



# Valoración económica de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico de la cuenca del río Cachi, Ayacucho, Perú

## Economic valuation of the ecosystem services of the water resource of the Cachi river basin, Ayacucho, Perú

Manuel Ccasani Sierra<sup>1</sup>; Jorge Gonzales Castillo<sup>1</sup>; Carlos Orihuela Romero<sup>1</sup>; Pelayo Hilario Valenzuela<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Economía y Planificación, Universidad Agraria La Molina, Av. La Molina s/n Lima, Perú.

\*Autor corresponsal: [20161591@lamolina.edu.pe](mailto:20161591@lamolina.edu.pe) (M. Ccasani Sierra).

ID ORCID de los autores

M. Ccasani Sierra:  <http://orcid.org/0000-0001-9635-4249>

J. Gonzales Castillo:  <http://orcid.org/0000-0001-7632-8457>

C. Orihuela Romero:  <http://orcid.org/0000-0002-5787-0950>

P. Hilario Valenzuela  <http://orcid.org/0000-0002-3890-8570>

### RESUMEN

Conocer el valor económico a los servicios ecosistémicos permite identificar la importancia de los ecosistemas y sus servicios, con lo cual se esperarían mejores decisiones que repercutan sobre el bienestar social. El objetivo del estudio fue estimar el valor económico de los servicios ecosistémicos (SE) hídricos, provenientes de la cuenca Cachi. La novedad del estudio radica en la aplicación de un estudio completo del Método de Valoración Contingente (MVC), se estimaron la Disposición a Pagar (DAP) y la Disposición a Aceptar (DAA). Según encuestas realizadas el 90,6% de los productores de la cuenca Cachi están DAP, el 9,4% no están DAP por motivos económicos. Por otro lado, el 92% de los pobladores de las zonas altoandinas están DAA, sólo el 8% no aceptan un incentivo económico, por desacuerdos con el Gobierno Regional de Ayacucho. Los resultados econométricos del modelo logit, mostraron los productores están DAP, como máximo S/ 74,87/ha/campaña (19,50 USD), por la conservación de los SE hídricos para fines agropecuarios. Mientras los pobladores de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi están DAA, la mínima cantidad de S/162,05 ha/bofedal/mensual (42,21 USD), a cambio de conservar los humedales y pastizales de las cabeceras cuenca Cachi. Se concluye, los productores están DAP por obtener continuidad y calidad de la provisión de agua para uso agropecuario, y están DAA por la conservación y recuperación de las fuentes naturales de agua. Poner en práctica estos resultados contribuiría a la sostenibilidad de la oferta hídrica de las zonas altoandinas, garantizando la provisión del recurso hídrico a las generaciones actuales y futuras en épocas de estiaje.

**Palabras clave:** Servicios ecosistémicos; valoración contingente; mercado hipotético; disposición a pagar; disposición a aceptar.

### ABSTRACT

Knowing economic value of ecosystem services makes it possible to identify the importance of ecosystems and their services, with which better decisions that have an impact on social well-being are expected. The objective of the study was to estimate the economic value of water ecosystem services (ES), from the Cachi basin. The novelty of the study lies in the application of a complete study of the Contingent Valuation Method (CVM), the Willingness to Pay (WTP) and the Willingness to Accept (WTA) were estimated. According to surveys carried out, 90.6% of the producers in the Cachi basin are WTP, 9.4% are not WTP for economic reasons. On the other hand, 92% of the inhabitants of the high Andean areas are WTA, only 8% do not accept an economic incentive, due to disagreements with the Regional Government of Ayacucho. The econometric results of the logit model showed that the producers are WTP, at most S/ 74.87/ha/campaign (19.50 USD), for the conservation of the hydrological ES for agricultural purposes. While the inhabitants of the highland areas of the Cachi basin are WTA, the minimum amount of S/162.05 ha/bofedal/monthly (42.21 USD), in exchange for conserving the wetlands and pastures of the Cachi basin headwaters. It is concluded, the producers are WTP for obtaining continuity and quality of the supply of water for agricultural use, and they are WTA for the conservation and recovery of natural water sources. Putting these results into practice would contribute to the sustainability of the water supply in the high Andean areas, guaranteeing the provision of water resources to current and future generations in times of drought.

**Keywords:** Ecosystem services; valuation contingent; hypothetical market; willingness to pay; willingness to accept.

Recibido: 27-02-2023.

Aceptado: 04-09-2023



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural que ha cobrado especial importancia económica en las últimas décadas debido a la escasez en el planeta. Gran porcentaje de la población mundial no cuenta con este elemento natural escaso renovable (MINAGRI, 2013). El recurso hídrico a nivel mundial en promedio se destina más del 70% para uso agrícola. El 75% de los 1 200 millones de personas pobres del mundo dependen de la agricultura como fuente principal de ingresos. La demanda de agua en el sector agrícola se ha transformado en un factor clave para el crecimiento de la producción (Díaz & Hepburn (2016); Sapino et al., 2022).

Según Zhang (2023) la demanda mundial de recursos hídricos crece a 1% anual, impulsada por el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y los cambios en los patrones de consumo. Sin embargo, el continuo crecimiento de la agricultura y otras industrias hacen un uso intensivo del agua, provocando el agotamiento de los recursos de agua dulce (Jägermeyr et al., 2017). Gokul et al. (2023) señalaron en los países en desarrollo la escasez de agua para la agricultura está cada vez más relacionada con la variabilidad climática, lo cual constituye una limitación importante para mejorar la productividad de los cultivos.

El Perú dispone de un volumen de 1 768,172 MMC de recurso hídrico promedio anual, ubicándose entre los 20 países más ricos del mundo con una dotación aproximada de 62,65 hm<sup>3</sup>/habitante/año. En el Perú el 80% del agua es utilizada para fines agropecuarias, el 12% para el consumo de la población, el 8% para la actividad industrial y el 2% para la minería (Bernex et al., 2017).

La actividad de riego en el Perú es un factor determinante para el desarrollo de las zonas rurales, aproximadamente el 50% de sus ingresos proviene de la agricultura. Asimismo, el 28% de la población económicamente activa trabaja en la actividad agropecuaria y aporta cerca del 7,5% al PBI nacional (MINAGRI, 2013).

Vicente et al. (2023) señalaron que una cuenca saludable es fundamental para el bienestar y subsistencia de la humanidad, hace sostenible los servicios del ecosistema. En cambio, una cuenca degradada no podrá ofrecer calidad de los servicios ecosistémicos.

Dextre, et al. (2022) afirmaron en el Perú los "Mecanismos de Recompensa por Servicios Ecosistémicos" (MERESE), está regulado desde el 2014 por la Ley n° 30.215 y reconoce 13 servicios ecosistémicos.

