

# Importancia de los servicios ecosistémicos

## en un paisaje andino de la sierra central del Perú

KATHERIN MEZA, STEVEN J. VANEK, RAUL CCANTO RETAMOZO, MARIA SCURRAH, EDGAR OLIVERA HURTADO, STEVEN J. FONTE

Para una planificación espacial comunitaria, desde una visión local y científica, el presente estudio busca entender los servicios ecosistémicos (SEs) que ofrecen los diferentes usos del suelo en un paisaje representativo de los Andes Centrales del Perú.

Los paisajes altoandinos juegan un papel crítico en la provisión de SEs, como la conservación de biodiversidad, la provisión de agua y el almacenamiento de carbono (Rolando y otros, 2017). La naturaleza frágil de los agroecosistemas andinos está dada por condiciones geográficas –como son las laderas de pendiente pronunciada–, por su clima frío e inestable, y por su lenta capacidad de recuperación. La intensificación agrícola, el sobrepastoreo y el cambio climático ponen en peligro la sostenibilidad de los ecosistemas, afectando los sistemas alimentarios de los pequeños agricultores (Fonte y otros, 2012). A pesar de que practican técnicas adaptativas, como uso sectorial del terreno, rotación de cultivos, descansos, labranzas mínimas y conservación de la agrobiodiversidad, entre otras, estas no son suficientes. En consecuencia, los cambios bruscos del uso de la tierra implican la pérdida de suelo y de muchos otros SEs asociados (gráfico 1). Estos cambios son también causa de menor productividad, mayor vulnerabilidad y disminución de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de uso intensivo, particularmente en la puna altoandina (Rolando y otros, 2017), y amenazan la seguridad alimentaria basada en la producción local.

### Caracterización participativa del uso del suelo en Quilcas

La comunidad de Quilcas está ubicada a 17 km al noreste de la ciudad de Huancayo, Perú, y a una altitud entre 3 200 y 4 500 m s.n.m. Cuenta con una superficie de 7 858 hectáreas, donde 1 764 corresponden a la zona baja e intermedia (3 200 a 3 800 m s.n.m.) y 6 094 a la zona alta (3 800 a 4 300 m s.n.m.).

Una *caracterización participativa del uso del suelo* fue desarrollada mediante un taller comunal en Quilcas, en octubre de 2014, en el que se formaron cuatro grupos de trabajo integrados por varones y mujeres de la comunidad, quienes usaron mapas satelitales de la comunidad y contaron con la facilitación de un técnico. Estos grupos de trabajo identificaron ocho usos predominantes de los suelos en la zona media: 1) cultivo con descanso, 2) cultivo con riego, 3) cultivo sin descanso, 4) bosque mixto, 5) bosque de aliso (*Alnus acuminata* spp.), 6) bosque de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), 7) pastoreo permanente y 8) terrenos degradados (eriazos). En la zona alta se identificaron dos usos: 1) pastoreo permanente y 2) cultivo con descanso. Luego, en gabinete, estos mapas fueron convertidos a formato *shapefile* con el software QGIS.

### Evaluación de los SEs en los diferentes usos

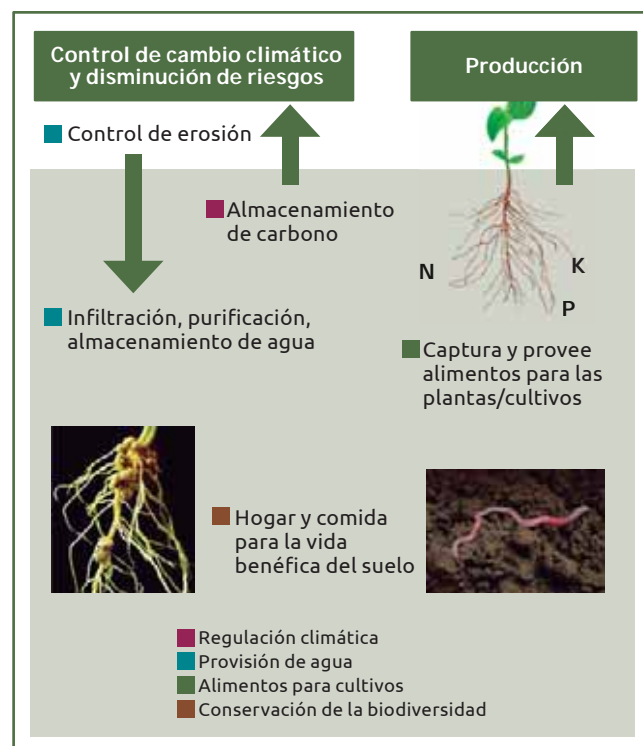
Se eligieron al azar entre cinco y 10 puntos por cada uso de suelo en el paisaje de la zona baja-intermedia y alta (103 en total). El número de puntos para cada uso se estableció en

función de su área total y de la heterogeneidad esperada. En cada punto, por cada uso de suelo, se evaluaron tres submuestras a lo largo de un transecto de 20 m dentro del polígono.

