

# Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad en los Agroecosistemas Alto-Andinos

Steven Fonte<sup>1</sup>, Steven Vanek<sup>1</sup>,  
y Jose Luis Loayza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colorado State University

<sup>2</sup> Vecinos Mundiales



# 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

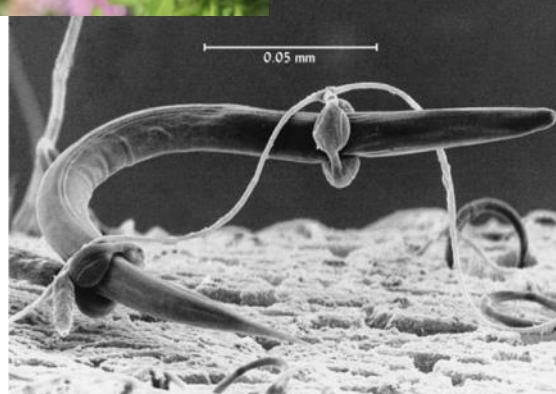
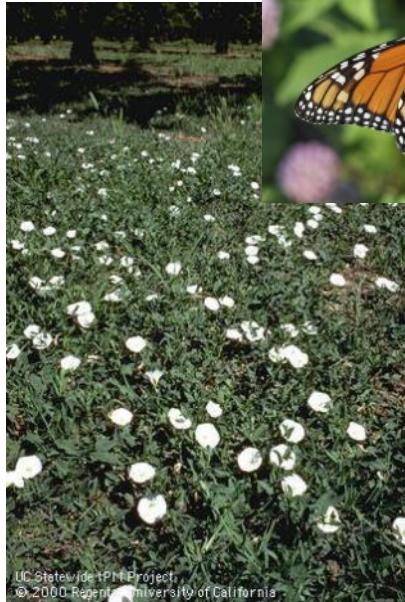
**Biodiversidad planeada:** organismos que se maneja o siembra al propósito en los agroecosistemas

= 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

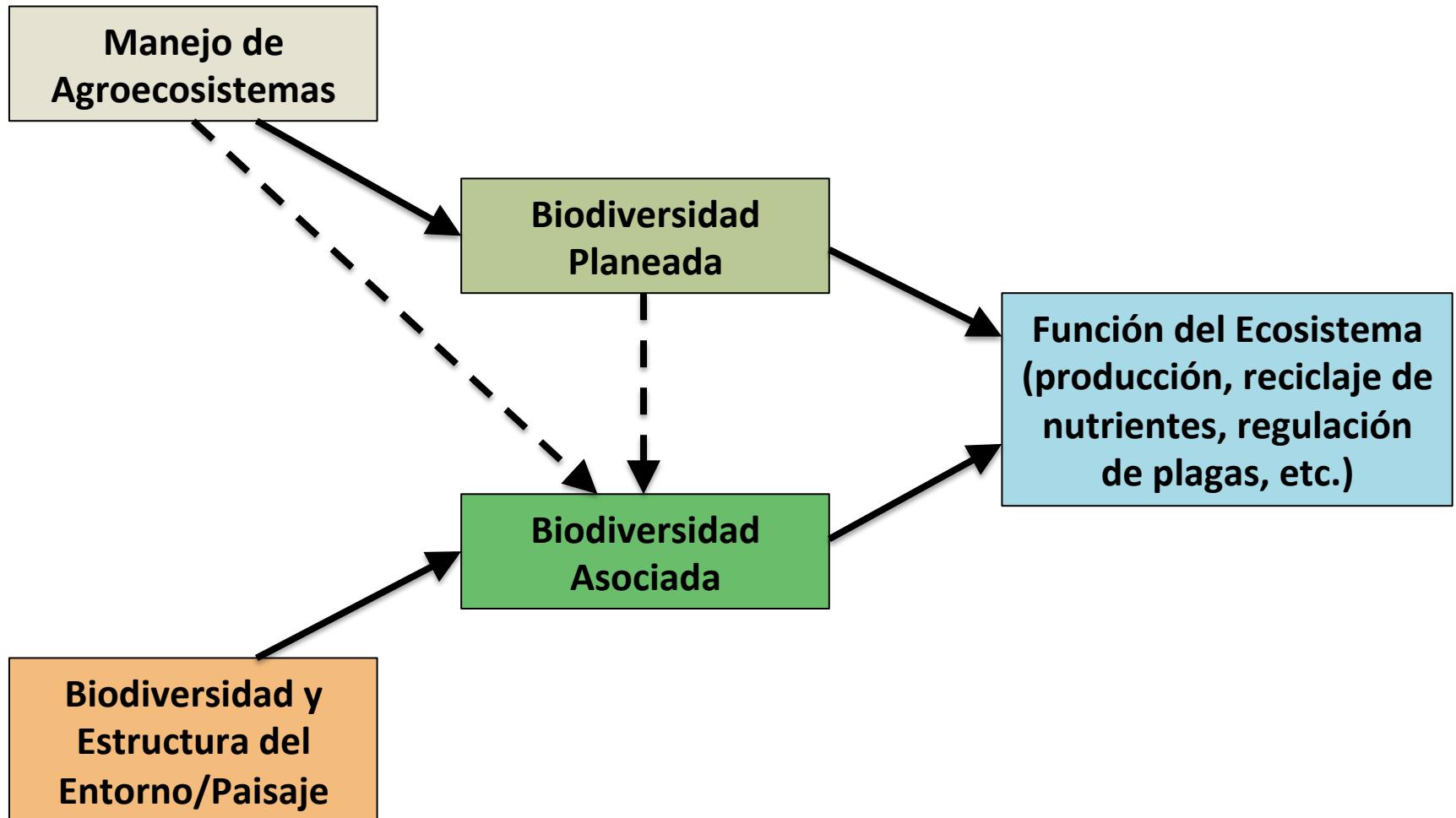


# ¿Por qué nos importa la biodiversidad?

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

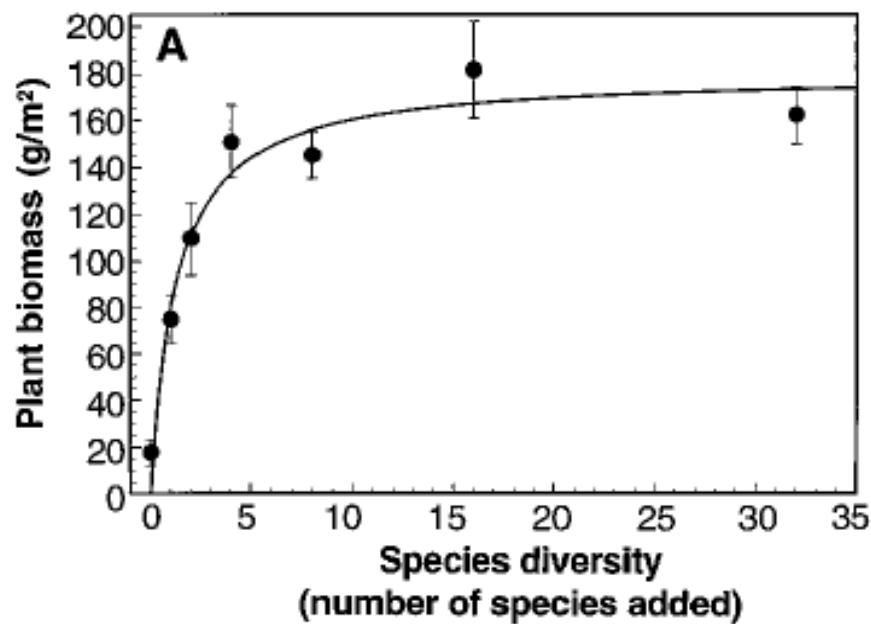


# Manejo de Biodiversidad Planeada y Asociada

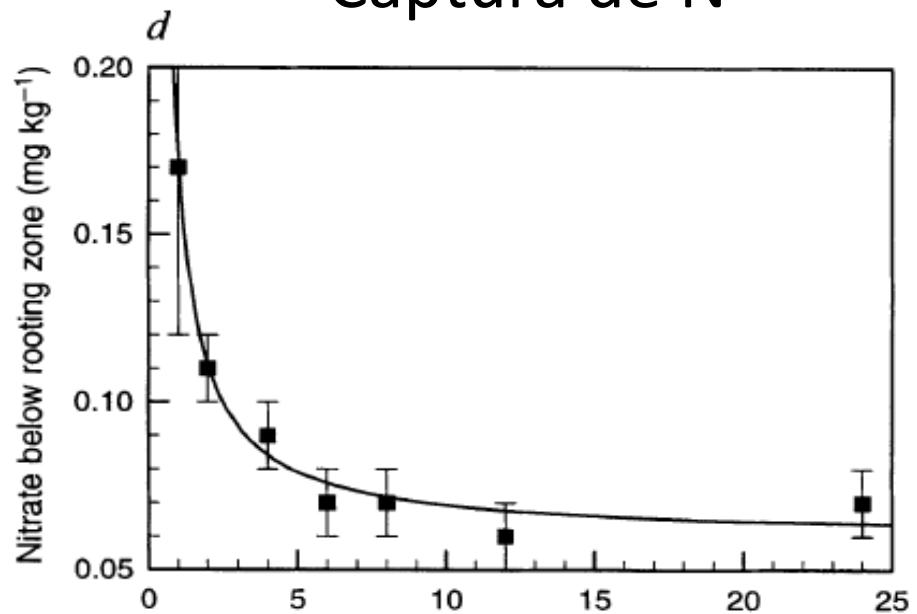


# Biodiversidad y Funciones Ecosistémicos

## Productividad



## Captura de N



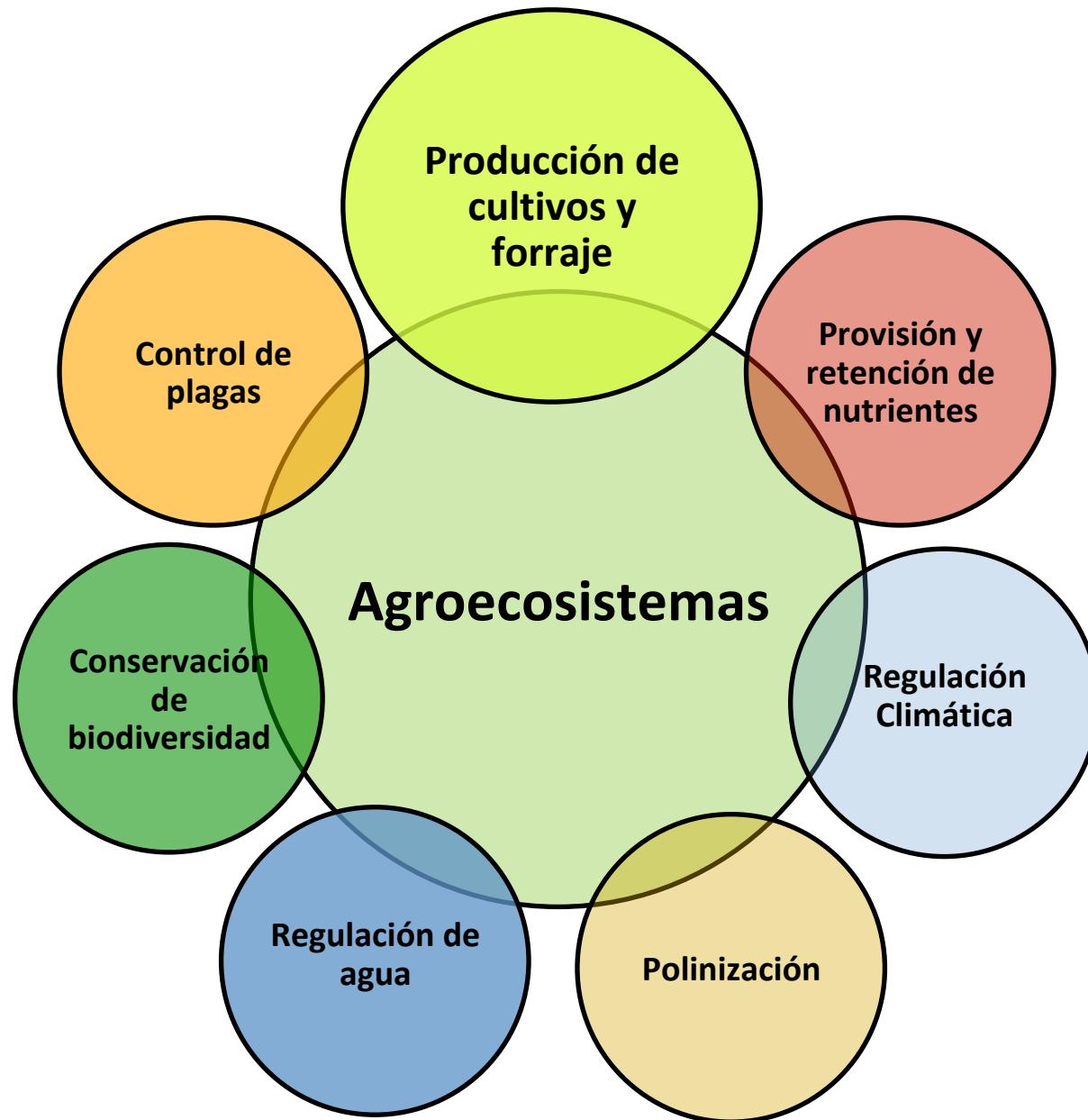
Tilman et al. (1997)

# **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

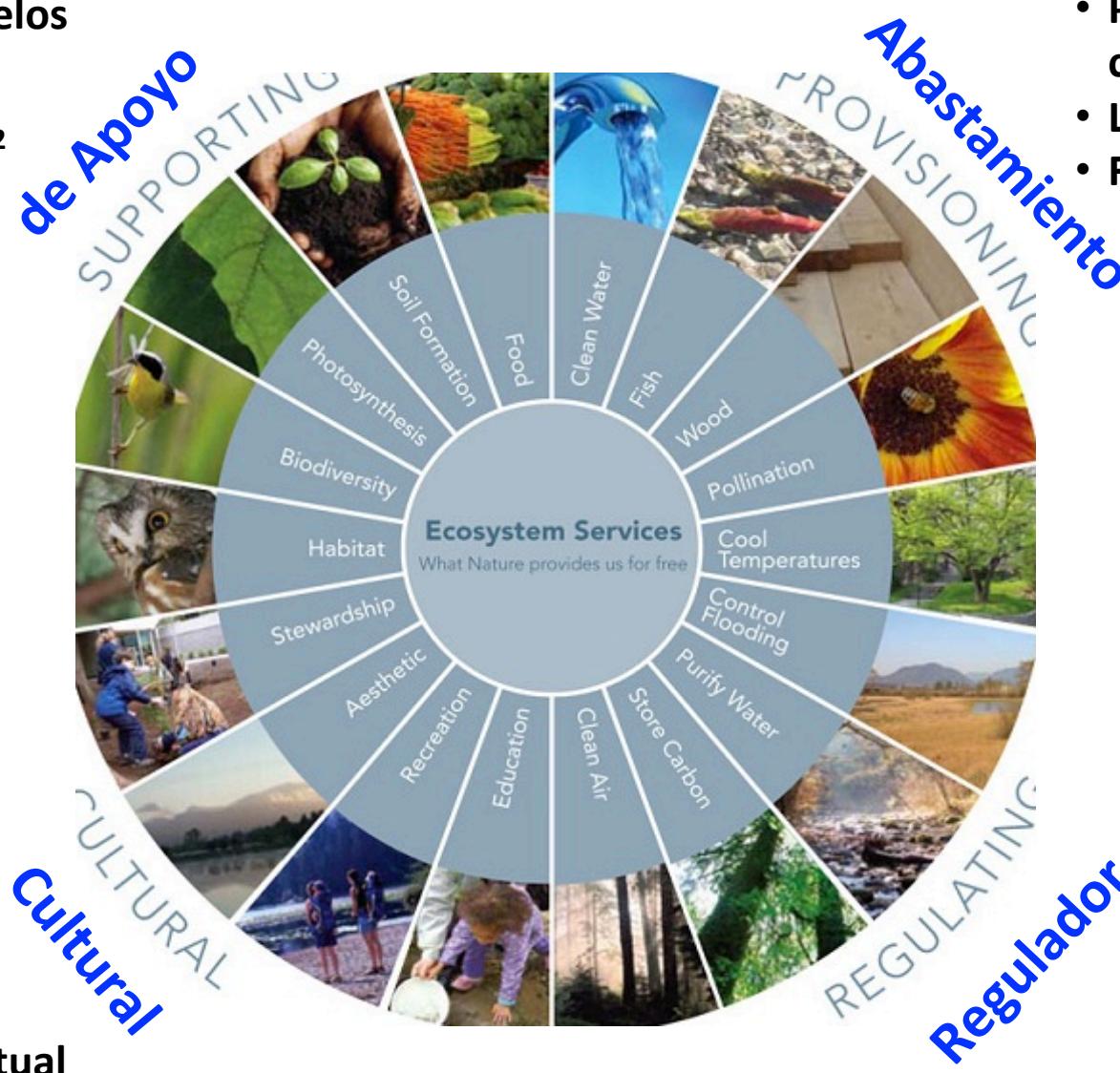
**Servicios Reguladores:** beneficios obtenidos de la regulación de procesos

