

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS  
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**



**“VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS  
ECOSISTÉMICOS DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA  
DEL RÍO CACHI, HUAMANGA, AYACUCHO”**

**Presentada por:**

**MANUEL CCASANI SIERRA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR  
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN ECONOMÍA DE LOS  
RECURSOS NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**Lima - Perú**

**2023**

# Tesis Doctoral

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
2	Gustavo Dongo. "Infraestructura natural para recuperación de servicios ecosistémicos con fines de mitigación de riesgos de inundación y movimientos de masa", Ciencia y Práctica, 2021 Publicación	<1 %
3	<a href="https://moam.info">moam.info</a> Fuente de Internet	<1 %
4	<a href="https://web.lamolina.edu.pe">web.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
7	<a href="https://ecuciencia.utc.edu.ec">ecuciencia.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS  
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**“VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS  
ECOSISTÉMICOS DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA  
DEL RÍO CACHI, HUAMANGA, AYACUCHO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR  
DOCTORIS PHILOSOPHIAE**

**Presentada por:**

**MANUEL CCASANI SIERRA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Carlos Orihuela Romero  
**PRESIDENTE**

Dr. Jorge Gonzáles Castillo  
**ASESOR**

Dr. Luis Quintanilla Chacón  
**CO-ASESOR**

Dr. Raúl Siche Jara  
**MIEMBRO**

Dr. Abel Mejía Marcauzco  
**MIEMBRO**

Dr. Luis Varona Castillo  
**MIEMBRO EXTERNO**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, quienes han sido mi mayor motivación de superación y entrega. A mis gemelos Josué y Abrham, este esfuerzo sirva de ejemplo y guía para ellos.

A la memoria de mis padres: Mario y Anselma, quienes fueron pilares fundamentales en mi vida, por siempre están en mi memoria y en mi corazón.

A los niños trabajadores del hogar, que estudian y trabajan por salir del mundo de la extrema pobreza.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias mi Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y darme salud para lograr mis metas.

A los docentes de posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por compartir su vasta experiencia en economía de los recursos naturales y economía ambiental.

Agradezco de manera especial al Dr. Jorge Gonzales Castillo, por su capacidad de guiar mis ideas en las distintas etapas de la investigación. Mi sincero agradecimiento a los miembros del comité asesor: Dr. Raúl Siche Jara, Dr. Luis Quintanilla Chacón, Dr. Abel Mejía Marcacuzco y Dr. Luis Varona Castillo, por sus observaciones y aportes importantes, además, atendieron mis consultas y recomendaciones oportunas.

Extiendo mi sincero agradecimiento al Dr. Carlos Orihuela Romero y Dr. Felipe Vásquez Lavín, por sus aportes invaluable, en aras de lograr un buen trabajo de investigación.

A la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ayacucho, por el apoyo para el levantamiento de las encuestas. Al Gobierno Regional de Ayacucho, Oficina de Operaciones y Mantenimiento (OPEMAN), por compartir con el suscrito, sus documentos que contribuyeron en el desarrollo de la investigación, pues sin sus aportes no hubiese podido realizar la presente tesis doctoral.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Justificación de la investigación .....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	7
1.2.1 Objetivo general .....	7
1.2.2 Objetivos específicos .....	7
1.2 Hipótesis de la investigación .....	8
1.2.1 Hipótesis general .....	8
1.2.2 Hipótesis específicos .....	8
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	9
2.1 Marco conceptual sobre los servicios ecosistémicos .....	9
2.1.1 Concepto de los servicios ecosistémicos .....	9
2.1.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos .....	9
2.2 Valoración económica de los servicios ecosistémicos .....	11
2.3 Teoría del valor del agua de uso agrícola .....	12
2.4 Políticas de fijación de precios del agua .....	14
2.5 Teoría sobre la función de producción Cobb Douglas .....	14
2.6 Metodologías de la valoración económica de bienes ambientales .....	15
2.6.1 Método de valoración contingente .....	16
2.6.2 Método de preferencias reveladas .....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	18
3.1 Caracterización de la zona de estudio .....	18
3.1.1 Área de estudio .....	18
3.1.2 Biodiversidad de ecosistemas de la cuenca Cachi .....	19
3.1.3 Caracterización socioeconómica .....	19
3.1.4 Oferta demanda hídrica de la cuenca Cachi .....	20
3.2 Metodológica de la investigación .....	21

3.2.1	Diseño de la disposición a pagar y la disposición a aceptar .....	21
3.2.1.1	Análisis de información y procesamiento de base de datos DAP y DAA....	25
3.2.1.2	Especificación de modelos de regresión logística. ....	25
3.2.1.3	Estimador del modelo econométrico de la DAP.....	27
3.2.1.4	Análisis de las respuestas de protesta .....	29
3.2.2	Diseño del modelo econométrico de la función producción Cobb Douglas .....	29
3.2.2.1	Análisis de información y procesamiento de base de datos del modelo Cobb Douglas .....	30
3.2.2.2	Especificación econométrica del modelo Cobb Douglas .....	30
3.2.3	Diseño de una propuesta metodológica para estimar la tarifa real de agua para uso agropecuario .....	34
3.2.3.1	Especificación del modelo propuesto .....	34
<b>I V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1	Análisis de resultados de género y nivel educativo .....	37
4.2	Análisis de resultados estadísticos .....	39
4.3	Análisis de resultados econométricos del modelo Logit.....	43
4.3.1	Especificación econométrica de los modelos Logit.....	43
4.4	Análisis de resultados de los modelos econométricos Cobb Douglas.....	47
4.4.1	Resultado del modelo econométrico Cobb Douglas.....	47
4.5	Resultado de la propuesta metodológica para estimar la tarifa real del agua para fines agrarios .....	51
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Uso y no uso de agua .....	13
<b>Tabla 2.</b> Poblacional de la cuenca Cachi 2017 .....	23
<b>Tabla 3.</b> Distribución de la encuesta muestral dentro del ámbito geográfico. ....	24
<b>Tabla 4.</b> Distribución de la encuesta censal comunidades altoandinas .....	25
<b>Tabla 5.</b> Especificación de las variables del modelo DAP.....	26
<b>Tabla 6.</b> Especificación de las variables del modelo DAA .....	26
<b>Tabla 7.</b> Si su respuesta es No ¿Cuál es el motivo principal por la cual no estaría dispuesto a pagar.....	29
<b>Tabla 8.</b> Si su respuesta es No ¿Cuál es el motivo principal por la cual no estaría dispuesto a aceptar .....	29
<b>Tabla 9.</b> DAP: Resultados econométricos de modelo Logit .....	45
<b>Tabla 10.</b> DAA Resultados econométricos del modelo Logit.....	46
<b>Tabla 11.</b> Resumen de resultados del modelo econométrico Cobb Douglas .....	48
<b>Tabla 12.</b> Tarifa volumétrica ALA - Mantaro.....	51
<b>Tabla 13.</b> Estimación de tarifa de agua superficial .....	52
<b>Tabla 14.</b> Estimación de la tarifa real vulométrica por tipo de cultivo .....	53
<b>Tabla 15.</b> Análisis comparativo de las tarifas volumétricas para uso agrícola .....	53



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación del área de estudio.....	18
<b>Figura 2:</b> Vista satelital de la Presa Cuchoquesera, cuenca Cachi.....	20
<b>Figura 3:</b> Población encuestada según género .....	37
<b>Figura 4:</b> Nivel educativo de la población de la cuenca Cachi .....	38
<b>Figura 5:</b> Nivel educativo de la población de las zonas altoandinas.....	38
<b>Figura 6:</b> La media de la población de la cuenca Cachi.....	39
<b>Figura 7:</b> La media de la población de las zonas altoandinas .....	40
<b>Figura 8:</b> Disposición a pagar por la mejora de la calidad y continuidad del recurso hídrico para uso agropecuario .....	41
<b>Figura 9:</b> Disposición a aceptar por la conservación y recuperación de las fuentes naturales de agua .....	41
<b>Figura 10:</b> Motivo principal por la cual no estaría dispuesto a pagar .....	42
<b>Figura 11:</b> Motivo principal por la cual no estaría dispuesto a aceptar .....	43

## RESUMEN

La investigación plantea un estudio completo del método de valoración contingente en un mercado hipotético. La importancia del estudio fue estimar en términos monetarios los recursos hídricos provenientes de la cabecera de la cuenca Cachi, el objetivo de la investigación fue realizar una valoración económica de los servicios ecosistémicos hídricos para fines agropecuarios de un mercado hipotético, en escenarios de Disposición a Pagar (DAP) y la Disposición a Aceptar (DAA), utilizando la Metodología de Valoración Contingente (MVC). La investigación diseñó una nueva metodología que permitió estimar la tarifa real volumétrica del recurso hídrico de la cuenca Cachi. Asimismo, se estimó los rendimientos de escala mediante el método función de producción Cobb Douglas. Los resultados mostraron, los productores agropecuarios están dispuestos a pagar como máximo S/ 74.87/ha/campaña. Mientras, los resultados de la disposición a aceptar o ser compensados la mínima cantidad fue S/ 162.05 ha/bofedal / mensual. Según los resultados de la metodología propuesta, la tarifa volumétrica para la zona ganadera fue S/0.0161037/m<sup>3</sup>, y para la zona agrícola S/ 0.0149460/m<sup>3</sup>. Por otro lado, los resultados de la función de producción Cobb Douglas, obtuvieron rendimientos de escala creciente, es decir; elasticidades de producción  $\epsilon > 1$ . 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. De ésta forma contribuir a la sostenibilidad de la oferta hídrica proveniente de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi. Por consiguiente, la investigación fomenta el uso eficiente y sostenible del agua, a fin de garantizar la provisión del recurso hídrico a las generaciones actuales y futuras en épocas de estiaje.