Según Pronti (2023) afirma uno de los principales problemas de la actividad agrícola, es el exceso de riego o la aplicación de agua en cantidades mayores al requerimiento de agua del cultivo.

La cuenca del río Cachi es la principal fuente de provisión de servicios ecosistémicos hídricos de la región Ayacucho. La oferta hídrica de almacenamiento del embalse de Cuchoquesera es de 80 MMC abastece la demanda de agua potable, la generación de energía eléctrica y para fines agropecuarios.

Los servicios ecosistémicos hídricos proporcionados por la cuenca Cachi está amenazada por el uso intensivo del recurso hídrico en las actividades agropecuarias, el exceso de riego, el sobrepastoreo, tala de árboles nativos, quema de pajonales y pastizales, que generan problemas de erosión de los suelos, mayor escorrentía y menor infiltración, contribuyen a la degradación de las funciones del ecosistema, e impide cumplir con el cierre de brechas de las 14493 ha agrícolas registradas en el padrón de usuarios de la cuenca Cachi (GRA, 2018). Asimismo, se ha evidenciado que la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ayacucho (JUDRA), no fomenta el uso óptimo del agua en zonas donde hay escasez, no han podido aplicar mecanismos de medición que permita cobrar una tarifa real de recurso hídrico para uso agropecuario. Los productores de la cuenca Cachi, por el uso de agua superficial pagan una tarifa plana equivalente a S/60/ha aprobada por la JUDRA. Este valor económico del agua no refleja el costo real que permita financiar los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica de la cuenca Cachi (GRA, 2018).

Kripa et al. (2023) encontraron que China, India y Myanmar realizaron estudios sobre la valoración de los servicios ecosistémicos, con una tendencia progresiva para: i) comprender qué servicios de los ecosistemas se han valorado, ii) qué métodos y herramientas de valoración se han utilizado, y iii) cómo se han relacionado los estudios de valoración con la conservación y el desarrollo.

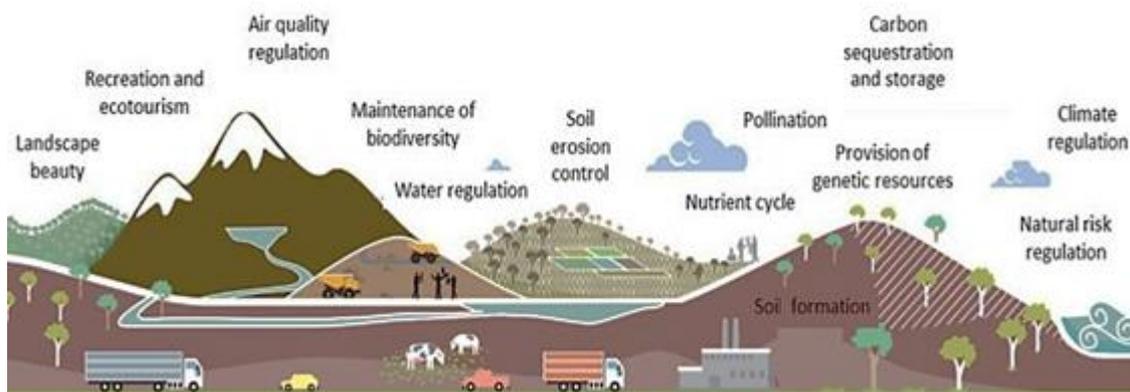


Figura 1. Trece principales Servicios Ecosistémicos reconocidos por los MERESE (MINAM, 2017).

En China al rededor del 77% de la literatura se centró en la valoración económica de los servicios ecosistémicos (SE) relacionados con la recreación, la regulación del agua, las provisiones de los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono, mientras que el 13% se centró en la valoración biofísica y sociocultural.

Quispe et al. (2021) en un estudio de valoración económica de los servicios ambientales de la cuenca del río Coata, Perú, determinaron en S/4,88 soles mensuales la disponibilidad a pagar por la mejora de los servicios ambientales con el método de valoración contingente, lo que evidencia la intención a pagar por parte de las familias que habitan en las cercanías de la cuenca del río.

Sertzen (2016) realizó el estudio de valoración económica del agua de uso agrario para el sector hidráulico de Cañete, utilizó la metodología de valoración contingente empleando el modelo probabilístico Logit. Según los resultados de la encuesta la media de DAP fue S/ 24,59/ha/año, este monto es adicional a la tarifa que se estaba pagando en promedio S/ 154,07/ha/año.

El SE hídrico es fundamental para la productividad agrícola y seguridad alimentaria en todo el mundo, a pesar de su importancia se encuentra amenazada por las actividades que realizan los humanos (Foster & Brozovičb, 2018), más de 60% de los SE en todo el mundo está degradado.

Uribe et al. (2020) señalaron que la deforestación afecta la regulación hidrológica, la pérdida de la biodiversidad biótica, la reducción de los caudales de los ríos, la degradación de cuencas y la contaminación ambiental, generan cambios en las temperaturas y reducen la capacidad de las cuencas hidrográficas (Turner et al., 2007; Foster & Brozovičb, 2018; Mayer et al., 2022).

Kemigisha et al. (2023) señalaron que los pagos por Servicios Ambientales (PSA) constituyen una intervención económica innovadora para contrarrestar la pérdida global de biodiversidad y funciones de los ecosistemas. En teoría, algunas características atractivas deberían permitir que los PSA se desempeñen bien en el logro de los objetivos de conservación y bienestar (Wunder, et al., 2018).

Según la propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Sahagún et al., 2020), se clasifican en cuatro grupos:

**Servicios de soporte.** Son servicios indispensables para producir otros SE como: la formación de suelo, la provisión de hábitat, la producción de oxígeno, el reciclaje de nutrientes, el almacenamiento de materia orgánica y la neutralización de desechos tóxicos, entre otros.

**Servicios de provisión.** Se constituyen beneficios directos que obtienen las personas de los ecosistemas tales como: el agua, la madera, los alimentos, las materias primas, las medicinas naturales, las fibras, el combustible y recursos genéticos.

**Servicios de regulación.** Son servicios resultantes de los procesos de los ecosistemas tales como: la purificación de agua, la calidad del aire, la regulación del clima, la mitigación de riesgos, el ciclo de nutrientes, el control de la erosión y la

captura de carbono (Verma et al., 2014; Pandey et al., 2016; Gajic et al., 2019).

Los servicios culturales son los beneficios intangibles que enriquecen la calidad de vida como: belleza escénica, valores religiosos y espirituales, diversidad cultural, los valores de patrimonio cultural, la recreación y ecoturismo, así como el reconocimiento como sitios patrimoniales y arboledas sagradas (Gajic et al., 2019).