**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 O<sub>2</sub>



- Producción de cultivos + ganado
- Leña
- Flores

- Ecoturismo
- Educación
- Bienestar espiritual

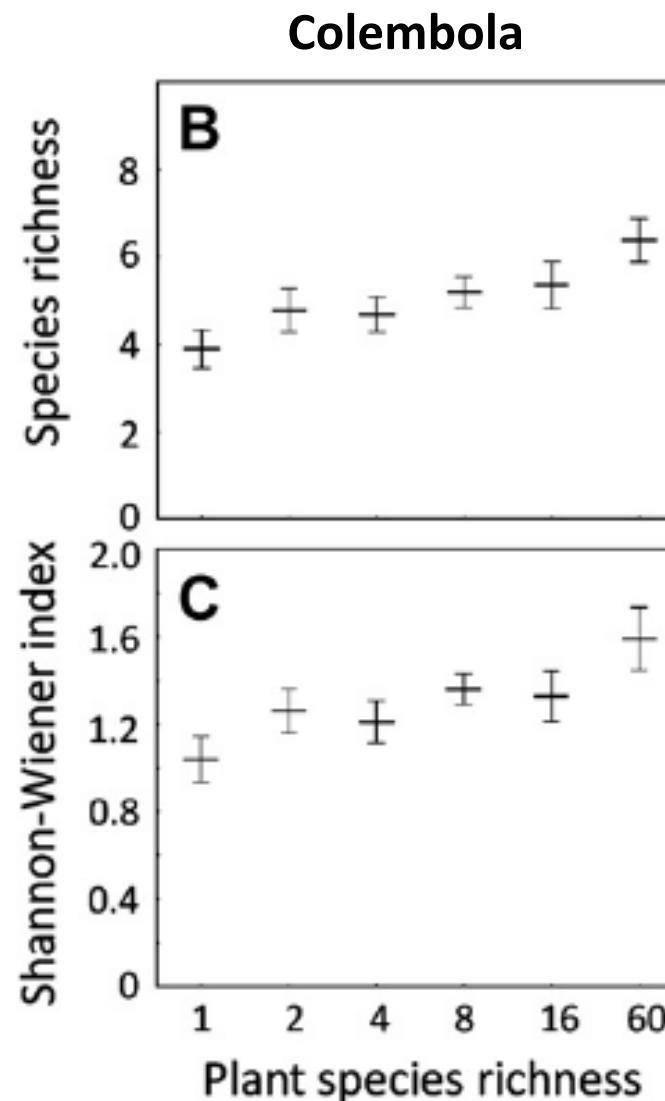
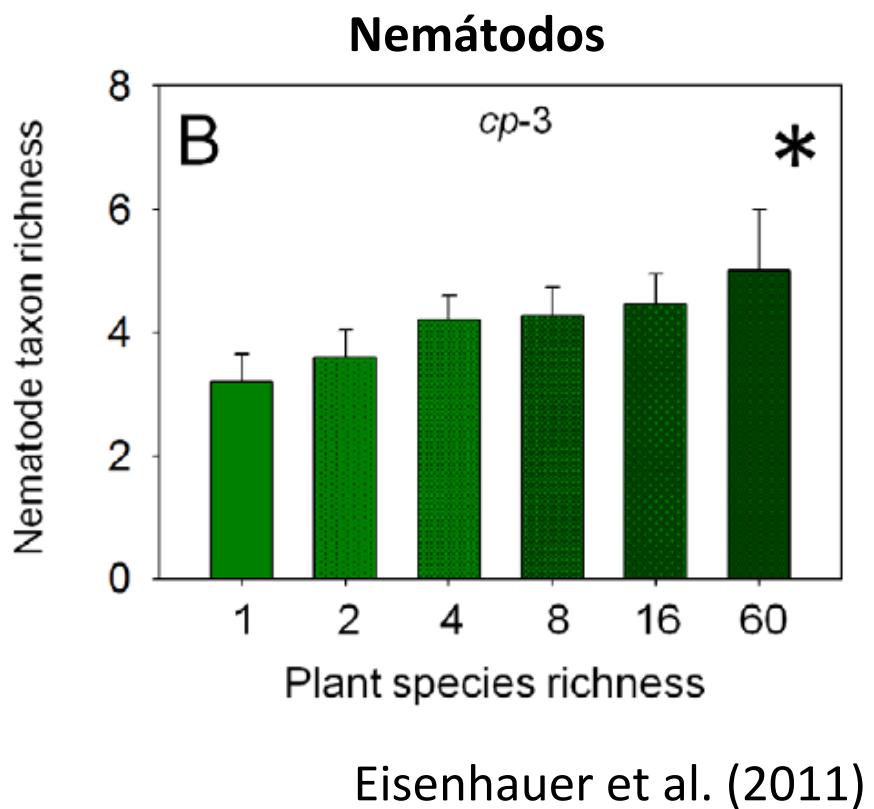
- Polinización
- Biocontrol
- Provisión de nutrientes

# Gestión de agroecosistemas para promover biodiversidad y servicios ecosistémicos

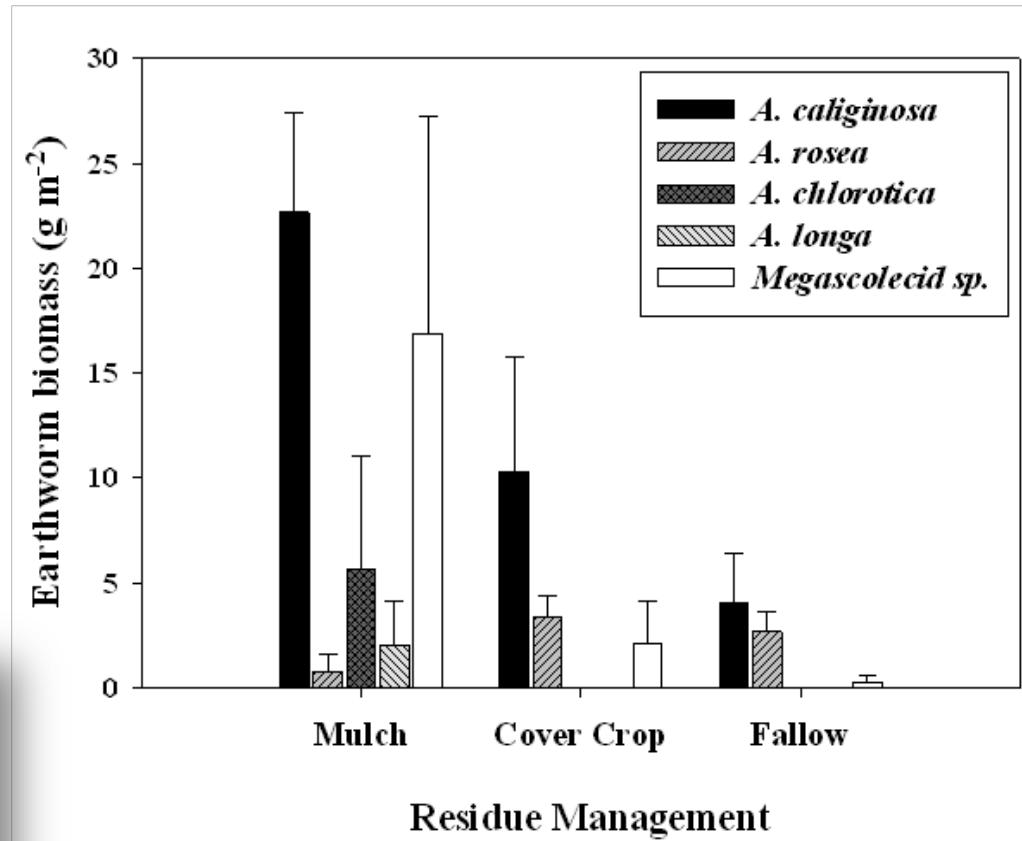
## ¿Cuáles prácticas agrícolas pueden apoyar?

