

LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HIDROLÓGICOS:
ENTRE LA URBANIZACIÓN Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. PERCEPCIÓN
CAMPESINA Y EXPERTA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SHULLCAS, PERÚ

*Deyvis Cano**

Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional del Centro del Perú
deyviscano02@gmail.com

*Andreas Haller***

Instituto de Investigación Interdisciplinaria de Montaña
Academia de Ciencias de Austria
andreas.haller@oeaw.ac.at

Fecha de recepción: 28 de febrero de 2018

Fecha de aceptación: 20 de mayo de 2018

RESUMEN

Los ecosistemas de montaña, como los Andes centrales, son fuente de vida. Proveen servicios ecosistémicos hidrológicos - SEH para la población. Estos ecosistemas, como es el caso de la subcuenca del río Shullcas —ubicada entre el nevado Huaytapallana y la ciudad de Huancayo en el Perú— sufren los efectos del retroceso glaciar y las variaciones de precipitación como consecuencia del cambio climático y los efectos de la globalización que promueven la urbanización física, demográfica y sociocultural, principalmente en las zonas de transición rural-urbana. La degradación, contaminación y sobreexplotación de la subcuenca contribuyen con el estrés hídrico y el desabastecimiento de agua, afectando los SEH y el bienestar de la población. El fomento de una visión integrada y holística para el desarrollo sostenible motiva esta investigación, orientada a revelar las distintas percepciones de los actores —usuarios campesinos y expertos de instituciones— sobre los SEH de la subcuenca del río Shullcas. Para ello, se diseñó y aplicó un cuestionario. Los resultados revelan similitud en la percepción de los entrevistados y en la identificación de la importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH, así como en la determinación de los factores y responsables de los cambios que sufre el recurso hídrico.

* Ingeniero zootecnista por la Universidad Nacional del Centro del Perú y magíster en Gestión y Planificación Ambiental por la Universidad de Chile.

** Geógrafo, máster en Geografía y doctor en Geografía por la Universidad de Innsbruck, Austria.

El trabajo concluye reconociendo percepciones similares y observando nexos entre «la ciudad» y «el campo», la priorización de SEH, la relevancia de los factores y responsables de cambio y la necesidad urgente de una visión sistémica, holística, interdisciplinaria y con inclusión de actores, para el fomento del desarrollo sostenible y la buena gestión de la subcuenca.

Palabras clave: servicios ecosistémicos hidrológicos, comunidades campesinas, Andes centrales, percepción social.

Hydrologic ecosystem services: between urbanization and climate change. Smallholder and expert perception in the Shullcas river subbasin, Peru

ABSTRACT

Mountain ecosystems, such as the central Andes, are a source of life that provides hydrologic ecosystem services - HES to the population. In the case of the Shullcas river subbasin, located between the nevado Huaytapallana and the city of Huancayo in Peru, these ecosystems are affected by the retreat of glaciers and precipitation variations, driven by climate change, and physical, demographic and socio-cultural urbanization—particularly in the rural-urban transition zone. The resulting degradation, contamination, and overexploitation of the subbasin contribute to hydric stress and water shortages and affect both HES and the wellbeing of the population. This research aims at strengthening an integrated and holistic vision for sustainable development and reveals perceptions of different actors —agrarian water users and experts of institutions— toward HES in the Shullcas river subbasin. To this end, a questionnaire was designed and applied. The results show similar perceptions in both groups regarding the identification of HES and the assessment of their importance, vulnerability, and trends of future disposability. Moreover, they mostly agree on the factors of influence and actors who are responsible for the decline of water resources. This study concludes that perceptions of both groups are similar —underlining strong rural–urban interactions. It points to the prioritization of selected HES and the relevance of factors and actors responsible for change, and calls for a systemic, holistic, and interdisciplinary vision and inclusive action to strengthen sustainable development and good water governance in the sub-basin.

Keywords: hydrologic ecosystem services, agrarian communities, central Andes, social perception.

INTRODUCCIÓN

Problemas y preguntas de investigación

Los ecosistemas de montaña forman la base principal de vida de muchos agricultores en los Andes centrales (Borsdorf y Stadel, 2015; Dollfus, 1991; Gade, 1999). Sin embargo, los procesos del cambio global, con dimensiones ambientales y socioculturales (véanse por ejemplo Bebbington, 2001; Grover, Borsdorf, Breuste, Tiwari y Witkowski-Frangetto, 2015; Sarmiento, 2008; Stadel, 2008; Young, 2014), los están transformando desde hace más de treinta años. Como consecuencia, se está cambiando también la base de vida de muchas familias campesinas, quienes desarrollan estrategias de adaptación, a veces causando conflictos con la población urbana.

Existen dos grupos de efectos del cambio global que son característicos para los Andes centrales: el retroceso glaciar y las variaciones de los regímenes de precipitación (véase Vuille et al., 2008; para ejemplos peruanos véase Drenkhan, 2016), como una expresión del cambio climático, y la urbanización física, demográfica y sociocultural, que puede ser vista como una expresión de la globalización (entendida como un resultado de la compresión espacio-temporal *sensu* Harvey, 1989). Las consecuencias de estos efectos se pueden ver sobre todo en los recursos hídricos. Mientras que la demanda de agua aumenta en las ciudades de los Andes centrales y su entorno, el retroceso glaciar y los cambios en el régimen de precipitación dificultan el abastecimiento óptimo de agua para el consumo de la población y las diferentes actividades humanas (por ejemplo, la agricultura y la ganadería). Los problemas resultantes no solo son notorios en el abastecimiento de agua *per se*, sino también en los múltiples servicios ecosistémicos relacionados con los recursos hídricos, tanto los de abastecimiento y de regulación como los culturales.

En las zonas de transición rural-urbanas de los Andes centrales del Perú, los desafíos del cambio climático y la urbanización son particularmente graves para los campesinos periurbanos. Para asegurar los servicios ecosistémicos hidrológicos -SEH para todos—no solo para la población urbana sino también para la población campesina del *hinterland*— y para fomentar un desarrollo sostenible en estas zonas de transición rural-urbana, es decisivo saber las percepciones ambientales sobre los SEH de la población campesina y cómo se diferencian de las percepciones de los expertos de instituciones que gestionan los recursos hídricos (véase Bernex y Yakabi, 2017). Emergen tres preguntas generales:

1. ¿Cuáles son los SEH que perciben las comunidades campesinas que se encuentran en el *hinterland* de las ciudades andinas del Perú?
2. ¿Cómo evalúan los campesinos la importancia, la vulnerabilidad y la tendencia del estado futuro de los servicios ecosistémicos hidrológicos identificados? ¿Cuáles son los factores y responsables del cambio según los campesinos?

3. ¿Qué percepción tienen los expertos de instituciones que gestionan los recursos hídricos sobre los servicios ecosistémicos hidrológicos identificados por los campesinos? ¿Cómo se diferencian las percepciones entre los campesinos y los expertos?

El presente trabajo toma como ejemplo nueve comunidades campesinas peruanas ubicadas en la subcuenca del río Shullcas, afluente del río Mantaro que nace en el nevado Huaytapallana y abastece de agua a la ciudad de Huancayo, en la sierra central del Perú.

ÁREA DE ESTUDIO

La subcuenca del río Shullcas se encuentra en la cordillera oriental de los Andes del Perú central. Según su división político-administrativa, pertenece a los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca, en la región Junín (Martínez, 2007). Las áreas urbanas de estos distritos forman parte de la aglomeración urbana de Huancayo metropolitano, que actualmente tiene más de 425 000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2009), distribuidos en siete distritos (véase Haller y Borsdorf, 2013). Desde el área urbana, que se extiende aproximadamente entre los 3300 y los 3500 metros sobre el nivel del mar, la subcuenca llega hasta los 5557 m en el nevado Huaytapallana (figura 1). En su trayecto, de aproximadamente 35 km, el río Shullcas atraviesa cuatro zonas altitudinales definidas por Pulgar Vidal (1996): las zonas janca (por encima de los 4800 m), puna (4000-4800 m), suni (3500-4000 m) y quechua (3300-3500 m). En las dos últimas se ubican varias comunidades campesinas, de las cuales fueron incluidas para el estudio las siguientes: Acopalca, Chamisería, Vilcacoto, Uñas, Cochachico, Cochagrande, Cullpa Alta, Cullpa Baja y Saños. Como menciona Martínez (2007), las interacciones e interdependencias entre «la ciudad» y «el campo» son muy diversos (vínculos de parentesco, tenencia de tierras, demanda y oferta de productos agrarios y pecuarios, demanda y oferta de servicios urbanos, etc.). Así, en la subcuenca, los efectos del cambio global afectan tanto a la población urbana como a la rural.

