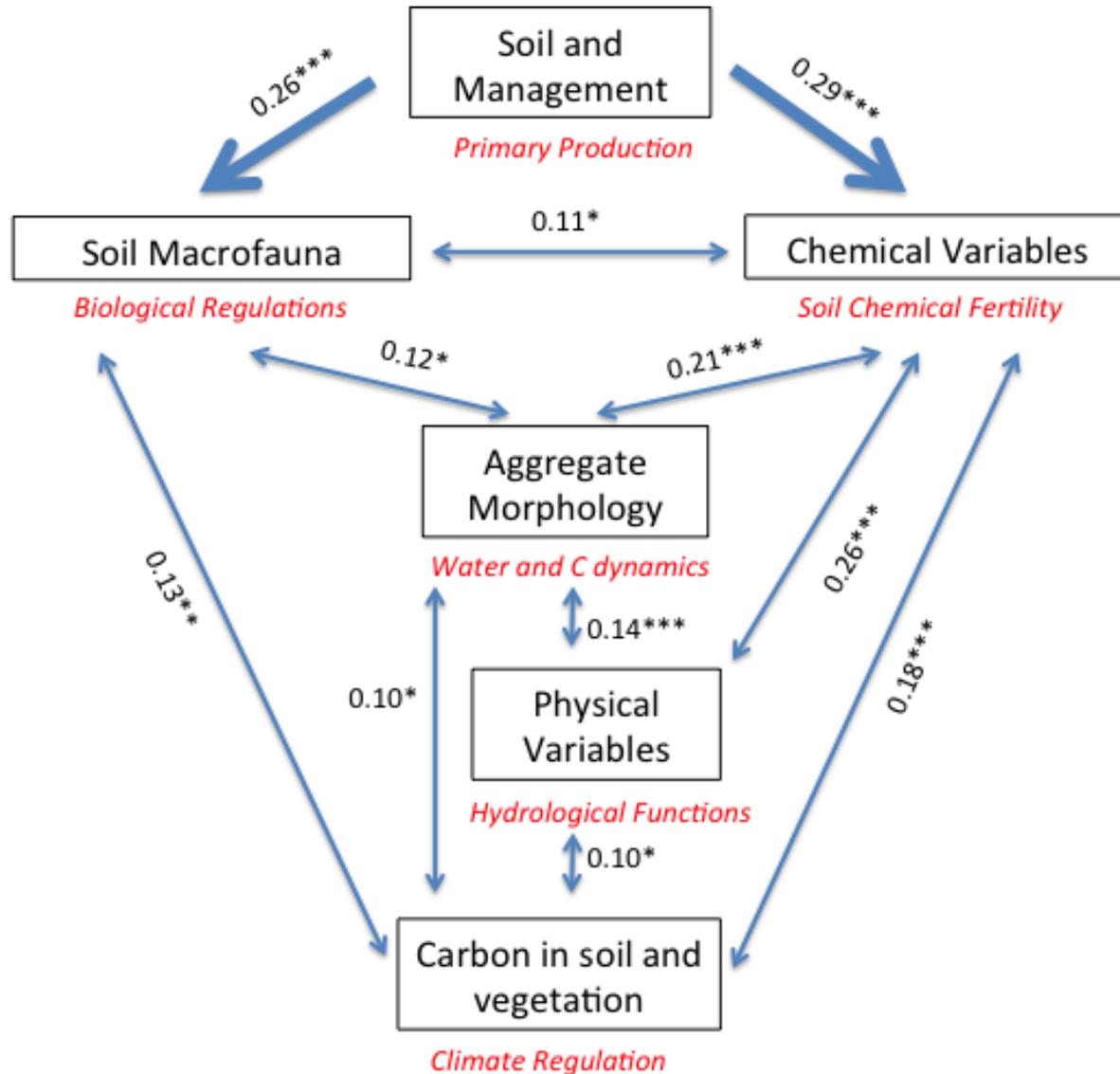


Morfología: 11 variables
Var expl. 0.37; $p < 0.001$

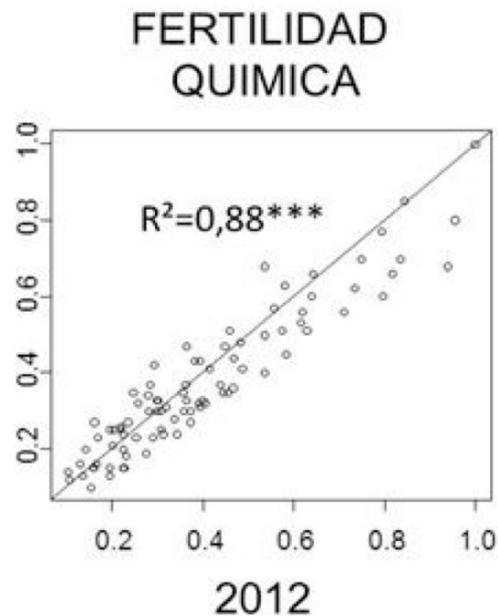