- 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 biodiverdad de suelos

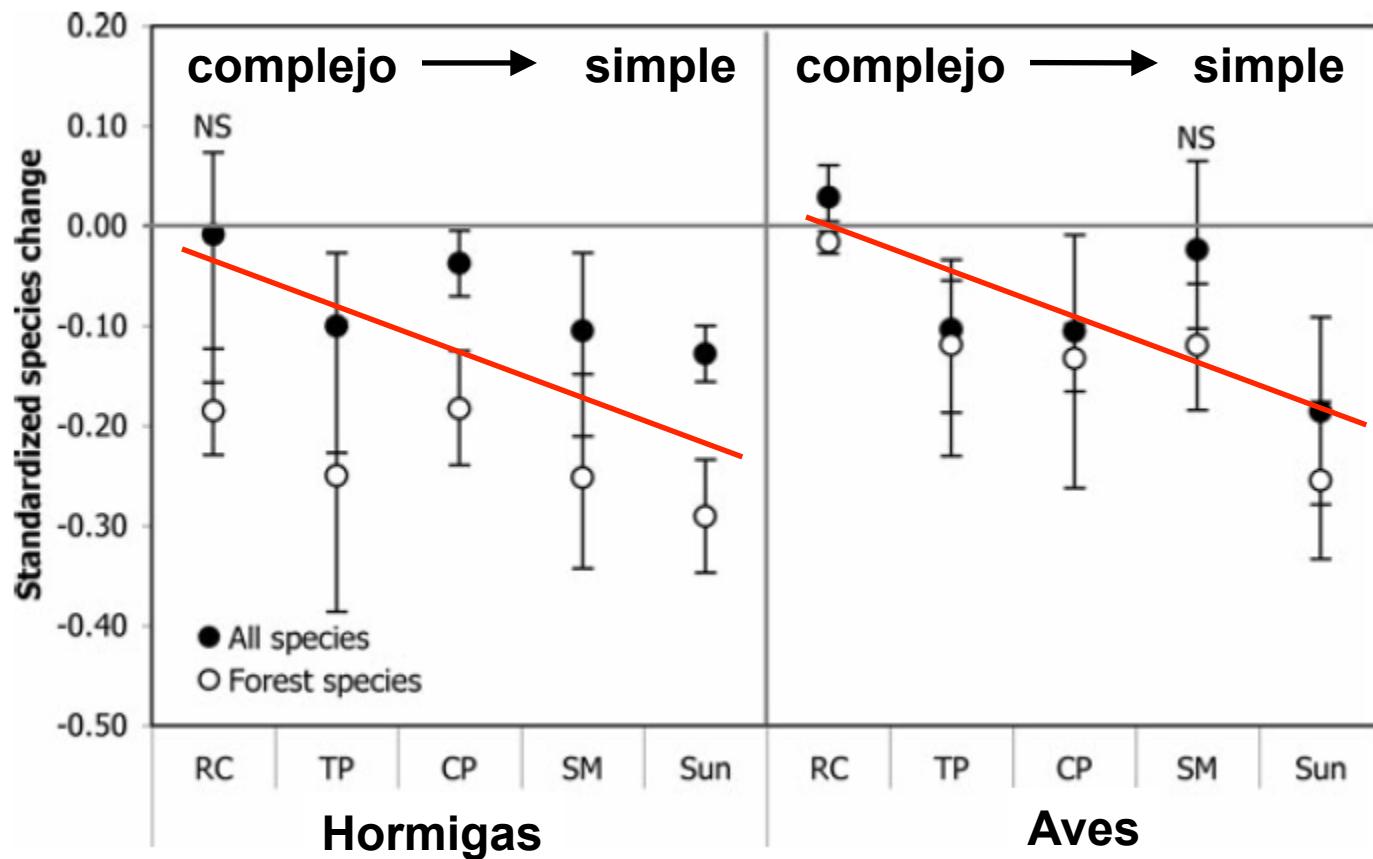


# Intensidad de manejo e insumos de materia orgánica determinan la diversidad y actividad de lombrices



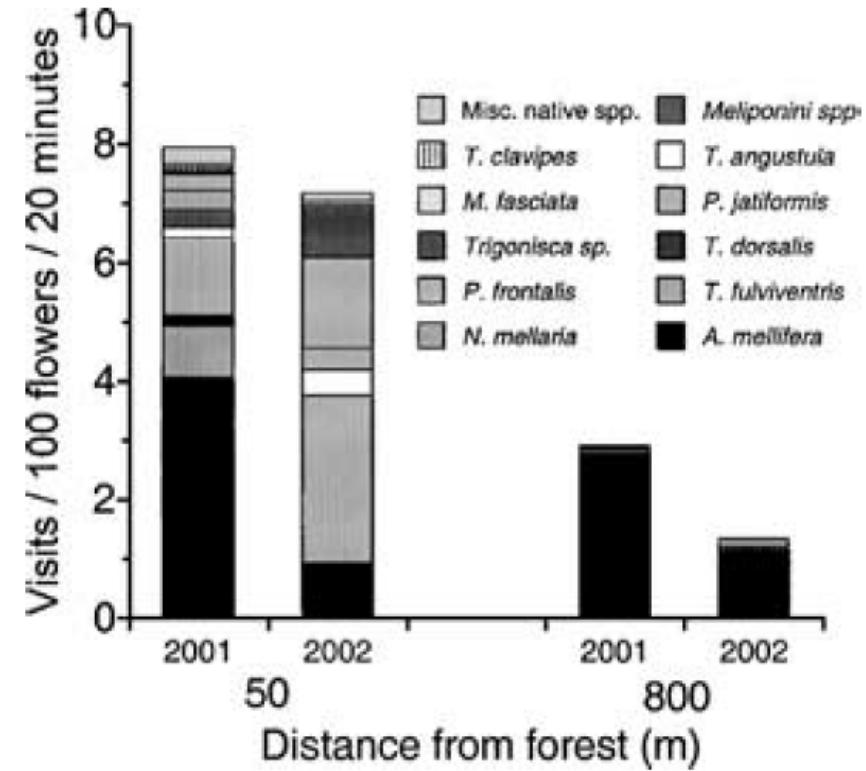
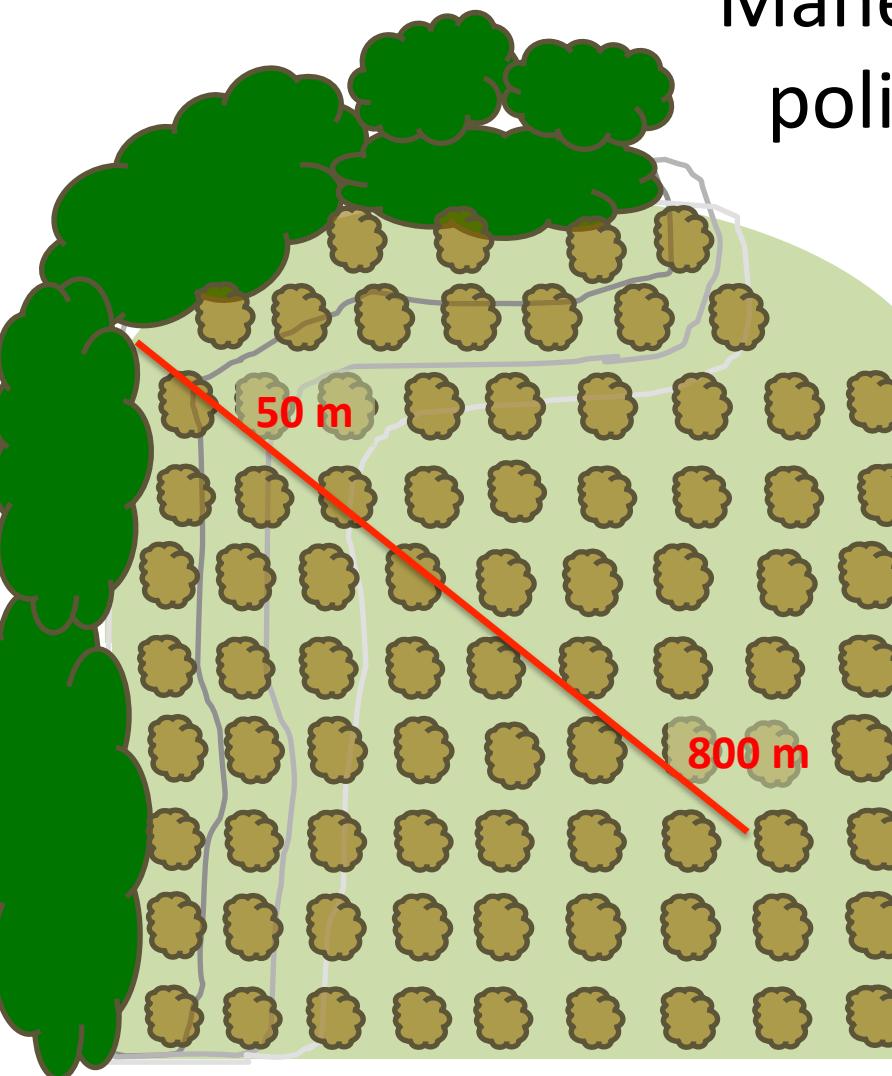
Fonte et al. (2009)

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



Philpott et al. (2008)

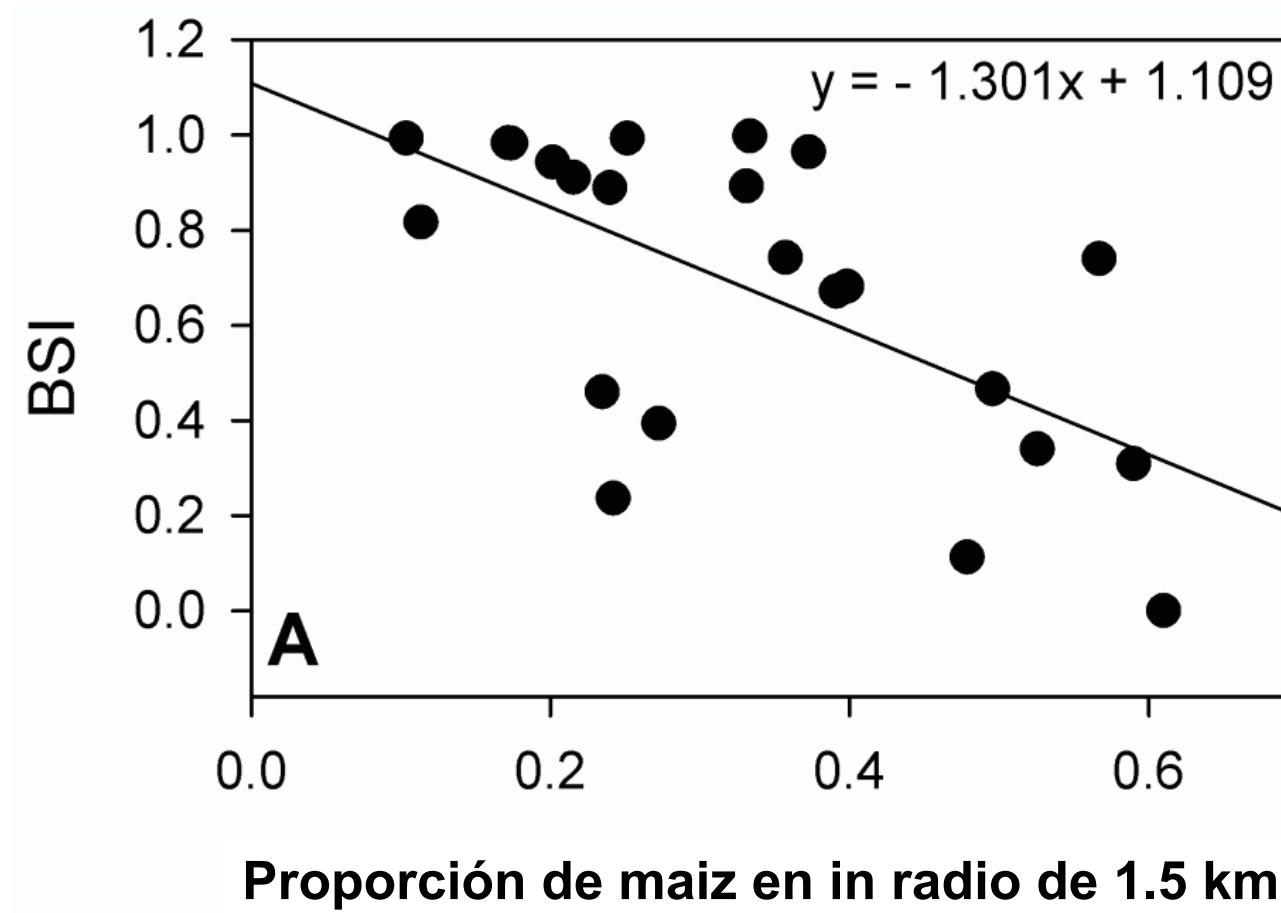
# Manejo al nivel de paisaje afecta polinizadores y la polinización



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

Ricketts et al. (2004)

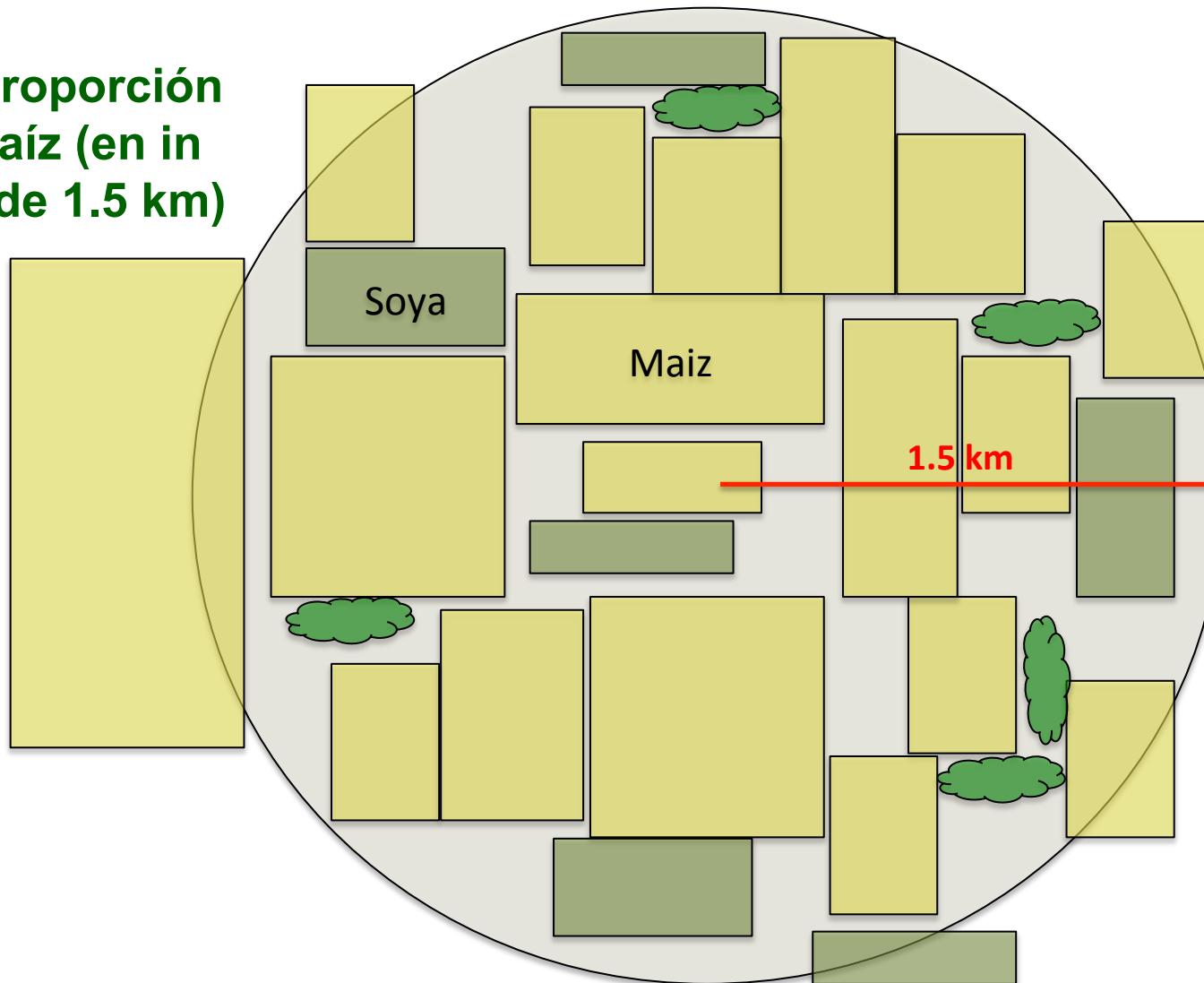
# Manejo al nivel de paisaje (heterogeniedad) afecta el biocontrol de plagas



Landis et al. (2008)

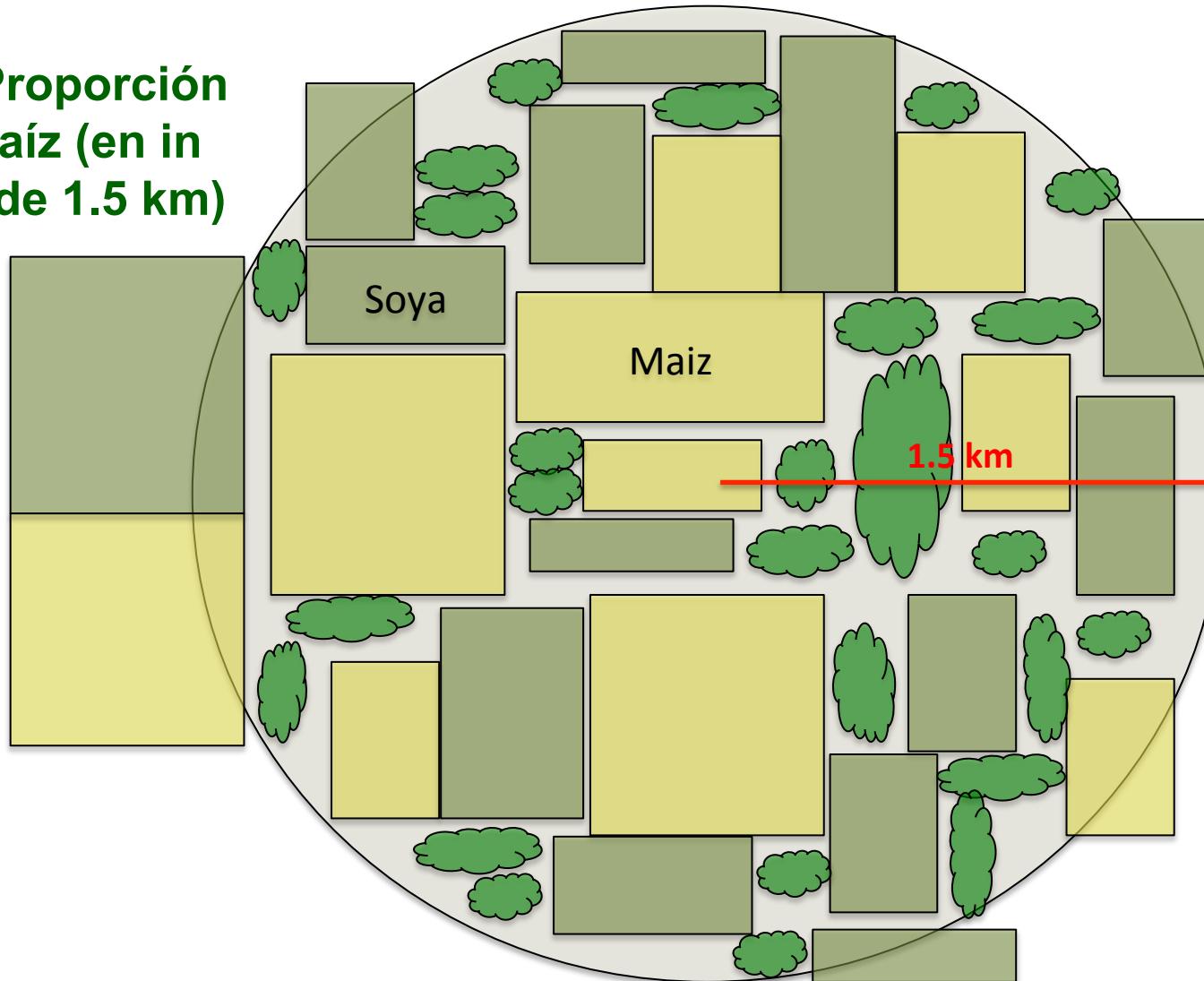
# Manejo al nivel de paisaje (heterogeniedad) afecta el biocontrol de plagas