Vicente et al. (2023) señalaron que la valoración económica se puede utilizar para comparar los costos y beneficios financieros con los costos y beneficios ambientales, sirve como instrumento a los formuladores de políticas, en asignar inversiones y presupuestos para la toma de decisiones ambientalmente sostenibles. El valor económico identificado es evidencia que puede usarse para convencer a los tomadores de decisiones de invertir en las cuencas hidrográficas. Kubiszewski et al. (2022) indicaron la valoración económica de los SE es un conjunto de métodos y técnicas que permite a los individuos tomar decisiones sobre sus preferencias, a fin de mejorar su bienestar como resultado de la provisión de beneficios y costos asociados a la pérdida de un bien público. Los ecosistemas de la Tierra también se están alterando drásticamente debido a factores como la pérdida de biodiversidad, la contaminación por nutrientes, la sobreexplotación de especies, la extracción insostenible de agua de ríos y acuíferos, la erosión del suelo y la contaminación química. Todos estos 'otros' cambios globales tendrán impactos importantes en el bienestar humano y muchos de esos impactos se están sintiendo hoy (Reid & Mooney 2016; Tisdell & Xue, 2013).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, identifica el agua como un factor esencial para alcanzar los diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS 6.4 establece que abordar la escasez de agua para 2030, requerirá aumentar sustancialmente la eficiencia del uso del agua en todos los sectores, a fin de garantizar extracciones sostenibles y suministro de agua dulce (CEPAL, 2018).

Por consiguiente, el estudio está alineado a los objetivos del Desarrollo Sostenible y al objetivo estratégico nacional que implica "Conservar la oferta de los recursos hídricos en el país y fomentar el uso eficiente y sostenible de agua, que garanticen a las generaciones actuales y futuras, establecidos en la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos" (MINAGRI, 2013).

En el Perú no existen estudios completos del método de Valoración Contingente (VC), relacionado a los servicios ecosistémicos del recurso hídrico para uso agropecuario, la mayoría de los estudios sólo estimaron la DAP. La novedad del estudio radica en la aplicación de un estudio completo del método de VC, el estudio estimó la Disposición a Pagar (DAP) por la conservación de los SE hídricos para fines agropecuarios, y la Disposición a Aceptar (DAA) a cambio de conservar los humedales y pastizales de las cabeceras cuenca Cachi, donde se origina el recurso hídrico para abastecer a la Presa Cuchuquesera.

Hassan et al. (2024) señalaron el pago por los servicios del ecosistema (PSA) es un mecanismo en el que un consumidor está dispuesto a pagar por la protección del servicio ecosistema, debe haber un proveedor como las sociedades locales, que reciben un recurso económico, quienes a cambio deben tener la capacidad para mantener ese servicio ecosistémico.

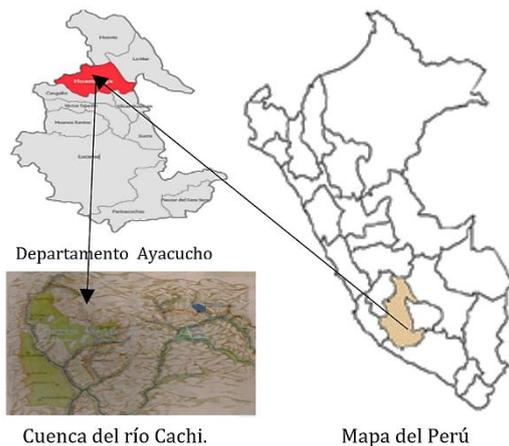
Dextre et al. (2022) señalaron que la valoración económica de los SE no se trata de asignar un valor, sino de transformar los valores intrínsecos de los ecosistemas en un valor intercambiable.

El objetivo del estudio fue determinar el valor económico de los servicios ecosistémicos hídricos proporcionados por la cuenca del río Cachi.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en la región de Ayacucho provincias de Huamanga y Cangallo, geográficamente está comprendida en los paralelos 12°59' 45" - 13°34'09" de Latitud Sur y los meridianos 73°58'45" - 74°38'42" de Longitud Oeste, con altitudes de 2600 a 4240 msnm, con área de 1 835,50 km<sup>2</sup>. Dentro de la cuenca se ubican los distritos de Chiara, Vinchos, Socos, Los Morochucos, Chuschi, Tambillo y Acocro, en esta área de influencia se desarrolló la investigación relacionada con la valoración económica de los servicios ecosistémicos hídricos.



**Figura 2.** Área de estudio donde se realizó la investigación.

Según Abdeta (2022) el método de valoración contingente (MVC), es uno de los métodos de preferencias declaradas ampliamente utilizado para obtener la disposición a pagar y la disposición aceptar por los servicios ambientales. Abdeta et al. (2023) señalaron el método de valoración contingente está basado en encuestas en un mercado hipotético, se pregunta a los encuestados cuánto estaría DAP en dinero, por el programa de conservación de los servicios del ecosistema. Para estimar la disposición a pagar, es importante seleccionar los vehículos de pagos apropiados. El pago monetario estándar es un vehículo de pago comúnmente utilizado para estimar la DAP por la conservación de los recursos ambientales. La investigación plantea un estudio completo del método de valoración contingente en un mercado hipotético. El estudio ha utilizado la metodología de valoración contingente (MVC), desarrollando en dos etapas:

### a. Elaboración de los cuestionarios

Previo a la realización de las encuestas definitivas se aplicaron encuestas piloto en tres (3) sectores de la cuenca del río Cachi: (i) cuenca Alta, (ii) cuenca Baja y (iii) zonas altoandinas o cabecera de la cuenca del río Cachi, se entrevistaron a 30 jefes de hogar aleatoriamente. El vehículo de pago es el monto a pagar por el uso del recurso hídrico de la cuenca del río Cachi.

El objetivo de la encuesta piloto ha sido para obtener montos tentativos para el cual se preguntó en forma abierta ¿cuál sería el monto de dinero que Ud. estaría dispuesto a pagar por hectárea, por acceder a los beneficios de recurso hídrico de la cuenca del río Cachi?. Los montos obtenidos de la DAP fueron (70, 75, 80, 85 y 90 /ha). Por otro lado, se le preguntó a la población de las zonas altoandinas ¿cuál sería el monto mínimo que usted estaría dispuesto a aceptar por hectárea, por ceder sus derechos de propiedad a favor del Gobierno Regional de Ayacucho, a cambio de ejecución de proyectos a favor de su comunidad y resolver los problemas de escasez de agua en épocas de sequía?. Los montos obtenidos de la DAA fueron (120, 150, 180 y 200 /ha/bofedal).

Por último, sobre la base de los resultados de la prueba piloto se planteó el siguiente formato para la encuesta final:

*Sección introducción.* En esta sección se ha considerado ubicación del área de estudio, nombre del encuestado, género, edad, número de personas y niños menores de 12 años que viven en su hogar.