Palabras claves: Servicios ecosistémicos, evaluación económica, evaluación contingente rendimientos de escala.

## ABSTRACT

The research proposes a complete study of the contingent valuation method in a hypothetical market. The importance of the study was to estimate in monetary terms the water resources coming from the basin head of the Cachi, the objective of this research was to carry out an ecosystem services economic valuation of the water resources for agricultural purposes in a hypothetical market, in scenarios Willingness to Pay (WTP) and Willingness to Accept (WTA), using the Contingent Valuation Methodology (CVM). The research designed a new methodology that allowed estimating the real volumetric rate of the water resource of the Cachi basin. Likewise, returns to scale were estimated using the Cobb Douglas production function method. The results showed that agricultural producers are willing to pay a maximum of S/ 74.87/ha/campaing. Meanwhile the results of the willingness to accept the minimum amount or be compensated was S/162.05 /ha/wetlands/per month. According to the results of the proposed methodology, the volumetric rate for the livestock area was S/ 0.0161037/m<sup>3</sup> and for the agricultural area S/0.0149460/m<sup>3</sup>. On the other hand, the results of the Cobb Douglas production function obtained returns to increasing scale, that is; production elasticities  $\epsilon > 1$ . It is concluded that the producers are WTP, for obtain continuity and quality of water supply for agricultural use, and that they are WTA, for the conservation and recovery of natural water sources. Therefore, it will contribute to the sustainability of the water supply from the high Andean areas of the Cachi basin. Therefore, the research will promote the efficient and sustainable use of water, in order to guarantee the provision of water resources for current and future generations in times of drought.

Keywords: Ecosystem services, economic evaluation, contingent evaluation, of returns to scale.

## ACRÓNIMOS

DAP	Disposición a pagar
DAA	Disposición a aceptar
$\epsilon$	Elasticidad
FAO	Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.
GRA	Gobierno Regional Ayacucho
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
JUDRA	Junta de Regantes del Distrito de Riego de Ayacucho
K	Capital
L	Mano de obra
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MCP	Método de cambios en la productividad
MVC	Método de valoración contingente
MVR	Método del valor residual
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OPEMAM	Oficina de Operaciones y Mantenimiento
PSH	Pagos por servicios hídricos
SE	Servicios ecosistémicos
VES	valoración económica de los servicios ambientales
VET	Valor económico total
VE	Valor de existencia
VU	Valor de uso
VUI	Valor de uso indirecto
VNU	Valores de no uso
T	Tierra (suelos agrícolas)

## I. INTRODUCCIÓN

La investigación trata sobre la valoración económica de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico de la cuenca del río Cachi, provincia de Huamanga, Ayacucho. 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 por ciento para uso agrícola. El 75 por ciento 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 (FAO 2021; Sapino *et al.* 2022).

Según Zhang (2023) afirma la demanda mundial de los recursos hídricos crece a un ritmo del 1 por ciento 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). 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 (Gokul *et al.* 2023).

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 por ciento del agua es utilizada para fines agropecuarias, el 12 por ciento para el consumo de la población, el 8 por ciento para la actividad industrial y el 2 por ciento para la minería (Bernex *at al.* 2017).

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

El servicio ecosistémico 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 por ciento de los servicios ecosistémicos en todo el mundo está degradado (Uribe *et al.* 2020). señalaron 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).

Según Pronti (2023) 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 el uso para fines agropecuarios. La oferta hídrica de la cuenca del río Cachi, está amenazada por actividades intensivas como: sobrepastoreo, tala de árboles nativos, quema de pajonales y pastizales, las mismas que generan problemas de erosión de los suelos, mayor escorrentía y menor infiltración o percolación. La disminución de la disponibilidad hídrica impide cumplir con el cierre de brechas de las 14 493 hectáreas agrícolas registradas en el padrón de usuarios (GRA 2018).

Se ha evidenciado que la Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ayacucho (JUDRA), no fomentan la generación y transferencia adecuada del uso de tecnologías agrícolas (Tec), la adecuada distribución de agua para fines agrarios (RN), el uso de mano de obra especializada en la actividad agropecuaria (L) y el uso adecuado de maquinaria y equipos

(K); contribuyeron a la degradación de la capacidad de provisión de suelos agrícolas (T) y recursos naturales de la cuenca Cachi (GRA 2018).

Las reformas de los precios o tarifas del agua, son medidas poderosas para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del uso del agua en el sector agrícola (Dinar 2001; Zhang 2023). Los programas de pagos por servicios hídricos (PSH), han sido ampliamente aceptados como una herramienta de política para promover el progreso ecológico y social, se enfocan en proteger las cuencas hidrográficas imprescindible de los servicios ecosistémicos (Engel *et al.* 2008; Brouwer *et al.* 2011; Mayer *et al.* 2022). La Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ayacucho, no fomenta su 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. El 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.

## **1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Guldan *et al.* (2022) mencionaron el recurso ecosistémico hídrico es un bien natural para el consumo humano y la actividad agrícola, es un factor clave para el crecimiento de la producción y el incremento de la seguridad alimentaria en la mayoría de los países. El servicio hídrico cumple una función estratégica en la agricultura y contribuye significativamente en la producción de alimentos para satisfacer las necesidades de la humanidad.

Kripa *et al.* (2023) realizaron una revisión sistemática de 195 artículos revisados por pares publicados entre 2010 y 2021, encontraron tres países China, India y Myanmar; realizaron estudios sobre la valoración de los servicios de los ecosistemas, con una tendencia progresiva en estos tres países 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. En China al rededor del 77 por ciento de la literatura se centró en la valoración económica de los SE relacionados con la recreación, la regulación del agua,

las provisiones de los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono, mientras el 13 por ciento se centró en la valoración biofísica y sociocultural.

Quispe *et al.* (2021) efectuaron un estudio de valoración económica de los servicios ambientales de la cuenca del río Coata, Puno, determinaron la Disponibilidad a Pagar (DAP) por la mejora de los servicios ambientales, aplicaron el método de valoración contingente. En el estudio estimaron el valor económico de la DAP asciende a S/4.88 soles mensuales, por lo que evidencia la existencia de una plena disponibilidad a pagar por 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.

Alcón *et al.* (2022) señalaron el Método de Valoración Residual (MVR), asume una finca que maximiza las ganancias por el uso agua de riego, hasta el nivel en que los ingresos netos obtenidos de una unidad adicional del agua iguallen el costo marginal del agua de riego (Lange 2006). En la práctica el MVR se basa en el supuesto que existen mercados competitivos para todos los factores de producción excepto el agua (Berbel *et al.* 2009; Ziolkowska 2015).

Muchara *et al.* (2016) desarrollaron el MVR en KwaZulu, Sudáfrica, los resultados arrojaron valores de agua para maíz fue US\$ 0.12/m<sup>3</sup> y US\$ 0.10 / m<sup>3</sup> respectivamente, mientras que el tomate rindió US\$1.07/m<sup>3</sup>. El valor promedio del agua para la producción de las papas fue US\$0.01/m<sup>3</sup>, con un rango de US\$1.67/m<sup>3</sup> a US\$1.13/m<sup>3</sup>.

Alcón *et al.* (2022) señalaron el método de la Programación Matemática (PM), considera el valor del agua de riego se aplica el criterio de maximizar los rendimientos y la utilidad de los agricultores. Entre las desventajas y limitaciones de la PM, los resultados del programa dependen de la estimación de los coeficientes agronómicos, ecuaciones que integran el modelo, la hipótesis de linealidad de la función objetivo y las restricciones.