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



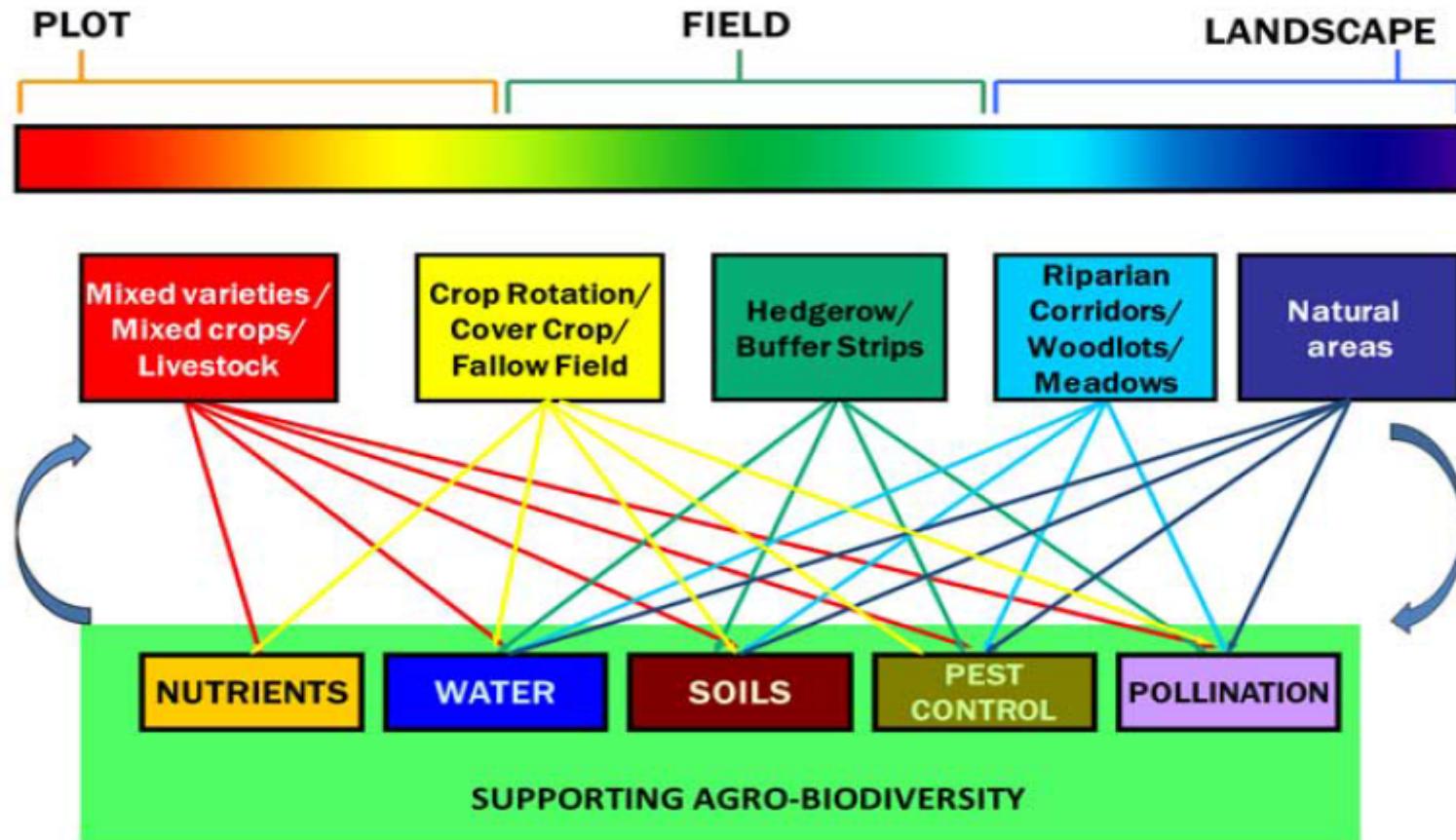
# Manejo al nivel de paisaje (heterogeniedad) afecta el biocontrol de plagas

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

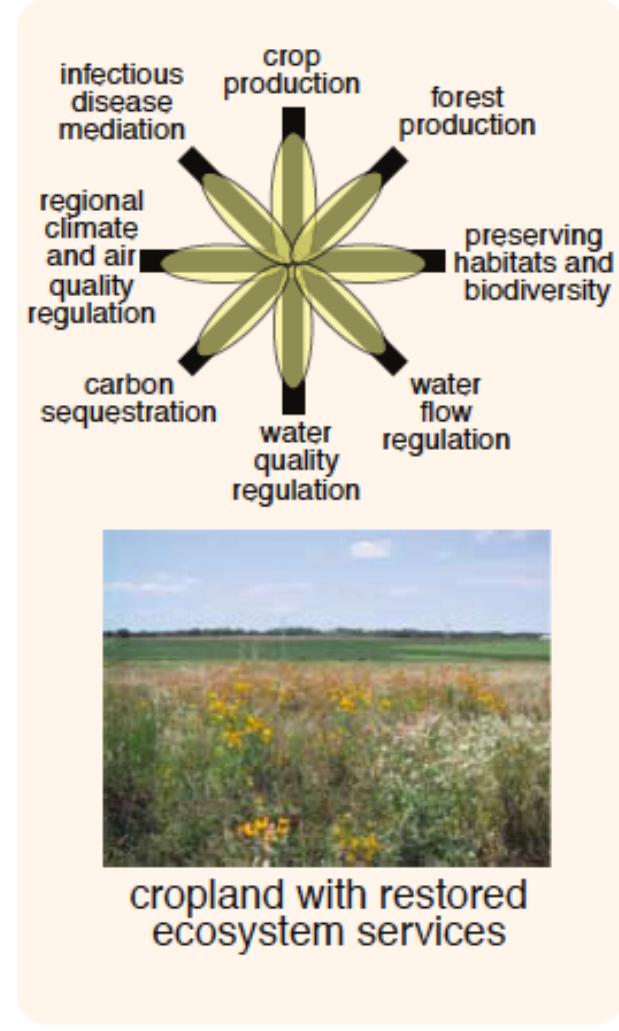
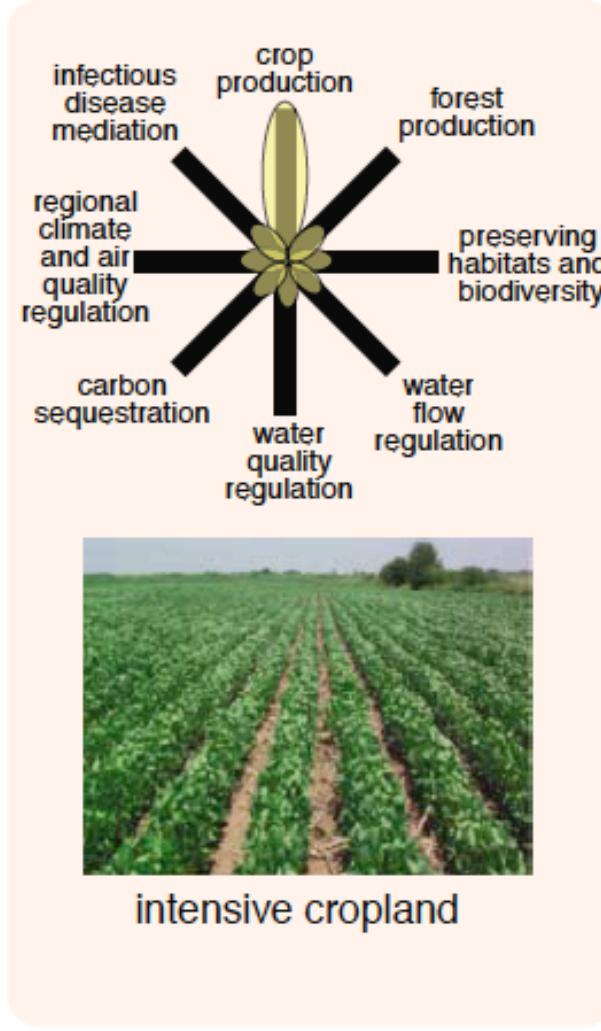
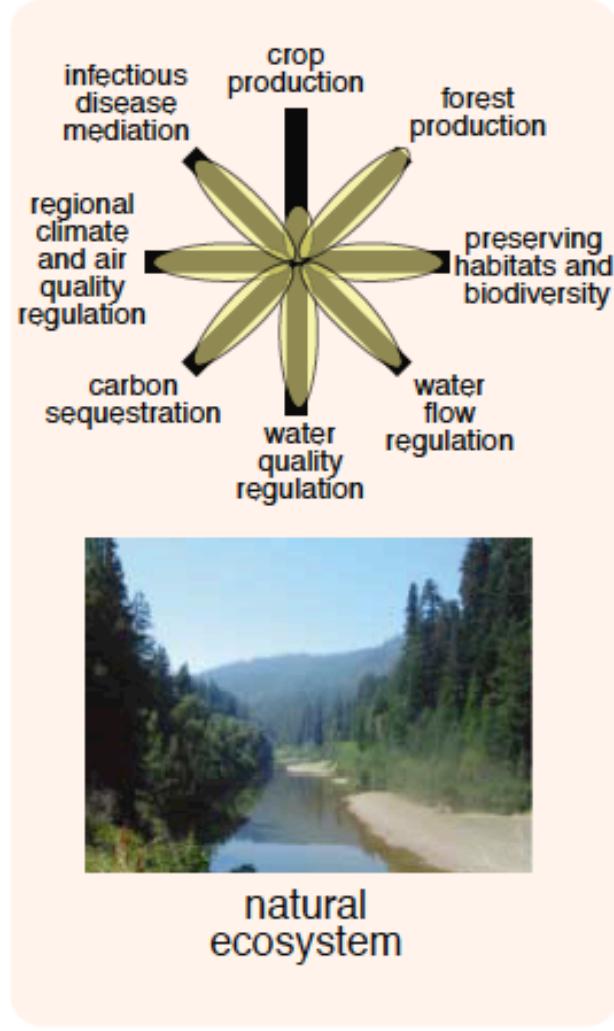


# Biodiversidad y servicios ecosistémicos tienen efectos y responden a escalas diferentes

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



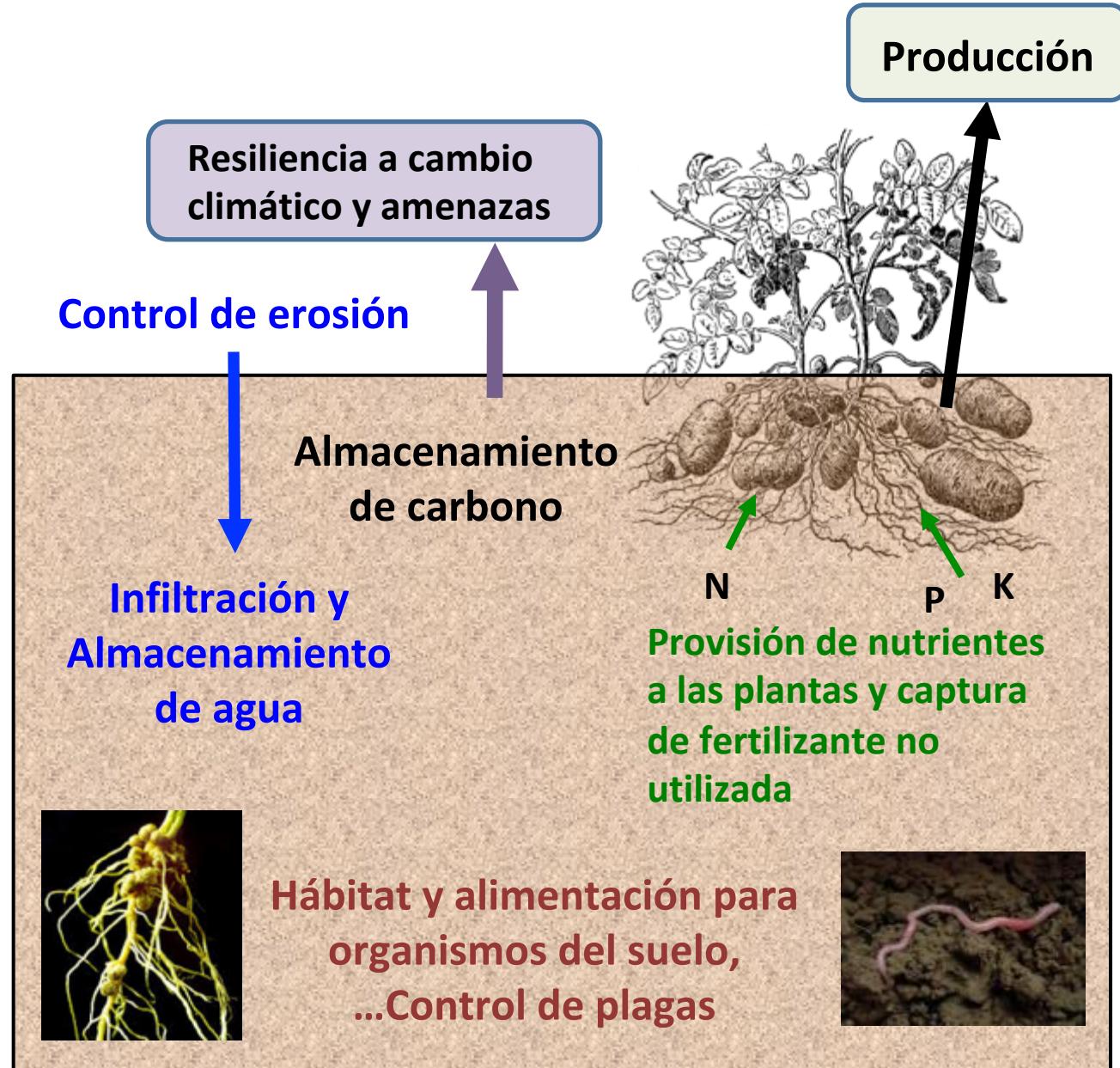
# Agroecosistemas Multifuncionales



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 muchos clases de servicios ecosistémicos que se realizan a varias escalas
- La gestión del los terrenos y paisajes agrícolas determina la producción de varias servicio 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