*Escenario actual.* Esta sección contiene información actual acerca de los indicadores de servicios ecosistémicos de la cuenca del río Cachi como: descripción de uso del recurso hídrico, tamaño de la unidad agrícola con riego y sin riego, tecnología y tiempo de riego (horas/día), áreas cosechadas por campaña agrícola y cultivos más importantes que generan mayor rentabilidad.

*Escenario hipotético.* En esta sección del cuestionario se ha creado un mercado hipotético, se planteó preguntas cerradas o binario ¿estaría Ud. dispuesto a pagar por acceder a los beneficios del recurso hídrico de la cuenca del río Cachi?. El encuestado solamente tuvo la opción de responder Sí o No. Ambas formas son posibles si la respuesta es afirmativa. ¿Cuánto es el monto máximo que estaría dispuesto a pagar por hectárea, por el uso del recurso hídrico de la cuenca el río Cachi? El formato binario el más utilizado que permite establecer de manera adecuada los modelos de regresión logística.

Preguntas de seguimiento y control. En este módulo se hizo seguimiento a las respuestas de las preguntas de disponibilidad a pagar y aceptar. Si la respuesta es negativa se asumió que su disponibilidad a pagar y aceptar es cero. Por lo tanto, se preguntó al encuestado ¿cuál es el motivo principal de no estar a dispuesto a pagar? Esta pregunta permitió identificar el motivo del usuario de no contribuir económicamente con el plan de manejo integral de la cuenca del río Cachi. Preguntas socioeconómicas. En esta sección se ha considerado preguntas sobre las características personales de los encuestados como: número de miembros del hogar, nivel de educación, ocupación, características de vivienda, tipo de servicios básicos al que está conectado, ingreso y gasto familiar.

#### b. Aplicación de la encuesta

Las encuestas definitivas se aplicaron desde el 15 al 18 de setiembre del 2019. Se realizó de manera simultánea en los hogares de las comunidades: Cusibamba, Munaypata, Unión Potrero, Pampamarca, Catalinayoc, Puncupata, Allpachaca, Sunilla, Condorpaccha, Ccochapampa, Putacca, Chontaca, Pampamarca, Socos, Tambillo, Secclambbras y Santa Barbara. Todas las comunidades mencionadas pertenecen a los distritos de las provincias de Huamanga y Cangallo.

Se definió la población con datos de los censos nacionales 2017; la unidad de análisis lo constituyeron los jefes de hogar, y se estimó el tamaño de muestra en 381 (muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza de 95%).

**Tabla 1**

Distribución de la encuesta censal, según Censo Nacional 2017

Id	Distrito	Población	Familias	Nº de encuestas
1	Acocro	7 403	1 481	53
2	Vinchos	13 634	2 727	97
3	Tambillo	5 047	1 009	36
4	Socos	5 952	1 190	42
5	Chiara	5 698	1 140	41
6	Los Morochucos	7 463	1 493	53
7	Chuschi	8 321	1 664	59
	Total	53 518	10 704	381

Según el padrón de las comunidades altoandinas del 2019, la población fue 374 habitantes, estimándose el tamaño de la muestra en 75 encuestas (Tabla 2).

**Tabla 2**

Distribución de la encuesta censal comunidades altoandinas 2019

Id	Comunidad	Población	Familias	Nº de encuestas
1	Rosaspampa	108	22	22
2	Choccoro	48	10	10
3	Millpo	143	28	28
4	Tunsulla	75	15	15
	Total	374	75	75

#### Análisis de información y procesamiento de base de datos de la DAP y DAA

Obtenida la recolección de datos como resultado de las encuestas, la base de datos fueron

ordenados y codificados en hojas de Excel, posteriormente fueron procesados en los softwares estadísticos del SPSS y Stata, para correr los modelos y presentarlos en el informe se utilizó el Eviews.

#### Especificación econométrica del modelo logit

Según Garrett (2015) la regresión logística relaciona una respuesta binaria con un conjunto de covariables, se utiliza para estudiar la asociación entre una variable respuesta binaria, con un conjunto de variables independientes. Para el estudio se consideraron dos modelos, la cual se contrastó con el modelo clásico de regresión lineal, posteriormente se consideraron las generalizaciones a más de una variable predictora.

#### Modelo General Logit: Valoración Contingente DAP

$$DAP (S_i = 1) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \beta_8 X_{8i} + \beta_9 X_{9i} + \beta_{10} X_{10i} + \beta_{11} X_{11i} + \mu_i$$

**Tabla 3**

Especificación de las variables del modelo Logit DAP

Variable	Denominación	Descripción
Prob(Si)	P(sí)	Probabilidad de decir SI
PH	X <sub>1</sub>	Precio hipotético
ING	X <sub>2</sub>	Ingreso familiar
PHMAX	X <sub>3</sub>	Precio hip. máximo a pagar
NIVEDUC	X <sub>4</sub>	Nivel de educación
NHOG	X <sub>5</sub>	Niños menores de 12 años
EDA	X <sub>6</sub>	Edad
SUPERF	X <sub>7</sub>	Superficie de terreno
TCRIEGO	X <sub>8</sub>	Terreno con riego
TSRIEGO	X <sub>9</sub>	Terreno sin riego
UBS	X <sub>10</sub>	Servicios básicos de saneamiento
GANVAC	X <sub>11</sub>	Cabeza de ganados vacunos

#### Modelo General Logit: Valoración Contingente DAA

$$DAA (S_i = 1) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \beta_8 X_{8i} + \beta_9 X_{9i} + \mu_i$$

**Tabla 4**

Especificación de las variables del modelo Logit DAA

Variable	Denominación	Descripción
Prob(Si)	P(sí)	Probabilidad de decir SI
PH	X <sub>1</sub>	Precio hipotético
ING	X <sub>2</sub>	Ingreso familiar
PHMIN	X <sub>3</sub>	Precio hip. mínimo a pagar
NIVEDUC	X <sub>4</sub>	Nivel de educación
NHOG	X <sub>5</sub>	Niños menores de 12 años
EDA	X <sub>6</sub>	Edad
SUPERF	X <sub>7</sub>	Superficie de terreno
UBS	X <sub>8</sub>	Servicios básicos de saneamiento
GANCAM	X <sub>9</sub>	Cabeza de ganados camélidos