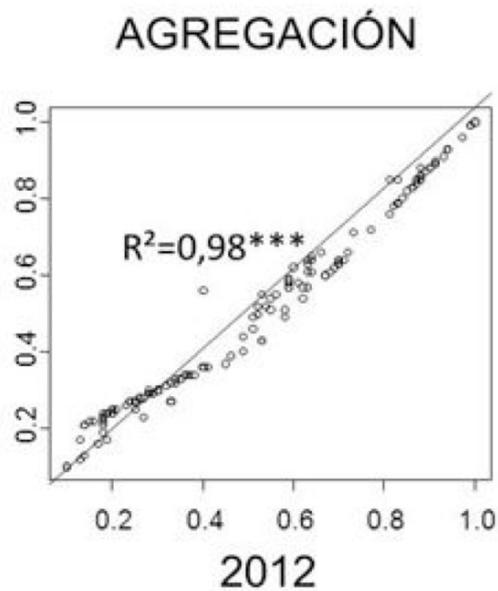
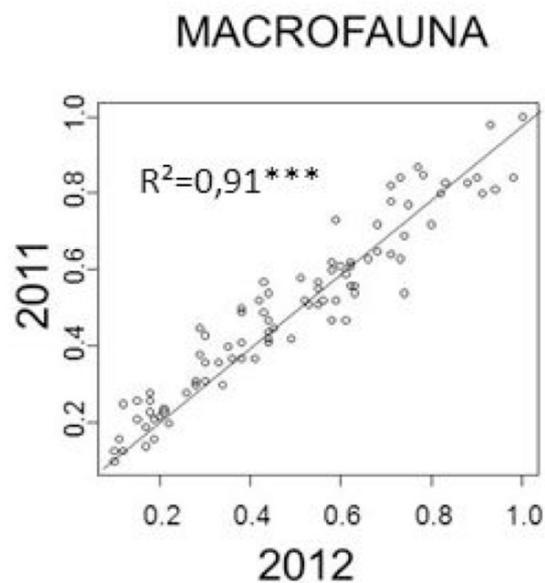


SN: Sabana Nativa; PM: Pastura Mejorada; C: Caucho; PA: Palma; TA: Arroz TS: Soya; TM: Maíz