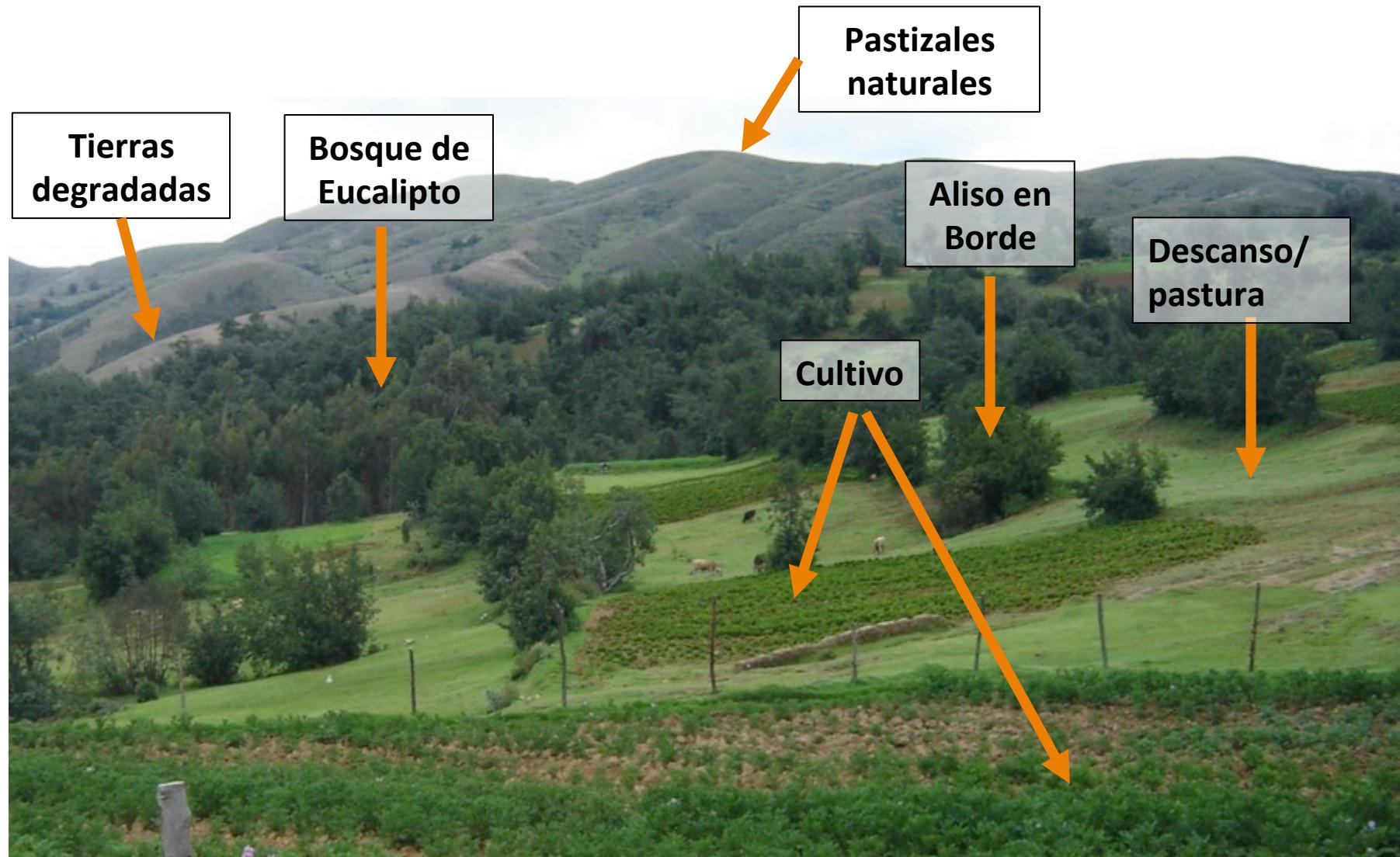
Deshielo glacial, Perú

# 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



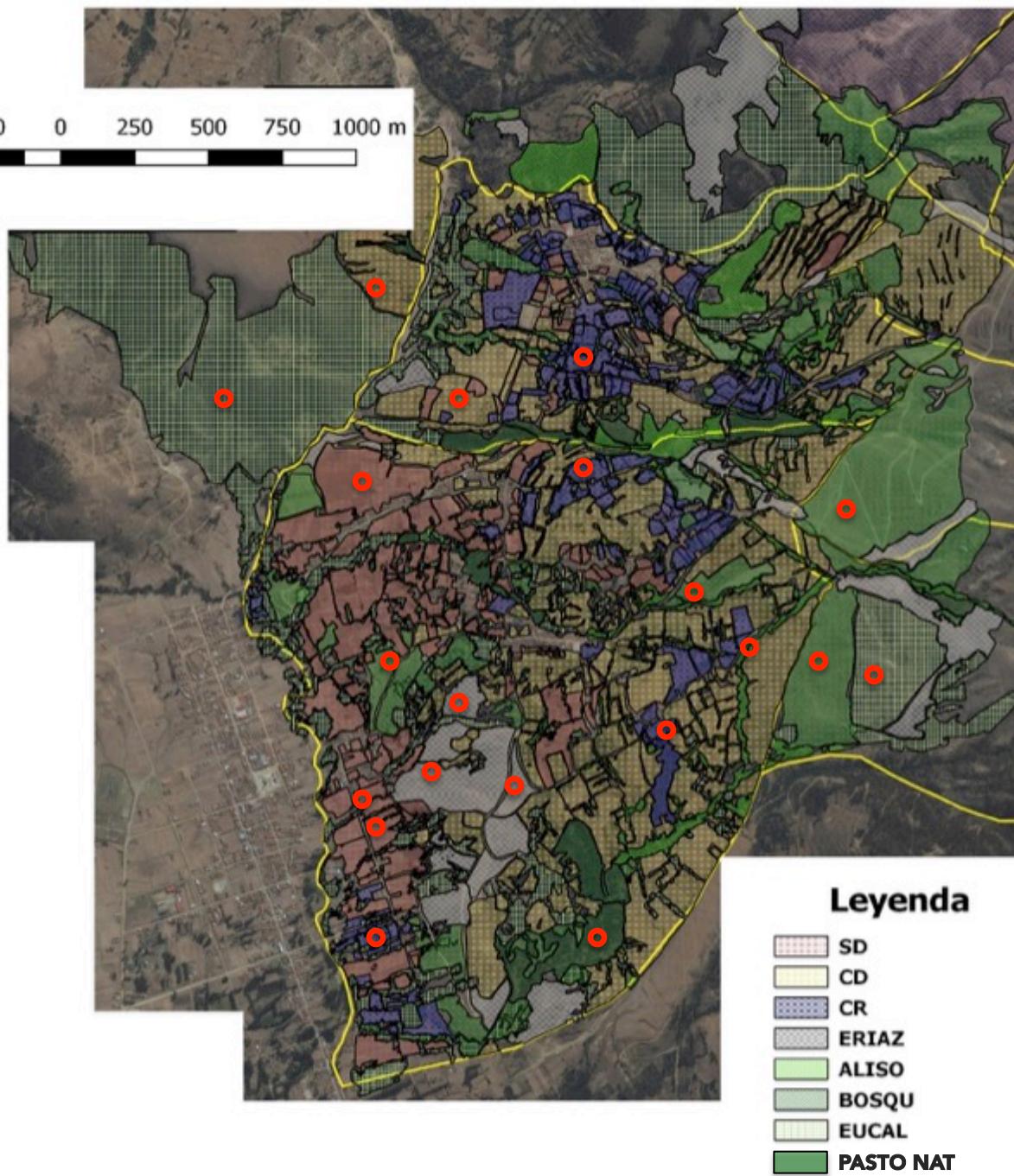
# Mapeo participativo de los usos de la tierra



# 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*)

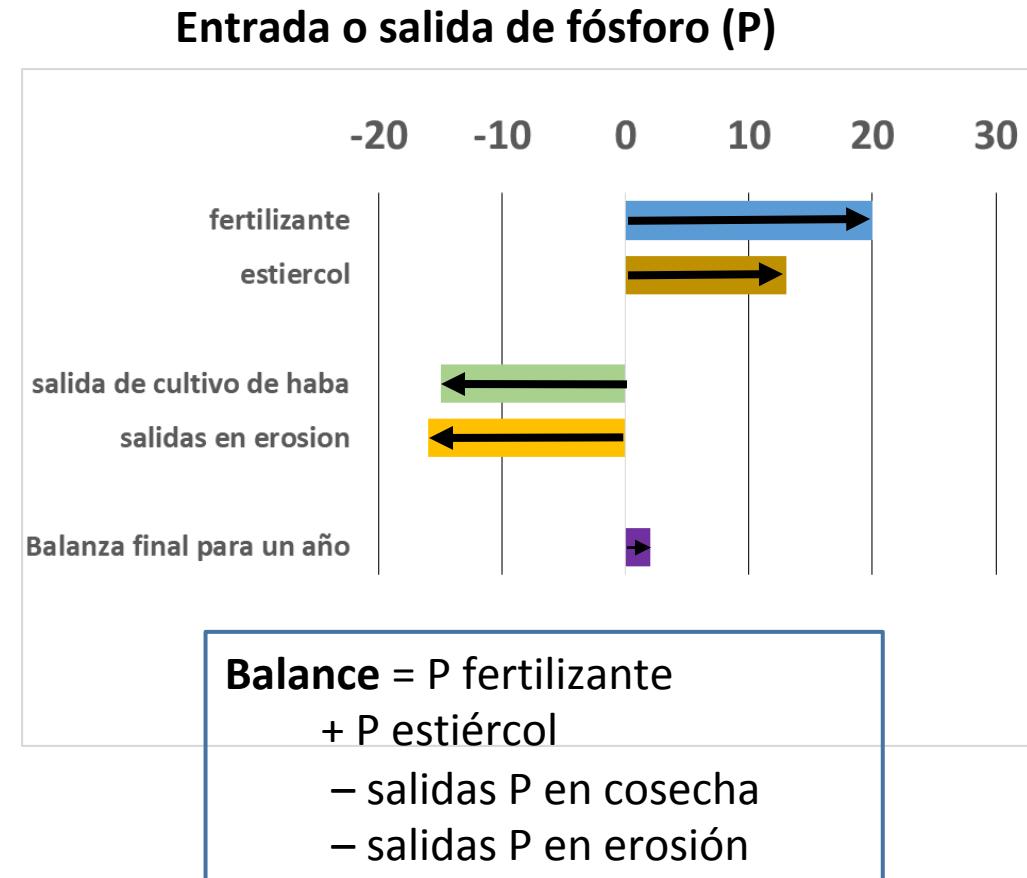
Menos

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



# Balance de nutrientes estimado

- 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

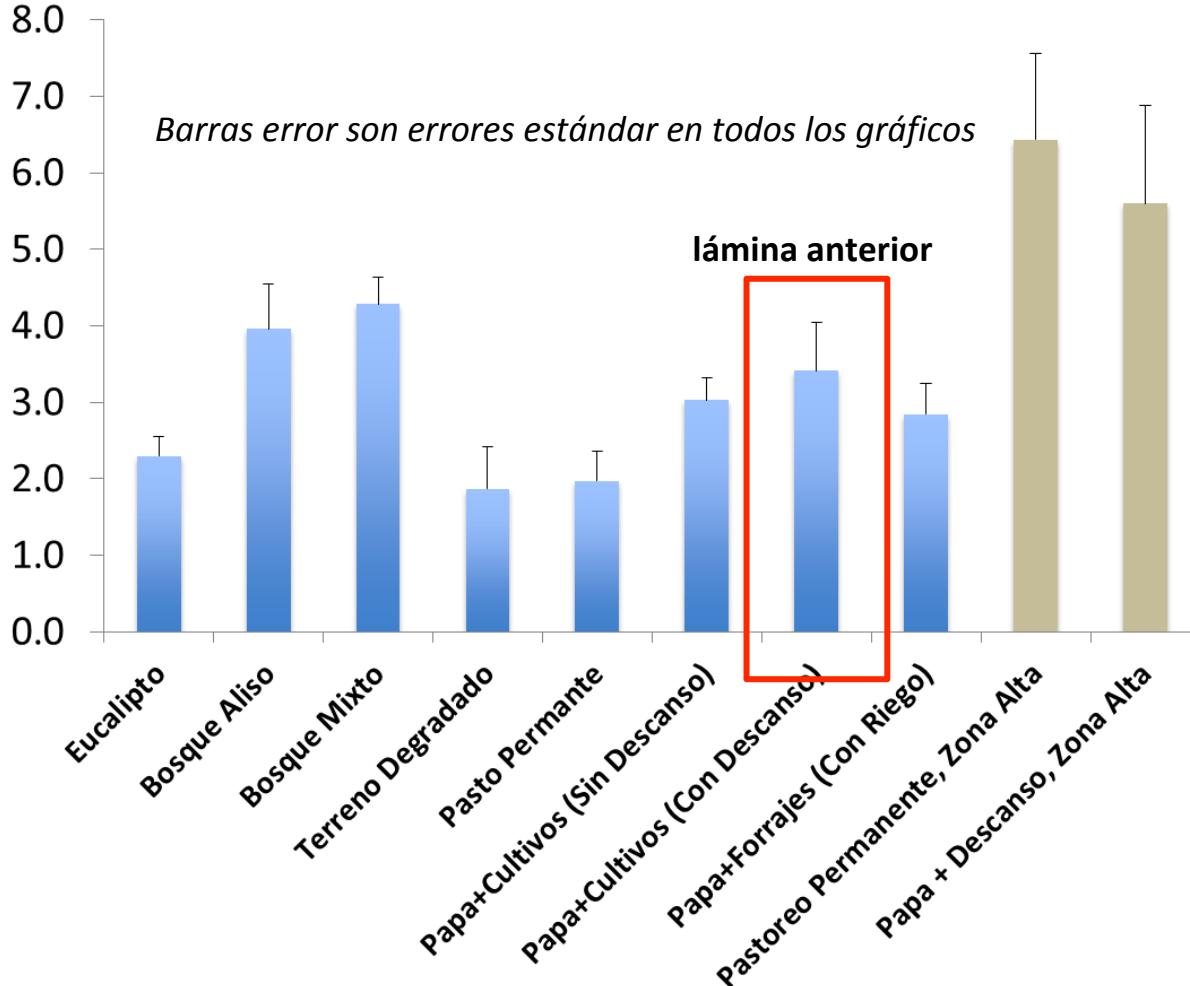


# **Resultados: Quilcas, Perú**

## Índice de fertilidad (P, K, Materia Orgánica)

# Fertilidad Química de Suelo

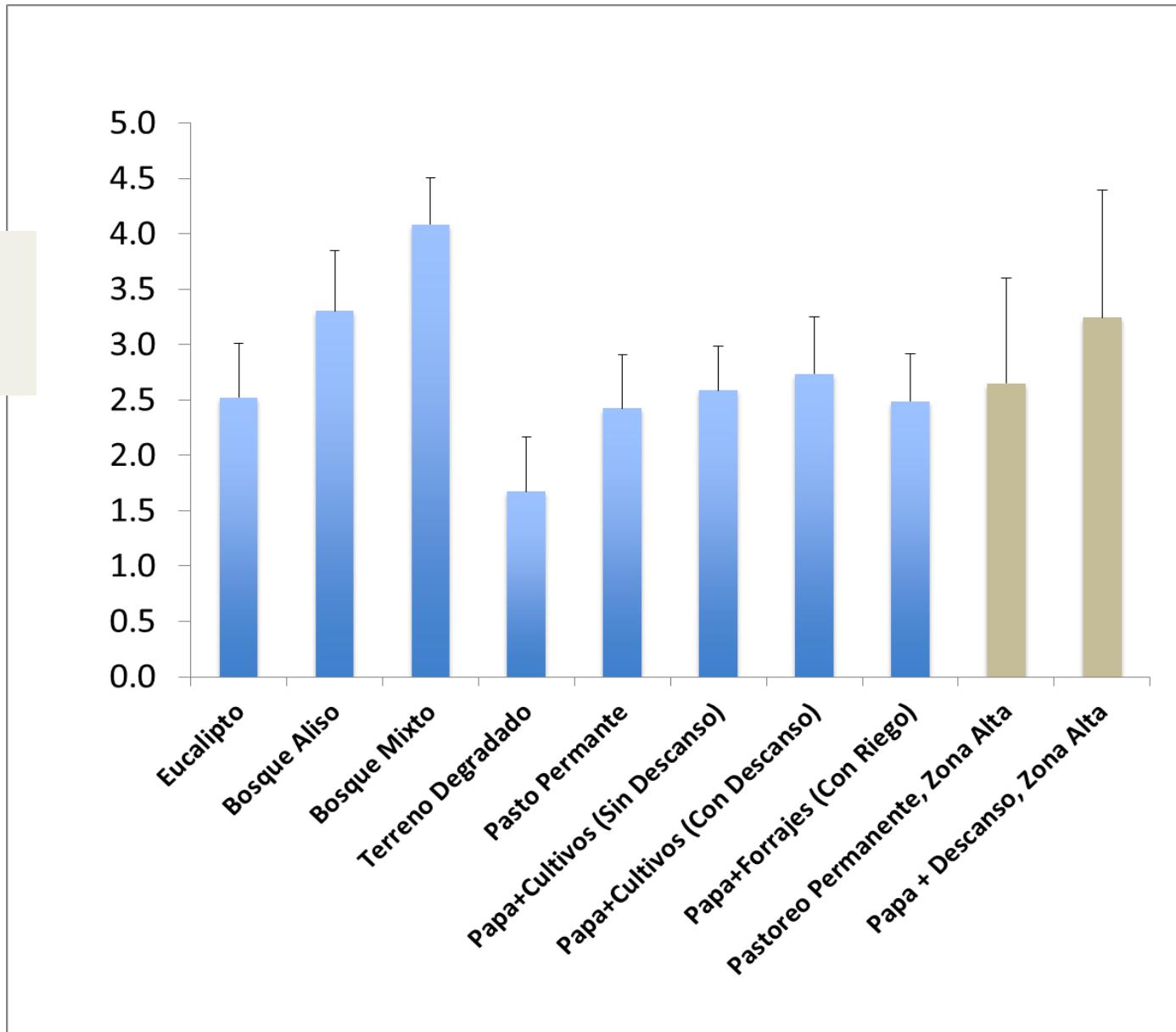
índice basado en fósforo y potasio disponible, materia orgánica.