#### Estimador del modelo econométrico de la DAP

Para determinar el bienestar que genera el recurso hídrico a los usuarios de la cuenca del río Cachi, en base a la literatura de (Hanneman, 1989), se ha propuesto la función de utilidad del individuo como:

$$U(m, q) = V(m, q) + \varepsilon \quad (1)$$

Donde, V(m, q) representa la máxima utilidad que puede alcanzar un individuo dado los precios y un

ingreso disponible,  $\varepsilon$  es la variable aleatoria independiente con media cero. Bajo el supuesto las funciones de utilidad el estado inicial considera sin mejora en la calidad y continuidad del agua, y el estado final se incorpora la mejora la calidad del agua, ambos supuestos están representadas en las siguientes ecuaciones:

$$U^0(m, q^0) = V^0(m, q^0) + \varepsilon \quad (2)$$

$$U^1(m, q^1) = V^0(m - DAP, q^1) + \varepsilon \quad (3)$$

Si el valor del error se asume cero entonces la variación en la utilidad se mide como la diferencia entre la utilidad final menos la utilidad inicial, se puede representar como:

$$\Delta V = V^1(m, DAP, q^1) - V^0(m, q^0) \quad (4)$$

Hanneman (1989) propone una forma funcional lineal depende del ingreso (m):

$$V = \alpha + \beta m \quad (5)$$

Entonces la utilidad indirecta inicial y final se representan mediante las siguientes ecuaciones:

$$V^0 = \alpha_0 + \beta_m \quad (6)$$

$$V^1 = \alpha_1 + \beta(m - DAP) \quad (7)$$

El cambio de utilidad se puede expresar como:

$$\Delta V = [\alpha_1 + \beta(m - DAP)] - (\alpha_0 + \beta_m) \quad (8)$$

Dado 1 y 0, representan interceptos, pueden ser adicionados:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_0 \quad (9)$$

$$\Delta V = \alpha + \beta DAP \quad (10)$$

Si  $\Delta V = 0$ , entonces la disponibilidad a pagar por el bien ofrecido se puede despejar de la siguiente manera:

$$0 = \alpha + \beta DAP \quad (11)$$

La disponibilidad a pagar media representa la cantidad de dinero que el individuo está dispuesto a pagar:

$$DAP = (\alpha/\beta) \quad (12)$$

En los modelos empíricos de forma funcional puede ser estimada junto con las variables socioeconómicas (z): Una formulación típica de este el tipo de modelo se expresa como:

$$PROB(S) = \beta_0 \beta_1 + \sum_{i=0}^N \beta_i z_i \quad (13)$$

Finalmente se concluye para estimar la disponibilidad a pagar (DAP) media se utiliza la siguiente ecuación:

$$DAP = \frac{\beta_0 \sum_{i=0}^N \beta_i z_i}{\beta_1} \quad (14)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de 381 encuestas para estimar la DAP y 75 encuestas censales para determinar la DAA.

### Análisis estadístico de la cuenca del río Cachi

Mu et al. (2019) señalaron que investigaciones anteriores en varios países, han demostrado que las personas que obtienen mayores niveles de ingreso estarían dispuestas a pagar por el uso de los recursos hídricos para la actividad agrícola.

La Figura 3 señala los resultados de la muestra de 381 encuestas, realizada a los productores ganaderos y agrícolas de la cuenca Cachi. Los resultados revelaron una media de ingreso mensual de S/ 1,622/familia, el promedio de superficie de terreno mostró 4 /ha/familia, terreno con riego 2 /ha/familia, el promedio de ganado vacuno fue 4 /vac/ familia, el promedio de ordeño leche resulto 4,28 lt/vacuno, la media de edad fue 44 años, y el promedio por hogar fue 4 personas.

La Figura 4 presenta resultados de las 75 encuestas censales realizada a los productores de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, zona donde se origina el agua para abastecer a la presa Cuchoquesera de la cuenca Cachi. Se obtuvo una media de ingreso mensual de S/ 857/familia, el promedio de superficie de terreno apto para el cultivo y secano fue 5/ ha/familia, el promedio de ganados camélidos 89/cabezas/familia, el promedio de edad 50 años y el promedio de habitantes que ocupan un hogar fue 4 personas.

Según resultados de las encuestas se demuestra el nivel de ingreso promedio mensual familiar fue un factor clave para la DAP y DAA. Los productores con mayores niveles de ingreso tienen mayor probabilidad de estar DAP un monto mayor por obtener la continuidad de provisión de agua para uso agropecuario. Por otro lado, los productores

de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, con mayores niveles de ingreso mensual familiar, estarían DAA un monto mínimo de S/ 162,05 /ha/bofedal/mensual, por ceder los derechos de propiedad al GRA, a cambio de ejecución de proyectos de inversión a favor de las comunidades altoandinas de la cuenca Cachi, a fin de evitar en épocas de estiaje la racionalización de agua para el consumo humano y actividad agropecuaria.

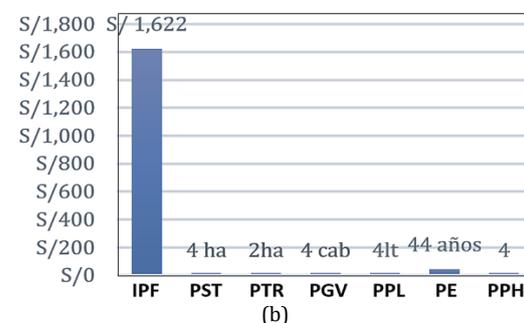
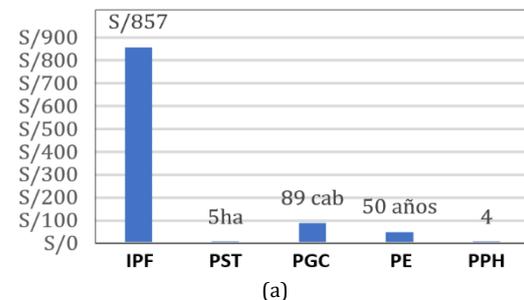


Figura 3. a. Ingreso promedio familiar de la cuenca Cachi. b. Ingreso promedio familiar de las zonas altoandinas. IPF: Ingreso promedio familiar; PST: Promedio superficie terreno; PGC: Promedio ganado camélidos; PE: Promedio edad; PPH: Promedio personal hogar; PTR: Promedio terreno con riego; PGV: Promedio ganado vacuno; PPL: Promedio producción leche.

### Análisis de disposición a pagar y disposición a aceptar

Las respuestas de protesta expresan posiciones de rechazo a la legitimidad en el escenario de valoración contingente, donde se simula la transacción en un mercado hipotético (Lo & Jim, 2015; Cárdenas et al., 2019).

Según Riera (1994) es habitual encontrar en EEUU entre el 20% y 30% de respuestas de protesta de no estar dispuestos a pagar, por lo que suelen considerarse aceptables. En España la respuesta protesta puede llegar fácilmente al 40%.

La Figura 5 muestra los resultados del estudio el 9,4% (36 entrevistados) no están DAP expresan posiciones de protesta, el 90,6% (345 personas) de los entrevistados están Dispuestos a Pagar (DAP) por el uso del recurso hídrico para la actividad agropecuaria.