Los efectos del cambio global se manifiestan claramente en la cobertura del suelo. En la zona janca, por ejemplo, el área cubierta por hielo se redujo drásticamente. Según López-Moreno et al. (2014), el área glaciar de la cordillera Huaytapallana disminuyó un 55% entre 1984 y 2011. En este contexto, Silva, Takahashi y Chávez (2008) observaron bajas concentraciones de precipitación en épocas de lluvia desde 1986. Además, Arroyo Aliaga, Schulz y Gurmendi Párraga (2012) concluyen que ciertas actividades antrópicas, como el turismo en el nevado, la reforestación y el pastoreo, afectan al glaciar. En la zona quechua se duplicó la población urbana (1981-2015), se extendió el área construida y se intensificó el uso de suelos agrarios restantes. Como manifiesta el estudio de Haller (2012), el área urbana de Huancayo metropolitano aumentó de 3661 ha (1988) a 4994 ha (1998). En la década siguiente el área construida

de la ciudad subió de nuevo de 4994 ha a 5266 ha en 2008. Este desarrollo también refleja que Huancayo ascendió en la jerarquía de las ciudades intermedias peruanas, pasando del rango 5 en 1981 al rango 2 en 1993¹ (Córdova Aguilar, 2000, p. 224). Entre las zonas quechua y janca, se pudo observar que la expansión de la ciudad es un importante patrón de cambio de uso del suelo (Haller y Einsiedler, 2015; Haller, 2017a): mientras que el cultivo de árboles aumentó en la suni, la expansión de áreas cubiertas por «champa» y el declive de áreas cubiertas por ichu entre 1988 y 2008 indica la expansión de las actividades de quema de pastizales.

Ambos procesos —los cambios en la disponibilidad de agua y las alteraciones causadas por la urbanización— tienen una alta probabilidad de contribución al estrés hídrico en la subcuenca del río Shullcas. Sin embargo, según Buytaert y De Bièvre (2012), el crecimiento demográfico urbano en los Andes tropicales parece ser la causa dominante.

Figura 1. Mapa esquemático de la parte alta de la subcuenca del río Shullcas pintado sobre un muro de la planta de tratamiento en Vilcacoto.



Elaboración: Andreas Haller.

¹ Según Córdova-Aguilar (2000, p. 224), el cambio de rango viene acompañado por los cambios de funciones. «Cuando más pequeña es la ciudad se nota una mayor participación de las funciones agropecuarias y político-administrativas de niveles intermedios; en cambio, a partir de 100 000 habitantes se nota las funciones diversificadas de comercio, servicios e industria».

LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO MARCO CONCEPTUAL

Según Bailey (2009, p. 4) un *ecosistema* —el término fue introducido por Tansley (1935)— es una unidad geográfica de la superficie terrestre donde todos los fenómenos naturales, lo que incluye orgánicos e inorgánicos, están interconectados sistemáticamente. Como tal, un ecosistema puede ser identificado por sus límites espaciales. Queda claro que los ecosistemas pueden verse en diferentes escalas, por lo que Bailey (2009), en su sistema de jerarquía espacial, diferencia entre macroecosistemas (aproximadamente 10^5 km²), mesoecosistemas (aproximadamente 10^3 km²) y microecosistemas (aproximadamente 10 km²). A menudo, el ser humano no es considerado como parte de los ecosistemas, lo que diferencia el término *ecosistema* del concepto de «paisaje cultural» tradicionalmente usado en la geografía (Córdova Aguilar, 2002, p. 179).

Desde un punto de vista profundamente influido por la economía ecológica, el ser humano y la sociedad obtienen beneficios de los ecosistemas. Estos «servicios ecosistémicos» - SE (véanse Seppelt, Dormann, Eppink, Lautenbach y Schmidt, 2011; Pinto y Paredes, 2014), que provienen sobre todo de áreas de montaña (véase Grêt-Regamey, Brunner y Kienast, 2010), pueden clasificarse en tres grupos: los servicios de abastecimiento, los de regulación y los culturales. La idea es que el valor de los beneficios (o servicios) pueda ser estimado en términos monetarios. En la teoría, el pago de estos beneficios por los usuarios debe ser un incentivo e instrumento para cuidar los ecosistemas y proteger el medio ambiente.

El estrés hídrico puede ser visto como la consecuencia de una demanda de agua que excede la oferta del recurso hídrico en un área determinada. Por un lado, es por eso que Brauman (2015) considera el concepto de los SEH como un marco teórico prometedor para la gestión de cuencas hidrográficas (para su aplicación en los Andes véase Quintero, 2010). Por el otro lado, los críticos del concepto argumentan que el pago por servicios ecosistémicos hidrológicos está en contradicción con los sistemas tradicionales de regulación en los territorios hidrosociales de los Andes centrales, que se diferencian profundamente de las formas neoliberales de gobernanza de los recursos hídricos (véase, por ejemplo, Boelens, Hoogsteger y Rodríguez de Francisco, 2014). Sin embargo, Hofstede (2010) subraya que:

La aplicación de esta visión al agua ayuda a demostrar que hay una variopinta gama de servicios ambientales hidrológicos, algunos fácilmente valorables económicamente y otros imposibles de cuantificar pero igual de valiosos. Además, demuestra que incluir el análisis de servicios ambientales en la gestión de agua va mucho más allá que la sola opción de compensación y/o pago por servicios ambientales. Estos últimos forman apenas un elemento entre muchas diferentes opciones de crear incentivos para un manejo adecuado del agua.

Para el presente estudio en los Andes centrales, definimos los SEH —en un sentido más amplio que considera la cosmovisión andina holística— como los beneficios que el ser humano y la sociedad en la subcuenca obtienen, directamente o indirectamente, por la existencia del agua (en todas las fases del ciclo hidrológico) en los ecosistemas.

DATOS Y MÉTODOS

Análisis de literatura

Siguiendo la investigación relativa a valoración sociocultural de los SE de Iniesta-Arandia, García-Llorente, Aguilera, Montes y Martín-López (2014), aplicada en una cuenca hidrográfica, y la de Oteros-Rozas et al. (2014), aplicada a la actividad de trashumancia, se elaboró un listado de SEH. Además, se tomó en cuenta la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), ejecutada por las Naciones Unidas, y el «Plan de Gestión Integrado de Recursos Hídricos de la Subcuenca del Río Shullcas» (PRAA, 2012), cuyo objetivo es mejorar, tecnificar, incrementar y mantener la oferta hídrica a través de la gestión y adaptación para enfrentar los impactos del cambio climático frente a las problemáticas de reducción y conflictos por la disponibilidad hídrica y la disminución acelerada de la cobertura glaciaria del nevado Huaytapallana.

En todo el análisis se tuvo el criterio de que los SEH identificados para la lista estuviesen relacionados con el agua, con lo que resultó un total de veintisiete SEH. Estos servicios se dividieron en nueve de abastecimiento, ocho de regulación y diez culturales (figura 2).

Figura 2. Clasificación de los SEH evaluados.



Elaboración: Deyvis Cano, compilado a partir de Iniesta-Arandia et al. (2014) y Oteros-Rozas et al. (2014).

Diseño del cuestionario

Se elaboraron dos versiones del cuestionario: una para el grupo de expertos —tanto representantes de las municipalidades distritales, la municipalidad provincial y el gobierno regional, como representantes regionales del Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Salud y la Dirección de Cultura y Turismo, la empresa prestadora de servicio de agua potable - Sedam, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Senamhi, la Autoridad Nacional del Agua - ANA, el Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - Agrorural, instituciones privadas y ONG involucradas en la gestión y administración del agua en la subcuenca— con un lenguaje más técnico, y el otro para los usuarios —personas que hacen uso del recurso hídrico con fines agrarios y no agrarios, ubicadas en la parte urbana y rural de la subcuenca del río Shullcas. Ellas se encuentran en las comunidades de Uñas, Vilcacoto, Cullpa Alta, Cullpa Baja, Cochas Chico, Cochas Grande, Saños, Chamisería y Acopalca— utilizando un lenguaje más sencillo. Los cuestionarios empiezan con una breve introducción, describiendo la problemática actual del recurso hídrico en la subcuenca del río Shullcas, el propósito del estudio, y aclarando el objetivo académico de la investigación. Asimismo, se realizó la descripción espacializada del sistema socioecológico de la subcuenca, la ubicación geográfica, las comunidades involucradas y las actividades que se realizan a través de un mapa del área de estudio.

El planteamiento de las preguntas se compartió en tres secciones correspondientes a: preguntas generales (sección A), valoración de SEH, impulsores y responsables de cambio (sección B) e información sociodemográfica (sección C).