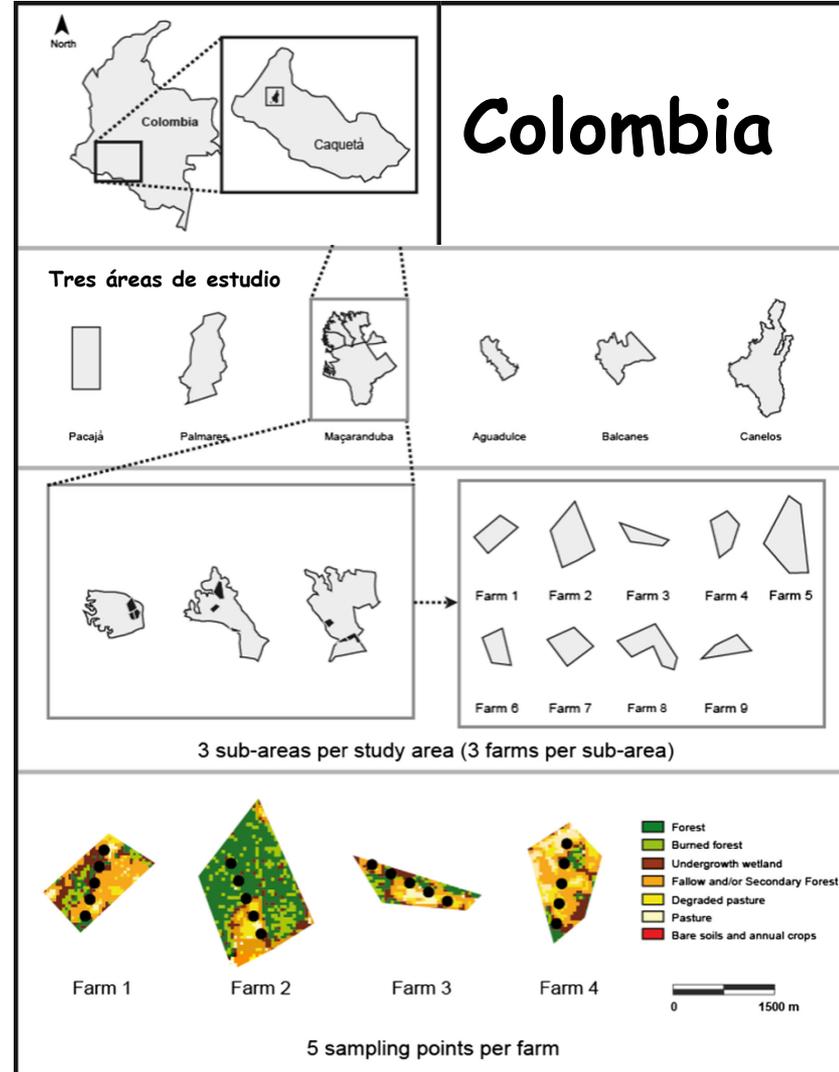
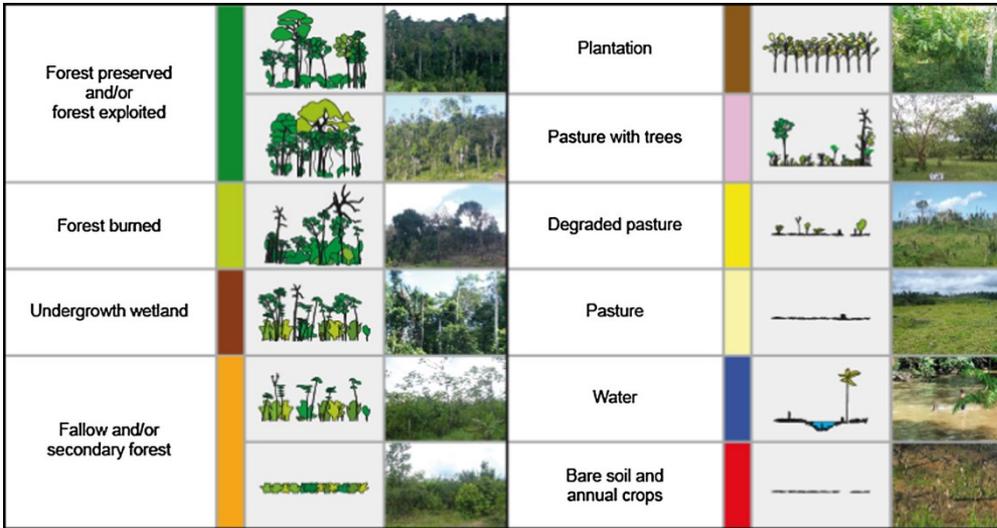
Todos los servicios co varian



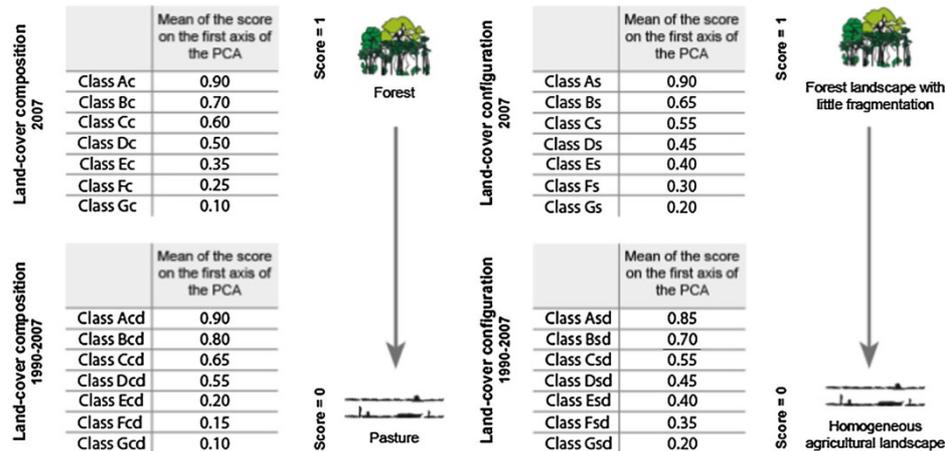
Fidelidad de los indicadores



Determinación del efecto de diversos sistemas de uso del suelo sobre las propiedades que regulan la oferta hídrica en el piedemonte amazónico y generación de un indicador hídrico potencial (Tesis C.Montealegre)