### Resultados preliminares

Se estimó la diversidad biológica del suelo a través de la macrofauna y la cobertura vegetal, observándose claras diferencias entre los distintos usos del suelo. La composición florística indicó que los usos con pastura natural permanente presentan mayor diversidad, seguidos por los bosques y luego por los sistemas de cultivo. Con respecto a la macrofauna, la mayor abundancia se encontró en los barbechos y la más baja en las tierras degradadas. La abundancia de lombrices fue mayor en las parcelas de papa y menor en la zona alta. Finalmente la mayor diversidad de macrofauna se encontró en los sistemas forestales (bosque mixto y de alisos) y la menor cantidad en los campos de papa de la zona baja-intermedia (los resultados se presentan con mayor detalle en de Valença y otros, 2017).

Gráfico 1. Servicios ecosistémicos del suelo



Fuente: Elaborado por S. Fonte.



Mapeo participativo. © S. Fonte

Un servicio ecosistémico fundamental de los suelos agrícolas es proveer de nutrientes a los cultivos. Para entender su capacidad contamos con el análisis físico-químico del suelo realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú. El cultivo de papa y pastos permanentes en la zona alta presenta altos niveles de materia orgánica del suelo (MOS), nitrógeno total, carbono activo, fósforo disponible y capacidad de intercambio catiónico (CIC). Sin embargo, en comparación a todos los usos de la zona baja-intermedia, los resultados del análisis de la zona alta presentaron un nivel de pH menor y niveles de aluminio mayores. En la zona baja-intermedia, el bosque de aliso presentó un nivel del doble de MOS y nitrógeno que los de las áreas de cultivo en la misma zona. Asimismo, para determinar cómo los usos de suelos influyen en la erosión, se evaluaron los parámetros: infiltración de agua, densidad aparente y porcentaje de suelo expuesto. Se combinaron estas variables en un índice de control de erosión, un servicio clave de los agroecosistemas en ladera. La observación de los pastos permanentes de la zona alta y los bosques (mixtos y aliso) mostró valores más altos en el índice de control de erosión, mientras los terrenos degradados son los más susceptibles a la erosión laminar. Referente al almacenamiento de carbono en la vegetación y el suelo, los bosques de eucalipto acumulan una fuente importante de carbono en la parte aérea pero la acumulación en el suelo es aún mayor. Los agricultores perciben un ingreso económico significativo al vender los árboles de eucalipto como madera y también al usarlos para leña. Por el contrario, los bosques de aliso no son comercialmente comparables con los de eucalipto pero sí proporcionan beneficios importantes, tales como: acumulación de MOS, fijación de nitrógeno, conservación de la biodiversidad, control de erosión y abastecimiento de materia prima para la producción de artesanía. Además, si se intensifica su manejo en el mediano plazo, los ingresos del bosque de aliso podrían ser comparables a los que generan actualmente los bosques de eucalipto. La pastura permanente en la zona alta almacena gran cantidad de carbono y beneficia económicamente a los ganaderos y, ecológicamente, es una fuente importante de reserva hídrica.

## Socialización de los resultados

Los resultados del estudio fueron socializados en dos niveles: 1) técnico-científico, a través de un foro organizado en noviembre de 2016 por el Comité de Gestión del Área de Conservación Regional Huaytapallana (ACR) en Huancayo, al cual asistieron decisores políticos regionales, provinciales y distritales; profesionales, investigadores y estudiantes. Los resultados fueron discutidos en una mesa conformada por especialistas –agroecólogos y antropólogos– y representantes del ACR; 2) taller local de validación de resultados organizado por la comunidad de Quilcas y el Grupo Yanapai en enero de 2017, al que asistieron 80 miembros de la comunidad, mujeres y varones, así como representantes del ACR, de la Municipalidad Distrital de Quilcas y del Programa Nacional Tambos. En el taller se presentaron los resultados de cada uso de suelo. Resaltaron la importancia de la cobertura vegetal del suelo, los efectos de las diferentes especies de árboles y la preocupación por la escasez de agua frente a las recientes sequías y al retroceso del glaciar Huaytapallana que afecta la dinámica productiva de los comuneros de la zona alta de Quilcas y de las otras comunidades miembros del ACR. Luego se dividieron en cinco grupos focales (mujeres y varones) por separado, para obtener opiniones sobre los cambios posibles (potenciales y esperados) del uso del suelo en la comunidad.

