

Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad en los Agroecosistemas Alto-Andinos

Steven Fonte¹, Steven Vanek¹,
y Jose Luis Loayza²

¹ Colorado State University

² Vecinos Mundiales



Colorado
State
University



GRUPO YANAPAI



WORLD
NEIGHBORS

Inspiring People • Strengthening Communities

Biodiversidad en Agroecosistemas

Jerarquía de diversidad

- Variación genética
- Especies – numero de especies en un ecosistema
- Diversidad funcional – numero de grupos funcionales en un ecosistema
- Ecosistemas – diversidad of grupos de especies/comunidades (tipos de hábitat) en el paisaje



Biodiversidad en Agroecosistemas

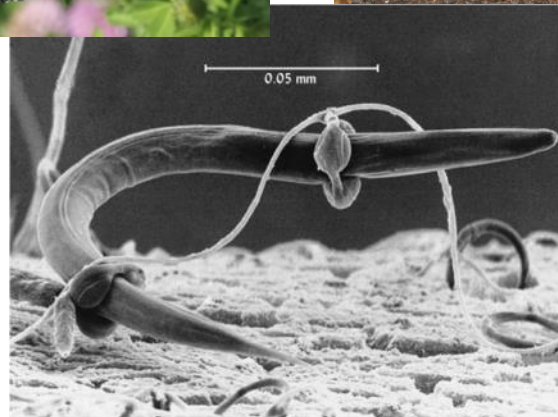
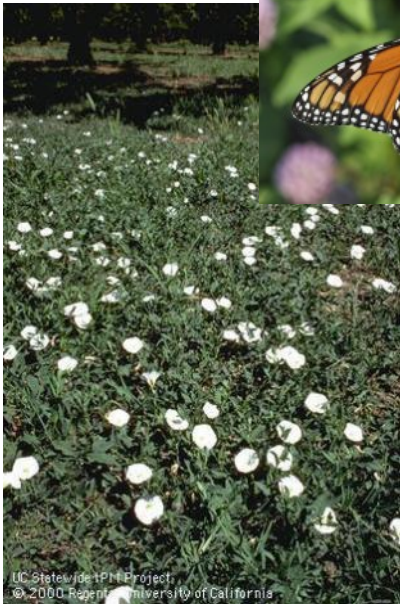
Biodiversidad planeada: organismos que se maneja o siembra al propósito en los agroecosistemas

= cultivos, ganado, forrajes, cultivos de cobertura, inoculantes, polinizadores y agentes de biocontrol



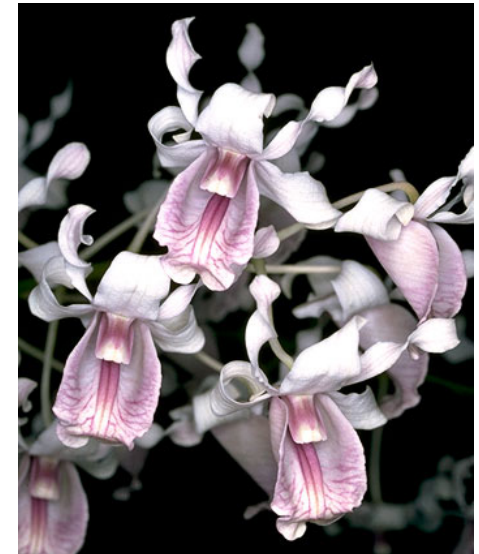
Biodiversidad Asociada: no-sembrada/no introducida a propósito

= malezas, plantas nativas (árboles, arbustos), vida silvestre, plagas (y agentes de biocontrol)
polinizadores nativos, biodiversidad del suelo

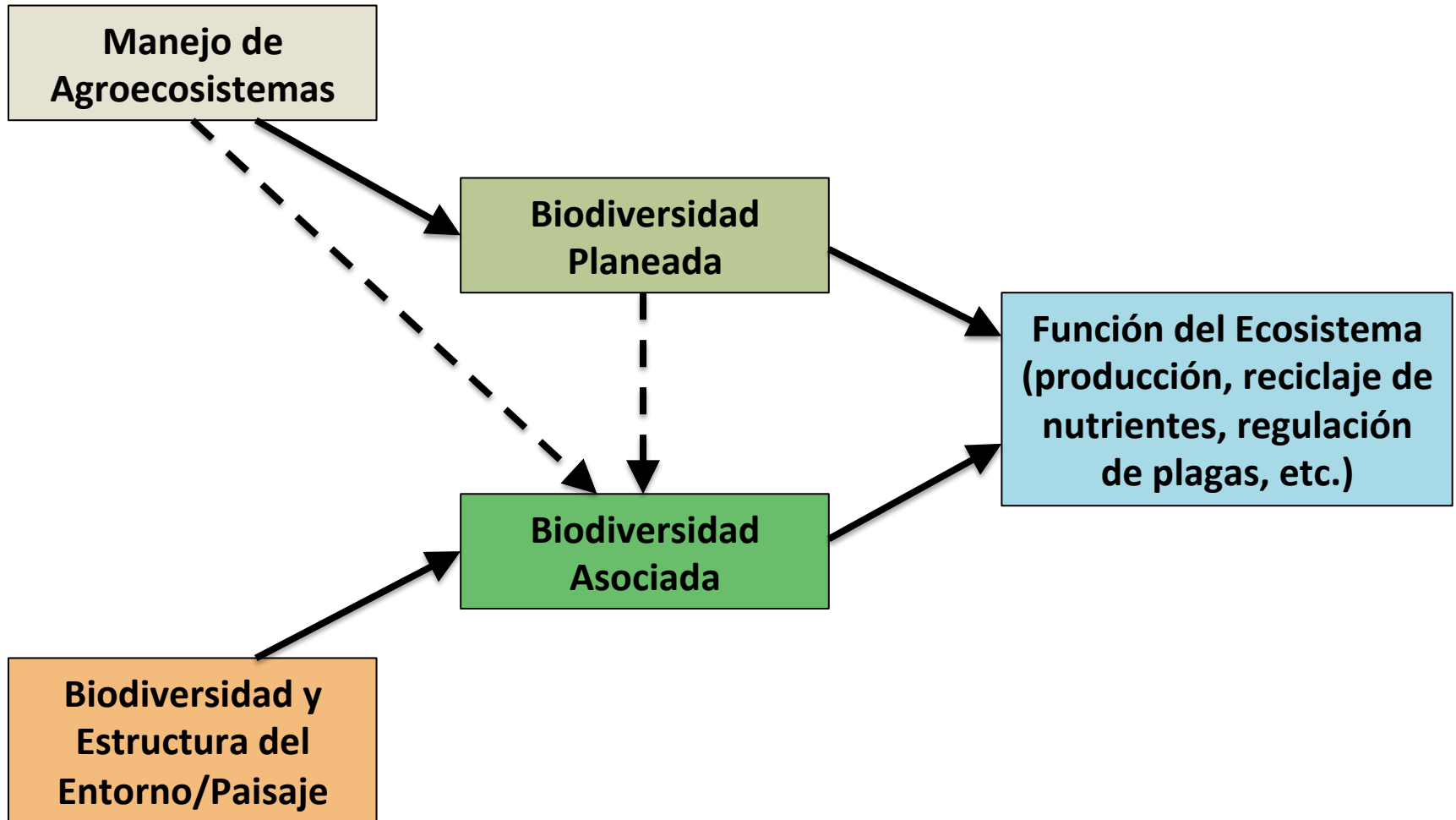


¿Por qué nos importa la biodiversidad?

- Contribuye a funciones ecosistémicos importantes
- Puede apoyar a la resiliencia y estabilidad de estas funciones
- Valor intrínseco (esfuerzos de conservación)

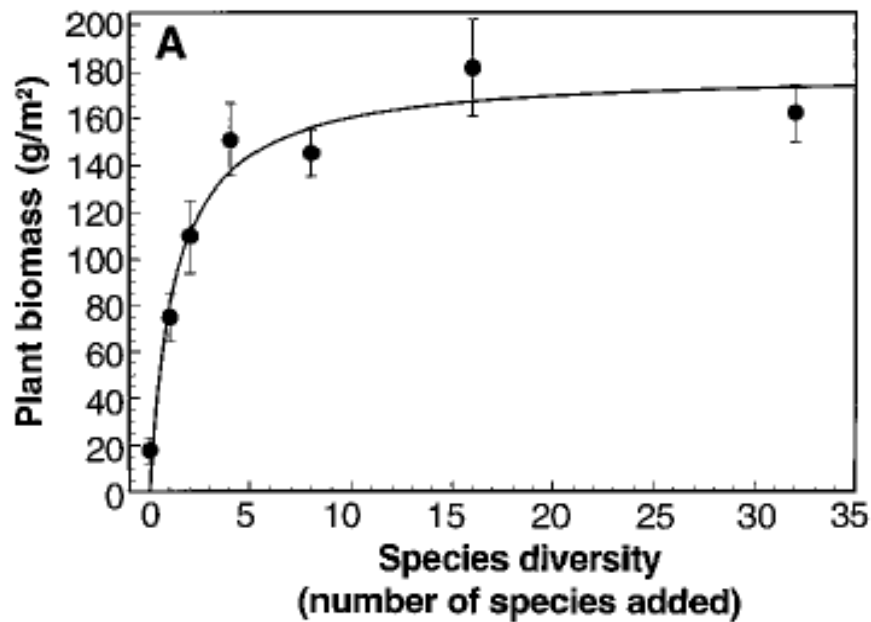


Manejo de Biodiversidad Planeada y Asociada

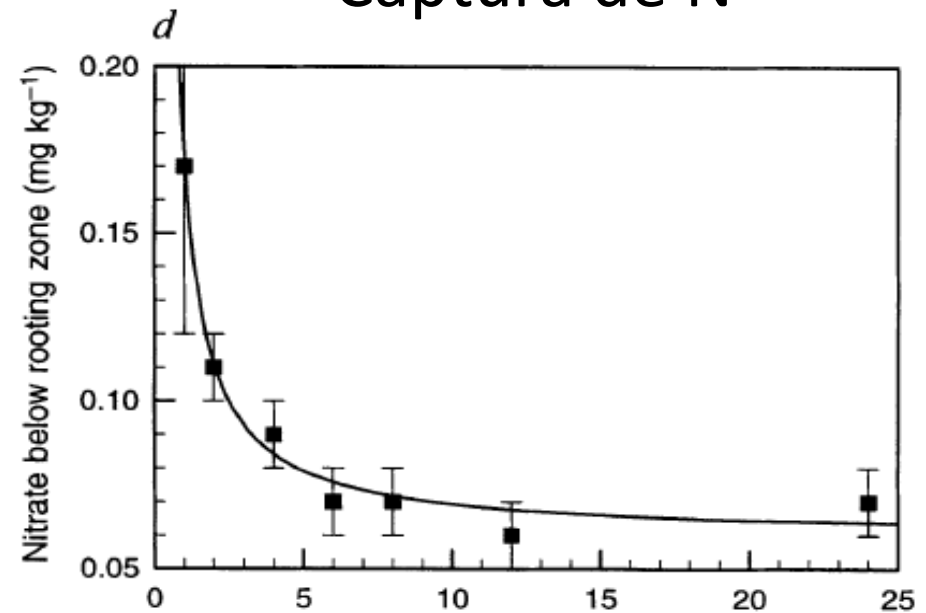


Biodiversidad y Funciones Ecosistémicas

Productividad



Captura de N



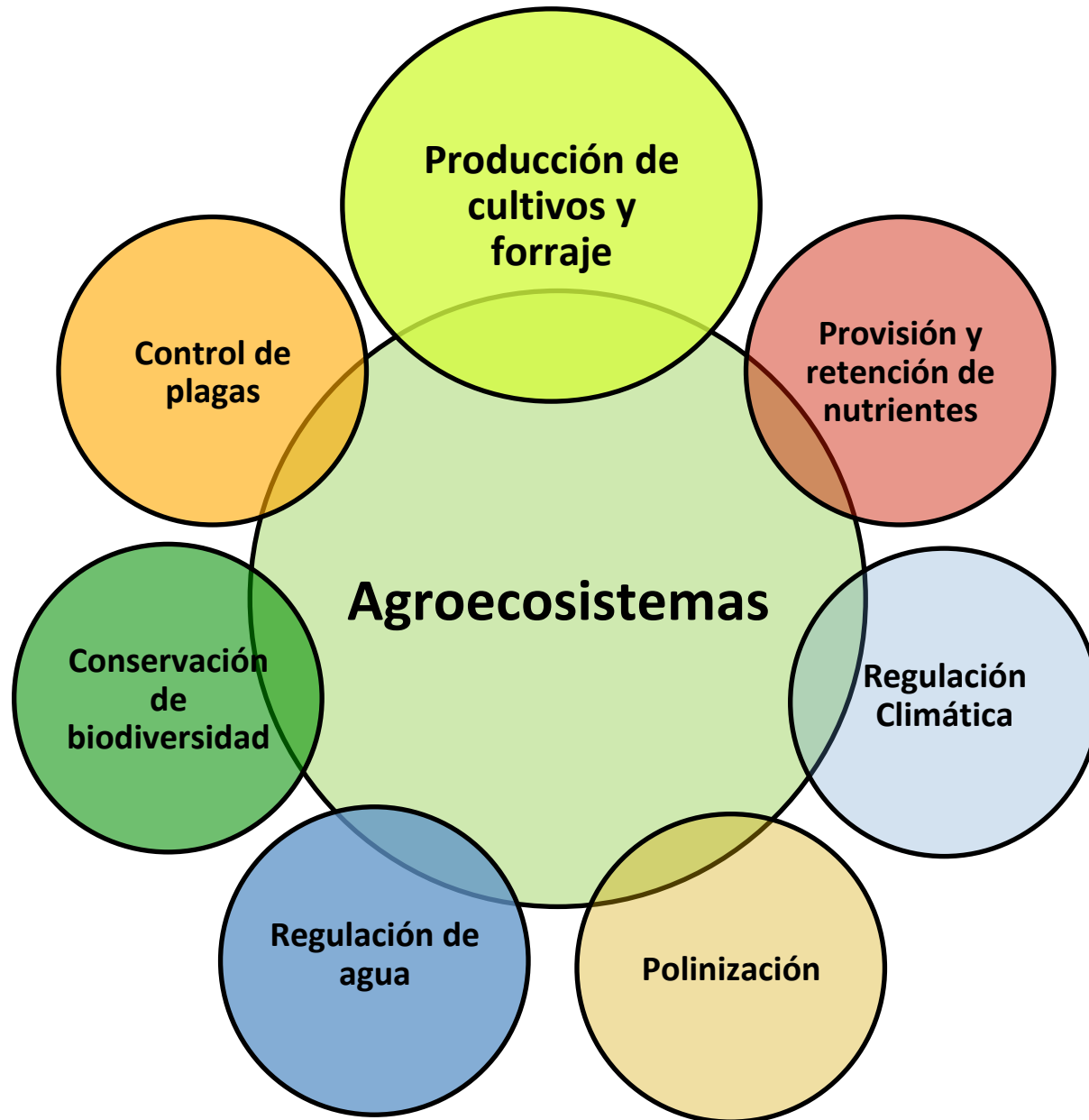
Tilman et al. (1997)

Servicios Ecosistémicos en Agroecosistemas

Que son los servicios ecosistemicos?

= funciones de los ecosistemas que proveen beneficios (directos o indirectos) a los seres humanos

Servicios Ecosistémicos en Agroecosistemas



Clases de Servicios Ecosistemicos

Servicios de Abastamiento: beneficios materiales (productos) obtenidos de los ecosistemas

Servicios Reguladores: benéficos obtenidos de las regulación de procesos

Servicios Culturales: beneficios inmateriales – fuente de inspiración, bienestar espiritual, etc.