4 land-cover indicators



Variables evaluadas

PT02	Porosidad Total (%) 0-2 cm
PT2	Porosidad Total (%) 2-5 cm
PT5	Porosidad Total (%) 5-10 cm
PT10	Porosidad Total (%) 10-15 cm
PT15	Porosidad Total (%) 15-20 cm
PT20	Porosidad Total (%) 20-25 cm
PT25	Porosidad Total (%) 25-30 cm
PT30	Porosidad Total (%) 30-35 cm
PT35	Porosidad Total (%) 35-40 cm
PT40	Porosidad Total (%) 40-45 cm
PT4550	Porosidad Total (%) 45-50 cm
H02	Humedad gravimetrica en campo (%) 0-2 cm
H2	Humedad gravimetrica en campo (%) 2-5 cm
H5	Humedad gravimetrica en campo (%) 5-10 cm
H10	Humedad gravimetrica en campo (%) 10-15
H15	Humedad gravimetrica en campo (%) 15-20
H20	Humedad gravimetrica en campo (%) 20-25
H25	Humedad gravimetrica en campo (%) 25-30
H30	Humedad gravimetrica en campo (%) 30-35
H35	Humedad gravimetrica en campo (%) 35-40
H40	Humedad gravimetrica en campo (%) 40-45
H4550	Humedad gravimetrica en campo (%) 45-50
HgC_05	Humedad gravimetrica de campo (%) 0-5 cm
HgC_1015	Humedad gravimetrica de campo (%) 10-15
HgC_2040	Humedad gravimetrica de campo (%) 20-40
HgS_05	Humedad grav (%). Punto de saturacion 0-5 c
HgS10_15	Humedad grav (%). Punto de saturacion 10-15
HgS_2040	Humedad grav (%). Punto de satur 20-40 cm
Hg75_05	Humedad grav (%). 75 atmosferas 0-5 cm
Hg75_1015	Humedad grav (%). 75 atmosferas 10-15 cm
Hg75_2040	Humedad grav (%). 75 atmosferas 20-40 cm
Hg03_05	Humedad grav (%). 0.3 bares (CC) 0-5 cm
Hg03_1015	Humedad grav (%). 0.3 bares (CC) 10-15 cm
Hg03_2040	Humedad grav (%). 0.3 bares (CC) 20-40 cm
Hg1_05	Humedad gravimetrica (%). 1 bar 0-5 cm
Hg1_1015	Humedad gravimetrica (%). 1 bar 10-15 cm
Hg1_2040	Humedad gravimetrica (%). 1 bar 20-40 cm
Hg15_05	Humedad grav (%). 15 bar (PMP) 0-5 cm
Hg15_1015	Humedad grav (%). 15 bar (PMP) 10-15 cm
Hg15_2040	Humedad grav (%). 15 bar (PMP) 20-40 cm
HvC_05	Humedad Volumetrica de campo (%). 0-5 cm
HvC_1015	Humedad Volumetrica de campo (%).10-15 cm
HvC_2040	Humedad Volumetrica de campo (%). 20-40
HvS_05	Humedad Volum (%). Punto de saturaci 0-5
HvS_1015	Humedad Volum (%). Punto de saturaci 10-15
HvS_2040	Humedad Volum (%). Punto de saturac 20-40

A	% Arenas
L	% Limos
Ar	% Arcillas
Tex	Textura
DR	Densidad real (g/cm3)
Da02	Densidad a (g/cm3) 0-2 cm
Da2	Densidad a (g/cm3) 2-5cm
Da5	Densidad a (g/cm3) 5-10 cm
Da10	Densidad a (g/cm3) 10-15 cm
Da15	Densidad a (g/cm3) 15-20 cm
Da20	Densidad a (g/cm3) 20-25 cm
Da25	Densidad a (g/cm3) 25-30 cm
Da30	Densidad a (g/cm3) 30-35 cm
Da35	Densidad a (g/cm3) 35-40 cm
Da40	Densidad a (g/cm3) 40-45 cm
Da4550	Densidad a (g/cm3) 45-50 cm

Hv75_05	Humedad Volum (%). 75 atmosferas. 0-5 cm
Hv75_1015	Humedad Volum (%). 75 atmosferas. 10-15
Hv75_2040	Humedad Volum (%). 75 atmosferas. 20-40
Hv03_05	Humedad Volum (%). 0.3 bares (CC). 0-5 cm
Hv03_1015	Humedad Volum (%). 0.3 bares (CC). 10-15 cm
Hv03_2040	Humedad Volum (%). 0.3 bares (CC). 20-40
Hv1_05	Humedad Volumetrica (%). 1 bar. 0-5 cm
Hv1_1015	Humedad Volumetrica (%). 1 bar. 10-15 cm
Hv1_2040	Humedad Volumetrica (%). 1 bar. 20-40 cm
Hv15_05	Humedad Volumetrica. 15 bares (PMP). 0-5
Hv15_1015	Humedad Volum (%). 15 bares (PMP). 10-15
Hv15_2040	Humedad Volum 15 bares (PMP). 20-40 cm