El método de Programación Lineal (PL), se puede obtener la valoración marginal del agua por tipo de cultivo, a medida que se eleva el costo de dicho recurso su asignación se irá limitando en el supuesto de maximizar el beneficio. Eventualmente para cada cultivo se llega a un costo máximo del agua, a partir del cual no resulta económica su explotación en regadío, una mínima elevación de dicho costo llevaría a suprimir la cantidad de agua de riego asignado del cultivo. La PL presenta limitaciones a la hora de incluir aspectos dinámicos y de incertidumbre. Por lo tanto, esta metodología resulta excesivamente rígida.

Alcón *et al.* (2022) indicaron el método cambios en la productividad o función de producción, se ha aplicado para estimar el valor del agua de riego. Este se basa en la estimación de la función de producción de los cultivos de regadío, siendo el valor económico de la productividad marginal del agua *ceteris paribus* el precio sombra del agua de riego (Mesa *et al.* 2010; Bierkens *et al.* 2019).

Mediante los modelos econométricos obtuvieron la función de demanda de agua de riego, los resultados evidenciaron los regantes frente a la variación de precios del agua prefieren cambiar la asignación de superficie de los cultivos antes que modificar el volumen de agua aplicado. La segunda evidencia fue la inelasticidad de la demanda de agua de riego llevando a cuestionar los precios del agua, como instrumento de política que induzca a una mejor gestión. Las desventajas y limitaciones al aplicar los modelos econométricos suelen presentar problemas de inferencia, debido a que los datos que se utilizan en estos modelos suelen ser de corte transversal, los precios del agua en una zona específica no varían de forma significativa en el tiempo.

Según Pronti (2023) la razón de la tarifa volumétrica del agua, es utilizar un instrumento económico que asigna un valor a los recursos hídricos, induciendo el ahorro de agua y un uso eficiente del recurso (Cooper *et al.* 2014). La tarificación del agua generalmente se implementa a través de tarifas administrativas, donde las autoridades recuperan el costo del servicio en su totalidad o al menos parcialmente (Johansson 2002; Soto Ríos *et al.* 2018).

La novedad de la investigación radica en la aplicación de un estudio completo del método de valoración contingente a fin de estimar la Disposición a Pagar (DAP) por la

conservación de los servicios ecosistémicos hídricos para fines agropecuarios, y la Disposición a Aceptar (DAA) por ceder sus derechos de propiedad a favor del Gobierno Regional Ayacucho (GRA), a cambio de conservar los humedales y pastizales de las cabeceras donde se origina el agua para la cuenca del río Cachi.

Asimismo, el estudio propone una nueva metodología que permitió estimar la tarifa real volumétrica del recurso hídrico para fines agropecuarios. La propuesta de la tarifa volumétrica, es una de las herramientas fundamentales para incentivar el uso eficiente del agua y mejorar las condiciones ambientales, la cual permitirá reducir el riego excesivo o la aplicación de agua en cantidades superiores a las necesidades de agua del cultivo (Kejser 2016; Pronti & Berbel 2023). La fijación de precios o tarifa del agua para la agricultura, debe recuperar el costo de operación y mantenimiento o el costo del suministro de agua (Zhang 2023).

Según Zhang (2023) la tarifa de agua para uso agrícola en los países desarrollados, persiguen no sólo cubrir los costos de operación y mantenimiento, sino también la recuperación del costo de capital. En estos países los servicios de riego son proporcionados por empresas rentables, sus precios del agua agrícola están más basados en el mercado. En Israel el gobierno es responsable de la construcción del proyecto de riego y la red de suministro de agua, además de compartir el 30 por ciento de los costos de O&M (Katz 2013). En Japón los agricultores asumen los costos de operación y mantenimiento (una tarifa fija basada en el área) y el gobierno asume la mayor parte de los costos de capital (Nickum & Ogura 2010).

En los países en desarrollo los gobiernos tienen que invertir en grandes subsidios para garantizar la seguridad alimentaria, lo que generalmente resulta el uso excesivo de agua a precios bajos. Los subsidios excesivos no son sostenibles a largo plazo, en países en desarrollo toman la cobertura de los costos de operación y mantenimiento, para garantizar las operaciones diarias y recuperar gradualmente el costo total del suministro de agua y promover la sostenibilidad financiera con la fijación de tarifas, como México, Pakistán y China (Zhang 2023).

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).

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar una valoración económica del servicio ecosistémico hídrico para fines agropecuarios en escenarios de un mercado hipotético, a fin de conservar y evitar la pérdida de las fuentes naturales de agua provenientes de las zonas altoandinas de la cuenca del río Cachi.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Estimar la Disposición a Pagar (DAP) de la población de la cuenca Cachi, por obtener continuidad y calidad de la provisión de agua para uso agropecuario.
- Estimar la Disposición a Aceptar (DAA) de la población de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, por la conservación y recuperación de las fuentes naturales de agua provenientes de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi.
- Estimar los rendimientos de escala de los productores de la cuenca del río Cachi, mediante la función de producción Cobb Douglas.
- Diseñar una metodología que permita estimar la tarifa real volumétrica del recurso hídrico para fines agropecuarios.

## **1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Hipótesis general**

La percepción de la población sobre la importancia económica de la conservación del servicio ecosistémico hídrico, está determinada por la función estratégica que cumple en la actividad agropecuaria y contribuye significativamente al crecimiento económico y sostenibilidad ambiental.

### **1.3.2 Hipótesis específicas**

- La Disposición a Pagar (DAP) por la conservación del servicio ecosistémico hídrico para fines agropecuarios, está directamente relacionada a la mejora en calidad y continuidad del recurso hídrico a fin de satisfacer de manera sostenible a los requerimientos de la población.
- La Disposición a Aceptar (DAA) está directamente relacionada por la conservación, recuperación de los humedales y pastizales, contribuyendo a la sostenibilidad de las fuentes naturales de agua, a fin de garantizar la provisión de agua en épocas de estiaje.
- Los rendimientos de escala de los productores agropecuarios de la cuenca del río Cachi, dependen directamente de los factores de producción agrícola, factores que influyen y determinan los rendimientos de escala.
- La metodología propuesta permite estimar la tarifa real volumétrica del recurso hídrico para fines agropecuarios. Asimismo, fomentará el uso eficiente y sostenible del agua para uso agropecuario.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL SOBRE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

#### 2.1.1 Concepto de servicios ecosistémicos

Shen *et al.* (2021) indicaron que los servicios ecosistémicos se refieren a los bienes y servicios ambientales ofrecidos por un ecosistema, es fundamental para el bienestar y subsistencia de la humanidad (Costanza *et al.* 1997; Burnett *et al.* 2006; Sannigrahi *et al.* 2019). La forma de los servicios de los ecosistemas contribuyen al bienestar de las personas, depende de sus contextos demográficos y socioeconómicos individuales (Daw *et al.* 2016).

Sahagún *et al.* (2021) señalaron que los servicios ecosistémicos hídricos son beneficios que la humanidad recibe de la naturaleza, no se cuantifica monetariamente en el mercado (FAO 2017). Los Servicios Ecosistémicos (SE), son todos aquellos beneficios que la humanidad obtiene directa o indirectamente de la naturaleza. Estos servicios no tienen un valor monetario en el mercado (MA 2005; Sahagún *et al.* 2021). La conservación de los recursos biológicos y el control del cambio climático, inciden en el bienestar humano (Wunder *et al.* 2018).

De Groot *et al.* (2002) señalaron los servicios ecosistémicos forman la base de la supervivencia humana, es fundamental para el bienestar de la humanidad. Los servicios de aprovisionamiento más comunes son: alimentos, agua, leña, forraje y productos forestales no maderables (Roy *et al.* 2018).

#### 2.1.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos

Shashidhar *et al.* (2022) afirmaron los servicios ecosistémicos se agrupan en cuatro

tipos: tipos: i) Servicios de provisión que se obtienen directamente de los ecosistemas como: el agua, los alimentos, la madera, la leña, las medicinas, entre otros; ii) Los servicios de regulación más comunes son: la regulación del clima, la disminución de riesgos, inundaciones, sequías, el control de la erosión, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la regulación de la calidad del agua y del aire; iii) Los servicios culturales son: la recreación, la reflexión, el gozo estético y espirituales, iv) El servicio de soporte incluyen la biodiversidad y la provisión de hábitats para la flora y fauna (MA 2005; Finisdore *et al.* 2020).