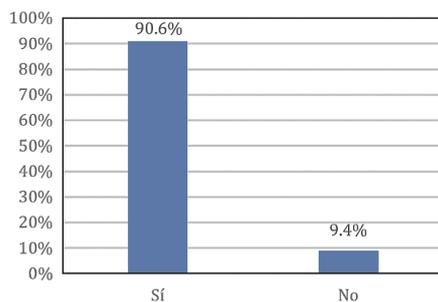


Figura 5. Variable dicotómica DAP.

La Figura 6 presenta los resultados de la DAA, el 8% (6 entrevistados) no están dispuestos a aceptar, expresan posiciones de protesta, el 92% (69 personas) de los encuestados están dispuestos a aceptar un incentivo por la conservación, recuperación de los humedales y pastizales de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, a fin de garantizar la provisión de agua en épocas de estiaje.

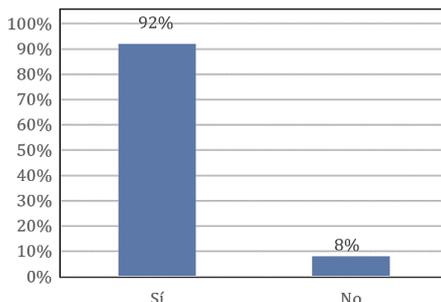


Figura 6. Variable dicotómica DAA.

### Análisis de resultados econométricos del Modelo Logit

En esta investigación se ha utilizado el modelo Logit, para validar los modelos se realizaron diversas pruebas de consistencia estadística y económica utilizando la regresión logística. Los resultados de los modelos econométricos logit de la DAP y DAA, mostraron coeficientes estadísticos significativos con resultados robustos y un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ).

Según Riera (1994) las investigaciones que aplicaron el MVC optan por utilizar la mediana, siempre en cuando la mayoría de la población encuestada estaría DAP. Para los resultados de los modelos

econométricos Logit, se sugiere optar por la mediana en su forma funcional lineal, a fin de evitar sobre estimaciones de los beneficios asociados a los recursos naturales (Vásquez et al., 2018). Para estimar la DAP y DAA se calculó con la mediana de los ingresos y alternativamente con la media, debido que la mediana es estadísticamente más robusta y es menos sensible ante cambios en la distribución de los ingresos. Por lo tanto, se estimó considerando la siguiente relación.

$$Si\_No = \alpha + \beta_1 \text{ PRE\_HIP} + \beta_2 \text{ INGRESOS}$$

$$\text{Mediana de la DAP} = \frac{\alpha + \beta_2 * \text{mediana de ingresos totales}}{-\beta_1}$$

Una vez analizado y validado los modelos econométricos Logit, se procedió a estimar la DAP y la DAA con una forma funcional especificada como  $\Delta V = \alpha + \beta A_i$  y su distribución logística, se hizo la sumatoria de los coeficientes de las variables independientes multiplicados por su valor en cada caso (incluyendo la constante), finalmente se dividió el total por el coeficiente del valor de la variable dependiente.

Vásquez et al. (2018) efectuaron un estudio de valoración contingente para estimar la Disposición a Pagar por obtener la calidad ambiental del río Claro, ciudad de Talca, Chile, los resultados de las estimaciones econométricas del modelo Logit, fueron los siguientes: la media ascendió a \$ 7,118 y la mediana a \$ 5,642 con intervalos de confianza del 95% y nivel de significancia al 5%, lo cual asegura precisión en la estimación ante cambios en la observación de la muestra.

### Estimación econométrica del modelo Logit DAP

Para estimar la DAP el estudio realizó estimaciones econométricas de cinco modelos Logit, a partir de los resultados del análisis econométrico y de significación estadística, se seleccionó el modelo cuatro representado por la siguiente ecuación:

$$\text{Prob (Sí)} = 0,268619 - 20,351960 - 01\text{PH} + 1,989874 \text{ ING}$$

La Tabla 5 presenta los resultados de las estimaciones econométricas de la Disposición a Pagar (DAP) del modelo Logit, según los modelos econométricos se ha seleccionado el modelo cuatro (4), muestra una mejor bondad de ajuste de 90,55% con intervalos de confianza del 95% y un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), la mediana de la disposición a pagar fue S/75,87 hectárea. Es importante señalar la tarifa propuesta por la investigación, es mayor a la tarifa plana de S/60/ha aprobada por la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ayacucho, tarifa que no cubre los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura menor de la Presa Cuchoquesera de la cuenca del río Cachi.

Según Riera (1994) los estudios que muestren resultados de nivel de confianza del 95% y el margen del nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), el grado de fiabilidad de los coeficientes estadísticos son significativos y robustos. Por lo tanto, Los resultados del modelo cuatro (4) son coherentes con Riera. Sertzen (2016) realizó un estudio de valoración económica del agua de uso agrario para el sector hidráulico de Cañete, utilizó la metodología de valoración contingente empleando el modelo probabilístico Logit. Según los resultados de la encuesta la media de DAP fue S/ 24,59/ha/año, este

monto es adicional a la tarifa que se estaba pagando en promedio S/ 154,07/ha/año. Se resume, la tarifa estimada en el sector hidráulico de Cañete es superior a la DAP a la tarifa estimada para la cuenca del río Cachi.

Jiménez (2009) estimó la tarifa para el cultivo del manzano en S/115/ha/año (Valle de Mala, Perú); mientras la DAP para la cuenca Cachi fue S/ 75,87/ha/campaña. Meza et al. (2010) señalaron la disposición a pagar por el agua de los distritos de riego, aumenta con los años de mayor experiencia de la población dedicada a la actividad agrícola. El presente estudio durante el proceso de las encuestas evidencio, los productores jóvenes menores de 30 años con poca experiencia agrícola son reacios a pagar. Mientras, los productores más antiguos en la actividad agrícola con más de 30 años están dispuestos a pagar.

La Tabla 6 presenta las estimaciones econométricas de la Disposición a Aceptar (DAA) del modelo Logit,

se ha seleccionado el modelo cuatro (4), por tener mejor bondad de ajuste del 92% con intervalos de confianza del 95% y nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), la mediana de la disposición a aceptar o ser compensada fue S/ 162,05 por ha/bofedal/mensual. Brown & Gregory (1999) señalaron que la mayoría de los estudios realizados han mostrado que la relación entre la DAA y la DAP, varía entre dos a cinco veces mayor a la DAP, por un mismo cambio del bien ambiental. Según resultados del estudio la disposición a aceptar fue dos veces mayor a la DAP, el resultado del estudio coincide con la teoría de Brown & Gregory. Según la valoración económica del servicio ambiental hídrico proveniente de la microcuenca Botijas, San Ignacio, Cajamarca, los resultados del estudio indican la DAA para la protección y conservación de la microcuenca Botijas fue S/ 350,37 /ha/año. Se resume, la DAA estimada para la cuenca Cachi es inferior, a los incentivos que aceptan los poseionarios de la microcuenca Botijas.