Ma_05	Macroporos (%). 0-5 cm
Ma_1015	Macroporos (%). 10-15 cm
Ma_2040	Macroporos (%). 20-40 cm
Me_05	Mesoporos (%). 0-5 cm
Me_1015	Mesoporos (%). 10-15 cm
Me_2040	Mesoporos (%). 20-40 cm
Mi_05	Microporos (%). 0-5 cm
Mi_1015	Microporos (%). 10-15 cm
Mi_2040	Microporos (%). 20-40 cm
K05	Conductividad Hidraulica (cm/h). 0-5 cm
K1015	Conductividad Hidraulica (cm/h). 10-15 cm
K2040	Conductividad Hidraulica (cm/h). 20-40 cm
R_Ver	Resistencia vertical a la penetracion (kgf/cm2). Lectura penetrometro (0-10 cm)
RTc_02	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 0-2 cm.
RTc_2	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 2-5 cm.
RTc_5	Resistencia Tangal corte (kPa). Torcometria 5-10 cm
RTc_10	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 10-15
RTc_15	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 15-20
RTc_20	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 20-25
RTc_25	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 25-30
RTc_30	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 30-35
RTc_35	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 35-40
RTc_40	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 40-45
RTc_4550	Resistencia Tang al corte (kPa). Torcometria. 45-50
AE0125_1	Agregados estables 0.125 - 1 mm (%). 0-10 cm.
AE1_2	Agregados estables 1-2 mm (%). 0-10 cm.
AE2_4	Agregados estables 2-4 mm (%). 0-10 cm.
AE4_6	Agregados estables 4-6 mm (%). 0-10 cm.
AE_>6	Agregados estables > a 6 mm (%). 0-10 cm.
DMP	Diametro medio ponderado de agregados (mm). 0-10
ClSEA	Clasificacion Estabilidad de Agregados . 0-10

Indicador 1: 27 Fincas (1ptos); Indicador 2: 27 fincas (135 ptos)

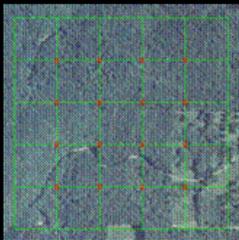
			Indicador 1	Indicador 2		Indicador 4	Indicador 4	
Sistema	Usos	Finca	27-ptos-0-10	135 puntos		27ptos-3profund	27ptos-0-10 (3 prof)	
CTR	PL	1	0.40	0.50	R 1.0	0.50	0.60	R 0.9
CTR	PL	2	0.30	0.40		0.50	0.60	
CTR	PAD	3	0.50	0.60		0.70	0.70	
CTR	PL	4	0.90	0.90		0.80	0.90	
CTR	PL	5	0.20	0.40		0.40	0.50	
CTR	PL	6	1.00	1.00		1.00	1.00	
CTR	PL	7	0.50	0.60		0.30	0.50	
CTR	PL	8	0.70	0.70		0.40	0.60	
CTR	PLN	9	0.80	0.90		0.20	0.20	
CSP	PL	10	0.40	0.50		0.20	0.40	
CSP	RV	11	0.50	0.50		0.70	0.80	
CSP	PA	12	0.10	0.30		0.40	0.50	
CSP	RV	13	0.50	0.60		0.10	0.40	
CSP	PAD	14	0.60	0.70		0.40	0.50	
CSP	PAD	15	0.40	0.60		0.50	0.50	
CSP	PL	16	0.70	0.80		0.60	0.70	
CSP	PLN	17	0.60	0.60		0.60	0.80	
CSP	PL	18	0.90	0.90		0.70	0.60	
CAF	PA	19	0.70	0.80		0.60	0.50	
CAF	PA	20	0.50	0.60		0.40	0.40	
CAF	PA	21	0.80	0.80		0.50	0.50	
CAF	PL	22	0.90	0.90		0.30	0.40	
CAF	PA	23	0.10	0.40		0.30	0.20	
CAF	PA	24	0.80	0.80		0.30	0.60	
CAF	PL	25	0.20	0.40		0.30	0.50	
CAF	PA	26	0.30	0.50		0.20	0.10	
CAF	PL	27	0.70	0.80		0.40	0.50	

Proyecto ADEME: Desarrollo de Bioindicadores que permitan caracterizar el estado del suelo y su funcionamiento biológico