Servicios de Apoyo: servicios necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos

Servicios Ecosistémicos



- Formación de suelos
- Hábitat
- Producción de O₂

- Producción de cultivos + ganado
- Leña
- Flores

- Ecoturismo
- Educación
- Bienestar espiritual

- Polinización
- Biocontrol
- Provisión de nutrientes

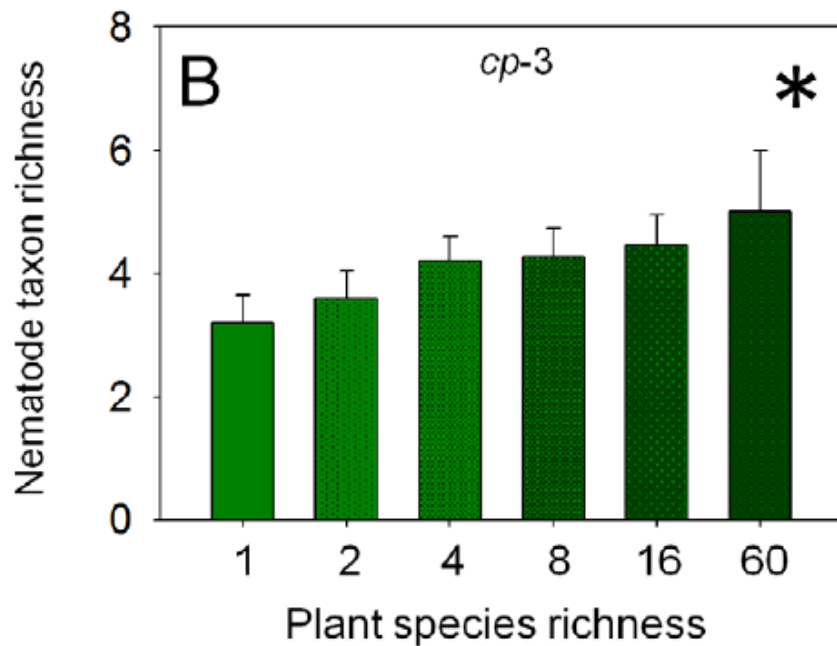
Gestión de agroecosistemas para promover biodiversidad y servicios ecosistémicos

¿Cuáles prácticas agrícolas pueden apoyar?

- Diversificación de cultivos (espacial y temporal)
- Reducción de perturbaciones (i.e., labranza, quema, aplicación de pesticidas)
- Insumos de materia orgánica (y nutrientes)
- Diversificación de los bordes en los campos agrícolas y las fincas
- Arreglo del paisaje
- Otras?

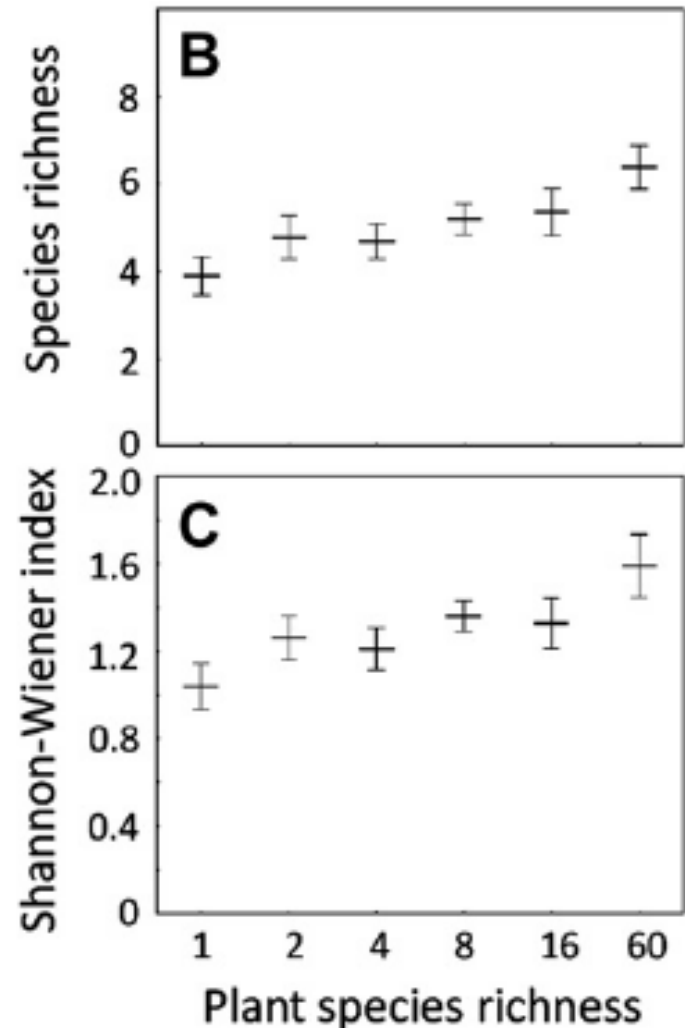
Diversidad de plantas regula biodiversidad de suelos

Nemátodos



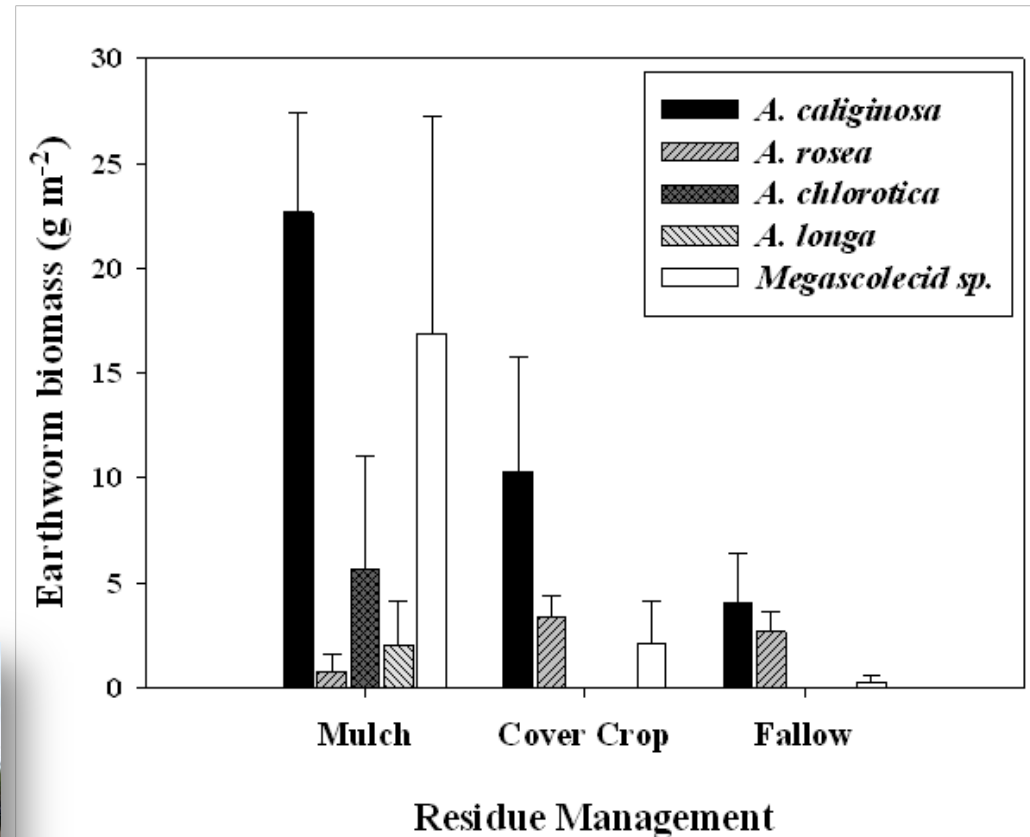
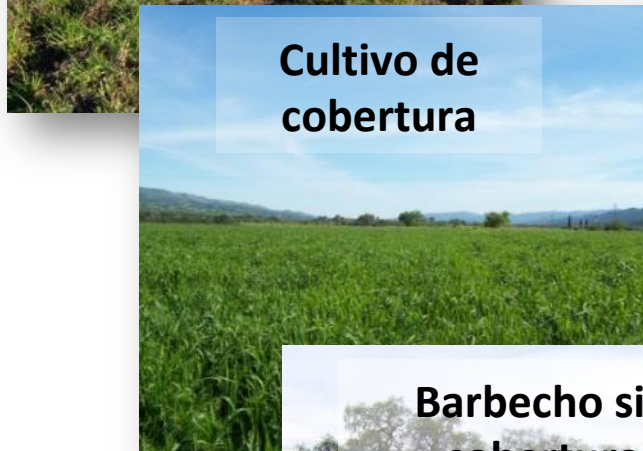
Eisenhauer et al. (2011)

Colembola



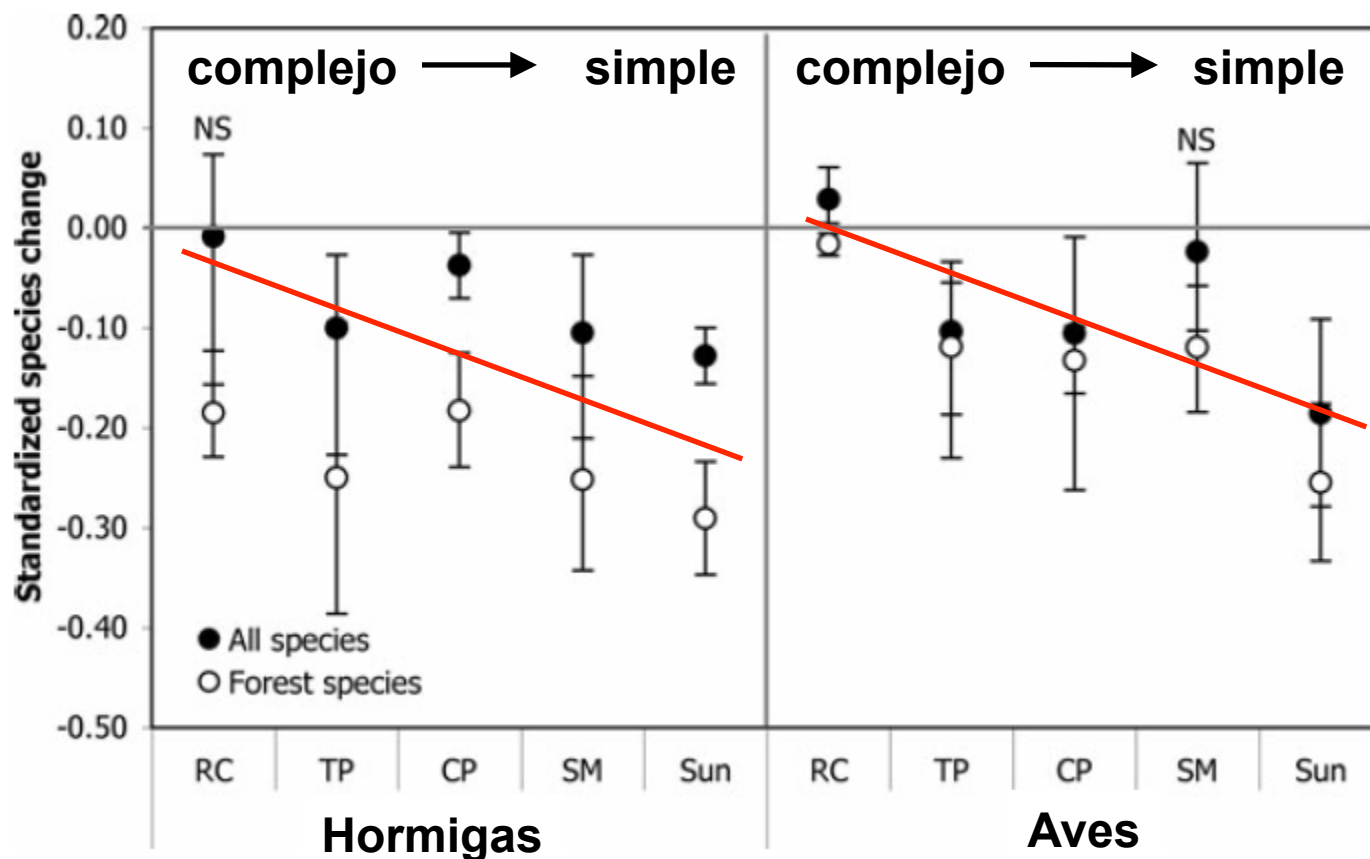
Sabais et al. (2011)

Intensidad de manejo e insumos de materia orgánica determinan la diversidad y actividad de lombrices



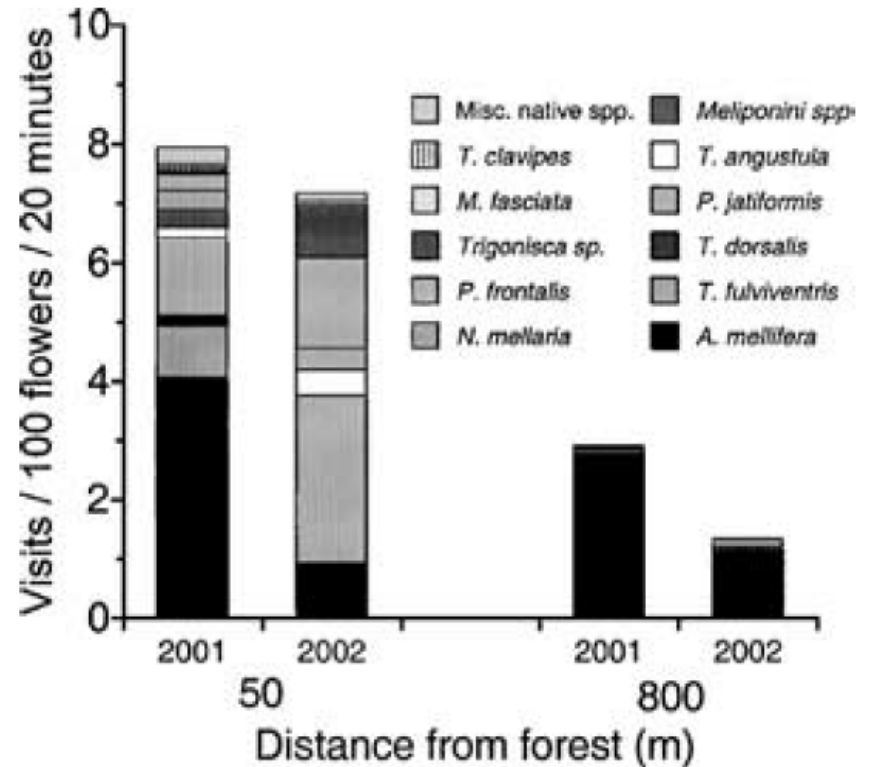
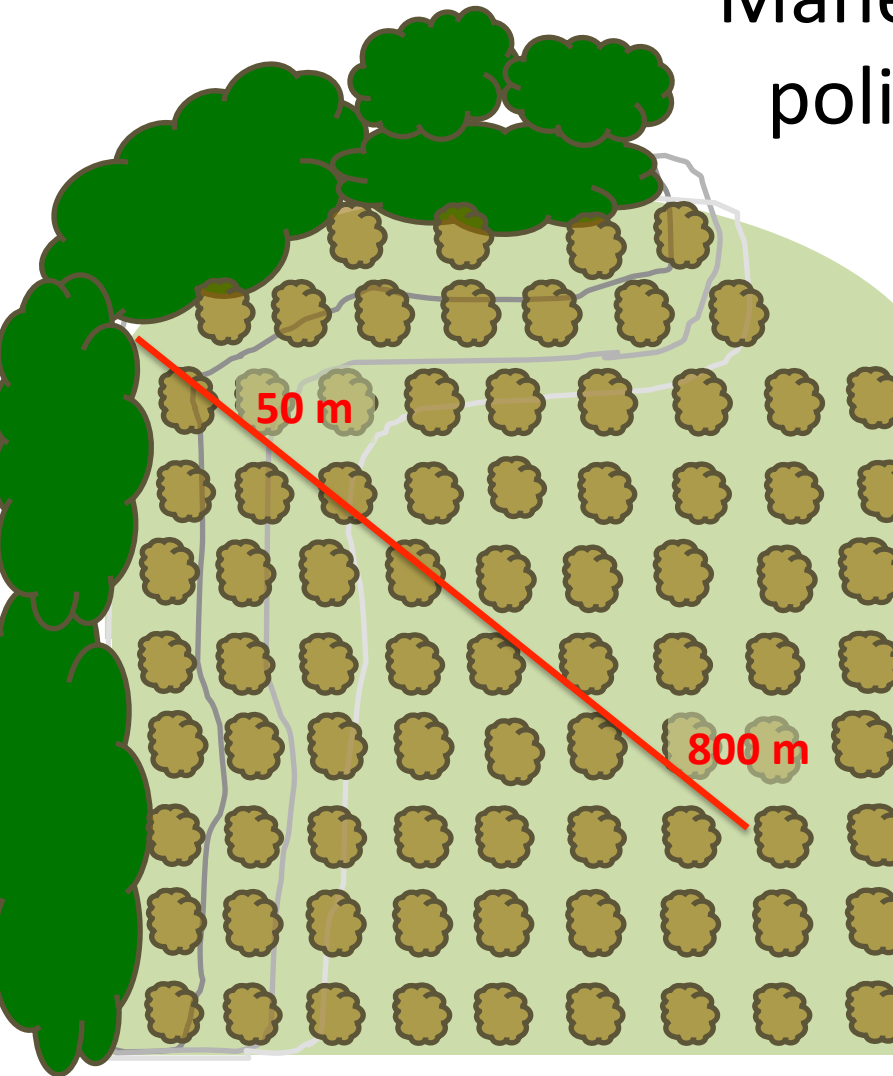
Fonte et al. (2009)