**Tabla 5**  
Resultado econométrico del modelo Logit DAP

*Variable dependiente		SI_NO						
Modelo	Variables (s) independientes	Parámetros		Modelo			DAP	
		Coficiente	Prob.	LR statistic	Prob (LR statistic)	Bondad de ajuste	Con la media ingresos	Con la mediana ingresos
1	Constante	-1,751,811	0,000	498,458	0,000	85,83%	66,15	66,17
	PRE_HIP	0,264737	0,000					
2	Constante	-1,796,799	0,000	542,011	0,000	87,14%	75,48	75,80
	PRE_HIP	0,256992	0,000					
	ING_PER_CAP	0,002828	0,049					
3	Constante	-2,071,553	0,000	613,257	0,000	88,71%	75,31	75,15
	PRE_HIP	0,268619	0,000					
	SUPERF	0,803483	0,002					
4	Constante	-2,035,196	0,000	739,206	0,000	90,55%	73,85	75,87
	PRE_HIP	0,248549	0,000					
	ING_FAM	1,989,874	0,000					
5	Constante	-1,969,379	0,000	622,806	0,000	89,24%	74,96	74,42
	PRE_HIP	0,260643	0,000					
	ING_PER_CAP	0,002998	0,050					
	NIV_EDUC	0,890787	0,005					

(\*) Corresponde a la variable dicótoma No = 0 y Si = 1, (0, no está DAP) (1, está DAP).

**Tabla 6**  
Resultado econométrico del modelo Logit DAA

Variable Dependiente		DAA SI_NO						
Modelo	Variables (s) independientes	Parámetros		Modelo			DAA	
		Coficiente	Prob.	LR statistic	Prob (LR statistic)	Bondad de ajuste	Con la media ingresos	Con la mediana ingresos
1	Constante	-6,532,345	0,000	4,638	0,0000	86,67%	170,80	173,82
	PRE_HIP	0,029186	0,001					
2	Constante	-5,621,035	0,003	936,624	0,0002	88,00%	157,12	153,14
	PRE_HIP	0,041982	0,001					
	ING_PER_CAP	0,013215	0,004					
3	Constante	-1,082,517	0,001	10,294	0,0003	85,33%	175,74	171,34
	PRE_HIP	0,032029	0,003					
	SUPERF	0,622659	0,000					
4	Constante	-1,119,743	0,0000	162,762	0,0000	92,00%	157,82	162,05
	PRE_HIP	0,0505	0,0000					
	ING_FAM	0,016751	0,0000					
	SUPERF	0,796652	0,0000					

(\*) Corresponde a la variable dicótoma No = 0 y Si = 1, (0, no está DAA) (1, está DAA).

## CONCLUSIONES

Se evidencia el 90,6% (345 personas) de los productores de la cuenca Cachi, están Dispuestos a Pagar (DAP) por el uso del recurso hídrico para la actividad agropecuaria un precio hipotético de S/ 75,87 por hectárea, por las mejoras de calidad y continuidad de agua superficial para fines agropecuarios. El 92% (69 personas) de los pobladores de las cabeceras de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, están Dispuestos a Aceptar (DAA) una mínima cantidad de dinero de S/ 162,05 /ha/bofedal/mensual, por ceder los derechos de propiedad al Gobierno Regional de Ayacucho, a cambio de ejecución de proyectos de inversión, a fin de contribuir a la sostenibilidad de las fuentes naturales de agua y garantizar la provisión de agua en épocas de sequía. Consideramos la importancia de este estudio radica en asignar un primer valor tentativo que permita

cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura menor de la Presa Cuchoquesera, de la cuenca del río Cachi.

Por consiguiente, los resultados de los modelos econométricos Logit, mostraron coeficientes estadísticos significativos con resultados robustos con t- estadístico, razón de verosimilitud y Chi cuadrado confiable, con un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), coherente con la teoría estadística y económica, planteada por Meza et al. (2010). A fin de fomentar el uso eficiente y sostenible del recurso hídrico de la cuenca Cachi, se recomienda realizar futuras investigaciones que permita estimar la tarifa real volumétrica del agua para fines agropecuarios, que permita cubrir los costos de operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura menor y mayor de la Presa Cuchoquesera.

## AGRADECIMIENTOS

A la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ayacucho, por el apoyo en el levantamiento de las encuestas. Al Gobierno Regional de Ayacucho, por