# Diversidad y Actividad de la Macrofauna del Suelo

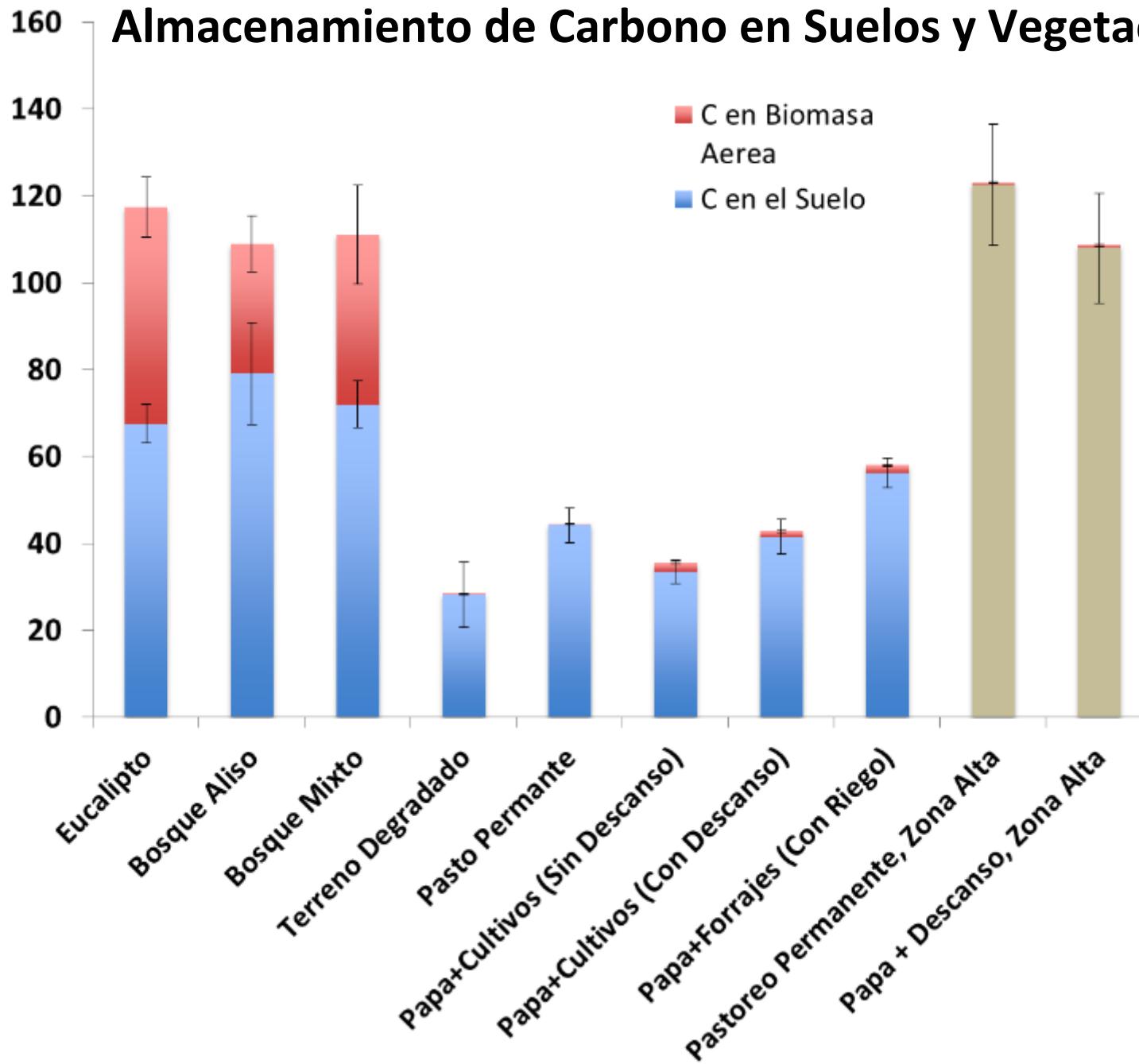
(índice basada en la riqueza de ordenes y abundancia total de macrofauna)

Índice de actividad y diversidad

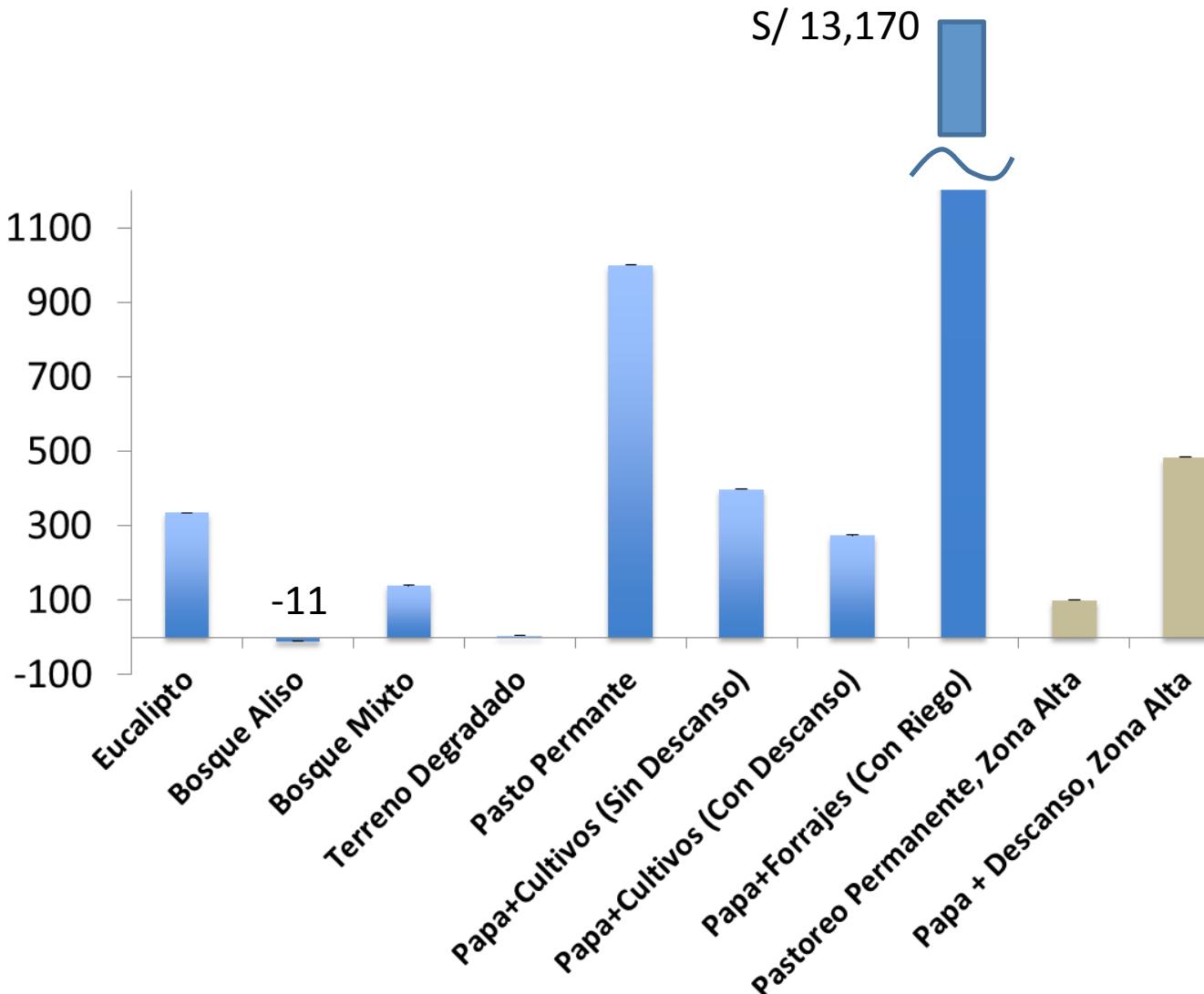


# Almacenamiento de Carbono en Suelos y Vegetación

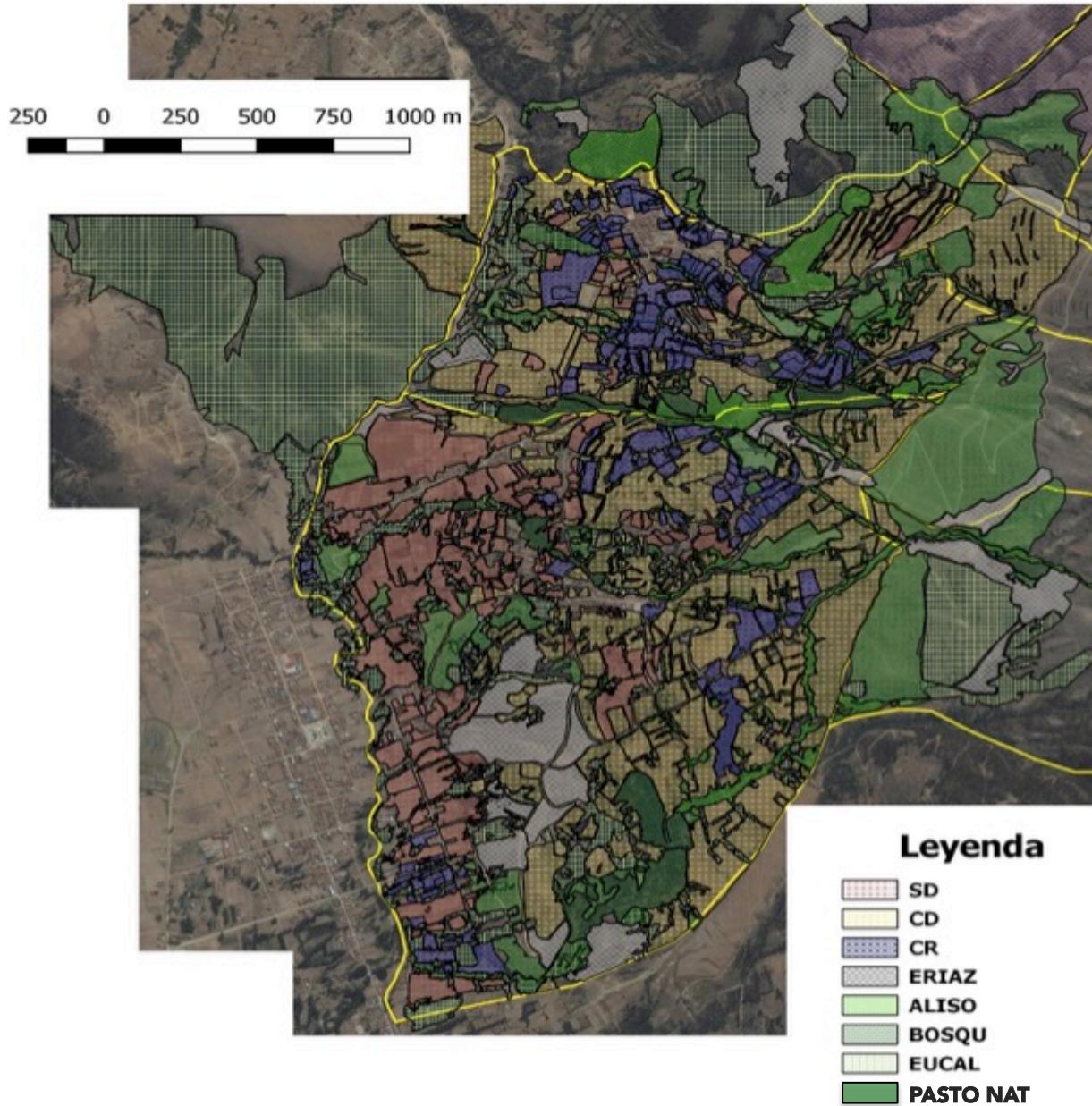
Mg C /  
Ha  
(toneladas  
por Ha)