## Discusión y síntesis de los resultados

A partir de las interrogantes ¿qué?, ¿por qué? y ¿para qué?, agricultoras y agricultores comprendieron la importancia de los SEs que brinda su paisaje. El diálogo sobre el mapa se convirtió en una herramienta de gestión agroecológica de acuerdo con los objetivos de identificar potencialidades y limitantes para valorar y sostener los diferentes SEs, como la seguridad alimentaria y otras funciones productivas y económicas (cuadro 1).

Los comuneros acordaron futuras acciones de acuerdo con la situación actual presentada en el mapa y su visión de cambios esperados. Dos temas fuertes surgieron de este diálogo sobre gestión agroecológica, ambos relacionados con el concepto de SEs presentado en el taller como “lo que provee el campo”. Uno de estos temas fue la conservación de los recursos: suelos, agua, bosques y sus SEs (cuadro 1). Por ejemplo, dieron prioridad a la identificación de áreas para reforestación que permitan el mayor almacenamiento de agua, la recuperación de la fertilidad de los suelos, y la cobertura vegetal de los terrenos eriazos. Identificaron diversas especies forestales para este fin, como el aliso en bordes de parcelas y para los bosques; plantación de eucaliptos y quinales en zonas degradadas. Se planteó la idea de equilibrar la sostenibilidad y la conservación de los SEs con respecto a la productividad actual, reflejada en comentarios como: “Si se amplían las áreas de cultivos en la zona alta, amenazaríamos la cobertura y expondríamos al suelo a una rápida erosión”.

Otro tema importante fue la ampliación de los usos productivos por la necesidad alimentaria. Se utilizaron comparaciones de los SEs presentadas en el taller para guiarse sosteniblemente dentro de esta expansión productiva. Por ejemplo, acordaron que los usos con cultivo y descanso de la zona baja-intermedia deberían ampliarse a cultivos bajo riego, con la finalidad de tener coberturas con forrajes, verduras y leguminosas entre otras (cuadro 1). Estos cambios a gran escala para la expansión de áreas de cultivo están orientados a disponer de una mayor diversidad, cantidad y calidad de alimentos durante el año, para el consumo familiar y la venta en el mercado, con el fin de fortalecer la seguridad alimentaria y la rentabilidad. También mostraron preocupación por la alimentación sana y la soberanía alimentaria local, planteando limitar el acceso a grandes explotaciones agrícolas y al excesivo manejo de agroquímicos en sus tierras (cuadro 1).

Cuadro 1: Usos de tierra, características determinadas en la investigación y potencialidades/obstáculos identificados en diálogo con la comunidad de Quilcas