La sección A cuenta con diez preguntas que tienen por objetivo averiguar las relaciones entre las actividades o acciones que realizan las personas en el territorio, los beneficios, el uso dado, el involucramiento en la gestión y aspectos culturales relacionados con el recurso hídrico en el lugar de estudio. Estas preguntas se realizan con el fin de orientar el entendimiento de las preguntas de la sección B, sobre los SEH considerados en la lista mencionada previamente en la figura 1.

La sección B está conformada por tres preguntas. En la primera se hace uso de la lista de SEH, con el fin de que los participantes los identifiquen y valoren la importancia, la vulnerabilidad y la tendencia de cada SEH. En la segunda pregunta, se consultó por los impulsores y responsables de cambio a los SEH. Finalmente, en la tercera pregunta se solicitó a los participantes una opinión breve sobre qué acciones consideran que se pueden tomar frente a la problemática del agua en la subcuenca del río Shullcas.

La sección C estuvo conformada por preguntas que buscaban caracterizar a la persona. Específicamente se consultó por el sexo, edad, actividad o profesión, institución o comunidad que representan, nivel de estudios y, en el caso de usuarios campesinos, se consultó si era comunero y a qué comunidad pertenecía.

La validación del cuestionario se realizó con tres profesionales involucrados en el tema que conocen la problemática del agua en la subcuenca del río Shullcas. Además, se realizaron 39 entrevistas piloto con las personas del lugar, para validar el listado de SEH, con el fin de incorporar aquellos que no estaban siendo considerados y que son relevantes para los entrevistados. En esta fase también se analizaron las respuestas, reacciones generadas y el nivel de comprensión de las preguntas planteadas. El resultado de esta evaluación preliminar ayudó a corregir y mejorar el planteamiento de las preguntas, incluyéndose instrucciones más puntuales, mediante la modificación del lenguaje.

Identificación de los servicios ecosistémicos hidrológicos desde la perspectiva de los actores locales

Para identificar los SEH, se utilizó la lista de la figura 2, incorporada en el cuestionario en la sección B, pregunta B-1, y presentada mediante un panel con ejemplos y una imagen por cada SEH, con el fin de apoyar la comprensión.

La identificación se realizó preguntando a los entrevistados por los cuatro SEH más importantes y los cuatro SEH más vulnerables, según su percepción. Esta identificación permitió posteriormente enfrentar la determinación del nivel de importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH. Los SEH de la lista fueron ordenados en forma aleatoria en cada aplicación para evitar sesgos de orden.

Para el análisis de los SEH identificados, se utilizó estadística descriptiva mediante análisis de frecuencia de las respuestas entregadas. Se consideraron las respuestas vertidas de los SEH identificados en la sección B, pregunta B-1, del cuestionario. Estas respuestas fueron tabuladas a través de una planilla Excel.

Percepción de la importancia, vulnerabilidad y los impulsores de cambio de los SEH

Una vez que los participantes seleccionaron los SEH de mayor relevancia, se consultó por el nivel de importancia de cuatro SEH utilizando una escala Likert de cuatro puntos («poco importante» = 1, «moderadamente importante» = 2, «importante» = 3 y «muy importante» = 4). Luego se pidió a los entrevistados elegir los cuatro SEH que consideran más vulnerables utilizando la misma escala. Después de eso, de todos los SEH elegidos —ocho en total, si no se repiten—, se pidió identificar la tendencia de los SEH utilizando la siguiente escala («disminuye» = 1, «se mantiene» = 2, «aumenta» = 3).

Para el análisis de datos, se evaluó la significancia estadística mediante el análisis de varianza - ANOVA para comparar las diferencias entre la percepción de importancia, vulnerabilidad y tendencia de los actores y entre los SEH. Posteriormente —de ser significativas las diferencias—, se realizó la prueba de comparación múltiple a través de la prueba de Duncan. También se practicó el análisis de componentes principales - ACP, con el fin de observar las relaciones entre los SEH en espacio de dimensiones reducidas

en función de las principales variables de importancia, vulnerabilidad y tendencia. Asimismo, se empleó la prueba de esfericidad de Bartlett para observar la correlación entre las variables analizadas, utilizando el software estadístico SPSS versión 23.

La determinación de los impulsores y responsables de cambio de los SEH se realizó sobre la base de Oteros-Rozas et al. (2014) y Castro et al. (2016), información local obtenida del «Plan de Gestión Integral de Recursos Hídricos de la Subcuenca del Río Shullcas» (PRAA, 2012), e información obtenida en la fase de validación con entrevistas piloto. Para ello, se solicitó a los entrevistados que identificaran los cuatro impulsores más importantes y los responsables de tales cambios, en la sección B, pregunta B-2 del cuestionario. Las respuestas proporcionadas por los encuestados sobre los impulsores y responsables de cambio fueron tabuladas en una planilla Excel y se efectuó un análisis de frecuencia de las respuestas entregadas.

Muestreo y aplicación de la encuesta

Se realizó un muestreo no probabilístico por cuotas para el caso de los usuarios campesinos. Se consideró este muestreo, dado que se tenía información sobre la existencia de subgrupos con características propias diferenciadas entre las comunidades campesinas, según la investigación realizada en la zona por Haller (2014) y Haller (2017b). En el caso de los expertos de las instituciones, se realizó una muestra (Hernández, Fernández y Baptista, 2006) para recoger la perspectiva de los especialistas involucrados en el tema. La aplicación del cuestionario final se llevó a cabo entre los meses de setiembre y diciembre de 2016, mediante entrevista personal con los usuarios campesinos y expertos de las instituciones. Fue posible realizar un total de 242 encuestas. Se entrevistó a 214 usuarios de las distintas comunidades y a 28 expertos de las instituciones.

RESULTADOS

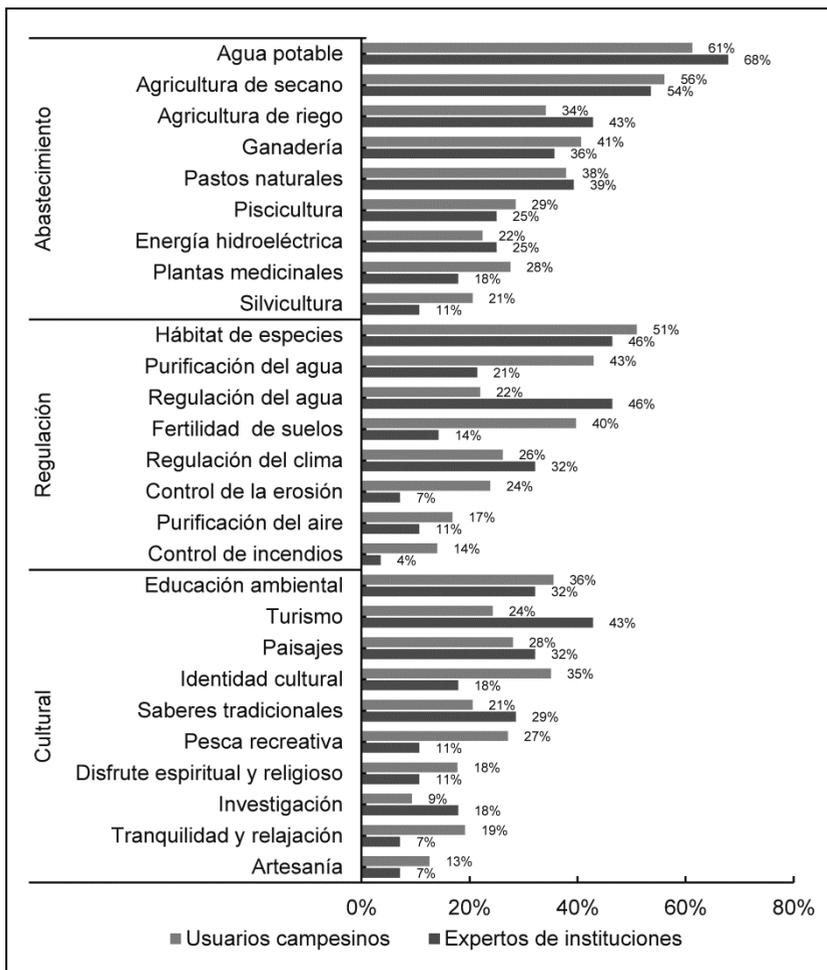
Servicios ecosistémicos hidrológicos identificados

Los actores identifican en mayor proporción los SEH de abastecimiento, seguidos por los SEH culturales y, finalmente, por los SEH de regulación. Llama la atención la mayor identificación de los SEH de agua potable y agricultura de secano (agricultura sin riego que utiliza únicamente el agua proveniente de la lluvia).