Magalhaes *et al.* (2022) señalaron los tipos de servicios ecosistémicos (SE), incluyen (1) servicios de aprovisionamiento, como: suministro de alimentos, leña, recursos energéticos y productos naturales; (2) Regulación y servicios de mantenimiento, como: la estabilización de la costa, la regulación de nutrientes, secuestro de carbono, desintoxicación de aguas contaminadas y residuos desechos (3) Servicios culturales, tales como: el turismo, recreación, estéticas, experiencia espiritual, conocimientos religiosos y tradicionales. Estos SE son de vital importancia para la vida y el bienestar humano. Sin embargo, son altamente vulnerable a las presiones antropogénicas, como los impactos del cambio climático, aumento del nivel del mar, erosión, tormentas, además está sujeto a presión sobre el crecimiento demográfico y el desarrollo económico.

Según la propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA 2005; Sahagún *et al.* 2021), se clasifican en cuatro grupos:

- **Servicios de soporte.** Son servicios indispensables para producir otros servicios ecosistémicos 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 la regulación 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).
- **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).

## 2.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Kubiszewski *et al.* (2022) indicaron la valoración económica de los servicios ambientales (VES), 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. Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, los SE son los bienes y servicios que proveen en beneficio de la humanidad ( MA 2005; Tisdell & Xue 2013).

Lugo *et al.* (2021) señalaron que la valoración económica de los servicios ambientales, es una herramienta que contribuye a una mejor toma de decisiones en la gestión de los ecosistemas; es guía fundamental de políticas públicas que permite una asignación eficiente de recursos, ayuda a reducir el deterioro del entorno y al aumento de la conservación de los recursos naturales de forma sostenible (Aoun 2015). Los servicios ambientales de los sistemas naturales son bienes no transables (Vásquez *et al.* 2018).

La valoración económica de los servicios ambientales que brinda los ecosistemas, constituye el medio para poder contar con criterios económicos ambientales para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de estos recursos. Además del tradicional análisis cualitativo se ha introducido el concepto de análisis cuantitativo, donde los beneficios y daños del aprovechamiento de estos recursos se expresan en términos monetarios (Requejo *et al.* 2021).

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

### **2.3 TEORÍA DEL VALOR ECONÓMICO DEL AGUA DE USO AGRÍCOLA**

Según Zhang (2023) China está avanzando hacia una gestión más sostenible de los recursos hídricos en el sector agrícola, mediante la implementación de una reforma de precios del agua agrícola a nivel nacional. La reforma contribuye a mejorar la eficiencia en el uso del agua y la tasa de ahorro de agua, a través de los mecanismos básicos de fijación de "precios razonables" y "subsidios e incentivos para el ahorro de agua". La reforma y la fijación de precios del agua combinada con la "gestión de control de cuotas", es la herramienta para mejorar la gestión agrícola del agua.

Medir el "valor del agua" para uso agrícola resulta ser una importante herramienta para la toma de decisiones de inversión, está relacionada con el diseño de políticas agrícolas, su uso sostenible y asignación eficiente del recurso hídrico, sirve para establecer una política de precios del agua, y evaluar el impacto socioeconómico resultante de su gestión (Pagliettini & Gil 2008). La demanda de agua para uso agrícola no depende solo del precio de los productos, sino también de los costos del uso del agua y el beneficio marginal del consumo (Flores *et al.* 2017).

Alcón *et al.* (2022) señalaron el agua de riego es un insumo clave en los sistemas agrícolas, principalmente por su capacidad de aumentar la productividad de la tierra y la seguridad alimentaria. A pesar de su importancia crucial el agua de riego sigue siendo infravalorada, no solo por los agricultores que no siempre pagan su valor real, sino también por los responsables de la toma de decisiones.

El valor del agua de riego en la producción de cultivos varía según el espacio y el tiempo, debido a diferencias físicas (clima, tipo de suelo) y variables socioeconómicas (precios de insumos y productos), son condiciones de producción para cualquier economía del valor del agua para fines de riego (Steduto *et al.* 2012; Foster & Brozovičb 2018). El agua en la actividad agrícola es un bien intermedio, equivale a la máxima cantidad que el usuario estaría dispuesto a pagar, por una unidad adicional de



agua (Garrido *et al.* 2004). Algunos autores definen el valor económico del agua, como la cantidad que un usuario racional está dispuesto a pagar por un recurso hídrico suministrado por el sector público o privado (Ward & Michelsen 2002).

Requejo *et al.* (2021) señalaron el valor económico total (VET) de los bienes y servicios ambientales, es la suma de los valores de uso (VU) y no uso (VNU), el valor de uso es igual a la suma del valor de uso directo (VUD) y al valor de uso indirecto (VUI), el valor de no uso (VNU) es igual al valor de existencia (VE) y al valor de opción (OP) (Costanza *et al.* 1997; Tomio & Ullrich 2015).

Azqueta *et al.* (2007) reportaron los tipos de valores del agua como: el valor de uso se utiliza para la satisfacción de consumo humano y para la obtención de un beneficio económico tales como: la producción de alimentos, la generación hidroeléctrica y para el uso de fines agrarios. El valor de opción del agua está referido al valor que una persona tiene la posibilidad de utilizar en el presente o futuro (Tabla 1).

**Tabla 1: Uso y no uso de agua**

Valor	Uso y no uso de agua Agua como un bien intermedio	Agua consumo privado	Agua como proveedor de beneficios públicos
Uso directo	Riesgo Industrial	Consumo urbano Consumo industrial	Recreación
	Hidroelectricidad		Turismo y amenidades
Uso indirecto		Receptor de desechos	Habitabilidad de peces Habitabilidad e especies salvajes, en peligros de extinción
		Urbanos e industriales	
Opción	Uso futuro para riego, industria e hidroelectricidad	Uso futuro para consumo privado	Habitabilidad para conservación de biodiversidad
Intrínseco (legado y existencia)			Sitios culturales Sitios históricos

Fuente. Valoración Económica del Agua (Pérez 2003) 45 p

## 2.4 POLÍTICAS DE FIJACIÓN DE PRECIOS DE AGUA

Según Pronti (2023) las políticas de fijación de precios del agua han recibido una mayor atención en las últimas décadas, como un medio para mejorar la sostenibilidad de la gestión del agua, es uno de los aspectos más importantes que influyen en la eficacia de las políticas de precios del agua (Scheierling *et al.* 2006). La elasticidad mide cómo la cantidad demandada de un producto responde a un cambio en su precio (Olmstead *et al.* 2007), y es extremadamente relevante para evitar fallas en las políticas de precios del agua (Somanathan & Ravindranath 2006). De hecho, el precio excesivo del agua puede limitar la producción agrícola potencial y reducir los ingresos de los agricultores. Mientras que los precios del agua sea demasiado bajo, podría reducir los costos de oportunidad de los agricultores al incentivar el uso excesivo del agua (Kahil *et al.* 2015; Molle 2009).

## 2.5 TEORÍA SOBRE FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB DOUGLAS

Wang *et al.* (2022) señalaron sobre la función Cobb Douglas está representada en su forma más antigua la producción (Y), está en función de dos insumos capital físico (K) y mano de obra (L), está representada por la ecuación:  $Y_t = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2}$ , donde los parámetros homogéneos ( $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ), se interpretan como la tecnología ( $\beta_0$ ) y las elasticidades de la producción con respecto a las entradas ( $\beta_0, \beta_1$ ) respectivamente.

Morales *et al.* (2018) indicaron sobre la función Cobb Douglas, es una de las funciones más utilizadas para representar las relaciones entre un producto y las variaciones de los insumos, tecnología, trabajo y capital. La función de producción está representada de la siguiente ecuación:

$$Y_t = AL_t^\alpha K_t^\beta$$

Dónde:  $0 < \alpha, \beta < 1$

- $Y_t$  : Producción total
- $A$  : Factor total de la productividad o avance técnico

- $K_t$  : Insumo capital en el tiempo
- $L_t$  : Insumo trabajo en el tiempo

El progreso técnico o productividad total de los factores (PTF), está representada por  $A$ , es una variable tangible tales como: la organización empresarial, los conocimientos de los empresarios y trabajadores o el nivel de aplicación de tecnología. Por consiguiente, esta función de producción está compuesta por dos factores productivos que se mantienen constantes en el tiempo (Morales *et al.* 2018).

El parámetro  $\alpha$  es la elasticidad producción trabajo y  $\beta$  es la elasticidad producción capital. si:  $\alpha + \beta = 1$ , la función de producción tiene rendimientos de escala constantes, Si  $\alpha + \beta < 1$ , los rendimientos a escala son decrecientes, y si  $\alpha + \beta > 1$ , los rendimientos a escala son crecientes.