Uso de suelo, área total y porcentaje	Resultados del estudio SEs	Potencialidades de expansión por la comunidad y relación con la seguridad alimentaria	Obstáculos en el cambio de uso por la comunidad
<b>Aliso</b> 34,4 ha (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = bajo.</li> <li>• SEs = materia orgánica, humedad, almacena carbono, macrofauna y cobertura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Siembra de agua”.</li> <li>• Recuperación de terrenos degradados.</li> <li>• Bordes de cultivos para reemplazar el efecto negativo del eucalipto sobre la producción de alimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerable a heladas; limita su establecimiento en altura.</li> <li>• Plantación de alisos puede reemplazarse con arbustos andinos o andinizados como el ceticio (<i>Cytisus scoparius</i>).</li> </ul>
<b>Eucalipto</b> 161 ha (25%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = alto y productivo.</li> <li>• SEs = mayor almacenamiento de carbono.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir área pero dejar bosques grandes [varones].</li> <li>• Plantar en barrancos. Crece en suelo pobre (capacidad de extraer agua del subsuelo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacar un bosque de eucalipto es muy costoso, se sugiere que los cambios sean lentos.</li> <li>• Especie que extrae mucha agua y nutrientes del suelo.</li> </ul>
<b>Bosque mixto en pendientes y quebradas</b> 31 ha (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = bajo.</li> <li>• Mantenimiento = nulo.</li> <li>• SEs = alto: materia orgánica, humedad, almacena carbono, macrofauna, cobertura y diversidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternativa para quebradas y tierras eriazas, incluyendo quinal (<i>Polylepis</i>), mutuy (<i>Senna</i>) y chilca (<i>Baccharis</i>) [varones].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No identificaron obstáculos.</li> </ul>
<b>Terrenos eriazos o abandonados</b> 58 ha (9%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = bajo.</li> <li>• SEs = bajo (biomasa y cobertura).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantar árboles.</li> <li>• En casos de menor pendiente restaurar con cultivos para alimentación [mujeres].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se piensa que los alisos y algunos otros árboles no se adaptarán a pesar de la buena experiencia de hace 30 años en laderas reforestadas con alisos.</li> </ul>
<b>Pastoreo permanente, zona media</b> 84 ha (13%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = medio (forraje).</li> <li>• SEs = medio (calidad de forrajes).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar áreas de bosque y cultivos con riego para alimentación y forraje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El incentivo para cambiar su manejo es muy bajo pero tiene valor económico.</li> </ul>
<b>Cultivos sin descanso</b> 63 ha (10%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEs = medio (menor que otros usos de cultivos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensificar expandiendo el riego para producir forraje para animales mayores (bovinos) y menores.</li> <li>• Producción de verduras para diversificar la dieta y promover su venta [mujeres].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportes de los investigadores: “es posible que a mayor intensificación se reduzcan los SEs”.</li> </ul>
<b>Cultivos con riego</b> 58 ha (9%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEs = medio (menores que en los usos con descanso).</li> <li>• VE = alto (demanda de forraje en la rotación, incorporación de insumos orgánicos y precios altos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión del riego según la disponibilidad de agua.</li> <li>• Alto potencial económico por la producción de forraje (una necesidad) para animales mayores y menores [mujeres].</li> <li>• Riego por aspersión.</li> <li>• Expansión de usos y cultivos para autoconsumo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preocupación por la futura disponibilidad de agua.</li> <li>• Establecimiento de más riego sin comprometer las fuentes de agua.</li> <li>• Mejorar pastizales y almacenamiento de agua.</li> </ul>
<b>Cultivos con descanso, seco</b> 165 ha (25%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = medio.</li> <li>• SEs = medio (no es mayor que los usos “sin descanso” o con riego).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos convertirán los usos a cultivos sin descanso para mayor producción alimentaria (cultivos y forrajes) [mujeres].</li> <li>• Plantar aliso en los bordes y convertir todo en una zona de riego.</li> <li>• No alquilar la tierra a “grandes agricultores” porque se agotan los suelos y se contaminan con agroquímicos, con un impacto negativo sobre la alimentación sana [mujeres].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de aumentar producción.</li> </ul>
<b>Pastoreo permanente, zona alta</b> 3 900 ha (68%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = alto (ganadería).</li> <li>• SEs = altos (nutrientes, %C en todo el suelo, resiste a la erosión, diversidad de macrofauna y especies de cobertura, y almacén hídrico).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preocupación por conservar este uso.</li> <li>• Pastoreo rotativo.</li> <li>• Plantar árboles como cortinas de protección para animales y cultivos.</li> <li>• Los pastos cumplen el papel de almacenar agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preocupación por el agotamiento de áreas por el pastoreo continuo o la expansión de cultivos.</li> </ul>
<b>Cultivos con descanso en la zona alta (turnos o laymes)</b> 2 100 ha (32%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VE = medio (bajas temperaturas).</li> <li>• SEs = alto (mayor que en los usos de cultivos de la zona media).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia contra la sobreexpansión de áreas de cultivo: “si todo lo convertimos en cultivos, ¿dónde vamos a pastorear?” [mujeres].</li> <li>• Extender el periodo de descanso; manejo menos intensivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto de la carretera hacia la zona alta: abandono del uso de llamas, menos estiércol, más emisión de CO<sub>2</sub>, intensificación de la zona agrícola y menos valor cultural.</li> </ul>

SEs = servicios ecosistémicos; VE = valor económico. Se anota donde las respuestas fueron específicas para grupos de género: [mujeres] y [varones]. Fuente: elaboración propia.