La figura 3 muestra los SEH identificados por los usuarios campesinos. Destacan los SEH de abastecimiento, sobresaliendo el agua potable, la agricultura de secano y la ganadería; seguidos por regulación, con predominio del hábitat de especies, la purificación del agua y la fertilidad de suelos. En menor cantidad se identifican los SEH culturales, entre los que destacan la educación ambiental, la identidad cultural y los paisajes.

La identificación de los SEH por los expertos de instituciones indica que consideran mayoritariamente los SEH de abastecimiento, resaltando el agua potable, la agricultura de secano y agricultura de riego; seguidos por los SEH de regulación, predominando, hábitat de especies, regulación del agua y regulación de clima. Por último, están los SEH culturales, donde destacan el turismo, el paisaje y la educación ambiental.

Figura 3. SEH identificados desde la perspectiva de usuarios campesinos y expertos de instituciones en la subcuenca del río Shullcas.



Importancia, vulnerabilidad y tendencia de los servicios ecosistémicos hidrológicos: diferencias en la percepción

La tabla 1 muestra el análisis diferencial entre los actores —usuarios campesinos y expertos de instituciones— y los SEH, mediante el ANOVA de las variables importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH obtenido de la aplicación de la escala Likert. El resultado muestra que, entre los usuarios campesinos y expertos de instituciones, no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), por lo tanto podemos determinar, de forma general, que la percepción de los usuarios campesinos y expertos de instituciones son muy similares al momento de valorar la importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH.

Sin embargo, al analizar la tabla 1, algunos datos muestran diferencias notables, principalmente en las variables vulnerabilidad y tendencia. Mientras que los usuarios consideran que los SEH agricultura de secano, silvicultura, plantas medicinales y educación ambiental son los más vulnerables, para los expertos de instituciones son agua potable, purificación del agua y paisajes. Además, los SEH que muestran mayor tendencia a disminuir para los usuarios son silvicultura, pastos naturales y hábitat de especies, y para los expertos de las instituciones, agricultura de riego, control de la erosión y fertilidad de suelos.

Del mismo modo, el análisis de varianza de los SEH, contrario al análisis anterior, muestra diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre la valoración de la importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH. Por lo tanto, se realizó la prueba de comparación múltiple con la prueba de Duncan, para determinar qué SEH muestran mayores diferencias. Las diferencias estadísticas significativas se expresan mediante letras minúsculas distintas en la misma columna (tabla 1). En este análisis, los SEH de abastecimiento (agricultura de secano, agricultura de riego y agua potable) son los más importantes, los más vulnerables y con tendencia a disminuir, mientras que los SEH de regulación (hábitat de especies, purificación del agua y regulación del agua) son considerados vulnerables y con tendencia a disminuir. Del mismo modo, los SEH culturales (educación ambiental, saberes tradicionales, tranquilidad y relajación y turismo) son los menos importantes, menos vulnerables y con tendencia a aumentar.

Por ejemplo, la media de nivel de importancia del SEH «Agricultura de riego» dado por los usuarios campesinos presenta diferencias estadísticas significativas frente a los SEH (de la misma columna) que contengan las letras «c» o «d». Los valores considerados relevantes o que se diferencian más del resto están en color gris.

Es notorio entre las columnas de los usuarios campesinos y los expertos de instituciones —gracias a los colores y letras— observar la variabilidad de los datos por la cantidad de personas encuestadas (214 usuarios campesinos y 28 expertos de instituciones), lo que ayuda a entender las diferencias en las distintas percepciones.

Tabla 1. Análisis diferencial de medias de nivel de importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH dados por los usuarios campesinos y los expertos de instituciones

Servicio ecosistémico hidrológico	Importancia		Vulnerabilidad		Tendencia	
	Usuarios campesinos	Expertos de instituciones	Usuarios campesinos	Expertos de instituciones	Usuarios campesinos	Expertos de instituciones
Agricultura de secano	3,39 ^a	3,47 ^a	2,91 ^a	3,47 ^a	1,43 ^a	1,13 ^a
Agricultura de riego	3,07 ^{ab}	3,00 ^{ab}	2,70 ^{ab}	3,58 ^{ab}	1,51 ^a	1,00 ^a
Agua potable	3,00 ^a	3,21 ^a	2,72 ^a	3,79 ^a	1,57 ^a	1,11 ^a
Silvicultura	2,84 ^{bc}	2,00 ^{bc}	2,80 ^{bc}	2,00 ^{bc}	1,39 ^b	2,33 ^b
Energía hidroeléctrica	2,65 ^{bc}	2,29 ^{bc}	2,52 ^b	2,71 ^b	1,54 ^{ab}	1,29 ^{ab}
Ganadería	2,62 ^b	2,60 ^b	2,52 ^{bc}	2,40 ^{bc}	1,57 ^b	1,80 ^b
Pastos naturales	2,20 ^c	2,45 ^c	2,81 ^b	3,18 ^b	1,42 ^a	1,27 ^a
Piscicultura	2,62 ^{bc}	2,29 ^{bc}	2,41 ^c	1,57 ^c	1,74 ^b	2,14 ^b
Plantas medicinales	2,56 ^c	2,00 ^c	2,92 ^{ab}	3,20 ^{ab}	1,36 ^a	1,00 ^a
Control de la erosión	2,53 ^{cd}	1,50 ^{cd}	2,41 ^b	3,00 ^b	1,57 ^a	1,00 ^a
Control de incendios	2,30 ^b	3,00 ^b	2,63 ^{cd}	1,00 ^{cd}	1,47 ^b	2,00 ^b
Hábitat de especies	2,39 ^b	2,85 ^b	3,05 ^a	3,77 ^a	1,33 ^a	1,00 ^a
Fertilidad de suelos	2,14 ^{bc}	2,7 ^{bc}	2,66 ^b	3,25 ^b	1,51 ^a	1,00 ^a
Purificación del agua	2,28 ^c	2,33 ^c	2,67 ^{ab}	3,50 ^{ab}	1,49 ^a	1,00 ^a
Purificación del aire	2,11 ^{cd}	2,00 ^{cd}	2,61 ^{bc}	2,33 ^{bc}	1,53 ^b	2,00 ^b
Regulación del agua	2,28 ^{bc}	2,62 ^{bc}	2,38 ^b	3,38 ^b	1,57 ^a	1,15 ^a
Regulación del clima	2,27 ^{bc}	2,67 ^{bc}	2,54 ^b	3,33 ^b	1,55 ^a	1,11 ^a
Artesanía	2,89 ^b	2,50 ^b	1,96 ^c	2,00 ^c	2,00 ^b	2,00 ^b
Disfrute espiritual y religioso	2,55 ^{cd}	2,00 ^{cd}	1,42 ^d	1,00 ^d	2,39 ^c	2,67 ^c
Educación ambiental	2,33 ^{cd}	1,67 ^{cd}	2,83 ^{bc}	2,22 ^{bc}	1,43 ^b	2,00 ^b
Identidad cultural	2,12 ^{cd}	1,80 ^{cd}	2,40 ^{bc}	2,20 ^{bc}	1,68 ^{ab}	1,60 ^{ab}
Investigación	2,05 ^{cd}	2,20 ^{cd}	2,65 ^c	1,20 ^c	1,60 ^{bc}	2,80 ^{bc}
Paisajes	2,28 ^c	2,33 ^c	2,28 ^b	2,89 ^b	1,65 ^{ab}	1,44 ^{ab}
Pesca recreativa	2,29 ^c	2,33 ^c	2,43 ^b	3,00 ^b	1,52 ^{ab}	1,33 ^{ab}
Saberes tradicionales	2,11 ^{cd}	1,88 ^{cd}	2,25 ^{bc}	2,63 ^{bc}	1,66 ^{ab}	1,38 ^{ab}
Tranquilidad y relajación	2,05 ^d	1,50 ^d	2,59 ^{cd}	1,00 ^{cd}	1,46 ^b	2,50 ^b
Turismo	2,12 ^{cd}	1,92 ^{cd}	1,90 ^d	1,42 ^d	2,06 ^c	2,42 ^c

Letras minúsculas distintas («a», «b», «c», «d») en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre SEH ($p < 0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

RELACIÓN ENTRE DE LA PERCEPCIÓN DE LA IMPORTANCIA, VULNERABILIDAD Y TENDENCIA DE LOS SEH

En la figura 4 se analiza la relación de la importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH según la percepción de los dos grupos de actores a través del ACP. Los resultados de la prueba de esfericidad de Bartlett muestran una correlación significativa ($p < 0,05$) entre las variables analizadas. El primer componente del ACP explica un 45,5% de la varianza, tomando la carga de las variables vulnerabilidad y tendencia, asociada a los SEH de regulación y culturales, mientras que el segundo componente explica el 22,0% de la varianza, toma la carga de la variable importancia y se asocia a los SEH de abastecimiento.