Manejo de café afecta diversidad (riqueza) de aves y hormigas



Philpott et al. (2008)

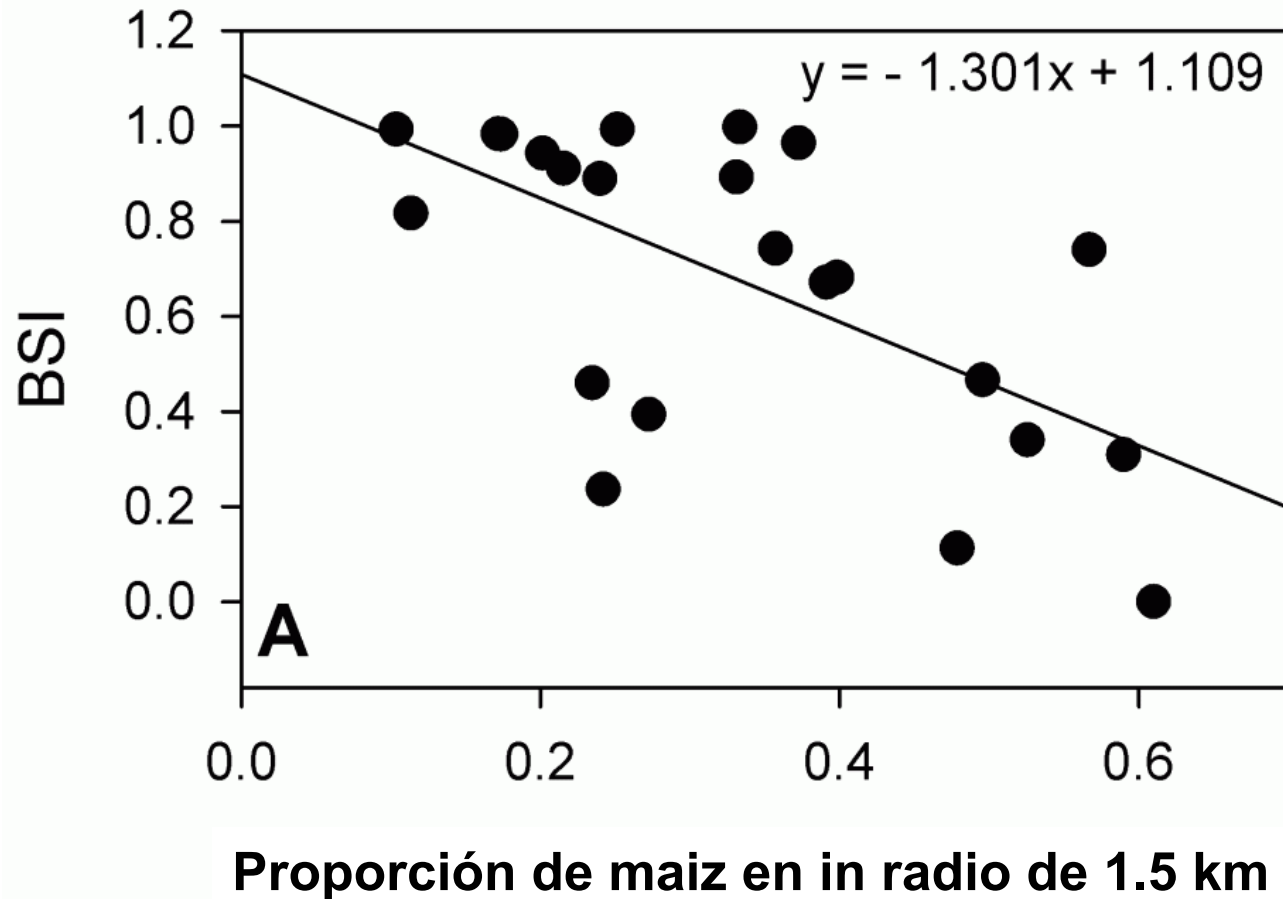
Manejo al nivel de paisaje afecta polinizadores y la polinización



Distancia de hábitat natural (bosque) determina la diversidad y actividad de polinizadores en café

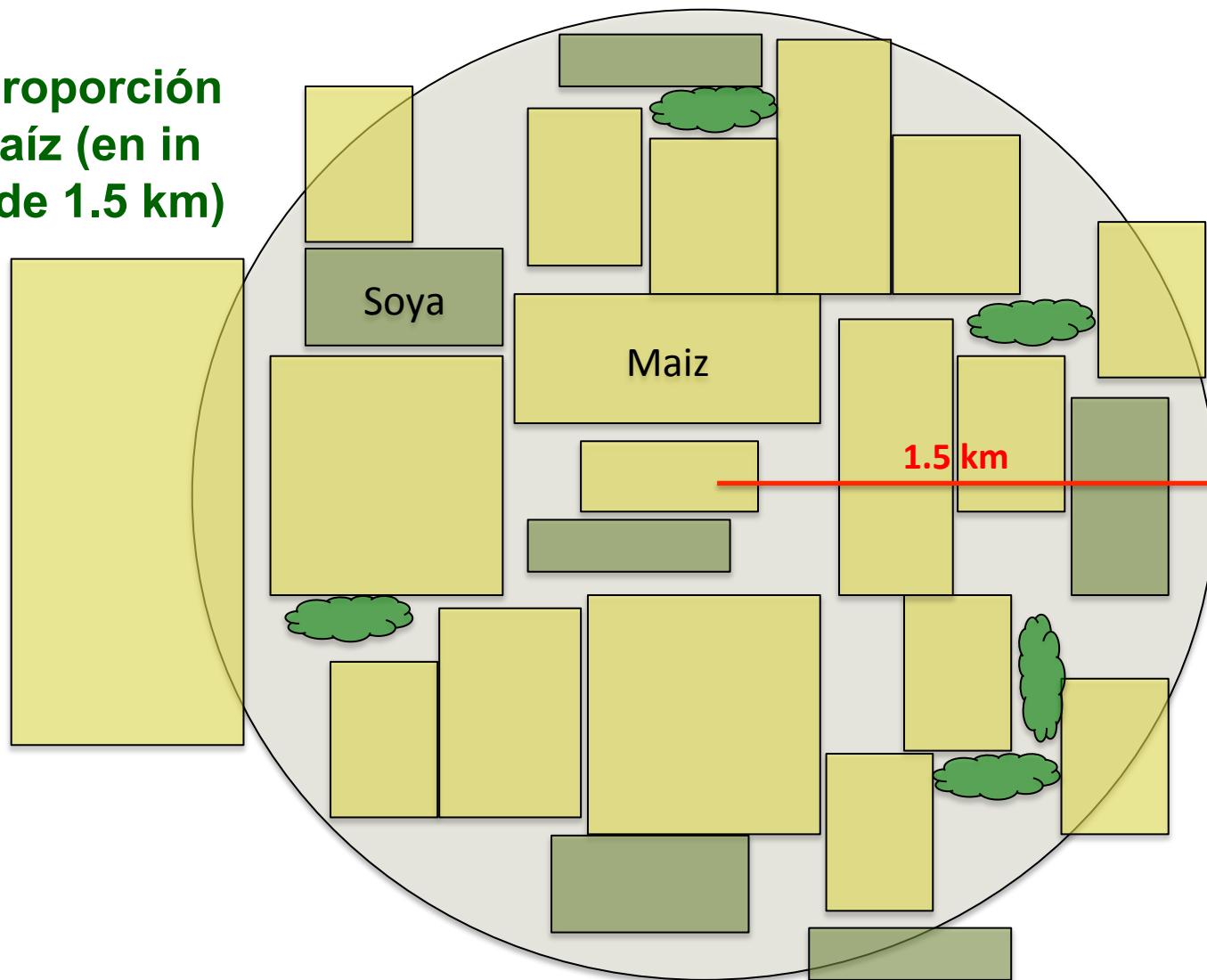
Ricketts et al. (2004)

Manejo al nivel de paisaje (heterogeniedad) afecta el biocontrol de plagas



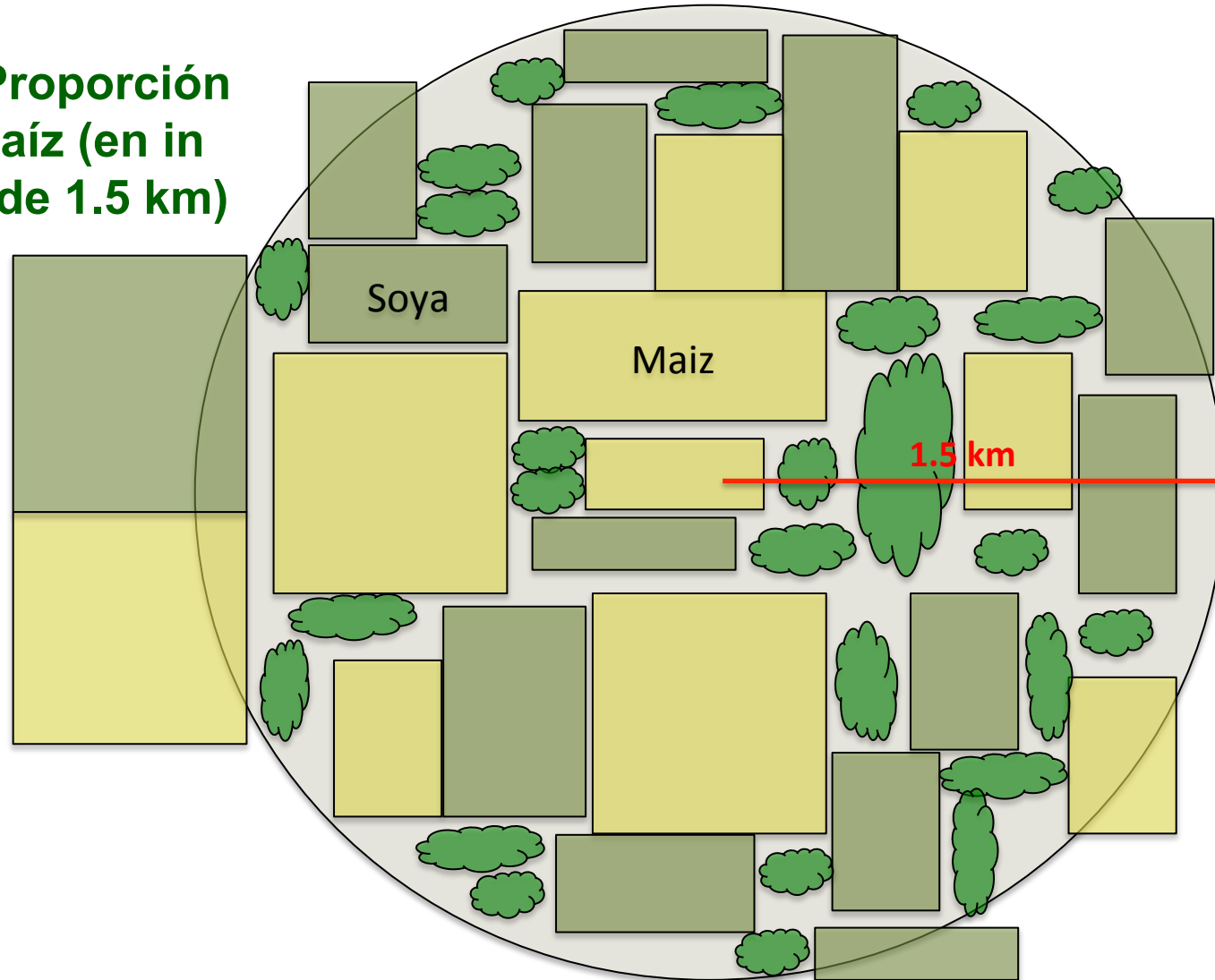
Manejo al nivel de paisaje (heterogeniedad) afecta el biocontrol de plagas

Alta Proporción
de maíz (en in
radio de 1.5 km)



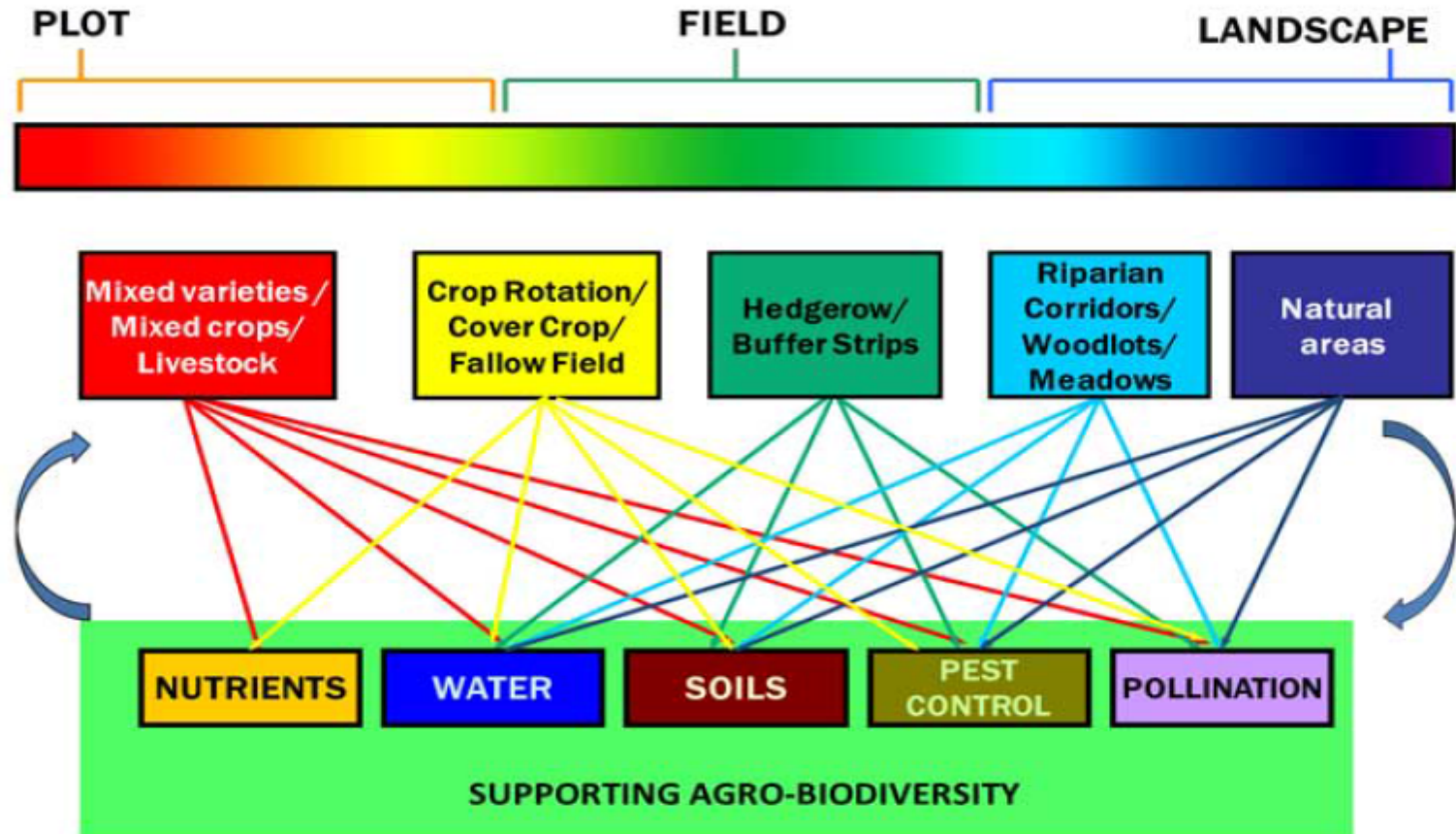
Manejo al nivel de paisaje (heterogeniedad) afecta el biocontrol de plagas