Distribución de usos del suelo. S. Fonte

En el diálogo hubo muchas áreas de convergencia entre los grupos. Por ejemplo, para ambos grupos fue importante el forraje y hubo consenso sobre el aumento del área bajo riego de acuerdo con los límites del agua disponible. Sin embargo los grupos de varones mostraron preferencia por los temas de bosques y recursos generales como el agua o los suelos, mientras que las mujeres enfatizaron más los temas de manejo de nuevos cultivos, alimentación sana y animales menores. Además las mujeres defendieron la elección individual, propia de cada dueño, mientras que los hombres trataron temas más integrales; un ejemplo es este enunciado: “cómo hacemos que los comuneros sigan las normas [sobre el uso de tierras], puesto que somos una comunidad”.

Se espera que los cambios en la asignación de uso de la tierra en el paisaje generen efectos positivos para optimizar los SEs en el mejoramiento de la calidad de vida, la generación de igualdad de oportunidades, asegurar una alimentación local sana y fortalecer las capacidades individuales y colectivas de las comunidades. Asimismo, la articulación con las entidades públicas, privadas, institutos de investigación y la sociedad civil puede generar propuestas de mayor envergadura para la gestión sostenible de la ACR-Huaytapallana. ■

#### Katherin Meza

Investigadora junior y técnica en el Área de Suelos y Paisajes, Grupo Yanapai. Ingeniera agrónoma. Área de trabajo: sistemas sostenibles altoandinos, mejoramiento de descansos y paisajes con enfoque participativo. Experiencia en caracterización y evaluación morfológica de variedades nativas y manejo de cereales andinos en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).  
kmezaretamozo@gmail.com

#### Steven J. Vanek

Investigador en el Departamento de Ciencias del Suelo y Cultivos en Colorado State University. PhD. Ciencias del suelo, Cornell University. Áreas de trabajo: fertilidad de los suelos, cambio climático, biodiversidad, climatología, oceanografía, meteorología, servicios de los ecosistemas y la biodiversidad en los sistemas agrícolas, desarrollo, agricultura internacional, sostenibilidad y ciclos de fertilidad del suelo a largo plazo, estudios en agroecologías altoandinas y de África.  
stevanek4@gmail.com

#### Raul Canto Retamozo

Investigador y técnico del Área de Cultivos y Nutrición en el Grupo Yanapai. Ingeniero agrónomo con estudios de maestría en innovación agraria, interculturalidad. Experiencia en manejo de suelos,

manejo integrado de plagas, promoción de la agrobiodiversidad, sistemas de semillas, nutrición para la seguridad alimentaria, estrategias y prácticas campesinas frente a los riesgos del cambio climático.  
raulccanto@yahoo.com.pe

#### Maria Scurrah

Directora del Grupo Yanapai. PhD en Fitomejoramiento, Universidad Cornell. Áreas de trabajo: conservación y promoción de la agrobiodiversidad, mejoramiento de la nutrición, sostenibilidad de los recursos genéticos y coordinación de proyectos.  
scurrah@gmail.com

#### Edgar Olivera Hurtado

Investigador y técnico del Área de Manejo de Pastos y Nutrición en el Grupo Yanapai. Ingeniero zootecnista con entrenamiento en educación de adultos, sistemas de producción, agricultura ecológicamente apropiada, biodiversidad y cosmovisión andina. Experto en investigación participativa, formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de proyectos sociales y productivos, producción de pastos y crianzas familiares.  
yanapaihyo@yahoo.com

#### Steven J. Fonte

Profesor de sistemas agrícolas en el Departamento de Ciencias del Suelo y Cultivos en Colorado State University. PhD. Ecología (énfasis en agricultura ecológica), University of California, Davis. Áreas de trabajo: agroecología, ecología del suelo, servicios ecosistémicos y biodiversidad de suelos.  
Steven.Fonte@colostate.edu

#### Referencias

- de Valença, A. W., Vanek, S. J., Meza, K., Canto, R., Olivera, E., Scurrah, M., Lantinga, E. A. y Fonte, S. J. (2017). **Land use as a driver of soil fertility and biodiversity across an agricultural landscape in the Central Peruvian Andes. Ecological Applications** (en prensa).
- Fonte, S. J., Vanek, S. J., Oyarzun, P., Parsa, S., Quintero, D. C., Rao, I. M. y Lavelle, P. (2012). **Pathways to agroecological intensification of soil fertility management by smallholder farmers in the Andean highlands. Advances in Agronomy** 116: 127-168.
- Rolando, J. L., Turin, C., Ramirez, D. A., Mares, V., Moneris, J., Quiroz, R. (2017). **Key ecosystem services and ecological intensification of agriculture in the tropical high-Andean Puna as affected by land-use and climate changes. Agriculture, Ecosystems, and Environment** 236: 221-233.