Según Suvorov (2020) la función de producción Cobb-Douglas, sigue siendo un método adecuado para una evaluación precisa de las capacidades de producción de la industria de todo el país como en sus regiones. La función de producción Cobb Douglas, permite estimar la elasticidad del producto, el capital y el trabajo, bajo el supuesto de competencia perfecta reflejan las productividades marginales de cada factor (Briones *et al.* 2018).

## **2.6 METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES AMBIENTALES**

Los principales métodos de valoración económica se clasifican en métodos de preferencia declarada y preferencia revelada. Los métodos de preferencia revelada, obtienen su información del mercado usando valores de precios de mercado. El método de preferencia declarada, las personas otorgan un valor determinado en un mercado hipotético; donde se captura las preferencias de los individuos mediante de las encuestas (Azqueta 2007; Requejo *et al.* 2021). Para efectos de la presente investigación se utilizaron dos métodos: el método de valoración contingente y el método de cambios en la productividad o función de producción Cobb Douglas.

### 2.6.1 Método de valoración contingente

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. (Boyle 2017) señala es un método de valoración basado en encuestas, en la que se hacen preguntas hipotéticas a los encuestados por cambios en servicios ecosistémicos.

Vásquez *et al.* (2018) señalaron los métodos de preferencias declaradas más conocido es el Método de Valoración Contingente (MVC), consiste en el diseño de cuestionarios en un escenario hipotético a fin de averiguar el precio que estaría Dispuesto a Pagar (DAP) y la mínima Disposición a Aceptar (DAA). El método se enfoca de manera directa en dos tipos de análisis: la voluntad de los individuos estar dispuesto a pagar, por un cambio favorable y estar dispuesto a aceptar, por renunciar a sus beneficios ambientales (Azqueta *et al.* 2007).

Según Maldonado (2013) la estructura del método de valoración contingente, consta de siete módulos:

- **Sección introductoria.** Se presenta el proyecto o escenario de valoración al encuestado, se le aclara que la información será utilizada de forma confidencial para las personas.
- **Escenario Actual.** Esta sección contiene información acerca de cuenca Cachi, con el objetivo de contextualizar e informar al encuestado, la situación actual de los recursos hídricos de la cuenca y las amenazas a que están expuestas.
- **Escenario Hipotético.** En esta sección de la encuesta se crea el mercado hipotético a través del enfoque de referéndum, se plantea preguntas de forma binaria en el cual el entrevistado tiene que responder dos opciones "Sí" o "No" estaría dispuesto a pagar o dispuesto a aceptar.
- **Preguntas de Seguimiento y Control.** En esta sección se hace seguimiento a las respuestas de las preguntas de disponibilidad a pagar y la disponibilidad a aceptar. Se identifica a las personas que pueden responder No a las preguntas

de la DAP y DAA, por lo que se podría asumir que su disponibilidad a pagar y aceptar es cero, significa las personas no están dispuestas a pagar ni aceptar o no están de acuerdo con algún detalle de la valoración (Maldonado 2013).

- **Preguntas sobre el comportamiento ambiental.** Esta sección contiene preguntas relacionadas con las actitudes ambientales del entrevistado.
- **Preguntas Socioeconómicas.** En este módulo se incluyen preguntas sobre las características personales de los encuestados como: género, edad, nivel de educación, ocupación, ingresos y gastos, etc.
- **Preguntas para el encuestador.** Esta sección contiene un espacio para el encuestador, se registran todos los comentarios y datos adicionales del entrevistado.

### 2.6.2 Métodos de preferencias reveladas

Entre los métodos más importantes en la estimación de preferencias reveladas, se encuentra el método cambios en la productividad o función de producción Cobb Douglas. Este método sirve para estimar el valor del atributo ambiental, un cambio en el atributo ambiental implicará una variación en la producción del bien, lo que afectará el bienestar de los individuos. El método función de producción Cobb Douglas, busca estimar económicamente el impacto ambiental sobre un recurso natural (MINAM 2016).

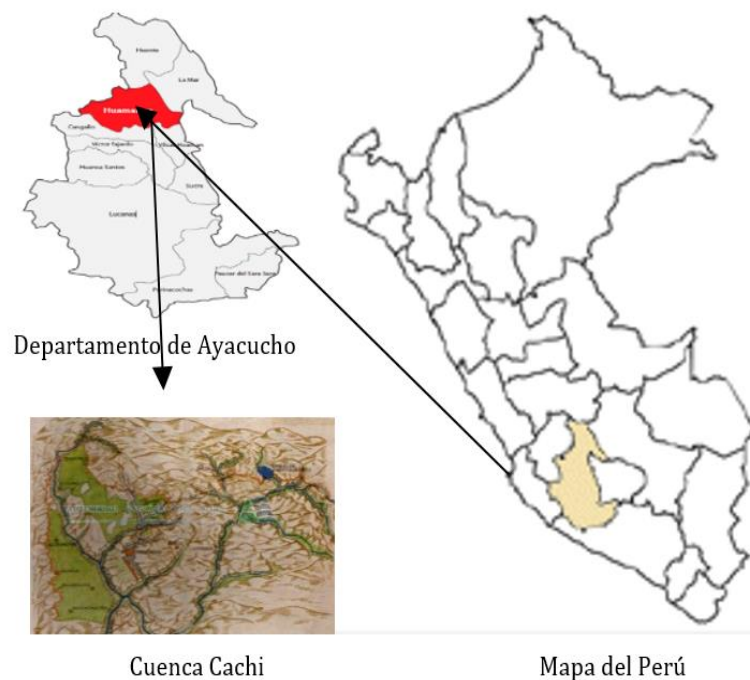
La aplicación del método sobre la producción agrícola, busca estimar económicamente el impacto ambiental sobre un recurso natural, a través de la valoración del efecto que genera en la producción. El método analiza si la calidad del agua disminuye debido a una contaminación, entonces disminuirá los rendimientos en la producción, se traduciría en mayores costos de producción conllevaría en un incremento de precio del producto, finalmente afectaría a las personas que deberán pagar un mayor precio (MINAM 2016).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. 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  $12^{\circ}59'45''$  -  $13^{\circ}34'09''$  de Latitud Sur y los meridianos  $73^{\circ}58'45''$  -  $74^{\circ}38'42''$  de Longitud Oeste, con altitudes de 2 600 a 4 240 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 (GRA 2018). En esta área de influencia se desarrolló la investigación relacionada con la valoración económica de los servicios ecosistémicos hídricos.



**Figura 01: Ubicación del área de estudio**

Fuente. Google maps Perú (2022)

### **3.1.2 Biodiversidad de ecosistemas de la cuenca Cachi**

#### **a. Ecosistemas**

La cuenca del río Cachi se caracteriza por presentar alta diversidad de ecosistemas que posibilita la existencia de gran diversidad de especies vivas que interactúan entre sí. Las especies y la fauna silvestre se encuentran amenazadas o están en peligro de extinción por la caza ilegal la degradación forestal y quema de pastizales.

#### **b. La flora y la fauna**

La flora es variada crecen diversas variedades como: gramíneas (ichu), quishuar, mutuy, muña, huyhua, eucalipto, pino, entre otros. Asimismo, la fauna silvestre es diversa como: aves silvestres, huaychau, perdiz, entre otros.

#### **c. Clima y temperatura**

Durante el año la temperatura media mensual varía de 13° C a 17° C presentándose el clima de frío en los meses (mayo - agosto) y el clima caluroso (setiembre - abril). Durante el año la humedad relativa media mensual varía entre un mínimo de 48.7 por ciento a un máximo de 68.8 por ciento (GRA 2018).

#### **d. Precipitación pluvial**

Las precipitaciones pluviales varían durante los meses de enero a marzo son de mayor precipitación, disminuyendo significativamente de abril a setiembre. La precipitación promedio total anual en la cuenca del Cachi es de 811 mm a nivel mensual.

### **3.1.3 Caracterización socioeconómica**

Para el análisis del sistema de producción de la cuenca Cachi se ha considerado tres zonas:

- La cuenca Alta es zona pecuaria, predomina la siembra de pastos asociados (tréboles, rye grass, dactylis y avena forrajera), son destinados para el ganado vacuno mejorado. Se estima el número de vacas en producción 7 228 cabezas, la producción media por vaca es 3.73 litros/día.

- La cuenca Baja es zona agrícola, prevalece la producción de papa, quinua, maíz, trigo, cebada, haba, arveja, y olluco. La extensión aproximada de las áreas cultivables por familia bordea 2 ha/fam.
- Las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, es la cuenca hidrográfica donde se origina el agua para proveer agua hacia las partes bajas de la cuenca a través de los ríos de Apacheta, Choccoro y Chicllarazo, son aprovechadas mediante una bocatoma y conducidas a la presa de Cuchoquesera. El sistema de producción de las zonas altoandinas es la ganadería de camélidos.