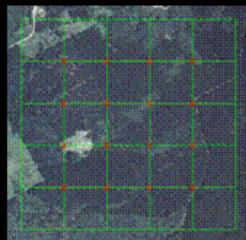
Los sitios de muestreo Regiones de Morvan y Normandía



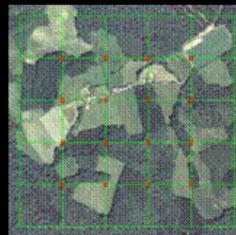
**Forêt
secondaire**



**Forêt
artificielle**



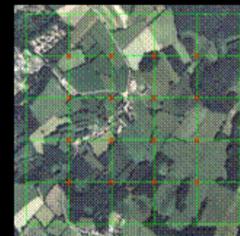
**Mosaïque
prairie/forêt**



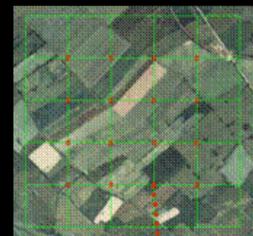
**Mosaïque
mixte**



**Mosaïque
de prairies**



**Mosaïque
de cultures**



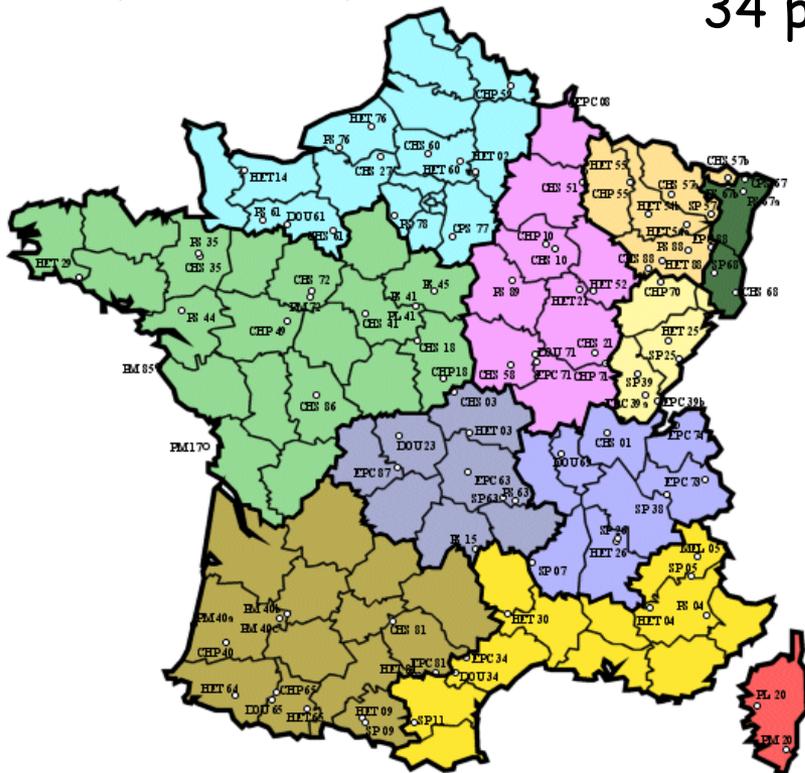
Photographies aériennes 1998

Intensification de l'utilisation du sol
Point
d'échantillonnage

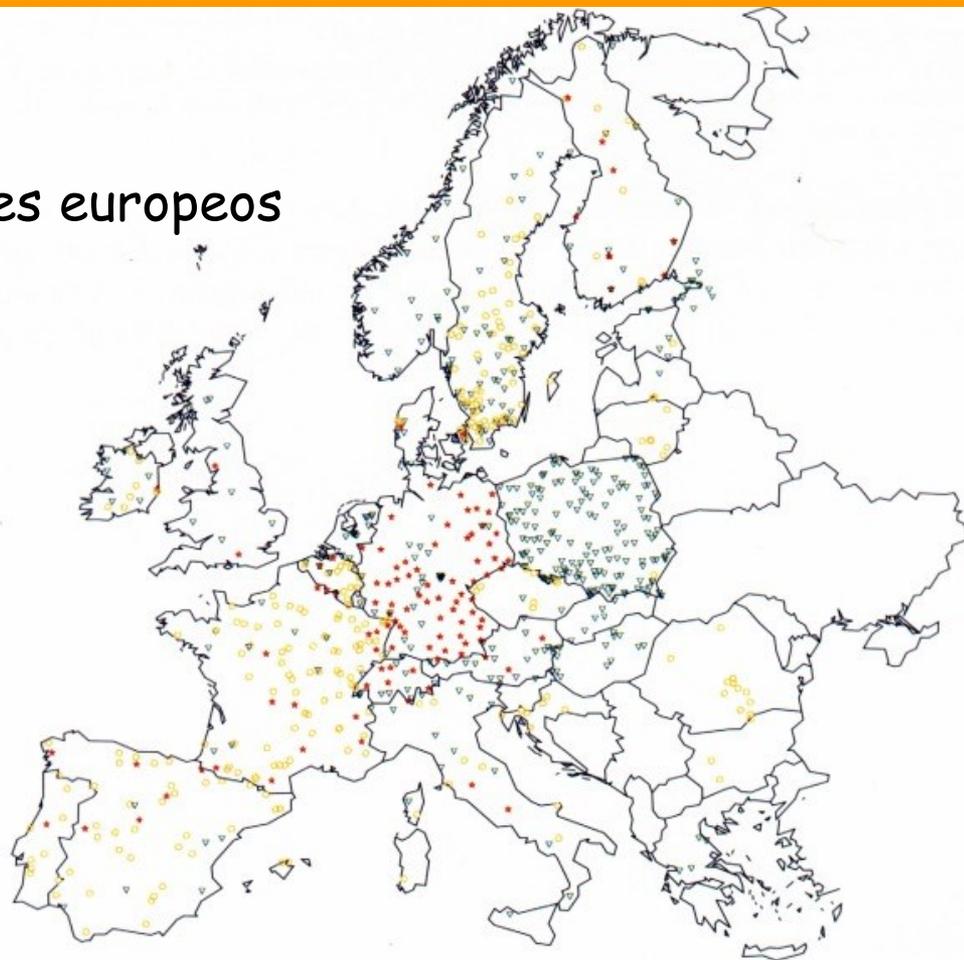
Evaluación de la biodiversidad y salud de bosques

Red RENECOFOR
(1992-2022)

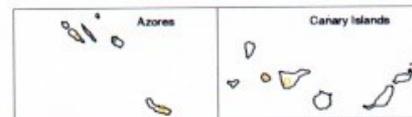
34 países europeos



102 sitios en Francia



0 500 1000 km



Estudio de la composición biológica de los suelos con la ayuda de un muestreo sistemático a la escala regional (RMQS-Bretagne) Aplicación de los indicadores: IGCS y IBCS