Baja Proporción
de maíz (en in
radio de 1.5 km)

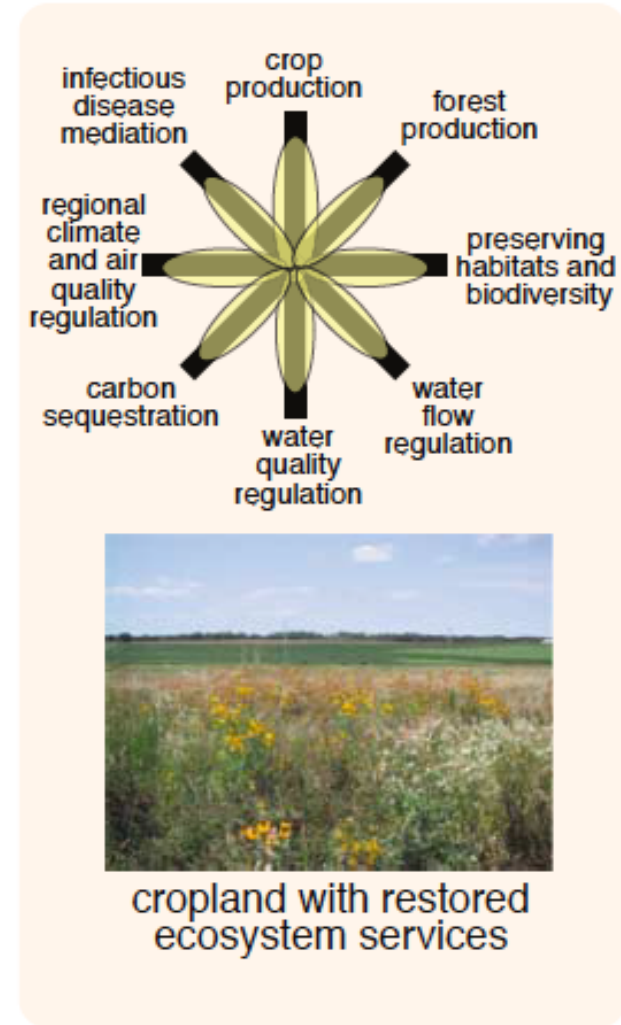
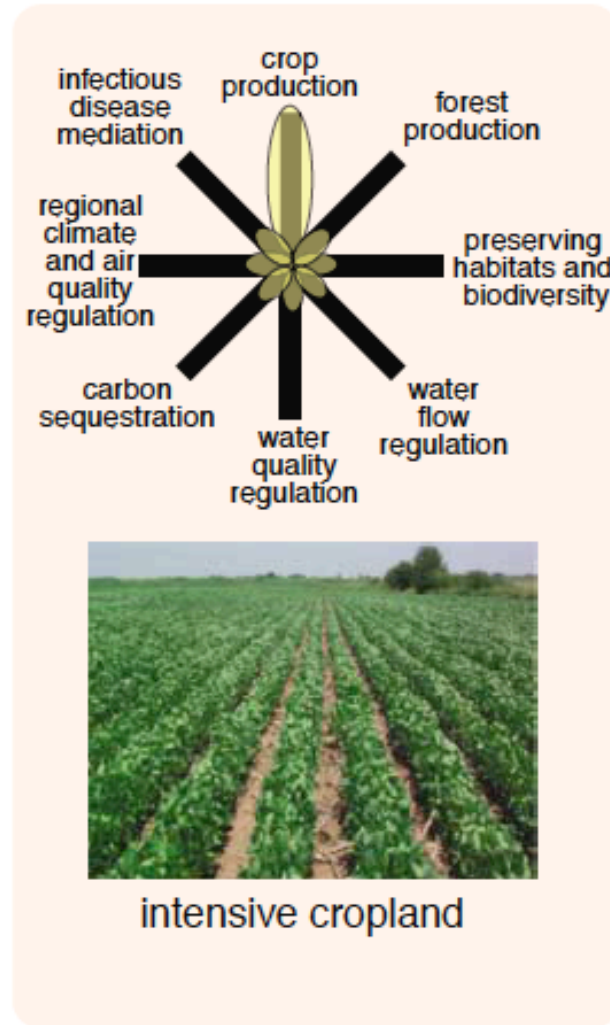
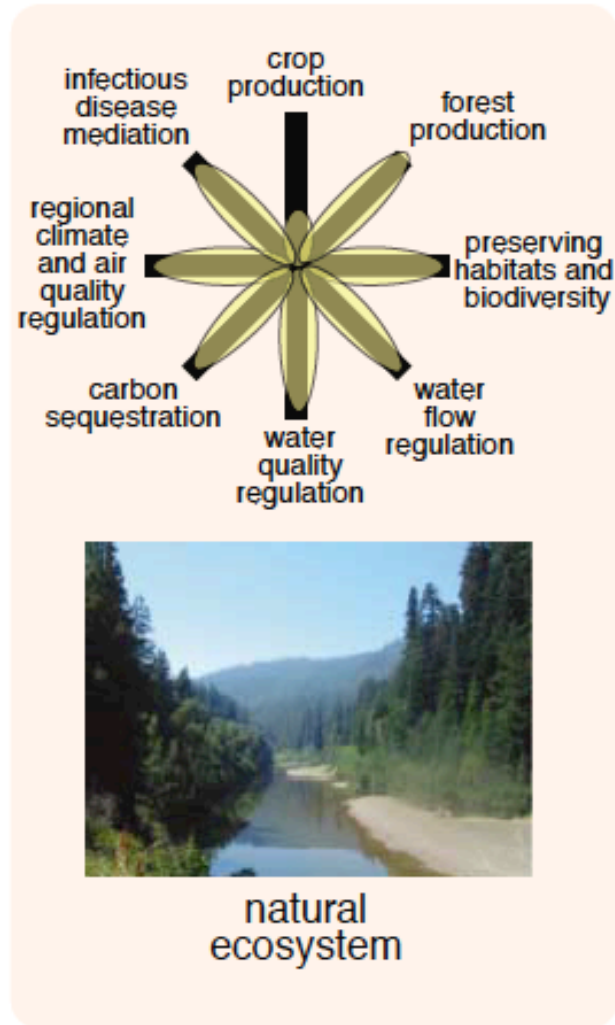


Biodiversidad y servicios ecosistémicos tienen efectos y responden a escalas diferentes

Fig. 1. Conceptual model of a Diversified Farming System.



Agroecosistemas Multifuncionales



Foley et al. 2005

Servicios Ecosistémicos de Suelo

- Regulación climática y almacenamiento de carbono
- Servicios de agua
- Provisión de nutrientes a cultivos
- Reservorio de biodiversidad



Resumen

- La biodiversidad (planeada y no planeada) en los agroecosistemas está relacionada con los servicios ecosistémicos
- Hay muchas clases de servicios ecosistémicos que se realizan a varias escalas
- La gestión de los terrenos y paisajes agrícolas determina la producción de varios servicios ecosistémicos y el balance entre ellos.

Suelos y paisajes altoandinos: fincas y comunidades dentro de paisajes



Prácticas tradicionales



Plantación de arboles



Expansión de Quínoa

Trayectorias de agroecosistemas en los andes

- Hacia descansos mas cortos en las zonas de cultivos intensificados
- Expansión de la frontera agrícola, a veces con impulsos del mercado global (quínoa, maca)
- Cambios en el manejo del ganado: ¿crisis o oportunidad?
- Cambios en conocimiento y gobernanza de recursos en las comunidades
- *Nueva Ruralidad*: migración, multi-localidad y pluri-actividad económica de agricultores



Labranza a escala grande para maca, 4200 m



Ovejas en un descanso, Perú

Trayectorias: interacción regional y global

- Crecimiento de mercados sostenibles y solidarios como una palanca
- Reconocimiento de los paisajes agrícolas y sus servicios al nivel regional – por ejemplo el agua en pastizales de altura
- El cambio climático



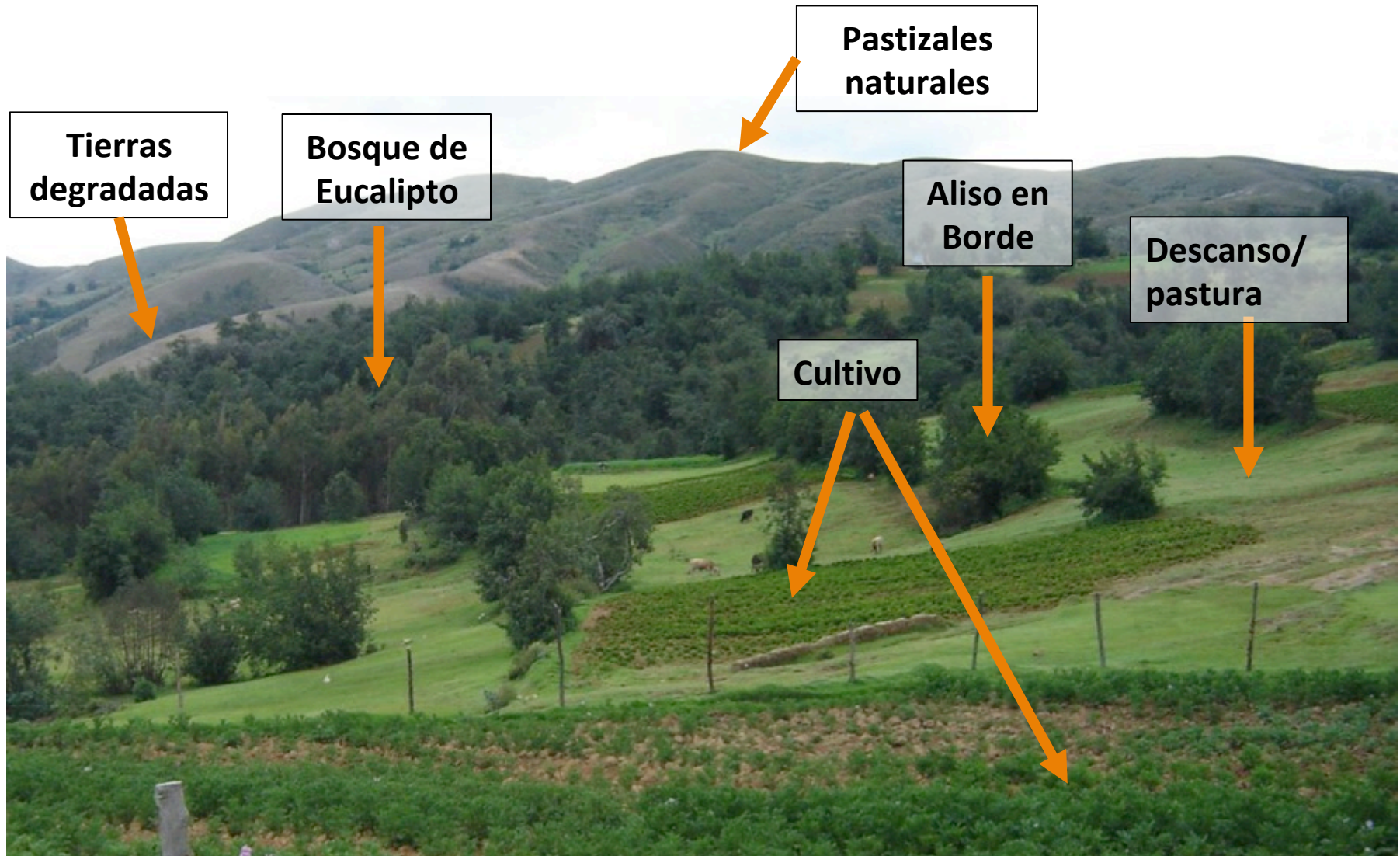
Deshielo glacial, Perú

Proyecto de investigación sobre servicios ecosistémicos del suelo en 3 zonas andinas

- **Socios:** Grupo Yanapai, Ekorural (Ecuador), Agrecol (Bolivia)
- **Entender mosaicos** de usos actuales en Ecuador, Bolivia, y Perú
- **Medir y analizar servicios ecosistémicos** de suelo relacionados a los diferentes usos
- Utilizar como una **base de dialogo y aprendizaje** con la comunidad, y considerar diferentes escenarios de usos al futuro.



El ejemplo de Quilcas, Junín, Perú: usos de tierra en un manejo de paisaje

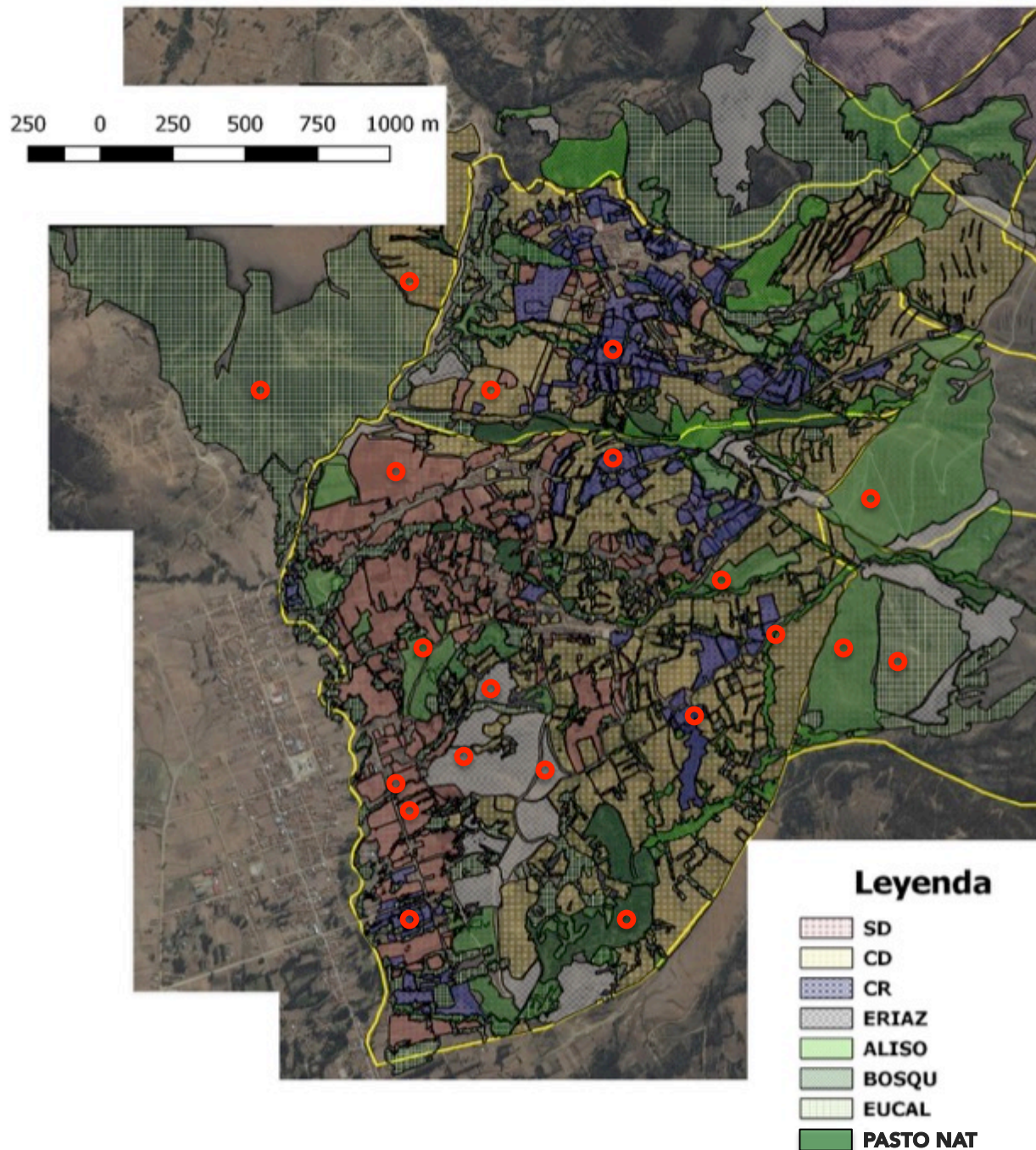


Mapeo participativo de los usos de la tierra



Producto del mapeo





Digitación y agregar puntos

Quilcas: Zona media

Identificar 8-12
puntos de
muestreo por uso

8 usos distintos

Definir Parcela y datos generales (pendiente, altura, etc.)