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

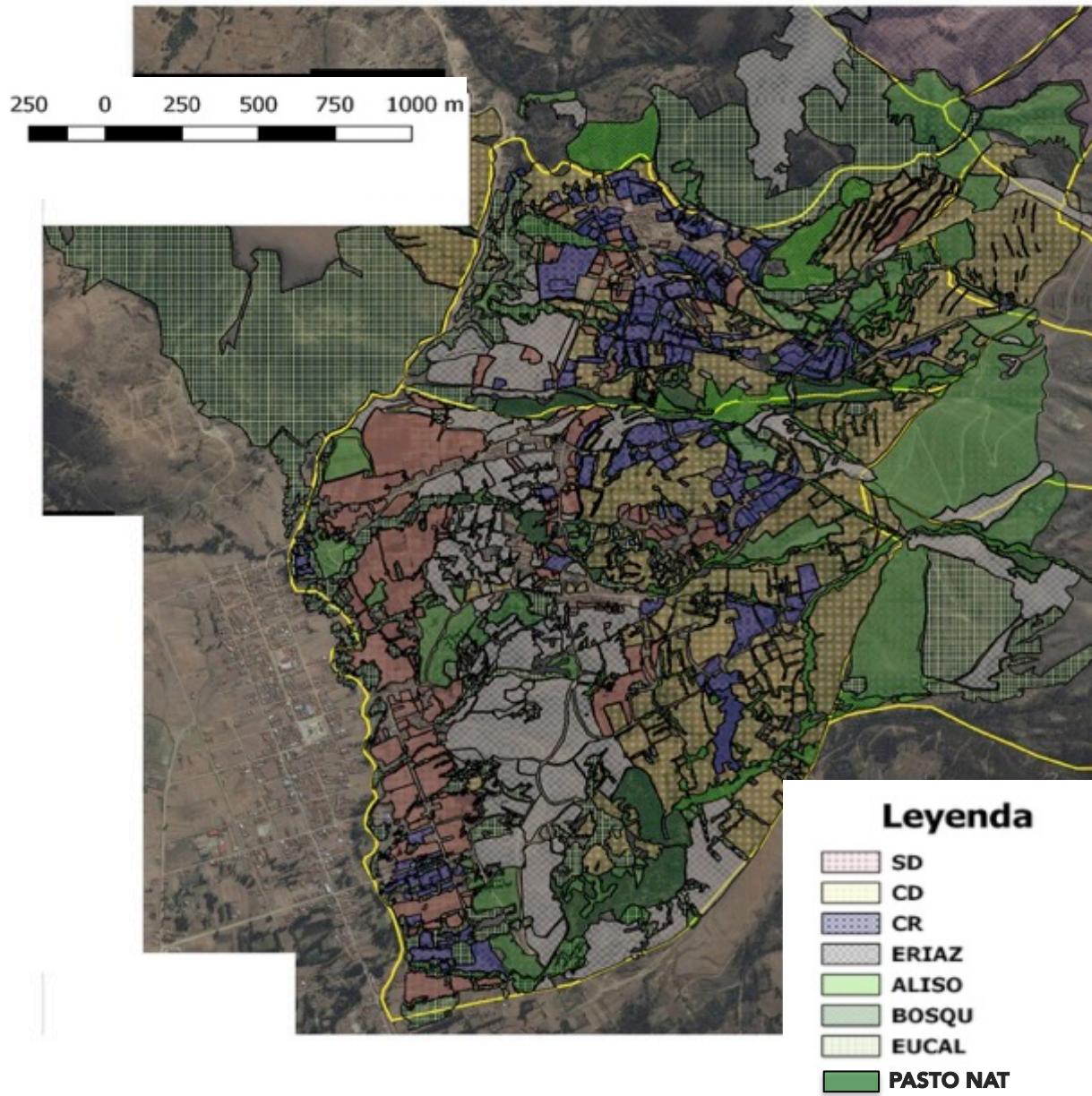


# Escenarios de Cambio en el Paisaje

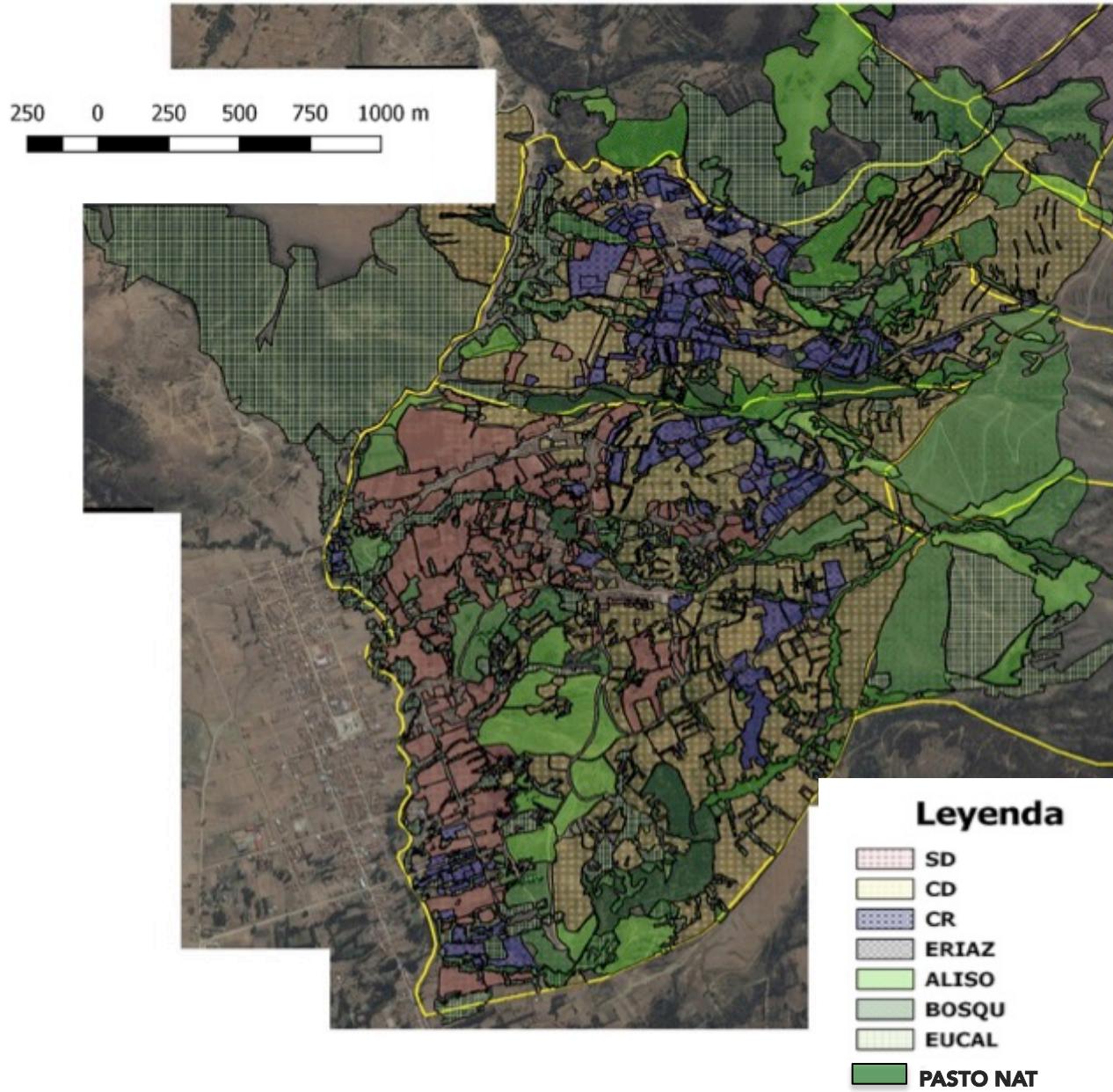


Situación  
actual

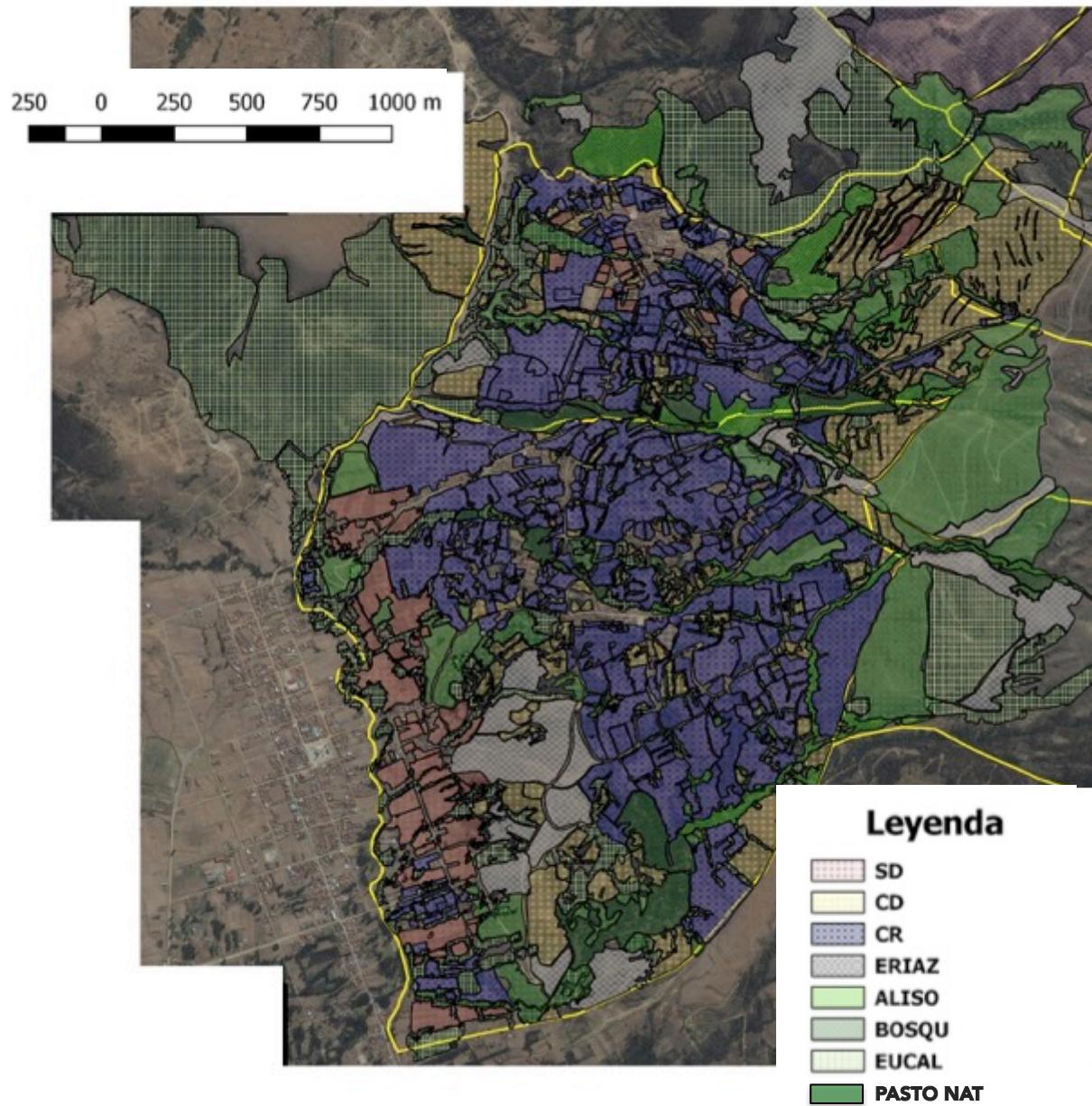
# Degradación de 20% del área de Cultivo-CD y 20% de SD



# Forestación de los Terrenos Degrados

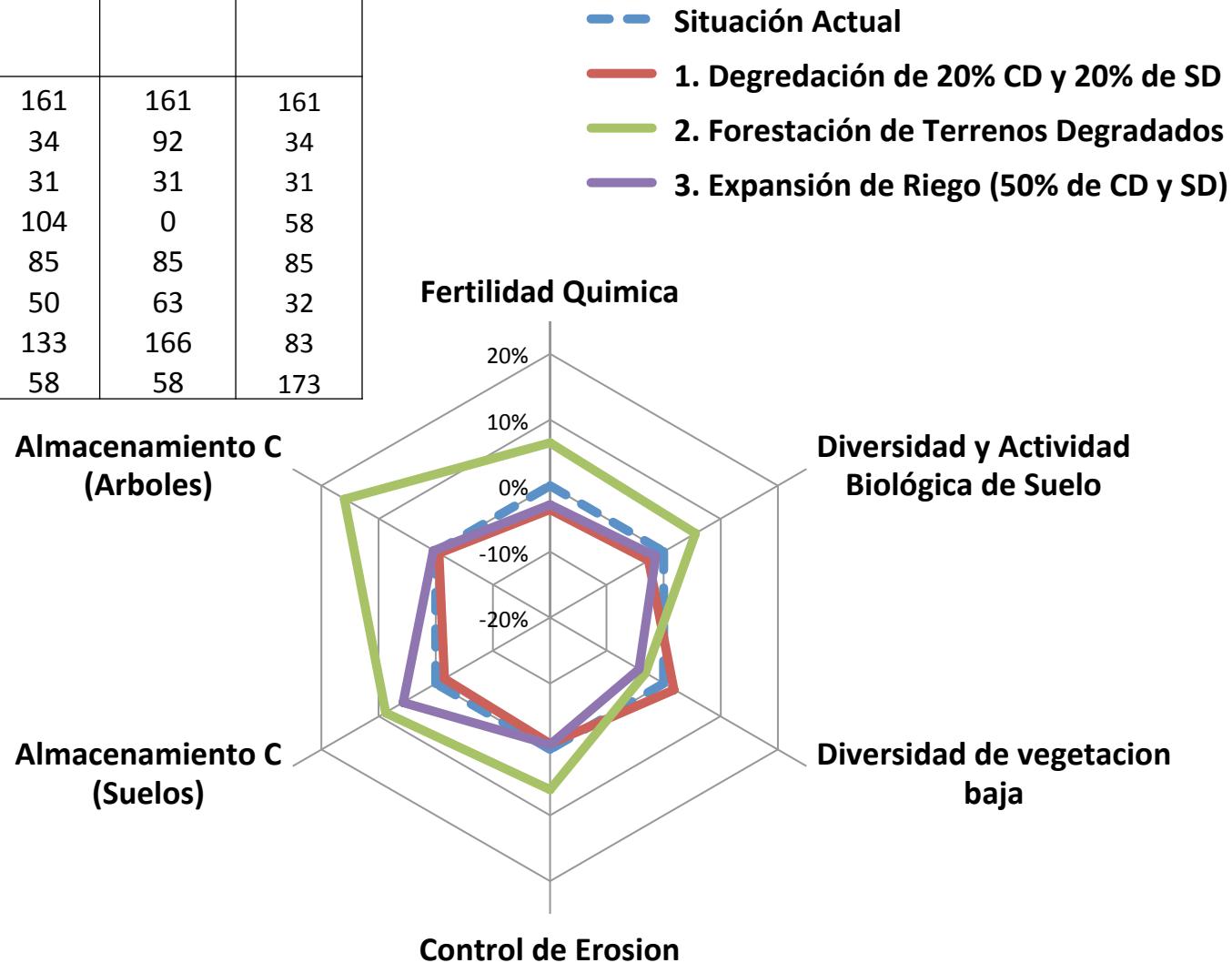


# Expansión de Riego (50% de CD y SD convertido)



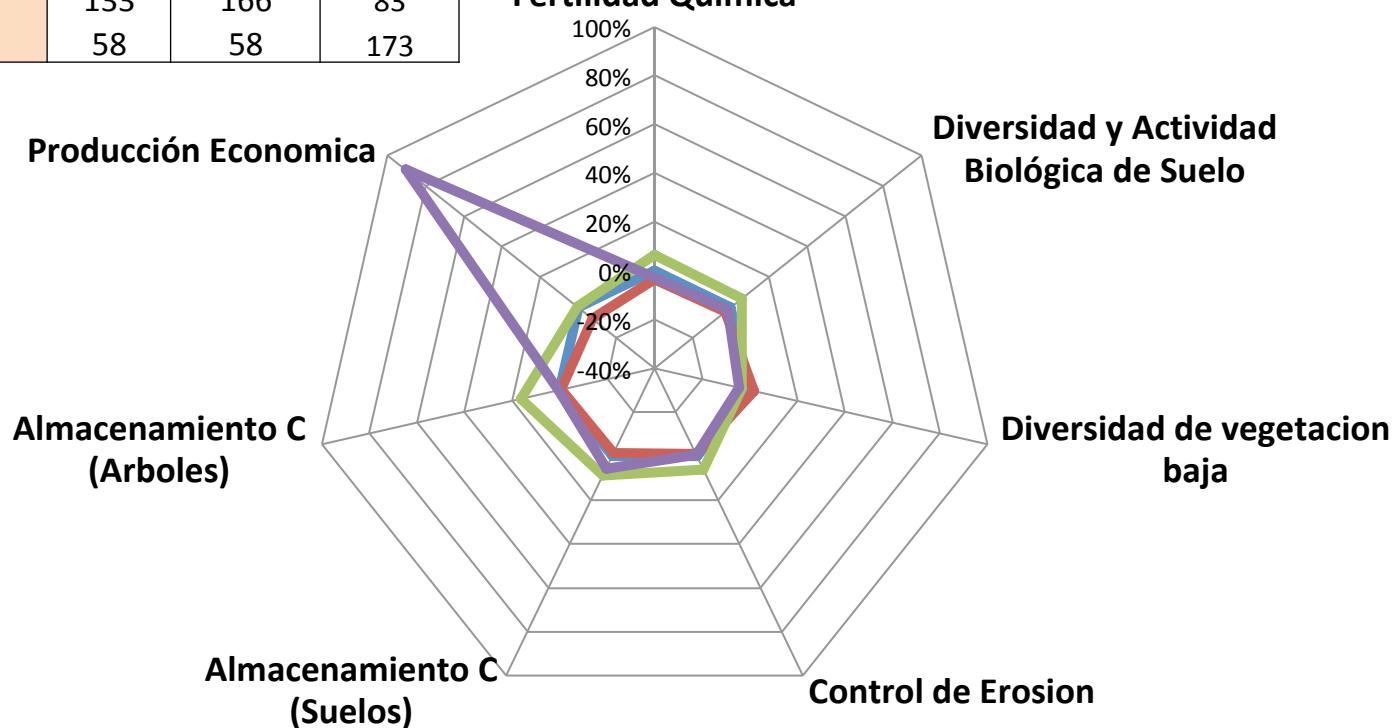
# Servicios Ecosistémicos - Escala Paisaje