En la figura 4 se aprecia un mapa de ACP con la distribución y asociación de los SEH con las variables importancia, vulnerabilidad y tendencia. El mapa está dividido en cuatro cuadrantes y se presta para la interpretación siguiendo un sentido horario. En el primer cuadrante se ubican los SEH más importantes y más vulnerables, entre ellos los SEH agricultura de secano, agua potable, agricultura de riego y ganadería, que presentan tendencia a disminuir (flecha bidireccional inferior del mapa). En el segundo cuadrante se encuentran los SEH considerados menos importantes y más vulnerables, entre los que destacan hábitat de especies, purificación del agua, pastos naturales y fertilidad de los suelos, que también muestran una tendencia a disminuir. En el tercer cuadrante están los SEH menos importantes y los menos vulnerables, como los SEH de tranquilidad y relajación, control de incendios y control de la erosión, que revelan una tendencia a aumentar. Por último, en el cuarto cuadrante se encuentran los SEH catalogados como más importantes y menos vulnerables. Entre ellos destaca el disfrute espiritual y religioso, el turismo, la artesanía y la investigación, que también muestran una tendencia a aumentar.

Factores y responsables del cambio

La figura 5 señala los principales factores de cambio de los SEH identificados por los dos grupos de actores entrevistados, que muestran diferencias en las percepciones. Estos factores, que reflejan los dos grupos del cambio global mencionados al inicio, alteran el flujo de agua y los ecosistemas en toda la subcuenca. Los usuarios campesinos consideran la contaminación del río Shullcas como principal factor de cambio. Por su parte, los expertos de las instituciones identifican al cambio climático como uno de los factores que más afectan al recurso hídrico.

Figura 4. ACP, según la percepción de importancia, vulnerabilidad y tendencia de los SEH de la subcuenca del río Shullcas.

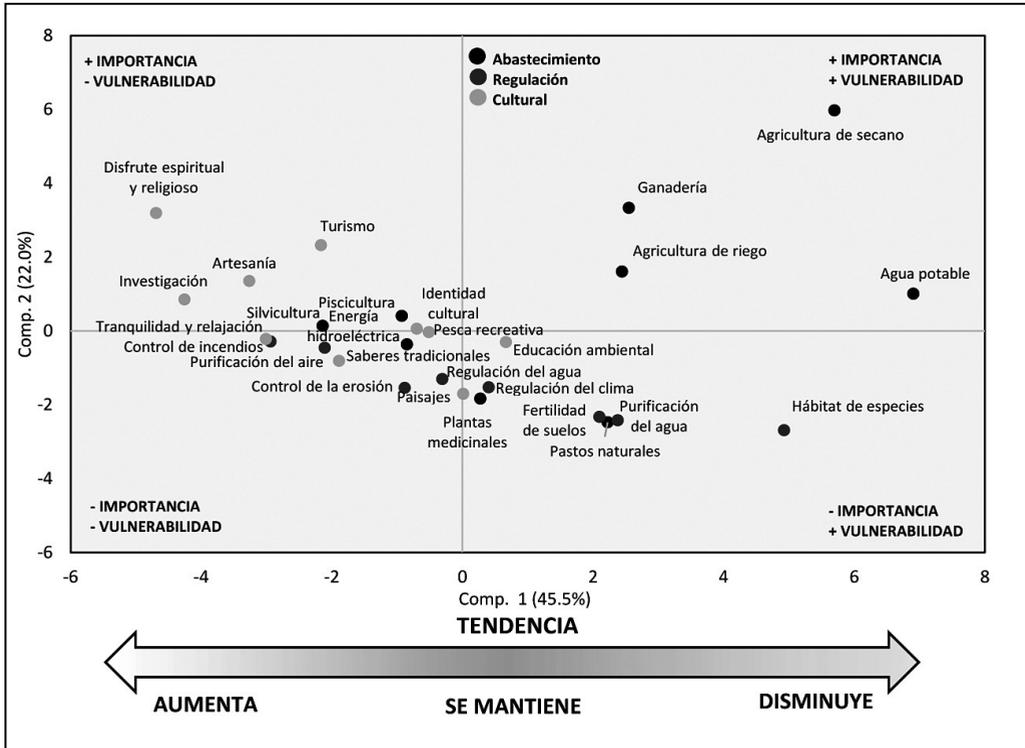
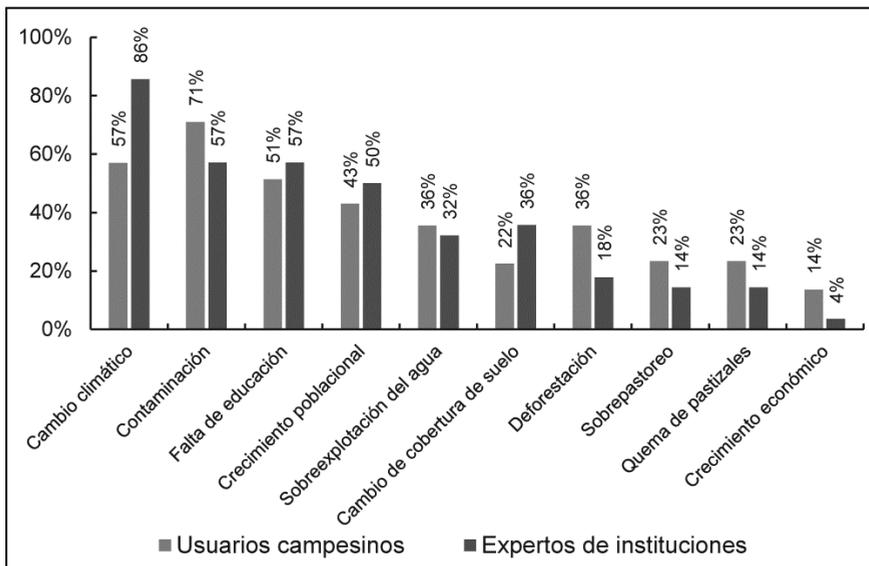


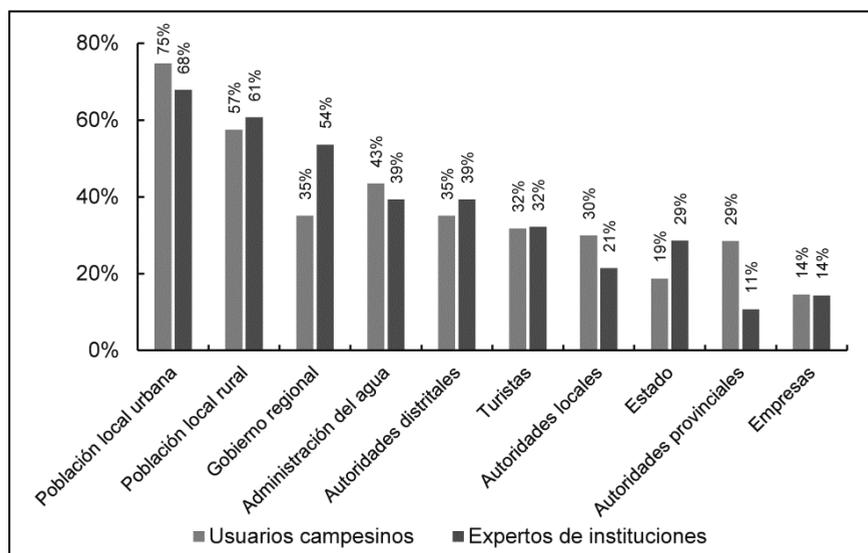
Figura 5. Principales factores de cambio de los SEH.



Del mismo modo, la falta de educación de las personas que transitan en el lugar es uno de los aspectos relacionados con los factores de cambio de mucha consideración, tanto por los usuarios campesinos como por los expertos de las instituciones. Otro factor de cambio que llama la atención —y, además, guarda mucha similitud entre las opiniones de los actores— es el crecimiento poblacional, principalmente producto de la migración a la ciudad, que, a su vez, debe ser visto como un factor que influye sobre el cambio de la cobertura y uso del suelo (deforestación, sobrepastoreo, quema de pastizales).

La figura 6 detalla a los responsables de los cambios de los SEH observados por los actores entrevistados. Como puede verse, hay gran variedad entre las percepciones. Los usuarios campesinos identifican en mayor proporción a la población local urbana y rural; de esta forma, se autorreconocen como responsables de cambio en la subcuenca. Por su parte, los expertos consideran en mayor proporción a la población local urbana y rural como los principales responsables de cambio. En cuanto al gobierno regional, es interesante ver que la mayoría de los expertos de instituciones ve una gran responsabilidad en la institución, mientras que entre los usuarios campesinos es la minoría.