Biodiversidad de Vegetación herbácea



Muestreo de Suelo para características físicas y de fertilidad



Biodiversidad de Suelo (Macrofauna)



Control de Erosión: cobertura, infiltración, densidad

Densidad Aparente



Una densidad baja refleja la facilidad de penetración de raíces y agua



Infiltración

Producción y biomasa

Provincia Chimborazo, Ecuador



Parte de la determinación de almacenamiento de carbono, junto con la materia orgánica del suelo

Manejo y economía de los usos

Entrevista sobre manejo, insumos, costos de producción:

[valor de la producción] *(Soles por Ha anual)*

Menos

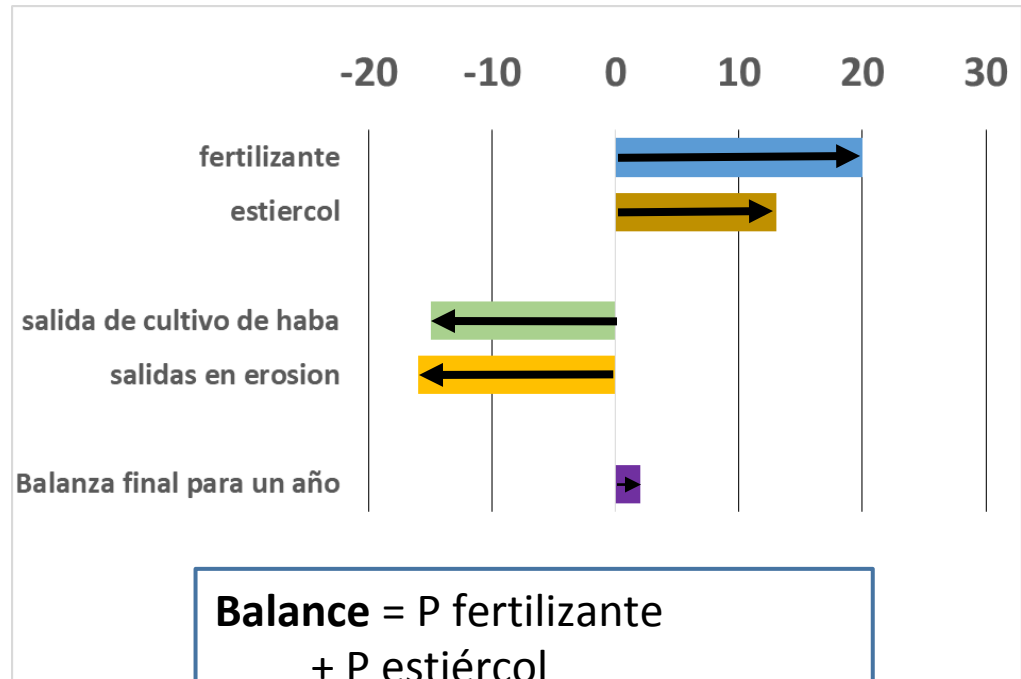
[gastos e inversión] *(Soles por Ha anual)*



Balance de nutrientes estimado

Entrada o salida de fósforo (P)

- Para cada año, insumos menos salidas de fósforo basado en la entrevista de manejo
- Se puede hacer también con menor precisión para nitrógeno y potasio



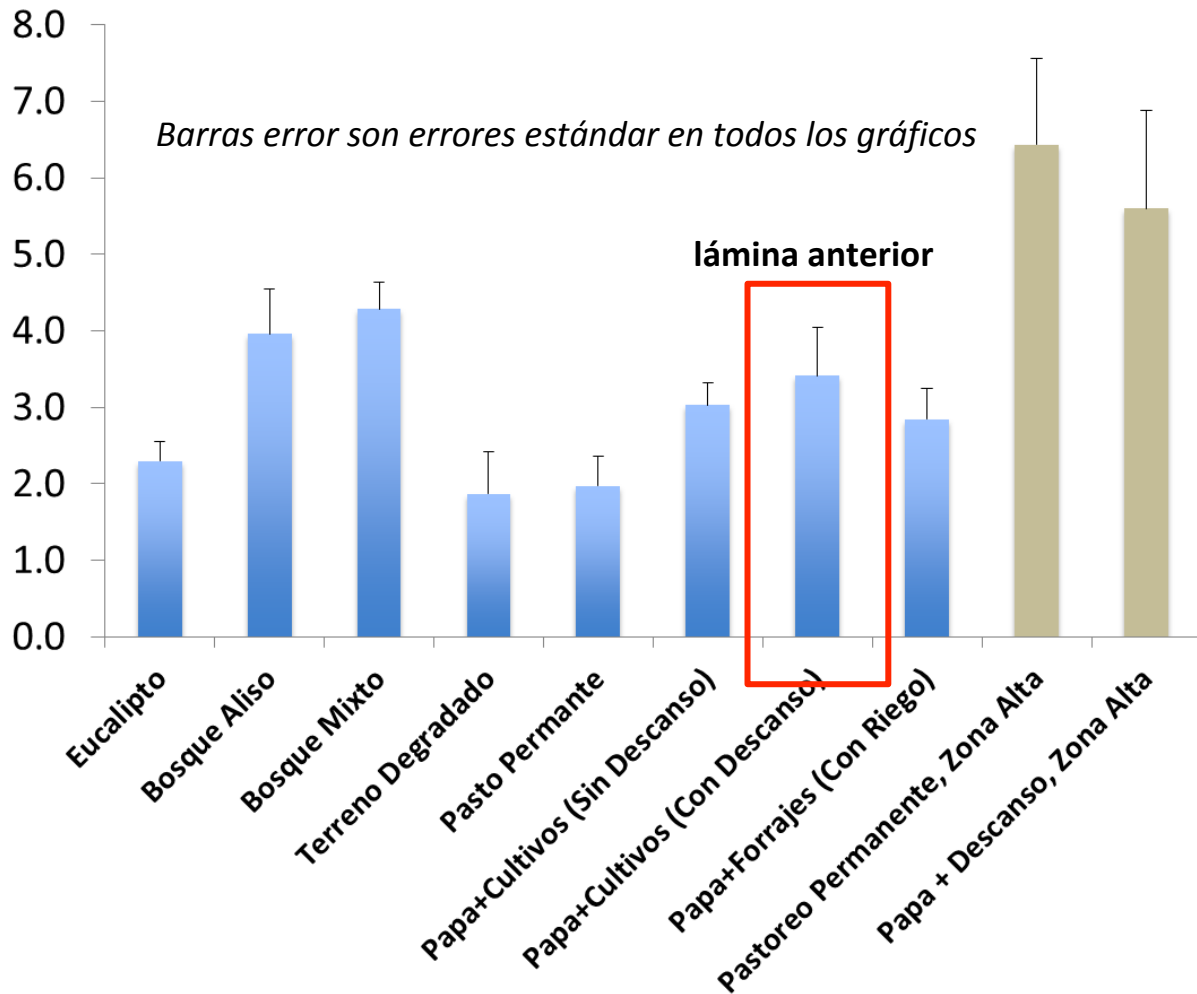
$$\begin{aligned} \text{Balance} &= \text{P fertilizante} \\ &+ \text{P estiércol} \\ &- \text{salidas P en cosecha} \\ &- \text{salidas P en erosión} \end{aligned}$$

Resultados: Quilcas, Perú

Índice de
fertilidad (P, K,
Materia Orgánica)

Fertilidad Química de Suelo

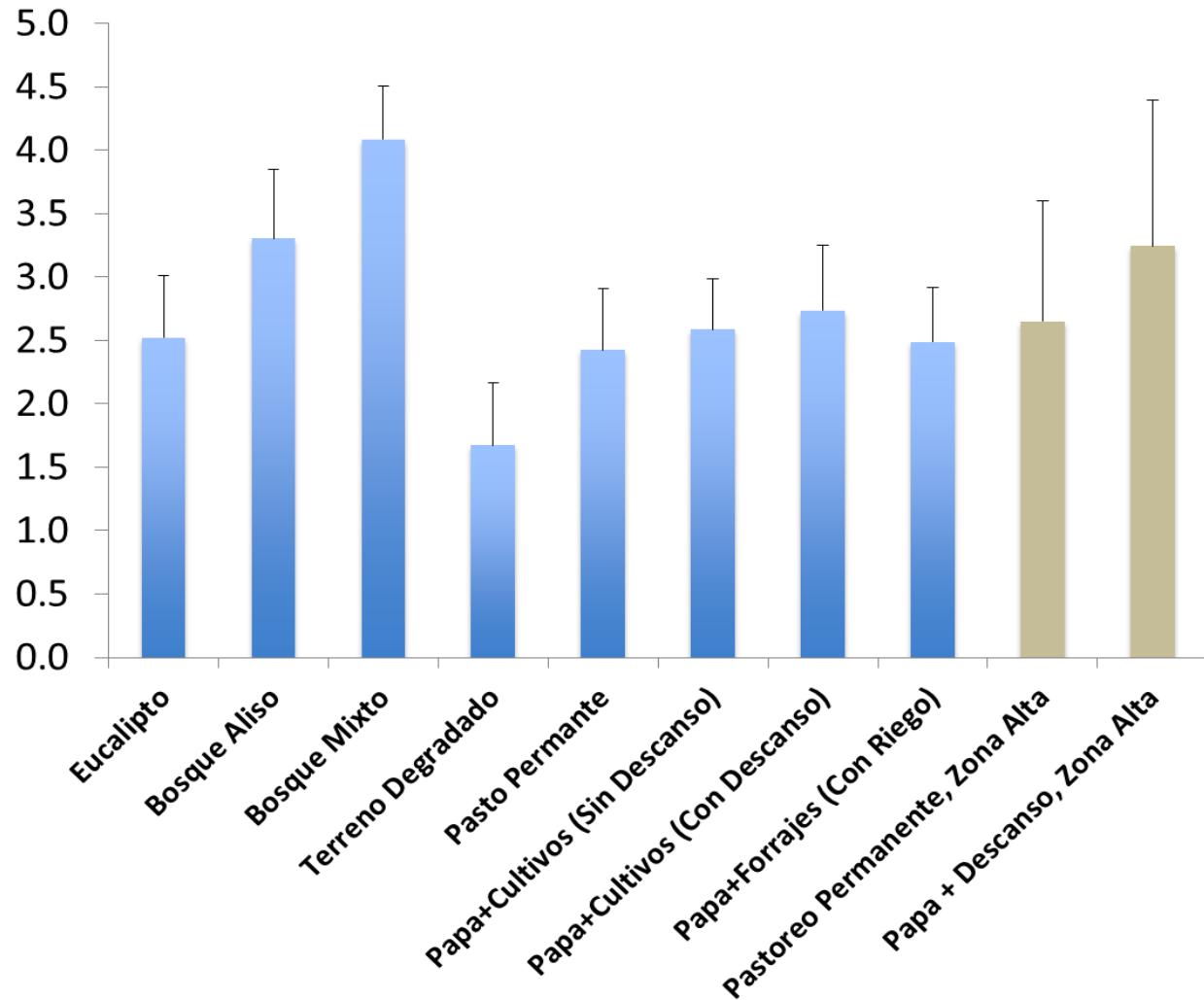
índice basado en fósforo y potasio disponible, materia orgánica.



Diversidad y Actividad de la Macrofauna del Suelo

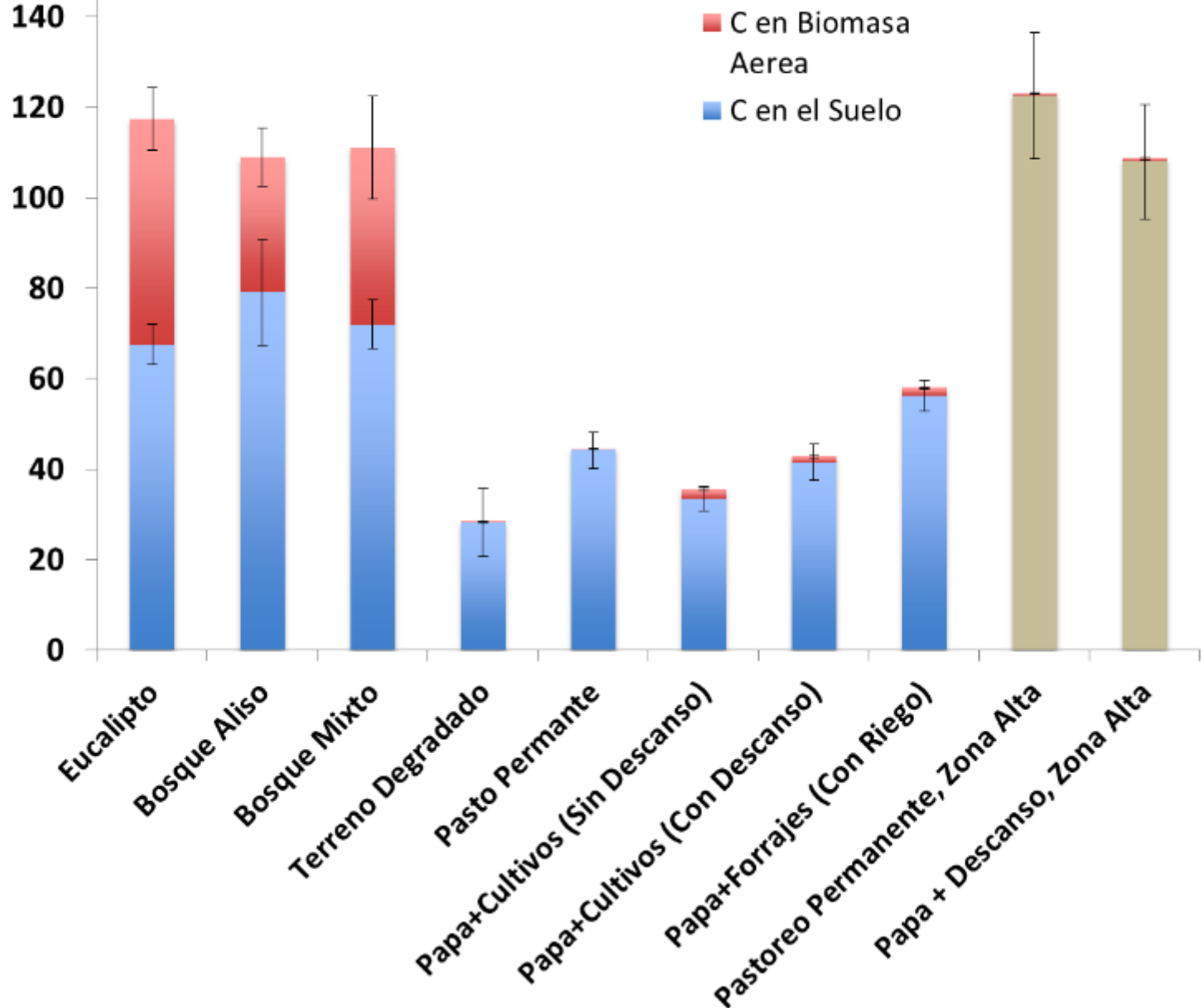
(índice basada en la riqueza de ordenes y abundancia total de macrofauna)