### 3.1.4 Oferta y demanda hídrica de la cuenca Cachi

#### a. Oferta hídrica

La presa de Cuchoquesera tiene un volumen de almacenamiento de 80 MMC consta de 42 m de altura y una longitud de coronación de 390.72 m, con una capacidad de 32 m<sup>3</sup>/s, se encuentra a una altitud de 3 740 m.s.n.m (GRA 2018).



**Figura 2: Vista satelital de la Presa Cuchoquesera, cuenca Cachi**  
**Fuente: Galván (2022)**

#### b. Demanda hídrica

La demanda de agua con fines agropecuarios es de 14 493 ha, áreas cultivables (cuenca Alta 3 986 ha, cuenca Baja 9 077 ha y Socos -Totorilla de 1 430 ha). La demanda total de agua para uso agrícola es de 177 749.77 m<sup>3</sup> (GRA 2018).



## 3.2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

### 3.2.1 Diseño de la disposición a pagar y disposición a aceptar

Esta metodología se ha desarrollado en dos etapas: (i) Elaboración de los cuestionarios y (ii) Aplicación de las encuestas.

#### a. Elaboración de los cuestionarios

Previa a la realización de las encuestas definitivas se aplicaron encuestas pilotos en tres (03) 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 30 jefes de hogar quienes fueron interceptados 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 pregunto 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 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 tiene 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, características de su vivienda, servicios básicos, ocupación, 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, Catalinayocc, Puncupata, Allpachaca, Sunilla, Condorpaccha, Ccochapampa, Putacca. Chontaca, Pampamarca, Socos, Tambillo, Seccelambras y Santa Barbara.

Todas las comunidades mencionadas pertenecen a los distritos de las provincias de Huamanga y Cangallo (Tabla 2).

**Tabla 2: Población de la cuenca Cachi 2017**

	Distritos	Población
Válido	Acocro	7 403
	Vinchos	13 634
	Tambillo	5 047
	Socos	5 952
	Chiara	5 698
	Los Morochucos	7 463
	Chuschi	8 321
	Total	53 518

Fuente. Censos Nacionales (2017): XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Se definió la población con datos de los censos nacionales 2017, la unidad de análisis lo constituyeron los jefes de hogar, se estimó el tamaño de la muestra de 381 encuestas, se aplicó la técnica de muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza de 95 por ciento de confiabilidad.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- N : población
- n : tamaño de muestra
- $Z^2$  : límite de confianza (1.96)
- p : probabilidad de aciertos (0.5)
- q : probabilidad de fracasos (0,5)
- $e^2$  : error estándar, nivel de precisión (0.05)

Para una población infinita (cuando se desconoce el total de unidades de observación que la integran o la población es mayor a 10 000), la fórmula es:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(53,518 - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = 381 \text{ encuestas}$$

Se estimó el tamaño de la muestra de 381 encuestas para estimar la Disposición a Pagar (DAP), las entrevistas fueron distribuidas en forma porcentual según tamaño de la población. Para el proceso de recoger datos para la encuesta final fue a partir de planos de los distritos y comunidades que se encuentran dentro del área de influencia de cuenca del río Cachi, cada comunidad ha sido cubierta por una cuadrilla de encuestadores (Tabla 3).

**Tabla 3: Distribución de la encuesta muestral dentro del ámbito geográfico**

	Distritos	Población	Porcentaje válido	Familias	N° de encuestas
Válido	Acocro	7 403	13.9	1 481	53
	Vinchos	13 634	25.5	2 727	97
	Tambillo	5 047	9.4	1 009	36
	Socos	5 952	11	1 190	42
	Chiara	5 698	10.8	1 140	41
	Los Morochucos	7 463	13.9	1 493	53
	Chuschi	8 321	15.5	1 664	59
	Total	53 518	100	10 704	381

Fuente. Censos Nacionales (2017): XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Para estimar la Disposición a Aceptar (DAA) el 2019, según el padrón de las comunidades altonadinas de la cuenca del río Cachi, la población fue 374 habitantes se estimó el tamaño de la muestra de 75 encuestas. La encuesta censal fue distribuida en forma porcentual de acuerdo al tamaño de la población (Tabla 4).

**Tabla 4: Distribución de la encuesta censal comunidades altoandinas**

Comunidades altoandinas	Población	Familias	N° de encuestas
Rosaspampa	108	22	22
Choccoro	48	10	10
Millpo	143	28	28
Tunsulla	75	15	15
Total	374	75	75

Fuente. Elaborado sobre la base del padrón de comuneros (2019)

### 3.2.1.1 Análisis de información y procesamiento de base de datos 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 (para datos de estadística descriptiva), para correr los modelos y presentarlos en el informe se utilizó el Eviews, y el Stata. Los datos se organizaron en tablas y gráficos de acuerdo a los objetivos de la investigación y emitir las conclusiones.

### 3.2.1.2 Especificación econométrica de los modelos Logit

Según Garrett (2015) la regresión logística 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.

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

**Tabla 5: Especificación de las variables del modelo Logit**

Variable	Denominación	Descripción	Escala
Prob(Sí)	P(sí)	Probabilidad de decir SI	Dicotómica 1= Sí 0 = No
PH	X <sub>1</sub>	Precio hipotético	Precio asignado a la tarifa de agua.
INGFAM	X <sub>2</sub>	Ingreso familiar	Ordinal, según ingreso
PHMAX	X <sub>3</sub>	Precio hip. máximo a pagar	Ordinal, según precio máx a pagar.
NIVEDUC	X <sub>4</sub>	Nivel de educación	Ordinal, según nivel de educación
NHOG	X <sub>5</sub>	Niños menores de 12 años	Ordinal, según número de niños hogar
EDA	X <sub>6</sub>	Edad	Ordinal, según tipo de edad
SUPERF	X <sub>7</sub>	Superficie de terreno	Ordinal, según tipo de superficie
TCRIEGO	X <sub>8</sub>	Terreno con riego	Ordinal, según tamaño terreno con riego
TSRIEGO	X <sub>9</sub>	Terreno sin riego	Ordinal, según tamaño terreno sin riego
UBS	X <sub>10</sub>	Servicios básicos de saneamiento	Ordinal, según tamaño de UBS
GANVAC	X <sub>11</sub>	Cabeza de ganados vacunos	Ordinal, según tamaño ganado vacuno

Fuente. Elaborado sobre la base de trabajo de campo (2019)

Modelo General Logit: Valoración Contingente DAA.

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

**Tabla 6: Especificación de las variables del modelo Logit**

Variable	Denominación	Descripción	Escala
Prob(Sí)	P(sí)	Probabilidad de decir SI	Dicotómica 1= Sí 0 = No
PH	X <sub>1</sub>	Precio hipotético	Precio asignado a la tarifa de agua.
INGFAM	X <sub>2</sub>	Ingreso familiar	Ordinal, según ingreso
PHMIN	X <sub>3</sub>	Precio hip. mínimo a aceptar	Ordinal, según precio mín a aceptar.
NIVEDUC	X <sub>4</sub>	Nivel de educación	Ordinal, según nivel de educación
NHOG	X <sub>5</sub>	Niños menores de 12 años	Ordinal, según número de niños hogar
EDA	X <sub>6</sub>	Edad	Ordinal, según tipo de edad
SUPERF	X <sub>7</sub>	Superficie de terreno	Ordinal, según tipo de superficie
UBS	X <sub>8</sub>	Servicios básicos de saneamiento	Ordinal, según disponibilidad de UBS
GANCAM	X <sub>9</sub>	Cabeza de ganados camélidos	Ordinal, según número de ganados camélidos

Fuente: Elaborado sobre la base de trabajo de campo (2019)

### 3.2.1.3 Estimador del modelo econométrico de la DAP

Para determinar el bienestar que genera el recurso hídrico a los usuarios de la cuenca 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 en el estado final se incorpora la mejora de la calidad del agua, ambos supuestos están representadas en las siguientes ecuaciones:

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

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

Sí 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; Cameron 1988) proponen 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:

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

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:

$$DAP = \frac{\alpha}{\beta} \quad (12)$$

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:

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

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

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



### 3.2.1.4 Análisis de las respuestas de protesta

Esta etapa se ha identificado y analizado a los encuestados que no están dispuestos a pagar. Del total de 381 encuestas se obtuvieron 345 encuestas válidas, dado que hubo 36 productores de la cuenca Cachi, no están dispuestos a pagar (Tabla 7).