Figura 6. Principales responsables de los cambios de los SEH.



DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos, en general, no hay diferencias estadísticas significativas entre las percepciones de los actores en la identificación de los SEH. Lo obtenido es distinto de lo hallado por Castro et al. (2011), Martín-López et al. (2012),

Iniesta-Arandia et al. (2014), Vásquez (2015) y Castro, Vaughn, Julian y García Llorente (2016), quienes concuerdan en que las percepciones de los actores difieren según el nivel educativo².

Estos resultados podrían explicarse debido a que, al momento de la aplicación del cuestionario, había muchos términos de los SEH que eran de mayor uso cotidiano para los encuestados y, por lo tanto, estaban más familiarizados con ellos, como por ejemplo *agricultura, ganadería, turismo, agua potable*, etc. Además, es notable la percepción sobre el agua, tanto de los usuarios campesinos como de los expertos de las instituciones, que la entienden como ente independiente del socioecosistema, así como la falta de una visión integral que establezca una relación entre las actividades realizadas y los procesos vitales de la subcuenca para la supervivencia. Lo hallado apoya lo que Martínez (2007) manifiesta: a pesar de que los expertos de las instituciones tienen un papel distinto en la gestión del agua, hay que considerar que también forman parte de los usuarios y el socioecosistema, motivo por el cual los criterios son muy similares y contribuyen a determinar que las percepciones de los actores en este lugar presenten similitudes, a pesar de las diferencias en el nivel educativo.

Asimismo, las respuestas pueden verse influidas por el Plan de Gestión Integrada de Recurso Hídrico de la Subcuenca del Río Shullcas - PGIRH a través de proyectos de uso y conservación hídrica, así como por la influencia de la reducción del abastecimiento del agua y el derretimiento del nevado Huaytapallana, difundidos en medios de comunicación y en los estudios realizados por Arroyo Aliaga, Gurmendi Párraga y Machuca Manrique (2015), López-Moreno et al. (2014) y Bulege Gutiérrez y Zárate Malpica (2011).

Este estudio muestra la falta de la integración del socioecosistema por los actores entrevistados, al revelar que muchos SEH son poco tomados en cuenta. Además, refleja el enfoque reducido del PGIRH hacia los SEH de abastecimiento centrado en el agua potable, la agricultura de secano y la agricultura de riego, relacionado con las principales actividades de la subcuenca, dejando en evidencia la falta de mayor integración de los SEH de regulación, así como de los SEH culturales.

Los entrevistados coinciden en que los SEH más importantes son los de abastecimiento de agua potable, agricultura de secano y agricultura de riego, concordando con lo obtenido por Castro et al. (2011), Iniesta-Arandia et al. (2014), Gandarillas, Jiang e Irvine (2016) y Chaikaew, Hodges y Grundwald (2017), quienes manifiestan que esto se debe a la gran dependencia para la supervivencia de la población, lo que influye, además, en los valores de otros SEH.

² Se esperaría que hubiera diferencias entre los expertos «urbanos» y los campesinos «rurales». En el área urbana del distrito de Huancayo, la mayoría tiene estudios de secundaria completos (67,48%). La mayoría en el área rural del distrito de Huancayo no tiene estudios de secundaria completos (62,26%) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007).

Los SEH vulnerables para los usuarios campesinos son hábitat de especies y pastos naturales, mientras que para las instituciones son el agua potable y la regulación del agua y pastos naturales, coincidente con el estudio realizado por Iniesta-Arandia et al. (2014) y Quintas-Soriano, Castro, Castro y García Llorente (2016). Esto puede deberse a la pérdida de flora y fauna y pastos naturales, que incide en la regulación del agua mediante la poca infiltración en la cabecera de cuenca (Bulege Gutiérrez y Zárate Malpica, 2011; Carlos Gómez, Munive Cerrón, Mallma Capcha y Orihuela Villavicencio, 2014; Yahdjian, Sala y Havstad, 2015).

Según la percepción de los actores, los SEH de abastecimiento —agua potable y agricultura de secano y riego—, y los SEH de regulación —hábitat de especies— muestran tendencia a disminuir, resultado similar a lo encontrado por Castro et al. (2016). Esta tendencia se debe a la poca disponibilidad de agua en épocas secas, por ende, se prioriza el abastecimiento de agua para el consumo, con un abastecimiento mínimo a la agricultura. La percepción que los SEH de abastecimiento están disminuyendo puede deberse a que varios ellos guardan una relación con otros SEH de las otras categorías, especialmente con los de regulación del clima y el agua, la fertilidad de suelos y el abastecimiento de agua y agricultura, según explica García-Llorente, Martín-López, Nunes, Castro y Montes (2012). La percepción de reducción del hábitat de especies puede deberse a la poca observación de fauna y flora silvestre en la subcuenca; además, con el cambio climático, están sucediendo cambios en la flora del ecosistema, principalmente en las cabeceras de cuenca (Carlos Gómez et al., 2014; Murtinho, Tague, De Bievre, Eakin y López-Carr, 2013), similar a lo encontrado en los estudios realizados por Casado-Arzuaga, Madariaga y Onaindia (2013) y Martín-López et al. (2012).

Los SEH culturales con tendencia a aumentar —turismo y disfrute espiritual y religioso— se deben al incremento considerable en los últimos años de rituales como el pago a la tierra (*pagapu*), realizado por personas del lugar y de otras regiones del Perú. El turismo es realizado mayormente por personas del ámbito urbano, con el fin de recrearse, disfrutar del paisaje, y conocer las costumbres y mitología en torno al nevado Huaytapallana. Estos y varios factores mencionados han construido la respuesta sociocultural de los actores, que ayudan a explicar la valoración de los SEH de la subcuenca del río Shullcas.

De acuerdo con las relaciones tradicionales entre la cultura rural y la naturaleza en los Andes centrales (véase por ejemplo Gade, 1999), se esperaría que los SEH culturales tuvieran mayor relevancia y fueran en gran medida valorados e identificados; sin embargo, la percepción es distinta. Esto puede explicarse por el constante contacto, el intercambio, e incluso la fusión entre lo rural y urbano, debido a los efectos de la mercantilización de recursos del sistema de gobierno neoliberal implantado y la globalización (véase Haller, 2014), que contribuyen al cambio de las costumbres, cosmovisión e identidad cultural tradicionales de estas comunidades.

Los SEH mayormente identificados y valorados, como agua potable, agricultura de secano y riego, deben ser prioridad en la gestión de la subcuenca del río Shullcas, pero sin dejar de lado los SEH vulnerables, como hábitat de especies, pastos naturales y purificación del agua. Estos deben considerarse como servicios claves y el punto de partida para la gestión del recurso hídrico en la subcuenca, tal y como recomienda Condesan (2015) tras la evaluación de SEH de la subcuenca del río Shullcas mediante información secundaria, e Iniesta-Arandia et al. (2014) tras la experiencia realizada en dos cuencas hidrográficas.

Los factores de cambio reconocidos por los entrevistados son principalmente el cambio climático, la contaminación, la falta de educación y el crecimiento poblacional, similar a lo hallado por Iniesta-Arandia et al. (2014), quienes identifican la contaminación y el crecimiento poblacional como factores que aquejan a las personas con dependencia directa de los SE de agricultura y agua dulce. Los entrevistados observan cambios en el clima, debido a las variaciones violentas y repentinas de temperatura durante el día y la noche, la falta de lluvias, los veranillos prolongados en meses considerados lluviosos, que en consecuencia acentúan el derretimiento del nevado Huaytapallana (véanse Arroyo Aliaga et al., 2015; López-Moreno et al., 2014).

Según los entrevistados, los responsables de los factores de cambio son principalmente la población local urbana y rural, el gobierno regional y la administración del agua (Sedam Huancayo), resultado similar al encontrado por Vásquez (2015) en un estudio de evaluación de SE en el Parque Nacional de Cutervo, en Perú. Esto puede atribuirse a la contaminación del nevado Huaytapallana y el río Shullcas, realizada principalmente por la población urbana y rural, debido al aumento poblacional urbano, el crecimiento económico y la sobreexplotación del agua por la empresa administradora de agua que provee a la ciudad metropolitana de Huancayo y distritos. Estas consecuencias podrían atribuirse a la falta de planificación del área urbana y zonificación adecuada, donde tienen gran injerencia las autoridades del gobierno regional y la empresa que administra el agua. Todo esto repercute sobre las comunidades a través de la migración constante —principalmente de la población juvenil—, los altos niveles de pobreza, la disminución de las actividades productivas como la agricultura y ganadería, y una percepción de desinterés y falta de apoyo de las autoridades (Milan y Ho, 2014). Esto deja en evidencia la falta de acuerdos para el cuidado y la gestión del agua entre las comunidades, la empresa administradora (Sedam Huancayo) y el gobierno regional.