Índice de
actividad y
diversidad

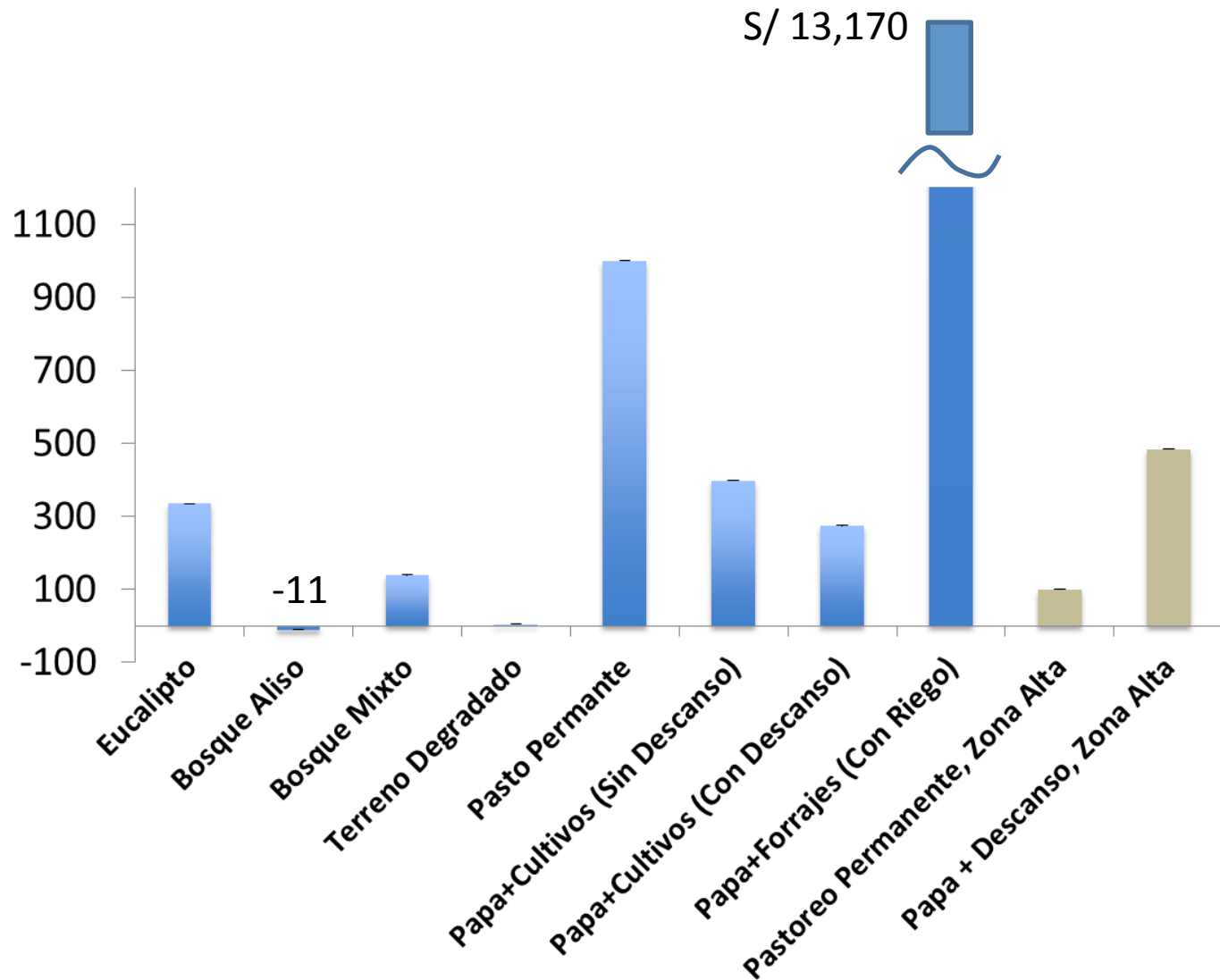


Almacenamiento de Carbono en Suelos y Vegetación

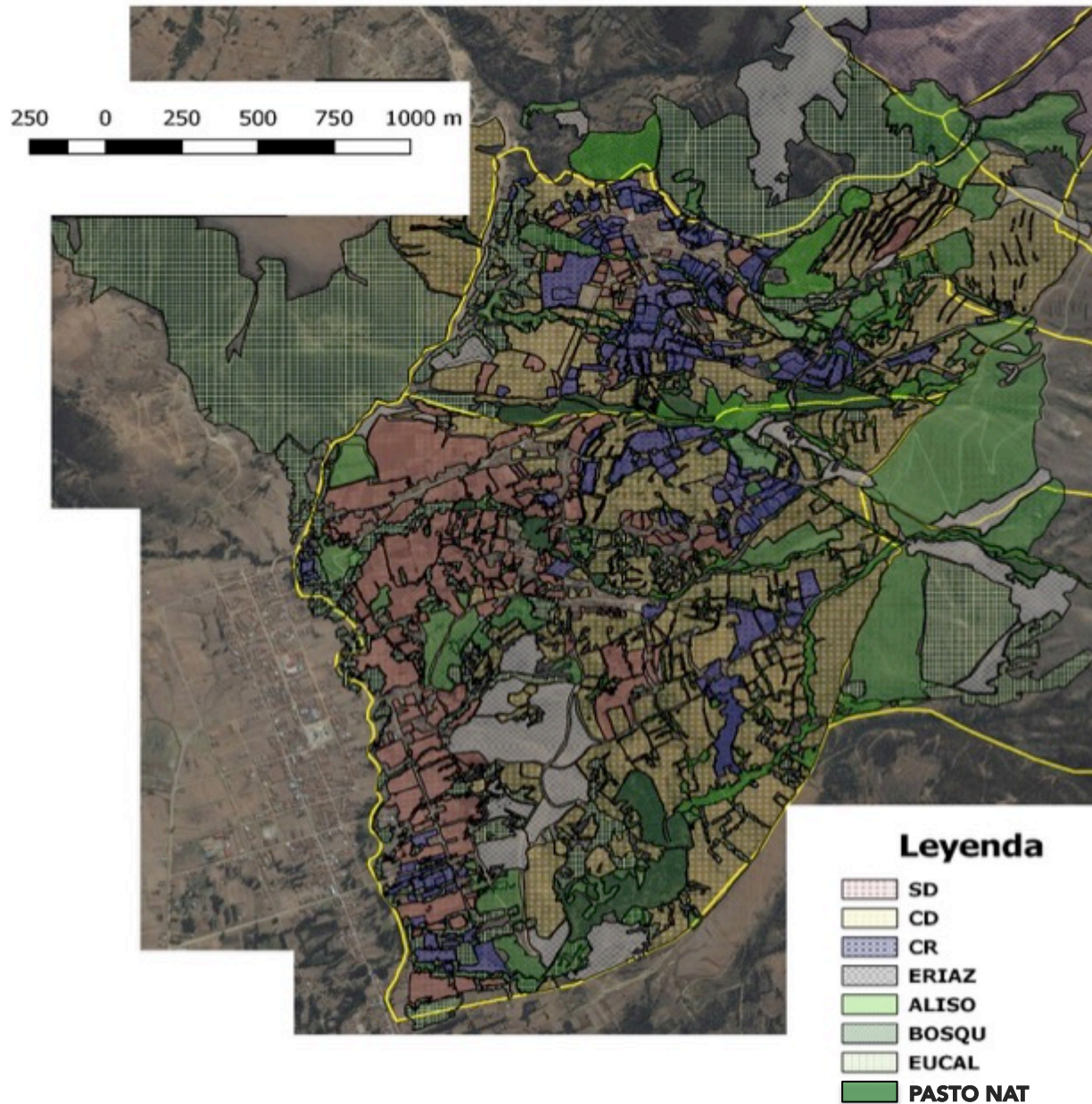
Mg C /
Ha
(toneladas
por Ha)



Ganancia económica (S/ por Ha anual ganancia menos inversión)