**Tabla 7: Si su respuesta es No ¿Cuál es el motivo principal por la cual no estaría Dispuesto a Pagar?**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No se beneficia del recurso hídrico	3	0.083	0.083
Por motivos económicos	15	0.416	0.5
Dependen únicamente de las lluvias	2	0.055	0.6
Desacuerdo con la Junta de Usuarios (JUDRA)	11	0.306	0.9
Inadecuada distribución del Agua	5	0.139	1
Total	36	1	

Fuente. Elaborado sobre la base de las encuestas (2019)

De 75 encuestas censales se obtuvieron 69 encuestas válidas, dado que 6 pobladores de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, no están dispuestos a aceptar o ser compensado (Tabla 8).

**Tabla 8: Si su respuesta es No ¿Cuál es el motivo principal por la cual no estaría Dispuesto a Aceptar?**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sirve para el pastoreo de mis ganados camélidos.	1	0.1666	0.1666
Se pueden apropiarse de mi terreno.	2	0.3333	0.5
Desacuerdo con el Gobierno Regional Ayacucho.	1	0.1666	0.6666
Es mi único sustento.	2	0.3333	1
Total	6	1	

Fuente. Elaborado sobre la base de las encuestas (2019)

### 3.2.2 Diseño del modelo econométrico de la función de producción Cobb Douglas

Mediante la aplicación del modelo econométrico Coob-Douglas, se estimaron los rendimientos de escala de los productores de la cuenca Cachi. Los factores de

producción como el trabajo, capital y tierra, son factores preponderantes del modelo. La metodología se ha desarrollado de la siguiente manera:

#### **a. Elaboración de los cuestionarios**

Se ha realizado encuestas pilotos distribuidas en dos (02) sectores de la cuenca Cachi: cuenca Alta y cuenca Baja, 30 personas jefes de hogar fueron interceptadas aleatoriamente, con la finalidad de validar los aspectos fundamentales y los costos de producción agrícola por hectárea. Por lo tanto, sobre la base de los resultados de la prueba piloto, ha sido diseñado y estructurado las encuestas en cinco bloques (3.2.1, Ítem a).

Para evidenciar los efectos de los factores productivos sobre la producción agropecuaria de la cuenca Cachi, se ha utilizado el segundo bloque de la encuesta final, preguntas diseñadas para obtener información estadística agropecuaria como: superficie agrícola con y sin riego, tamaño de parcela cosechada por campaña agrícola, tecnología de riego, tecnología de producción, cultivos principales por campaña agrícola, costos de producción/ha, rendimiento tn/ha, precio /kg chacra y rentabilidad agrícola. Información estadística sirvió para representar el modelo econométrico Cobb Douglas.

##### **3.2.2.1 Análisis de información y procesamiento de base de datos del modelo Cobb Douglas**

Obtenida los resultados de las encuestas agropecuarias del segundo bloque del formato definitivo, las bases de datos fueron ordenadas y procesadas en hojas de Excel. Finalmente, los costos de producción por hectárea fueron comparados con datos estadísticos de la Encuesta Nacional Agraria (INEI 2018).

##### **3.2.2.2 Especificación econométrica del modelo Cobb Douglas**

A través de modelos econométricos se determina la función de producción Cobb Douglas, que permitió medir los efectos de los factores de producción sobre el proceso de producción agrícola en la cuenca Cachi.

Modelo Econométrico:

La función de producción Cobb-Douglas, según (Gujarati & Porter 2010), está representado por la siguiente ecuación:

$$Y_i = \beta_0 X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_3} e^{u_i} \quad (1)$$

Donde:

- $Y$  : Producción agrícola.
- $X_{1i}$  : Factor de producción capital.
- $X_{2i}$  : Factor de producción mano de obra.
- $X_{3i}$  : Factor de producción tierra.
- $u_i$  : Perturbación estocástica.
- $e$  : Base del logaritmo natural.
- $\beta_0$  : Es el intercepto.

Para realizar la estimación se transformó el modelo mediante una función logarítmica, se presenta en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \ln Y_i &= \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1i} + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \\ &= \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1i} + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \end{aligned} \quad (2)$$

Los coeficientes de regresión parcial  $\beta_2$  hasta  $\beta_k$  es la elasticidad parcial de  $Y$ , respecto de las variables independientes  $X_2$  hasta  $X_k$ . El modelo log-lineal con  $k$  variables está representado de la siguiente manera:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + \dots + \beta_k \ln X_{ki} + u_i \quad (3)$$

Las propiedades de la función de producción Cobb-Douglas:

1.  $\beta_2$ : mide la elasticidad parcial de la producción total con respecto a la variable trabajo, mide el cambio porcentual en la producción total por una variación de 1 por ciento del número de trabajadores.
2.  $\beta_3$ : mide la elasticidad parcial de la producción agrícola total con respecto a la variable capital, cuando la variable del número de trabajadores se mantiene constante (Gujarati & Porter 2010).
3. La suma ( $\beta_2 + \beta_3$ ) nos da información sobre los rendimientos a escala. Si la suma es igual a 1, existen rendimientos constantes a escala, si la suma es menor que 1, existen rendimientos decrecientes a escala, si la suma es mayor que 1 hay rendimientos crecientes a escala. El coeficiente de cada variable X, mide la elasticidad (parcial) de la variable dependiente Y.

De la ecuación (1) reemplazamos con las variables obtenidas en las encuestas se transforma a la función logaritmo natural:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_2 \ln L_{2i} + \beta_3 \ln K_{3i} + \beta_4 \ln T_{4i} + \beta_5 \ln R_{n5i} + \beta_6 \ln T_{ec 6i} + \mu_i \quad (4)$$

Donde:

- Y : Producción agrícola total
- L : Trabajo (mano de obra)
- K : Capital (recursos financieros)
- T : Tierra (superficie agrícola total)
- $R_n$  : Recursos naturales (Recurso hídrico de la cuenca Cachi)
- $T_{ec}$  : Tecnología (maquinaria y equipo agrícola)

- $\mu$  : Perturbación estocástica

Finalmente, transformamos el modelo de regresión múltiple a un modelo log-log, doble-log o log línea, para obtener un modelo ajustado mediante logaritmos. La aplicación del modelo permitió estimar los rendimientos de escala de los productores de la cuenca Cachi, donde los factores de producción como el trabajo, capital y tierra son factores preponderantes del modelo.

Modelo Econométrico Ajustado:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{1i} + \beta_2 \ln K_{2i} + \beta_3 \ln T_{3i} + \mu_i \quad (5)$$

Donde:  $\beta_0 = \ln \beta_2$

- Y : Producción agrícola total
- $\beta_0$  : Coeficiente que representa el incremento del nivel de utilidad
- L : Trabajo (Mano de la actividad agropecuaria)
- K : Capital (recursos para el proceso de producción)
- T : Superficie de terreno con riego
- $\mu$  : Perturbación estocástica

Existe linealidad en los parámetros  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$ , hace referencia a los coeficientes de la mano de obra, capital y trabajo respectivamente, son factores de productivos que sirvieron para la transformación en productos agrícolas. El capital son todos los bienes que ayudan a la producción agrícola como: herramientas, materias primas, maquinarias y equipos.

Por otro lado, el factor trabajo hace referencia a las capacidades físicas e intelectuales que son necesarios en el proceso productivo y la tierra es la superficie de terreno con

riego aptos para el cultivo (Gujarati & Porter 2010).

### **3.2.3 Diseño de una propuesta metodológica para estimar la tarifa real de agua para uso agropecuario**

La metodología propuesta fue el resultado de la revisión bibliográfica de artículos científicos de índole agrícola y recursos hídricos.