El problema en las comunidades es la falta de agua para riego proveniente del río Shullcas en época de sequía, mientras que en el ámbito urbano hay escasez por el poco tiempo de abastecimiento de agua potable (ocho horas al día; observación de los autores). Según las investigaciones realizadas por Carlos Gómez y Grijalva Santos (2012) y Carlos Gómez et al. (2014), si no se realizan acciones frente a las problemáticas de crecimiento poblacional, reducción y contaminación del agua, la probabilidad de que haya escasez en el futuro es muy alta.

CONCLUSIÓN

El presente estudio de caso indica que las percepciones de los usuarios campesinos y expertos de instituciones sobre los beneficios obtenidos por la existencia del agua en la subcuenca del río Shullcas son relativamente similares, lo que apoya la observación de Goluchowska (2002), quien atesta nexos muy fuertes entre «la ciudad» y «el campo» en ciudades intermedias andinas del Perú. Según los resultados obtenidos, es importante diferenciar entre los servicios ecosistémicos de abastecimiento, de regulación y culturales, porque en opinión de los encuestados, los SEH tienen diferentes grados de importancia y vulnerabilidad. Además, difieren en cuanto a las tendencias de disponibilidad que perciben los usuarios campesinos y expertos de instituciones.

Es importante notar que el cambio climático es visto como un factor de impacto muy grande. Sin embargo, la percepción de los impactos de la urbanización también es evidente. Según menciona Haller (2014), el crecimiento poblacional en la subcuenca o los cambios de cobertura de suelo (por ejemplo, la urbanización física o expansión de áreas urbanas) en la parte baja, pueden causar cambios de uso de suelo en las partes medias y altas (por ejemplo, sobrepastoreo, quema de pastizales). Ello, junto con los cambios de percepción influidos por la introducción de nuevas cosmovisiones urbanas globalizadas, puede impactar en los servicios ecosistémicos.

La separación mental entre el valle y las partes altas debe ser superada —excepto por razones heurísticas— y substituida por un enfoque sistémico que incluya todas las zonas altitudinales (Zimmerer y Bell, 2015). Además, una visión más holística —o sintético-integrativa— de investigación y planificación es indispensable para fomentar el desarrollo sostenible entre el nevado Huaytapallana y la ciudad de Huancaayo. Para tal fin, la perspectiva de cuenca puede ser una alternativa conveniente y práctica (Sabogal, 2009). Este enfoque no solo requiere la colaboración interdisciplinaria, sino también la inclusión de los habitantes locales —urbanos y rurales— de la subcuenca. Con ese propósito, en las próximas investigaciones en el área de estudio se debería analizar la percepción de la población urbana no experta hacia los servicios ecosistémicos.

Se recomienda, para proyectos de investigación o planificación posteriores, el uso de otros medios de participación —como talleres participativos para usuarios campesinos—, por la evidencia de buenos resultados en estudios similares (Dourojeanni et al., 2016; Fürst, Opdam, Inostroza y Luque, 2014; Geneletti, La Rosa, Spyra y Cortinovi, 2017; Vásquez, 2015). Por consiguiente, los resultados de investigaciones participativas podrían apoyar los modelos y sistemas de soporte a decisiones para la planificación ambiental en la zona de estudio (véase Magallanes Reyes, 2015). De este modo, se podría hacer esfuerzos conjuntos hacia una gestión integrada de los recursos hídricos (*sensu* Bernex, Warner, Flores Zea y Oblitas, 2004) en el Perú.

Agradecimientos

Deyvis Cano agradece al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo del Ministerio de Educación del Perú por el otorgamiento de la Beca Presidente de la República para estudios de posgrado. Andreas Haller agradece al Fondo Austriaco para la Ciencia - FWF [P24692], al Fondo Tirolés para la Ciencia - TWF y a la Universidad de Innsbruck, Austria. Los autores agradecen a los editores y los revisores anónimos que ofrecieron comentarios constructivos y ayudaron a mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Arroyo Aliaga, J., N. Schulz y P. Gurmendi Párraga (2012). Impactos de las actividades antrópicas en el nevado Huaytapallana. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 2(1), 3-14. <https://doi.org/10.18259/acs.2012002>
- Arroyo Aliaga, J., P. Gurmendi Párraga y E. Machuca Manrique (2015). Efectos de las anomalías climáticas en la cobertura de nieve de los glaciares centrales del Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 5(1), 146-156. <https://doi.org/10.18259/acs.2015022>
- Bailey, R. G. (2009). *Ecosystem geography. From ecoregions to sites*. Nueva York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-89516-1>
- Bebbington, A. (2001). Globalized Andes? Livelihoods, landscapes and development. *Ecumene*, 8(4), 414-436. <https://doi.org/10.1177/096746080100800403>
- Bernex, N., R. Warner, L. Flores Zea y L. Oblitas (2004). *Hacia una gestión integrada de los recursos hídricos en el Perú*. Lima: ROEL.
- Bernex, N. y K. Yakabi (2017). Aporte de la percepción al diseño del Instituto Científico del Agua-ICA. *Summa Humanitatis*, 9(1), 1-38.
- Boelens, R., J. Hoogsteger y J. C. Rodríguez de Francisco (2014). Commoditizing water territories: the clash between Andean water rights cultures and payment for environmental services policies. *Capitalism Nature Socialism*, 25(3), 84-102. <https://doi.org/10.1080/10455752.2013.876867>
- Borsdorf, A. y C. Stadel (2015). *The Andes. A geographical portrait*. Berlín: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03530-7>
- Brauman, K. A. (2015). Hydrologic ecosystem services: linking ecohydrologic processes to human well-being in water research and watershed management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2(4), 345-358. <https://doi.org/10.1002/wat2.1081>
- Bulege Gutiérrez, W. y A. H. Zárate Malpica (2011). Efectos de los patrones culturales en la degradación de los ecosistemas del nevado Huaytapallana. *Naturale*, 1, 16-19.
- Buytaert, W. y B. De Bièvre (2012). Water for cities: the impact of climate change and demographic growth in the tropical Andes. *Water Resources Research*, 48(8), 1-13. <https://doi.org/10.1029/2011WR011755>

- Carlos Gómez, G. y R. Grijalva Santos (2012). Riesgos de escasez de agua en la ciudad de Huancayo al año 2030. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 2(1), 15-26. <https://doi.org/10.18259/acs.2012003>
- Carlos Gómez, G., R. Munive Cerrón, T. Mallma Capcha y C. Orihuela Villavicencio (2014). Evaluación de la tasa de infiltración en tierras agrícolas, forestales y de pastoreo en la subcuenca del río Shullcas. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 4(1), 32-43. <https://doi.org/10.18259/acs.2014004>
- Casado-Arzuaga, I., I. Madariaga y M. Onaindia (2013). Perception, demand and user contribution to ecosystem services in the Bilbao Metropolitan Greenbelt. *Journal of Environmental Management*, 129, 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.059>
- Castro, A., B. Martín-López, M. García-Llorente, P. Aguilera, E. López y J. Cabello (2011). Social preferences regarding the delivery of ecosystem services in a semiarid Mediterranean region. *Journal of Arid Environments*, 75(11), 1201-1208. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.05.013>
- Castro, A., C. Vaughn, J. Julian y M. García-Llorente (2016). Social demand for ecosystem services and implications for watershed management. *Journal of the American Water Resources Association*, 52(1), 209-221. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12379>
- Chaikaew, P., A. Hodges y S. Grunwald (2017). Estimating the value of ecosystem services in a mixed-use watershed: a choice experiment approach. *Ecosystem Services*, 23, 228-237. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.015>
- Condesan (2015). *Caracterización y análisis de la cuenca del río Shullcas (Huaytapallana) y de la cuenca alta del río Cachi, como fuentes de agua y de servicios ecosistémicos hidrológicos para las empresas de agua potable locales*. Lima: SUNASS.
- Córdova Aguilar, H. (2000). El sistema urbano del Perú a partir de 1940. *Espacio y Desarrollo*, 12, 217-239.
- Córdova Aguilar, H. (2002). *Naturaleza y sociedad: una introducción a la geografía*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Dollfus, O. (1991). *Territorios andinos: reto y memoria*. Lima: Institut Français d'Études Andines. <https://doi.org/10.4000/books.ifea.1836>
- Dourojeanni, P., E. Fernández-Baca, S. Giada, J. Leslie, K. Podvin y F. Zapata (2016). Vulnerability assessments for ecosystem-based adaptation: lessons from the Nor Yauyos Cochas Landscape Reserve in Peru. En N. Salzmann, C. Huggel, S. U. Nussbaumer y G. Ziervogel (eds.), *Climate change adaptation strategies - an upstream-downstream perspective* (pp. 141-160). Berlín: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40773-9>
- Drenkhan, F. (2016). En la sombra del cambio global: hacia una gestión integrada y adaptativa de recursos hídricos en los Andes del Perú. *Espacio y Desarrollo*, 28, 25-51. <https://doi.org/10.18800/espaciodesarrollo.201601.002>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005). *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de síntesis*. Washington, DC: World Resources Institute.