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



# 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



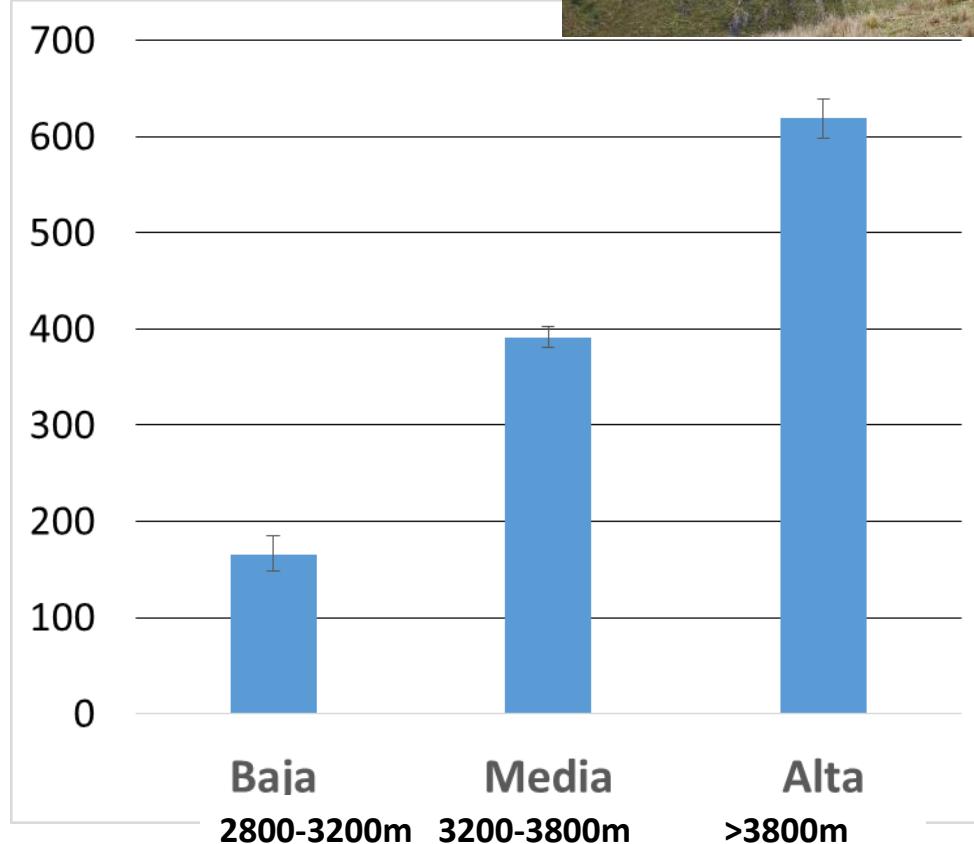
# **Resultados: síntesis regional y mensajes claves**

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



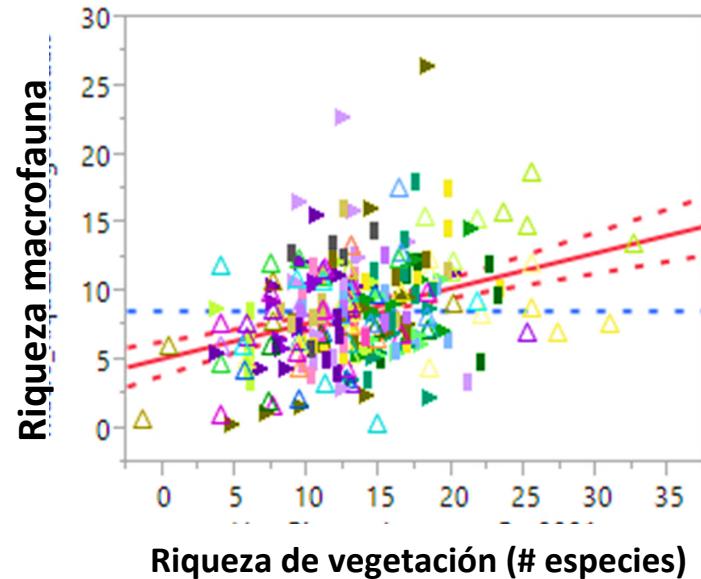
**m<sup>3</sup> de agua almacenada por hectárea (hasta 20 cm de profundidad)**



# 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

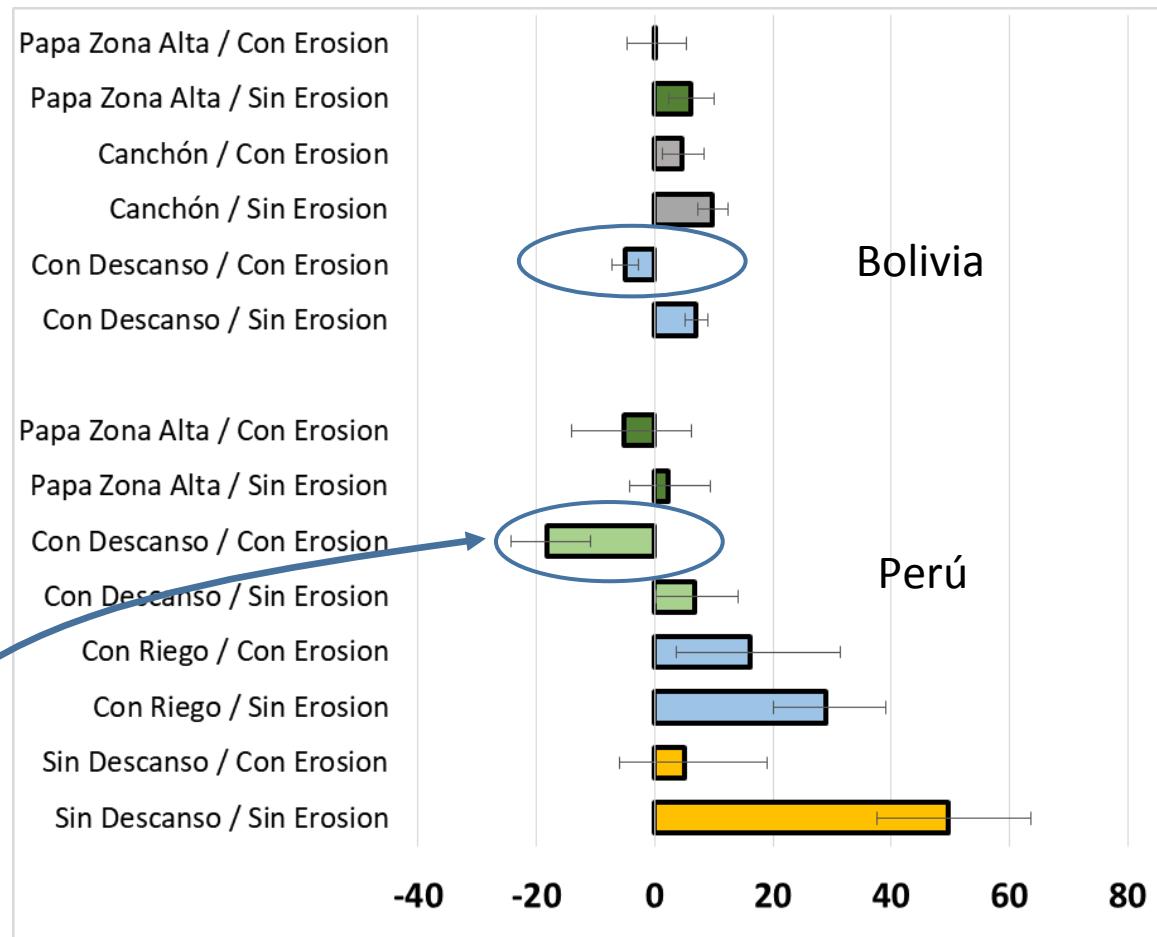
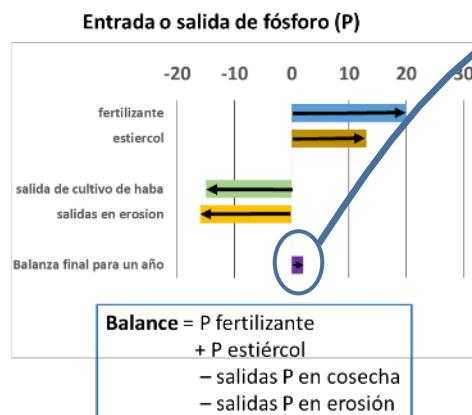
Variable independiente	Parámetro	Significación
P disponible	1.03	p< 0.0001
Riqueza de vegetación	0.26	p< 0.0001
País (comunidad)	categórico	p< 0.0001
País x Riqueza	--	p< 0.001



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

Balances de fósforo con y sin erosión modelado:

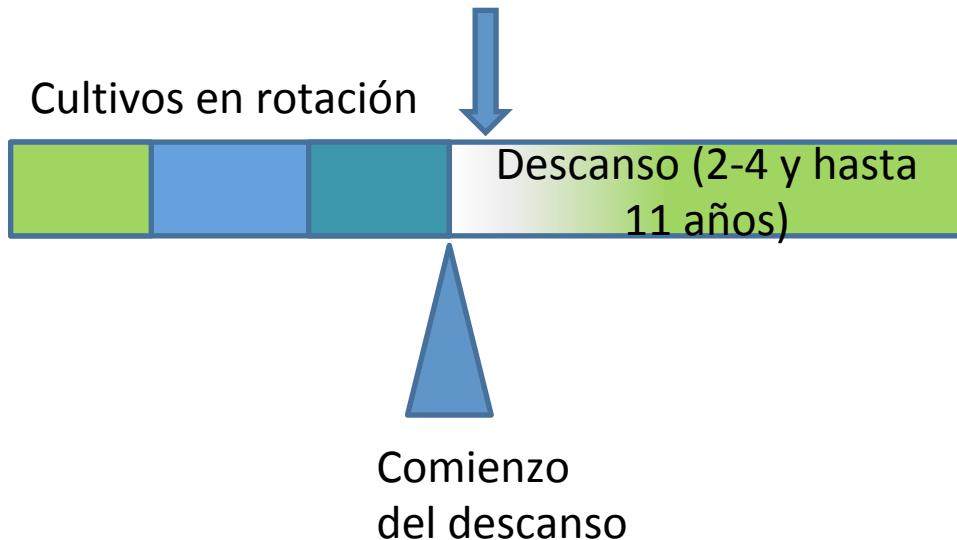
Áreas con descansos intensificados presentan mayores riesgos



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

# Mensaje clave: escasez de forrajes y descansos cortos

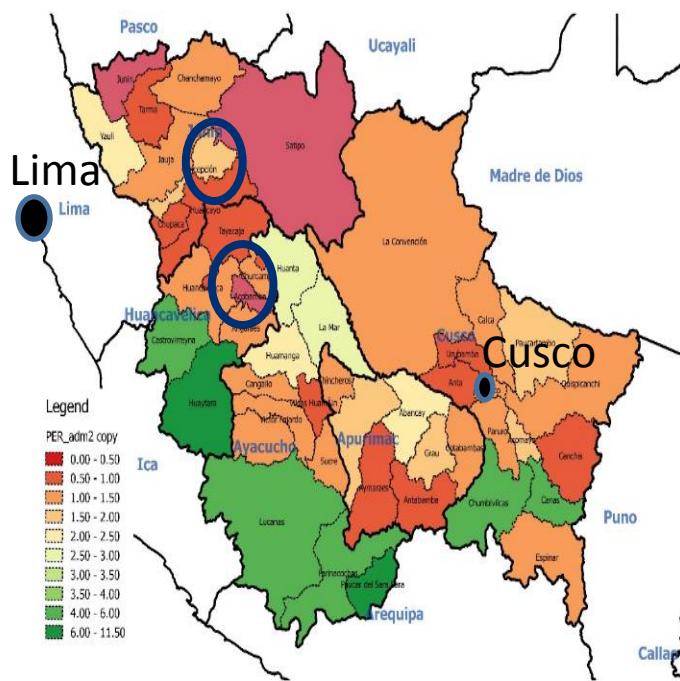
- El forraje tiene un alto valor
- Los descansos sin manejo en muchos casos no llegan a tener cobertura del suelo y biomasa suficiente para regenerar el suelo
- Invasión de malezas no palatables en los primeros años del descanso



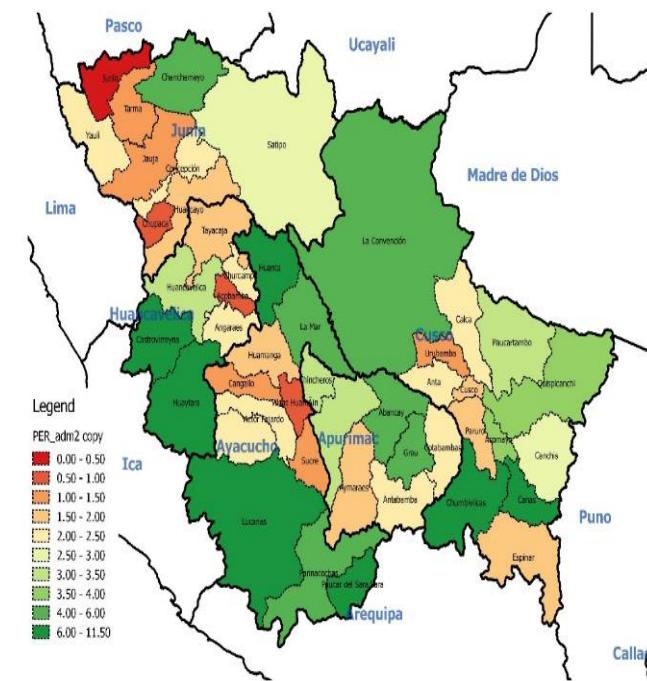
# Maleza invasiva en descansos: puka qora o *Rumex*



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



**URUBAMBA**

**JACASPAMPA**



**CRUZCCASA**



Google Earth

Image © 2018 CNES / Airbus

© 2018 Google



1 km

## Primer Taller de sensibilización del proyecto de descansos mejorados:



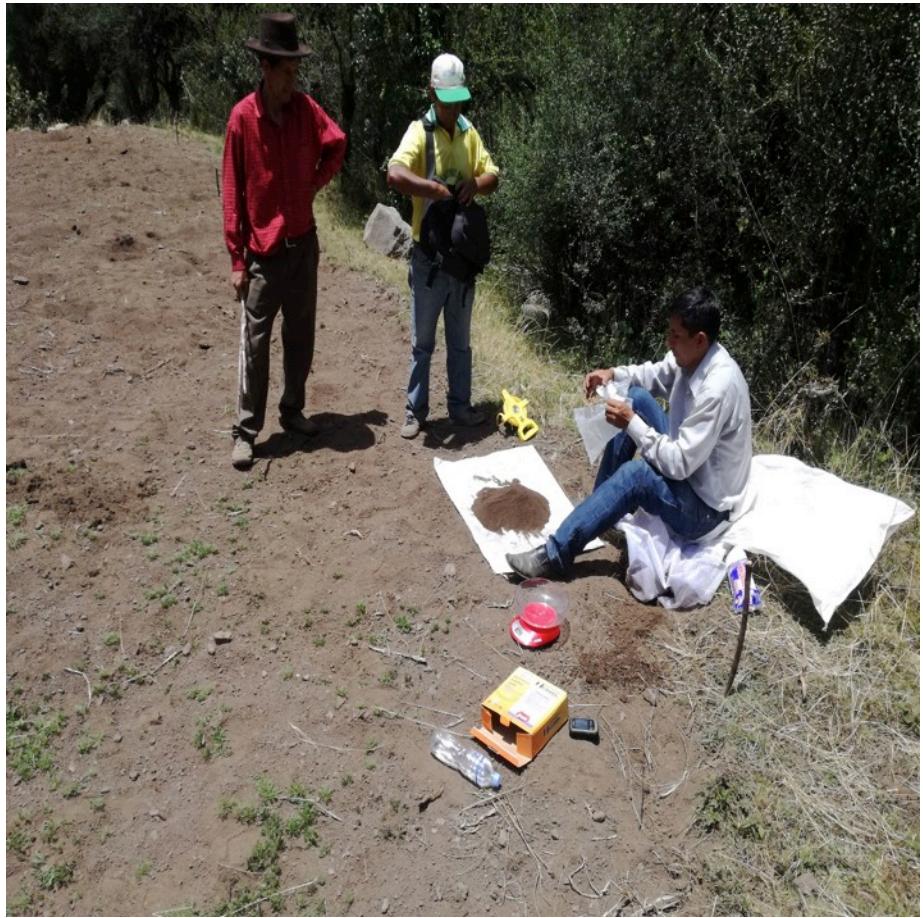
## Taller de arranque proyecto descansos mejorados.



## 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](http://suelosandinos.org)