compartir con los suscritos, sus documentos que contribuyeron en el desarrollo de la investigación, pues sus aportes fueron muy valiosos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdeta, D. (2022). Willingness to pay for forest conservation in developing countries: A systematic literature review. *Environmental and Sustainability Indicators*, 16, 00201. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100201>
- Abdeta, D., Ayana, A., & Bekele, Y. (2023). Willingness to pay for forest conservation: Evidence from a contingent valuation survey analysis in Southwest Ethiopia. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02551. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02551>
- Bernex, N., Apaéstegui, J., Peña, F., Yakabi, K., Zúñiga, A., Asto, L., verano, C., Bauer, J., Castro, J., Chung, B., Gastañaga, M., Sánchez, C., Espinoza, J., Güimac, A., Rosazza, R., Robert, J., Guyot, J., & Pastor, J. (2017). El Agua en el Perú: Situación y Perspectiva. Pontificia Universidad la Católica del Perú. Centro de Investigación de Geografía Aplicada, 1-17,1-41.
- Brown, T., & Gregory, R. (1999). Why the WTA-WTP disparity matters. *Ecological Economics*, 28, 323-335. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00050-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00050-0)
- Cárdenas, G., Vargas, A., & Díaz, D. (2019). Un no como respuesta: interpretación, tratamiento y análisis en estudios de valoración contingente. *Cuadernos de Economía*, 38, 551-579. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v38n77.66319>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una Oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Santiago, 3, S.18-01141.
- Díaz, E., & Hepburn, J. (2016). Trade, Food Security in the 2030. *Global Economic Governance*, 10, 36. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.320097>
- Dextre, R., Eschenhagen, M., Camacho, M., Rangelcroft, S., Clason, C., Couldrick, L., & Morera, S. (2022). Payment for ecosystem services in Peru: Assessing the socio-ecological dimension of water services in the upper Santa River basin. *Ecosystem Services*, 56, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101454>
- Foster, T., & Brozovič, N. (2018). Simulating Crop-Water Production Functions Using Crop Growth Models to Support Water Policy Assessments. *Ecological Economics*, 152, 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.019>
- Gajic, G., Mitrovic, M., & Pavlovic, P. (2019). Chapter 4- Ecorestoration of Fly Ash Deposits by Native Plant Species at Thermal Power in Serbia. *Phytomanagement of Polluted Sites*, 113, 177. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813912-7.0000-1>
- Garrett, M., & Laird, N. (2015). Binary Response Models and Logistic Regression. Harvard School of Public Health, Harvard University, Boston, MA, USA. International *Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2, 587-595. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.42060-X>
- Gokul, P., Raj, A., Bahadur, D., Timothy, J., & Andrew, J. (2023). Smart precision agriculture but resource constrained farmers: Is service provision a potential solution? Farmer's willingness to pay for laser-land leveling services in Nepal. *Smart Agricultural Technology*, 3, 100084. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100084>
- Gobierno Regional Ayacucho. (2018). Expediente Técnico "Mejoramiento del Sistema Hidráulico Cachi en la Región Ayacucho. Oficina de Operación y Mantenimiento Hidráulico.
- Hanemann, M. (1989). Welfare evaluations in contingent valuation experiment with discrete response Data: Reply. *American Journal of Agricultural Economics*, 71,1057-1061. <https://doi.org/10.1016/j.ajae.1989.05.001>
- Hassan, M., Husáin, M., Ali, A., Rehman, F., Tabassum, A., Amin, M., Usman, N., Bashir, S., Raza, G., Yousaf, A., Shaikat, S., & Shah, S. (2024). Economic valuation of selected ecosystem services in Islamabad Capital Territory (ICT), Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e260614. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.260614>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 13-34.
- Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H., & Gerten, D. (2017). Reconciling irrigated food production with environmental flows for sustainable development goals implementation. *Nature communications*, 8, 15900. <https://doi.org/10.1038/ncomms15900>
- Jiménez, L. (2009). Costo de oportunidad en el valor económico del agua superficial para el uso agrícola en el Valle del Río Mala. *Anuales científicos*, 70(3), 128-139.
- Kemigisha, E., Babweteera, F., Mugisha, J., Angelsen, A., Muradian R., Pascual, U., & Pinto, R. (2023). Payment for environmental services to reduce deforestation: Do the positive effects last?. *Ecological Economics*, 209, 107840. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107840>
- Kubiszewski, I., Kennedy, M., Rasheed, R., Costanza, R., Suzuki, M., Stacey, N., & Schauer, M. (2022). The costs of increasing precision for ecosystem services valuation studies. *Ecological Indicators*, 135, 108551. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108551>
- Kripa, S., Bandana, S., Biraj, A., Mani, N., & Yi, S. (2023). Ecosystem services valuation for conservation and development decisions: A review of valuation studies and tools in the Far Eastern Himalaya. *Ecosystem Services*, 61, 101526. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101526>

- Lo, Y., & Jim, C. (2015). Protest response and willingness to pay for culturally significant urban trees: Implications for Contingent Valuation Method. *Ecological Economics*, 114, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.012>
- Mayer, A., Jones, K., Hunt, D., Manson, R., Carter, Z., Asbjornsen, H., Max, T., Salcone, J., Lopez, S., Avila, S., & Thaden, J. (2022). Assessing ecosystem service outcomes from payments for hydrological services programs in Veracruz, Mexico: Future deforestation threats and spatial targeting. *Ecosystem Services*, 53, 101401. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101401>
- Meza, M., Berbel, J., & Orgaz, F. (2010). Estimating marginal value of water for irrigated olive grove with the production function method. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(S2), S197-S206. <https://doi.org/10.5424/sjar/201008s21362>
- Ministerio de Agricultura y Riego (2013). Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú. Autoridad Nacional del Agua. Primera edición.
- Mu, L., Wang, C., Xue, B., Wang, H., & Li, S. (2019). Assessing the impact of water price reform on farmers' willingness to pay for agricultural water in northwest China. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1072-1081. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.26>
- Pandey, V., Sahu, N., Behera, S., & Singh, N. (2016). Carbon sequestration in fly ash dumps: Comparative assessment of three-plant association. *Ecological Engineering*, 95, 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.010>
- Pronti, A., & Berbel, J. (2023). The impact of volumetric water tariffs in irrigated agriculture in northern Italy. *Environmental Impact Assessment Review*, 98, 106922. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106922>
- Quispe, J., Quispe, F., Roque, C., Yapuchura, C., & Catachura, A. (2021). Economic valuation of the environmental services of the river basin, Puno - Perú. *Revista Innova Educación*, 3, 71 - 93. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.004>
- Reid, W., & Mooney, H. (2016). The Millennium Ecosystem Assessment: testing the limits of interdisciplinary and multi-scale science. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 19, 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.11.009>
- Riera, P. (1994). Manual de Valoración Contingente. Madrid, España. Instituto de Estudios Fiscales, 5-59.
- Sapino, F., Pérez, D., Gutiérrez, C., García, A., & Pulido, M. (2022). Influence of crop-water production functions on the expected performance of water pricing policies in irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 259, 107248. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107248>
- Sertzen, C. (2016). Valoración económica del agua de uso agrario para el sector hidráulico de Cañete. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tisdell, C., & Xue, D. (2013). Managing Ecosystem Services for Human Benefit: Economic and Environmental Policy Challenges. *Economics, Ecology and The Environment*, 189, 1327-8231. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.147512>
- Turner, B., Lambin, E., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Land Change Science Special Feature*, 104(52), 20666-20671. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704119104>
- Uribe, N., Zatzabal, C., Herrera, L., & Cantera, J. (2020). Ecosystems services vulnerability of Uramba Marine Protected Area. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 49, 95-118. <https://doi.org/10.25268/bi7mc.invenmar.2020.49.suplesp.1055>
- Vásquez, F., Cerda, A., & Orrego, S. (2018). Valoración Económica del Medio Ambiente: Fundamentos económicos, económicos y aplicaciones. Universidad del Desarrollo, Concepción, Chile. Center of Applied Ecology & Sustainability, 103-139.
- Verma, S., Singh, K., Gupta, A., Singh, K., Pandey, V., & Trevedi, P. (2014). Aromatic herbs for phytosanitary management of coal fly ash hazards. *Ecological Engineering*, 73, 425-428. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.106>
- Vicente, M., Loja, P., & Subade, R. (2023). Economic valuation of ecosystem services in balatin river sub-watershed, southern Philippines. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 9(1), 139-166. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.01.07>
- Wunder, S., Brouwer, R., Engel, S., Ezzine, D., Muradian, R., Pascual, U., & Pinto, R. (2018). From principles to practice in paying for nature services. *Nature Sustainability*, 1, 145 -150. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0036-x>
- Zhang, C. (2023). Water pricing reform for sustainable water resources management in China's agricultural sector. *Agricultural Water Management*, 275, 108045. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108045>