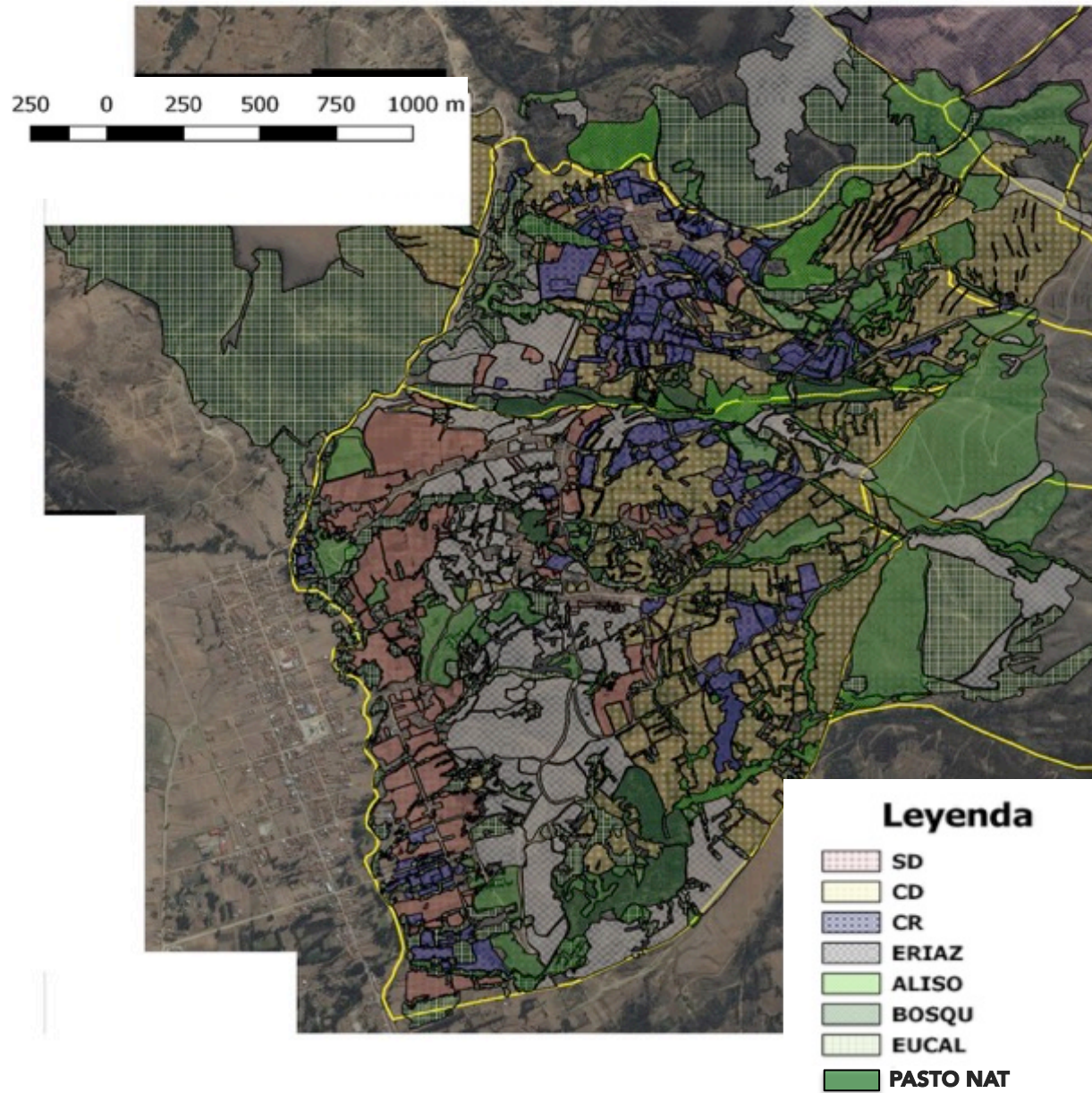


Escenarios de Cambio en el Paisaje

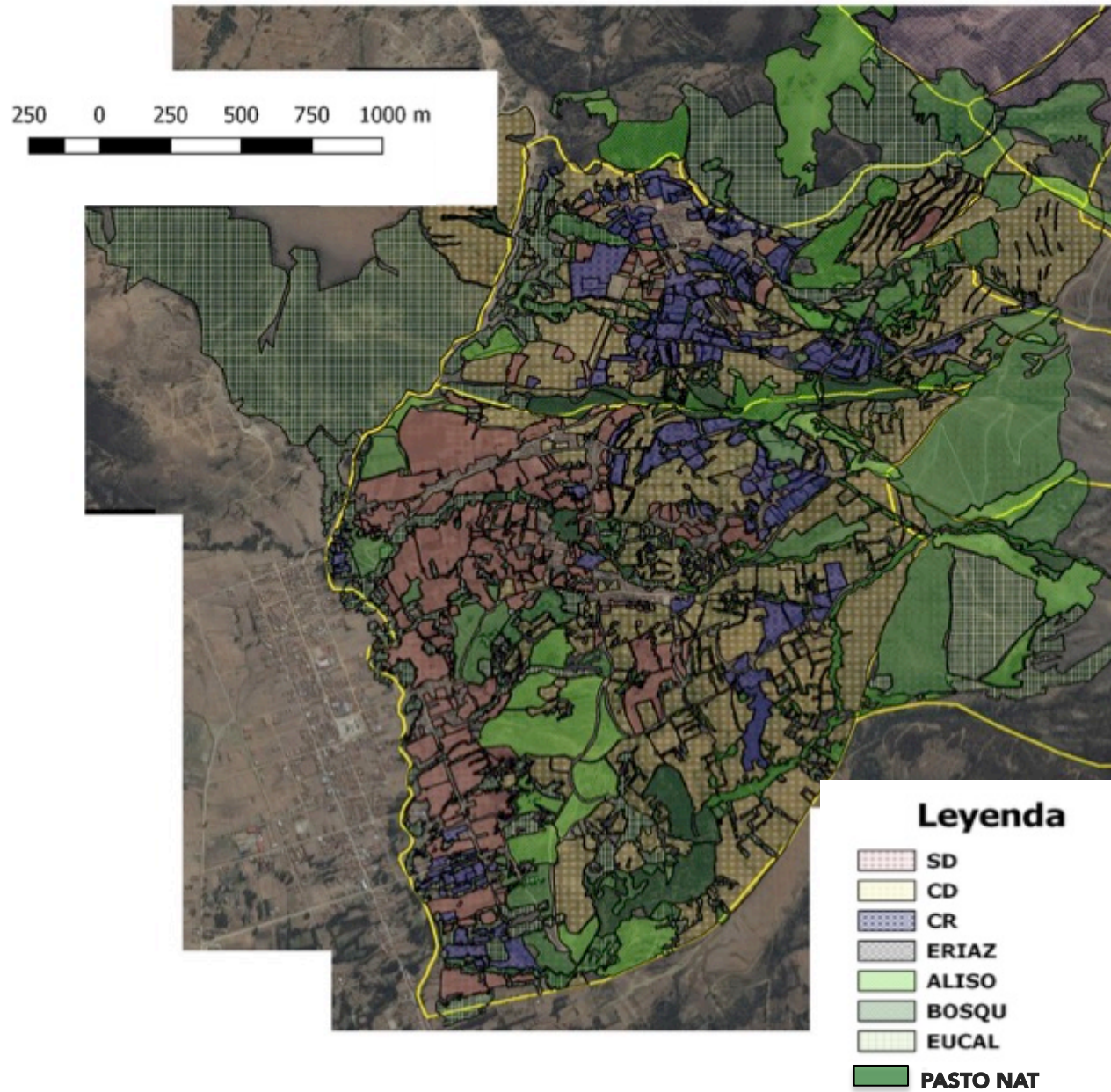


**Situación
actual**

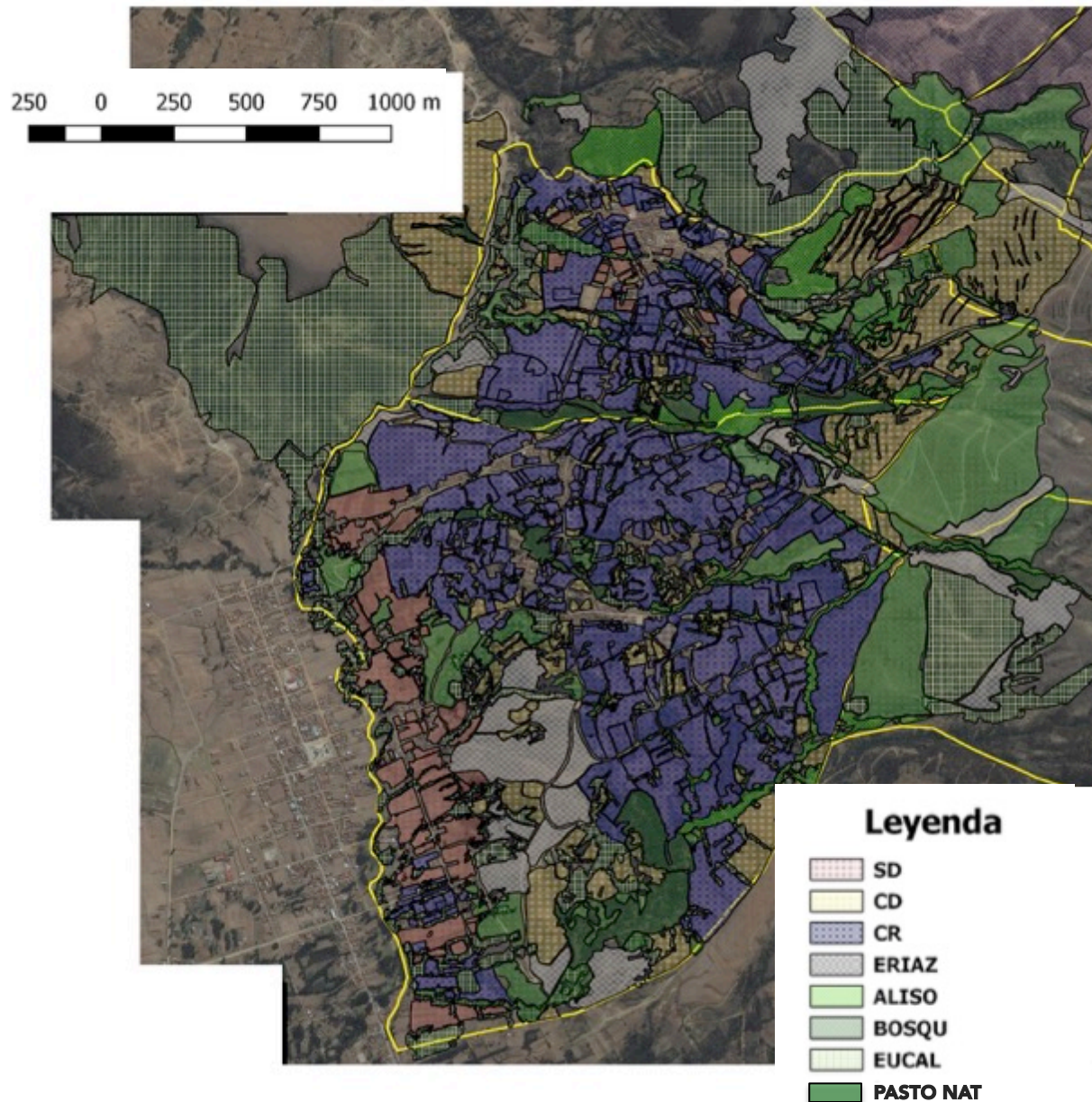
Degradación de 20% del aérea de Cultivo-CD y 20% de SD



Forestación de los Terrenos Degradados



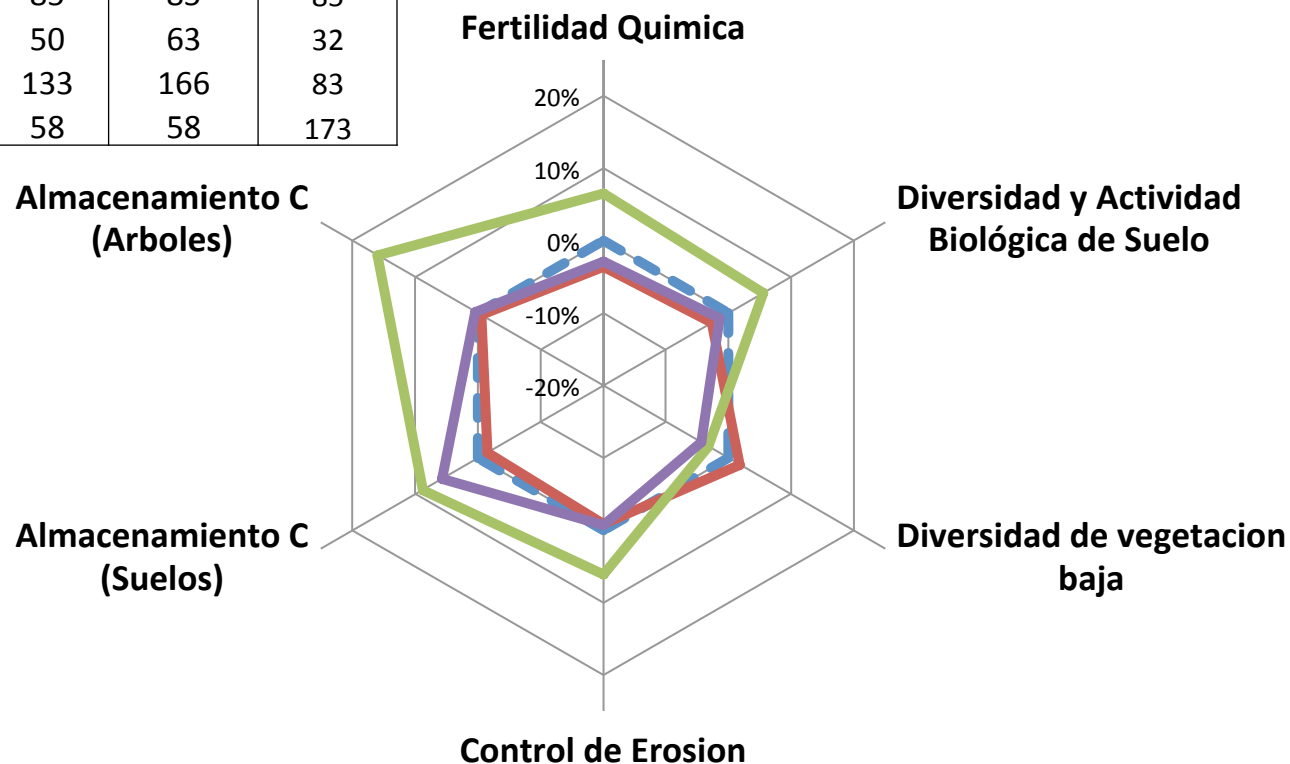
Expansión de Riego (50% de CD y SD convertido)



Servicios Ecosistémicos - Escala Paisaje

Uso	Situación Actual (ha)	1.	2.	3.
EUCAL	161	161	161	161
ALISO	34	34	92	34
BOSQ Mixto	31	31	31	31
ERIAZ	58	104	0	58
PPR	85	85	85	85
Cultivo SD	63	50	63	32
Cultivo CD	166	133	166	83
Cultivo CR	58	58	58	173

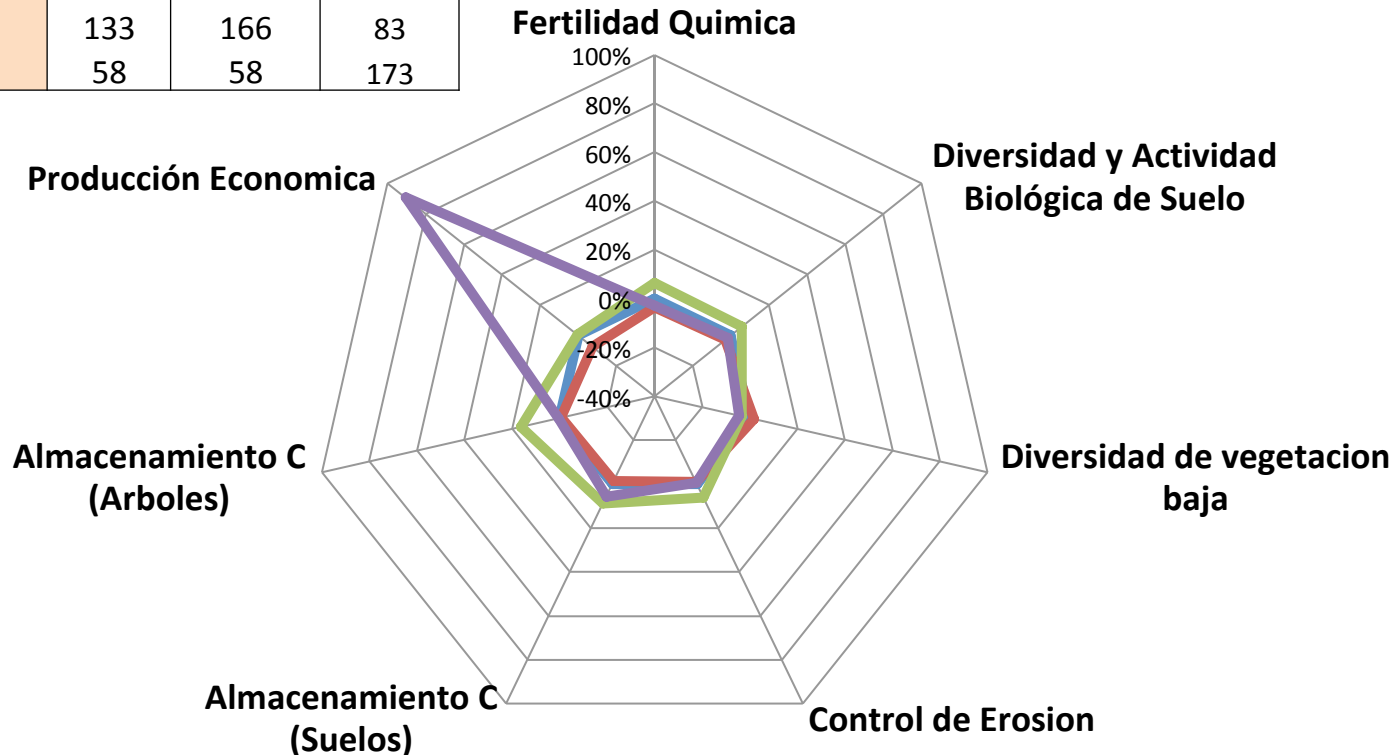
- Situación Actual
- 1. Degredación de 20% CD y 20% de SD
- 2. Forestación de Terrenos Degradados
- 3. Expansión de Riego (50% de CD y SD)



Servicios Ecosistémicos - Escala Paisaje

Uso	Situación Actual (ha)	1.	2.	3.
EUCAL	161	161	161	161
ALISO	34	34	92	34
BOSQ Mixto	31	31	31	31
ERIAZ	58	104	0	58
PPR	85	85	85	85
Cultivo SD	63	50	63	32
Cultivo CD	166	133	166	83
Cultivo CR	58	58	58	173

- Situación Actual
- 1. Degredación de 20% CD y 20% de SD
- 2. Forestación de Terrenos Degradados
- 3. Expansión de Riego (50% de CD y SD)



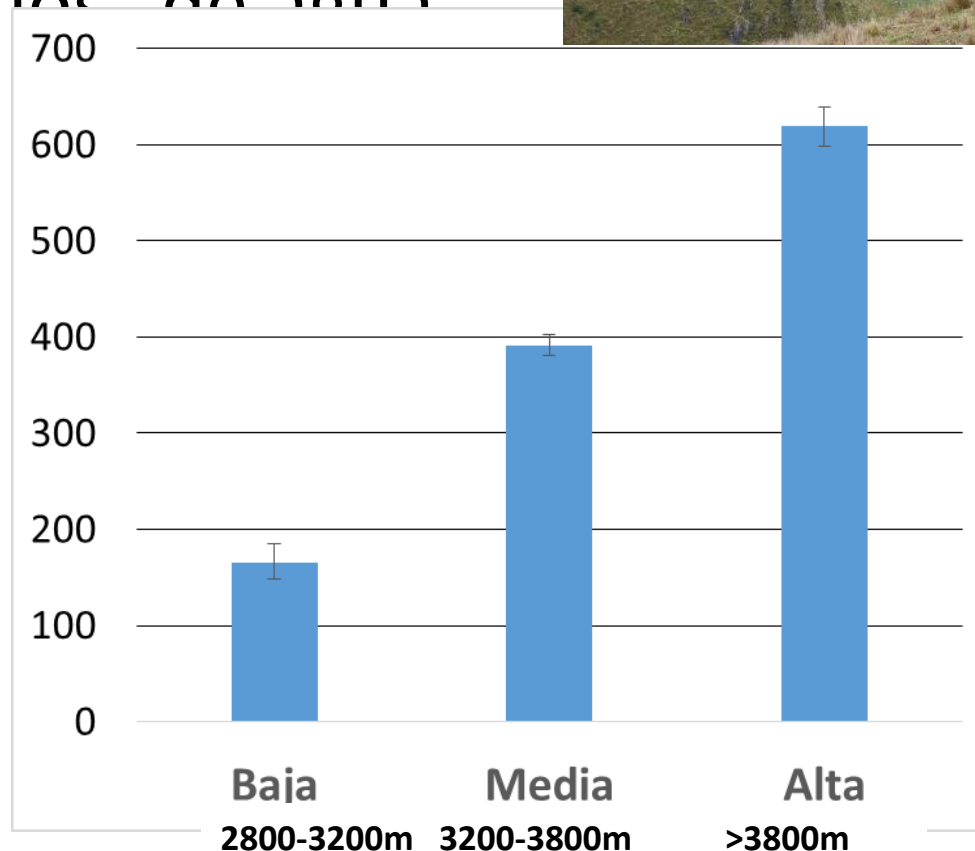
Resultados: síntesis regional y mensajes claves

Tres comunidades en Ecuador, Perú, y Bolivia

Mensaje clave: La materia orgánica del suelo en pisos altos les convierte estos suelos en “reservorios” de agua



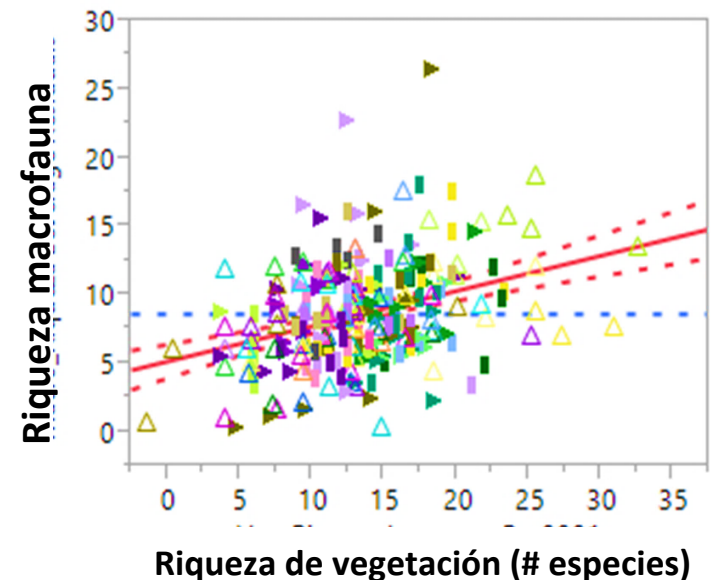
m³ de agua
almacenada por
hectárea
(hasta 20 cm de
profundidad)



Mensaje clave: asociación entre biodiversidad de plantas, macrofauna, y fertilidad del suelo

La macrofauna como indicador de salud del suelo aumenta con la diversidad de vegetación y la fertilidad del suelo en los 3 países