- Fürst, C., P. Opdam, L. Inostroza y S. Luque (2014). Evaluating the role of ecosystem services in participatory land use planning: proposing a balanced score card. *Landscape Ecology*, 29(8), 1435-1446. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0052-9>
- Gade, D. W. (1999). *Nature and culture in the Andes*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Gandarillas, V., Y. Jiang y K. Irvine (2016). Assessing the services of high mountain wetlands in tropical Andes: a case study of Caripe wetlands at Bolivian Altiplano. *Ecosystem Services*, 19, 51-64. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.04.006>
- García-Llorente, M., B. Martín-López, P. Nunes, A. Castro y C. Montes (2012). A choice experiment study for land-use scenarios in semi-arid watershed environments. *Journal of Arid Environments*, 87, 219-230. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.07.015>
- Geneletti, D., D. La Rosa, M. Spyra y C. Cortinovis (2017). A review of approaches and challenges for sustainable planning in urban peripheries. *Landscape and Urban Planning*, 165, 231-243. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.01.013>
- Goluchowska, K. (2002). La complejidad de la ciudad intermedia andina en el Perú hacia un modelo ambiental. *Revista Geográfica*, 132, 5-13. <http://www.jstor.org/stable/40993154>
- Grêt-Regamey, A., S. H. Brunner y F. Kienast (2010). Mountain ecosystem services: who cares? *Mountain Research and Development*, 32(S1), S23-S34. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00115.S1>
- Grover, V. I., A. Borsdorf, J. Breuste, P. C. Tiwari y F. Witkowski-Frangetto (eds.) (2015). *Impact of global changes on mountains: responses and adaptation*. Boca Raton: CRC Press.
- Haller, A. (2012). Vivid valleys, pallid peaks? Hypsometric variations and rural-urban land change in the Central Peruvian Andes. *Applied Geography*, 35(1-2), 439-447. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.09.009>
- Haller, A. (2014). The «sowing of concrete»: peri-urban smallholder perceptions of rural-urban land change in the Central Peruvian Andes. *Land Use Policy*, 38, 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.010>
- Haller, A. (2017a). Los impactos del crecimiento urbano en los campesinos andinos. Un estudio de percepción en la zona rural-urbana de Huancayo, Perú. *Espacio y Desarrollo*, 29, 37-56. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.002>
- Haller, A. (2017b). Urbanites, smallholders, and the quest for empathy: prospects for collaborative planning in the periurban Shullcas Valley, Peru. *Landscape and Urban Planning*, 165, 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.015>
- Haller, A. y A. Borsdorf (2013). Huancayo Metropolitano. *Cities*, 31, 535-5626. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.04.004>
- Haller, A. y F. Einsiedler (2015). Development of a participatory method for capturing preferences of Andean smallholders regarding urbanization. *Mountain Research and Development*, 35(1), 16-26. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-00052.110.1016/j.cities.2012.04.004>

- Harvey, D. (1989). *The condition of postmodernity: an enquiry into the origins of cultural change*. Cambridge: Blackwell.
- Hernández, R., C. Fernández y P. Baptista (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hofstede, R. (2010). Prólogo: agua en los Andes. En M. Quintero (ed.), *Servicios ambientales hidrológicos en la región andina* (pp. 13-18). Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (ed.) (2007). *Censos Nacionales 2007. XI de Población y VI de Vivienda*. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (ed.) (2009). *Perú. Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000-2015*. Lima: INEI.
- Iniesta-Arandia, I., M. García-Llorente, P. Aguilera, C. Montes y B. Martín-López (2014). Socio-cultural valuation of ecosystem services: uncovering the links between values, drivers of change, and human well-being. *Ecological Economics*, 108, 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.09.028>
- Llerena Pinto, C. A. y S. R. Yalle Paredes. (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema*, 27, 62-75.
- López-Moreno, J., S. Fontaneda, J. Bazo, J. Revuelto, C. Azorin-Molina, B. Valero-Garcés y J. Alejo-Cochachín (2014). Recent glacier retreat and climate trends in Cordillera Huaytapallana, Peru. *Global and Planetary Change*, 112, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.10.010>
- Magallanes Reyes, J. M. (2015). *Climate change and the potential for conflict and extreme migration in the Andes: a computational approach for interdisciplinary modeling and anticipatory policy-making*. Tesis doctoral. Washington: George Mason University.
- Martínez, A. G. (2007). Análisis de la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y propuestas de adaptación en la ciudad de Huancayo, Junín: el recurso agua y el género. En A. Diez Hurtado (ed.), *Género y gestión de recursos naturales: resúmenes de investigaciones, experiencias y lecciones aprendidas* (pp. 87-124). Lima: Fondo Editorial SEPIA.
- Martín-López, B., I. Iniesta-Arandia, M. García-Llorente, I. Palomo, C. Montes, M. Onaindia y C. López-Santiago (2012). Uncovering ecosystem service bundles through social preferences. *PLoS ONE*, 7(6), e38970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038970>
- Milan, A. y R. Ho (2014). Livelihood and migration patterns at different altitudes in the Central Highlands of Peru. *Climate and Development*, 6(1), 69-76. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.826127>
- Murtinho, F., C. Tague, B. De Bievre, H. Eakin y D. López-Carr (2013). Water scarcity in the Andes: a comparison of local perceptions and observed climate, land use and socioeconomic changes. *Human Ecology*, 41(5), 667-681. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9590-z>

- Oteros-Rozas, E., B. Martín-López, J. A. González, T. Plieninger, C. A. López y C. Montes (2014). Socio-cultural valuation of ecosystem services in a transhumance social-ecological network. *Regional Environmental Change*, 14(4), 1269-1289. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0571-y>
- PRAA (2012). *Plan de gestión integrado de recursos hídricos de la subcuenca del río Shullcas. Proyecto Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales - PRAA*. Lima: Senamhi.
- Pulgar Vidal, J. (1996). *Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales*. Lima: Peisa.
- Quintas-Soriano, C., A. J. Castro, H. Castro y M. García-Llorente (2016). Land use policy impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands. *Land Use Policy*, 54, 534-548. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.011>
- Quintero, M. (ed.) (2010). *Servicios ambientales hidrológicos en la región andina*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Sabogal, A. (2009). Distribución del agua en el Perú desde una perspectiva de cuenca. *Debates en Sociología*, 34, 9-20.
- Sarmiento, F. O. (2008). Andes mountains and human dimensions of global change: an overview. *Pirineos*, 163, 7-13. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2008.v163.18>
- Seppelt, R., C. F. Dormann, F. V. Eppink, S. Lautenbach y S. Schmidt (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 630-336. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01952.x>
- Silva, Y., K. Takahashi y R. Chávez (2008). Dry and wet rainy seasons in the Mantaro river basin (Central Peruvian Andes). *Advances in Geosciences*, 14, 261-264. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-261-2008>
- Stadel, C. (2008). Vulnerability, resilience, and adaptation: rural development in the tropical Andes. *Pirineos*, 163, 15-36. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2008.v163.19>
- Tansley, A. G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284-307. <https://doi.org/10.2307/1930070>
- Vásquez, Y. (2015). *Evaluación sociocultural de servicios ecosistémicos del Parque Nacional de Cutervo, Región Cajamarca - Perú*. Tesis de magíster. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Vuille, M., B. Francou, P. Wagnon, I. Juen, G. Kaser, B. G. Mark, y R. S. Bradley (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth-Science Reviews*, 89(3-4), 79-96. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.04.002>
- Yahdjian, L., O. Sala y K. Havstad (2015). Rangeland ecosystem services: shifting focus from supply to reconciling supply and demand. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(1), 44-51. <https://doi.org/10.1890/140156>

- Young, K. R. (2014). Ecology of land cover change in glaciated tropical mountains. *Revista Peruana de Biología*, 21(3), 259-270. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10900>
- Zimmerer, K. S. y M. G. Bell (2015). Time for change: The legacy of a Euro-Andean model of landscape versus the need for landscape connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 139, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.002>