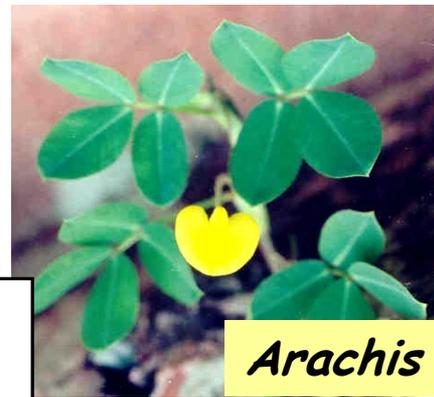


105 sitios
en Bretagne

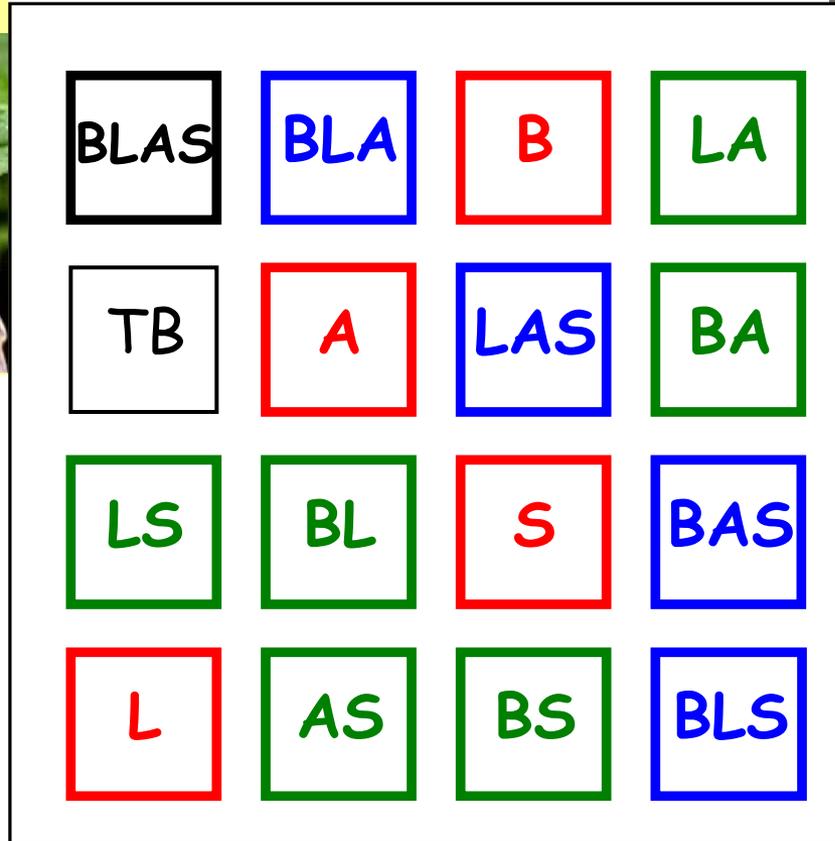
Materialles y Métodos

3 Fincas x 48 parcelas 10x10m

Solanum nigris



Arachis pintoi



- Evaluaciones: 2
- Macrofauna: TSBF
- Morfología



Brachiaria brizantha



Leucaena leucocephala

Fertilización Bio orgánica (FBO)



Lombrices

Materia orgánica de rápida descomposición



Materia orgánica de lenta descomposición



¿Qué podemos hacer?



- Mejorar la planificación del uso de la tierra. Mayor supervisión y análisis profundo de la deforestación; ➤
- Establecer y reforzar las zonas protegidas, a través de procesos participativos en los que intervengan las comunidades vecinas;
- Crear zonas de protección y corredores biológicos entre los segmentos de bosque que queden;

¿Qué podemos hacer?



- Apoyar la investigación, los servicios de extensión y la capacitación para promover los sistemas sostenibles de pastoreo, que pueden incrementar la.