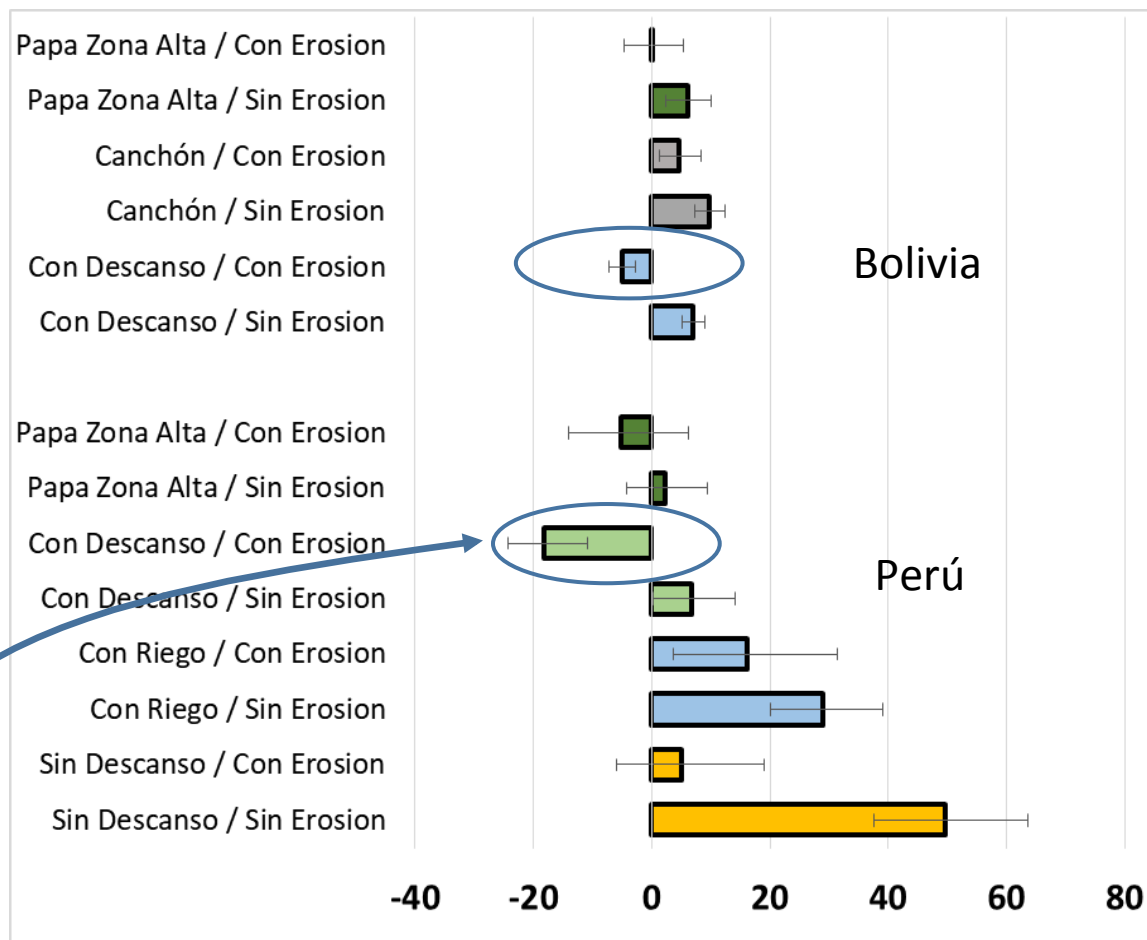
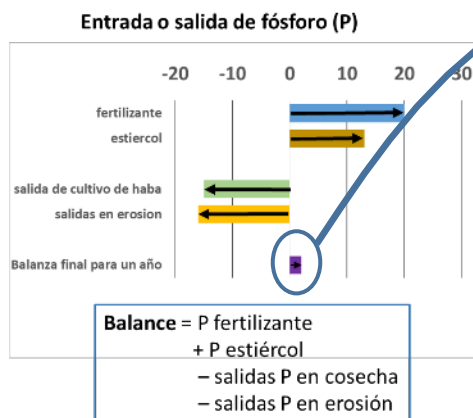
Variable independiente	Parámetro	Significación
P disponible	1.03	$p < 0.0001$
Riqueza de vegetación	0.26	$p < 0.0001$
País (comunidad)	categorico	$p < 0.0001$
País x Riqueza	--	$p < 0.001$



Mensaje clave: balances de fósforo indican tendencias preocupantes en algunos usos con erosión modelado

Balances de fósforo con y sin erosión modelado:

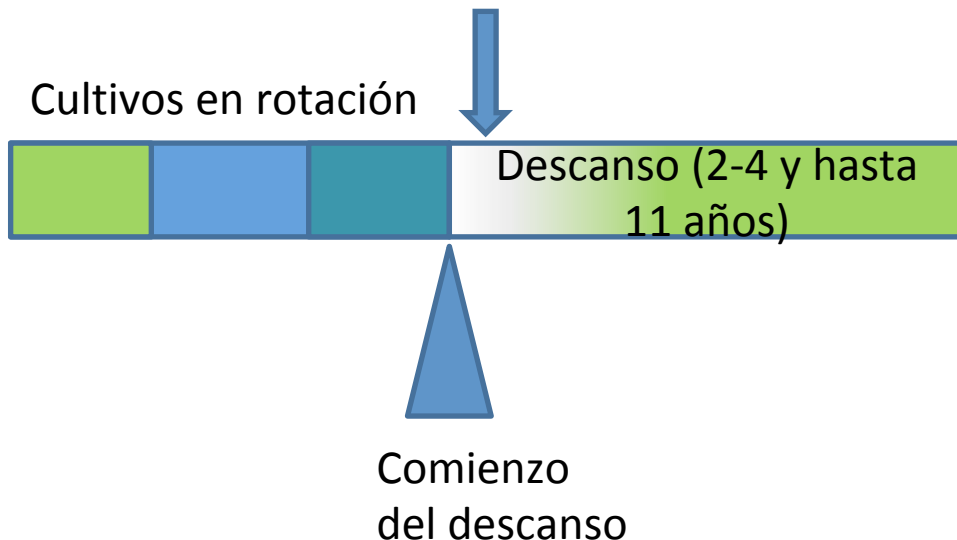
Áreas con descansos intensificados presentan mayores riesgos



Balance de fósforo (kg/ha/año),
basado en 4 años de rotación)

Mensaje clave: escasez de forrajes y descansos cortos

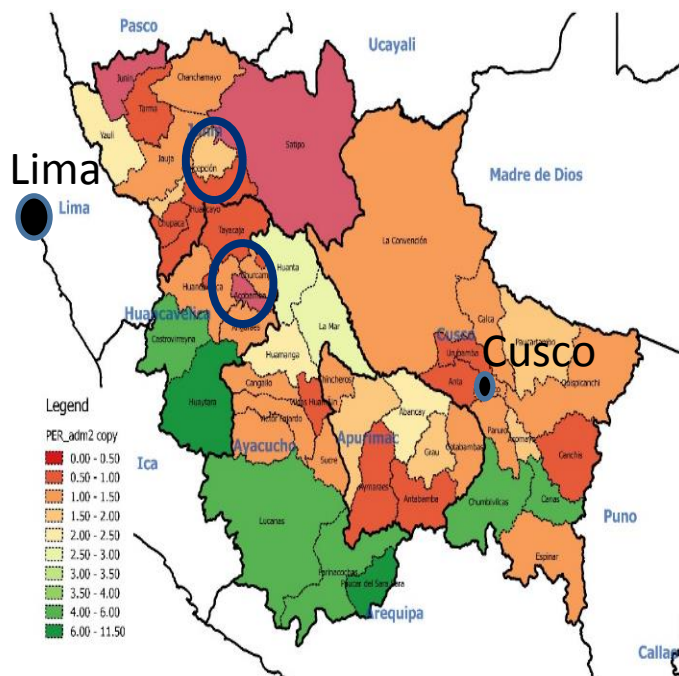
- El forraje tiene un alto valor
- Los descansos sin manejo en muchos casos no llegan a tener cobertura del suelo y biomasa suficiente para regenerar el suelo
- Invasión de malezas no palatables en los primeros años del descanso



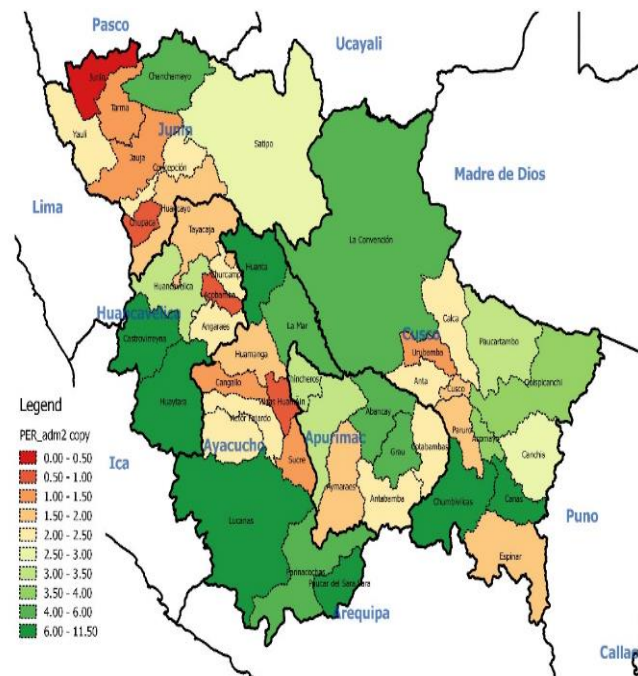
Maleza invasiva en
descansos: puka qora o
Rumex



Contextos a una escala más grande: Duración de los Descanso (años) por cada 3 años cultivados, promedio a nivel de provincia (Fuente INEI-Peru, Censo Agropecuario 2012)



1. En hogares con 0-2 Ha



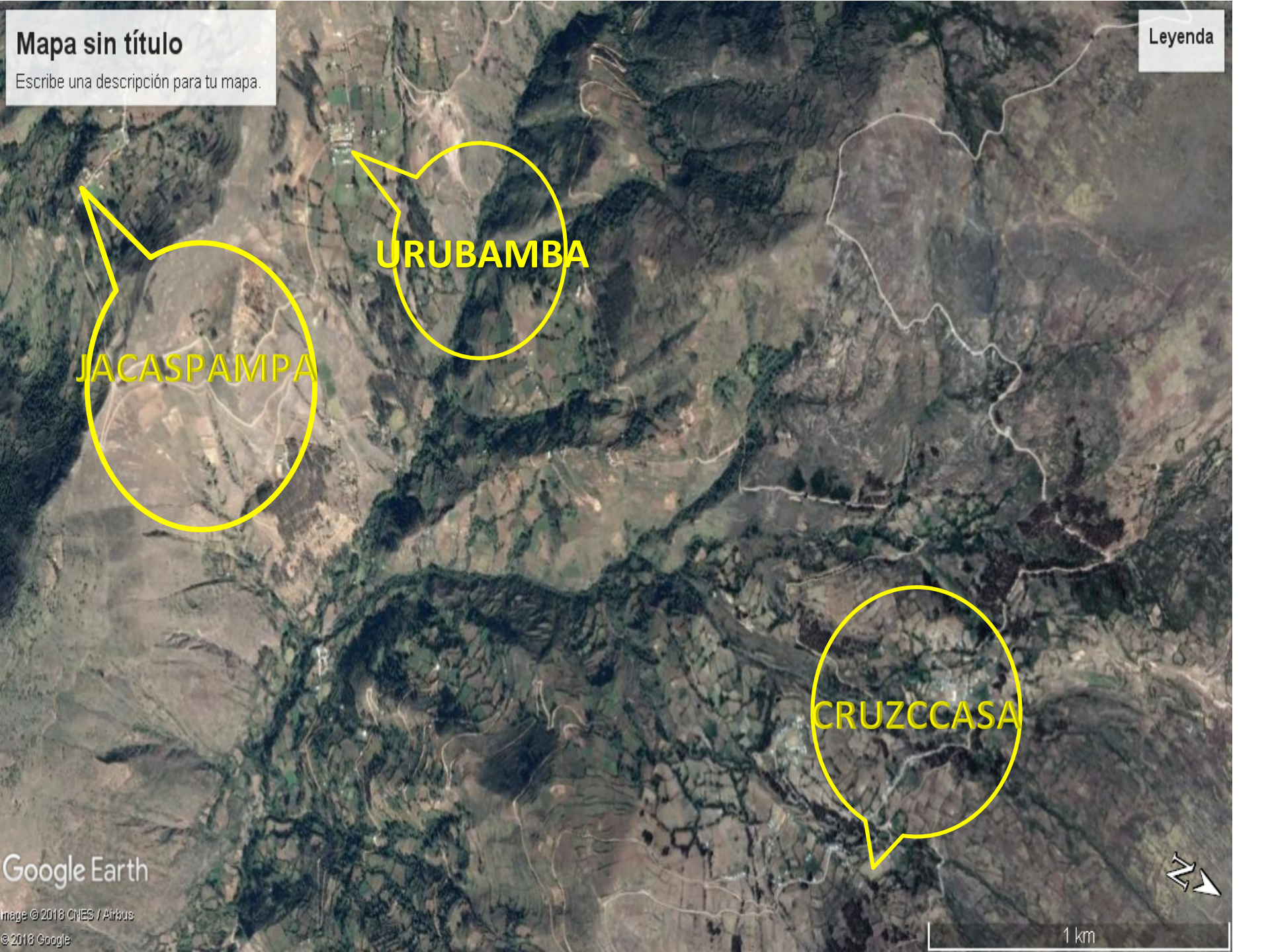
1. En hogares con 2-6 Ha

Las provincias con colores verdes tienen familias que tienen uno o mas años descanso por cada año cultivado

Descansos: el foco de la innovación

- Especies complementarias (gramíneas/leguminosas)
- Que ayudan a establecer más rápido el descanso y generan impactos positivos sobre suelos y forrajes.





Mapa sin título

Escribe una descripción para tu mapa.

Leyenda

JACASPAMPA

URUBAMBA

CRUZCCASA

Primer Taller de sensibilización del proyecto de descansos mejorados:



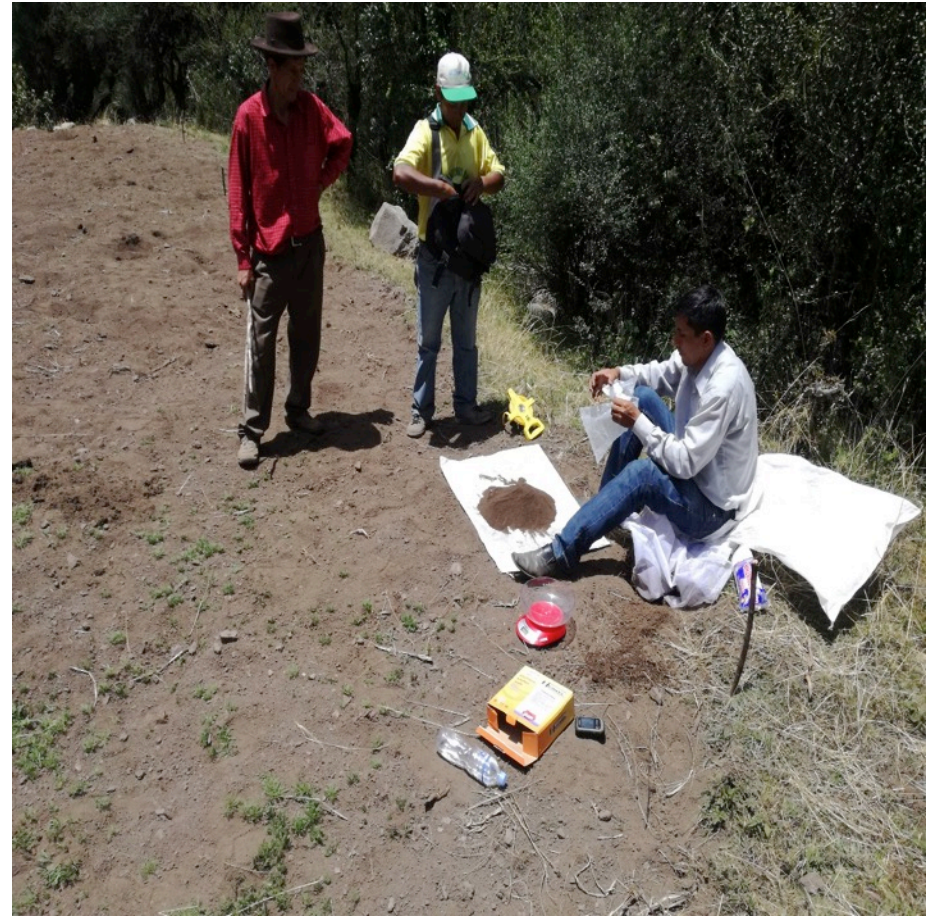
Taller de arranque proyecto descansos mejorados.



Taller de orientación a la investigación y selección de tratamientos para mejora de descansos con asociación de forrajes:



Recojo de muestras de suelo con cada uno de los beneficiarios del proyecto



Instalación de parcelas experimentales



EVALUACIÓN DE COBERTURA A LOS 30 DÍAS



EVALUACIÓN DE COBERTURA A LOS 60 DÍAS



EVALUACIÓN DE COBERTURA A LOS 90 DÍAS



GRACIAS



THE MCKNIGHT FOUNDATION

suelosandinos.org