- Pagar los servicios ambientales para promover prácticas sostenibles. A través de pagos reducidos por la fijación de carbono, la conservación de biodiversidad y la gestión de la cuenca hidrográfica.

Conclusiones

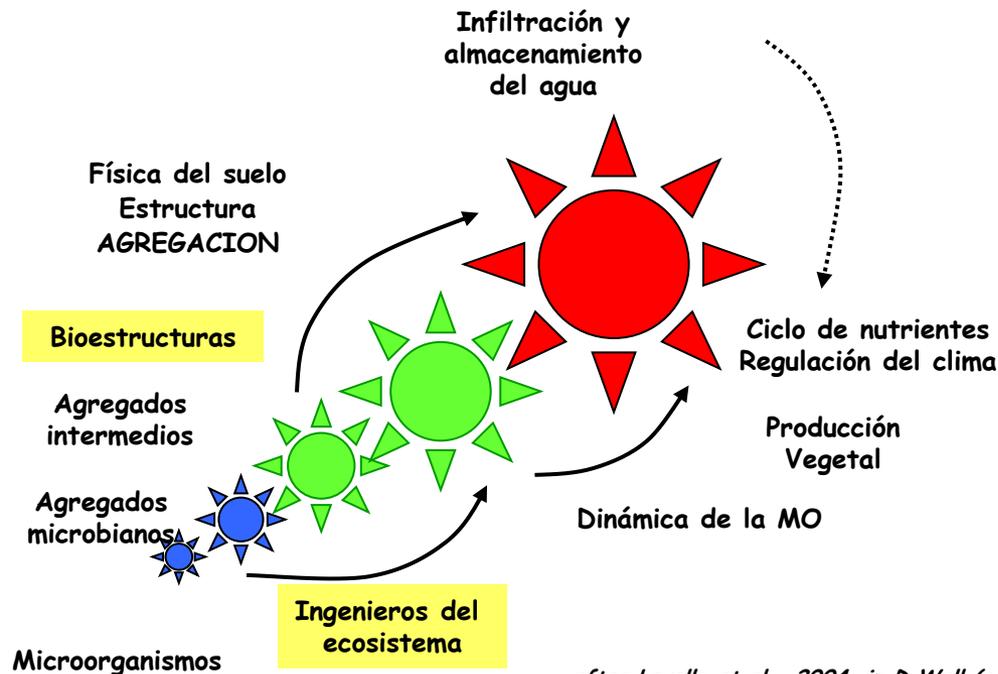
- Los diferentes sistemas de uso del suelo predominantes en las tres ventanas paisajísticas evidencian un deterioro en la calidad del suelo.
- Los diferentes subindicadores facilitan la valoración de diferentes servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la biodiversidad, la fertilidad química y los servicios hídricos del suelo.

- El GISQ permite medir el impacto del manejo agrícola de estos suelos.
- Los altos valores del GISQ para los Bosques conservados y los bajos valores para los cultivos, reflejan el efecto nocivo de la tala y transformación de la amazonia.

Promover gestión Holística de los suelos Considerando:

Los organismos,
Las estructuras físicas del suelo,
Los procesos,

A través de las escalas de
espacio y tiempo.





GRACIAS...