#### **3.2.3.1 Especificación de modelo propuesto**

Para estimar la tarifa volumétrica de agua para fines agrarios se plantea el siguiente modelo:

##### **Modelo general:**

$$T_{vm3} = (R_{to}, P_v, VBP, CP, VNP, Vol)$$

Donde:

- $T_{vm3}$  : Tarifa volumétrica agua ( $m^3/ha$ )
- $R_{to}$  : Rendimiento de cultivo ( $kg/ha$ )
- $P_v$  : Precio de venta unitario ( $kg/soles/chacra$ )
- $VBP$  : Valor bruto de producción ( $soles/ha$ )
- $CP$  : Costos de producción ( $soles/ha$ )
- $VNP$  : Valor neto de producción ( $soles/ha$ )
- $Vol$  : Volumen de agua superficial para riego ( $m^3/ha$ )

Despejando las variables independientes, el modelo general tenemos la siguiente fórmula:

$$VBP = R_{to} \times P_v \quad (1)$$

$$CP = Mo + Mqe + Ins + Ci \quad (2)$$

Donde:

- CP : Costos de producción (soles/ha)
- Mo : Mano de obra
- Mqe : Maquinaria y Equipo agrícola
- Ins : Insumos (semilla, fertilizantes, pesticida y herbicidas)
- Ci : Costos indirectos

$$UBP = Cp \times VBP \quad (3)$$

Donde:

- UBP : Utilidad bruta de producción
- Cp : Costo total de producción
- VBP : Valor bruto de producción

$$C_{pkg} = \frac{C_{tp}}{R_{to}} \quad (4)$$

Donde:

- $C_{pkg}$  : Costo de producción unitario kg / soles
- $C_{tp}$  : Costo total de producción /ha
- $R_{to}$  : Rendimiento Kg/ha

$$M_g = P_{kg} - C_{kg} \quad (5)$$

Donde:

- $M_g$  : Margen de utilidad unitaria/ kg
- $P_{kg}$  : Precio de venta unitario kg/chacra
- $C_{kg}$  : Costo de producción unitario

Finalmente, para determinar la tarifa volumétrica, se calculó mediante la siguiente la fórmula:

$$M^3_{kg} = \frac{M3/ha}{Rto/ha.} \quad (6)$$

Donde:

- $M^3_{kg}$  : Requerimiento de agua superficial  $m^3$  /kg
- $M^3_{ha}$  : Requerimiento de agua superficial  $m^3$  /ha
- $R_{to/ha}$  : Rendimiento hectárea kg/ha

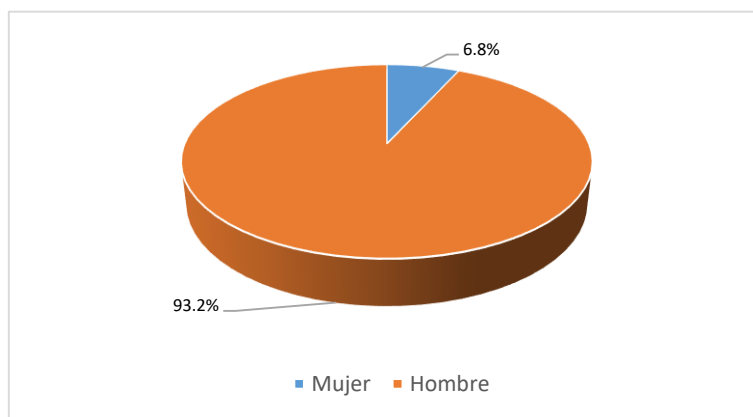


## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de 381 encuestas para estimar la DAP y 75 encuestas censales para determinar la DAA, entrevistas aplicadas a los productores agropecuarios de la cuenca del río Cachi.

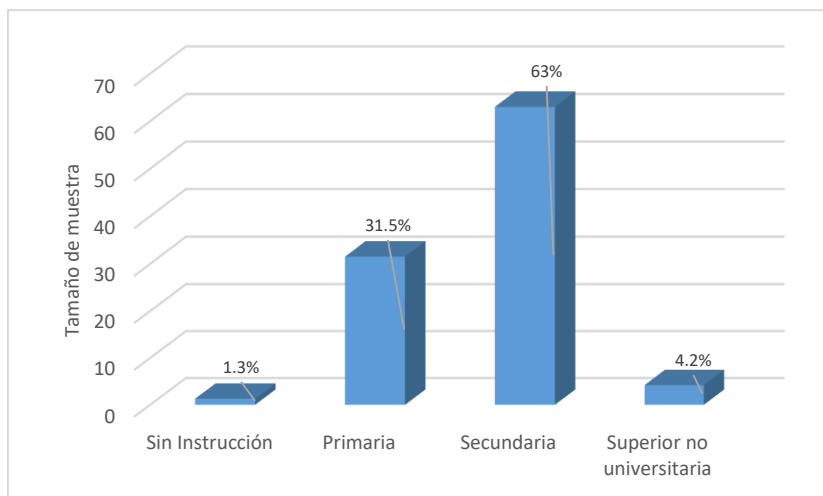
### 4.1 ANÁLISIS RESULTADOS DE GÉNERO Y NIVEL EDUCATIVO

Los resultados de las encuestas binarias fueron 93.2 por ciento (355 encuestados) fueron hombres y 6.8 por ciento (26 entrevistados) mujeres. El género masculino es un factor relevante para la DAP, debido que su actividad principal es sector agrícola. Es importante señalar durante las encuestas, las mujeres se encontraban en las ferias semanales de la cuenca Cachi, vendiendo sus productos agropecuarios (Figura 3).



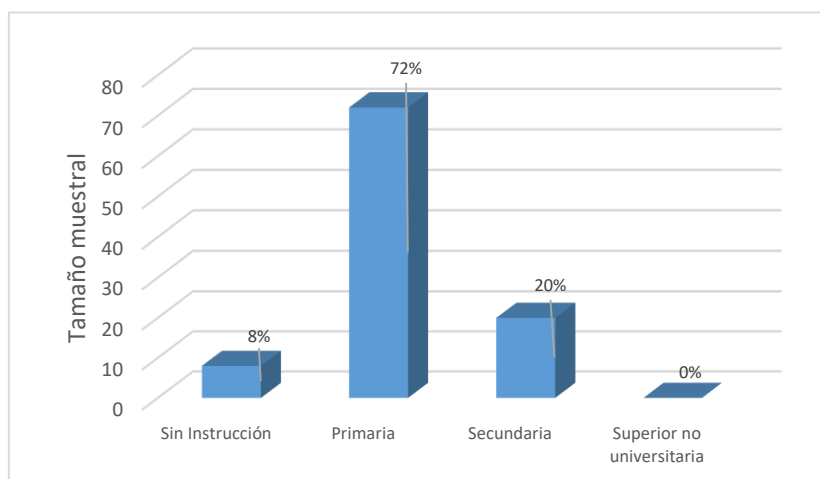
**Figura 3: Población encuestada según género**

Según los resultados respecto al nivel educativo de la población de la cuenca Cachi, mostraron el 63 por ciento (240 entrevistados) estudiaron nivel secundaria, el 31.5 por ciento (120 personas) concluyeron nivel primaria, el 4.2 por ciento (16 encuestados) nivel superior no universitaria y sólo 1.3 por ciento (5 personas) sin instrucción alguna (Figura 4).



**Figura 4: Nivel educativo de la población de la cuenca Cachi**

El nivel de educación de la población de las zonas altoandinas, el 72 por ciento (54 encuestados) cuentan con primaria completa, el 20 por ciento (15 entrevistados) secundaria completa y 8 por ciento (6 encuestados) sin instrucción (Figura 5).



**Figura 5: Nivel educativo de la población de las zonas alto andinas de la cuenca Cachi**

Según análisis de las encuestas el nivel de educación fue un factor decisivo para la DAP y la DAA. Las personas con mayor nivel de educación tienen mayor probabilidad de estar DAP, por obtener la provisión de agua para uso agropecuario. Asimismo, la población de las zonas altoandinas con mayor educación está DAA, una compensación monetaria por la conservación y recuperación de las fuentes naturales de agua.

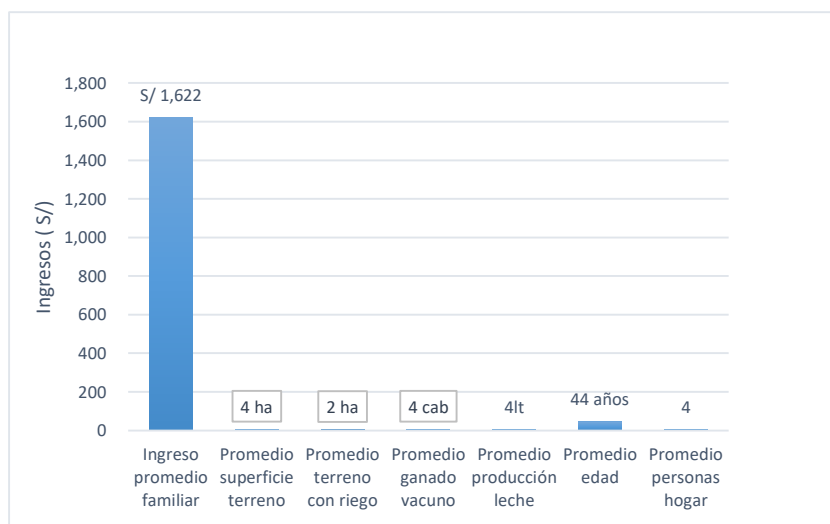
Mu *et al.* (2019) señalaron el nivel de educación es un factor crucial que afecta la disposición a pagar. Las personas con educación superior tenían más probabilidades de estar dispuestos pagar. Según la base de datos de la encuesta en la cuenca Cachi, los resultados coinciden con la teoría señalada.

## 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS

### a. Análisis estadístico de la cuenca del río Cachi

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

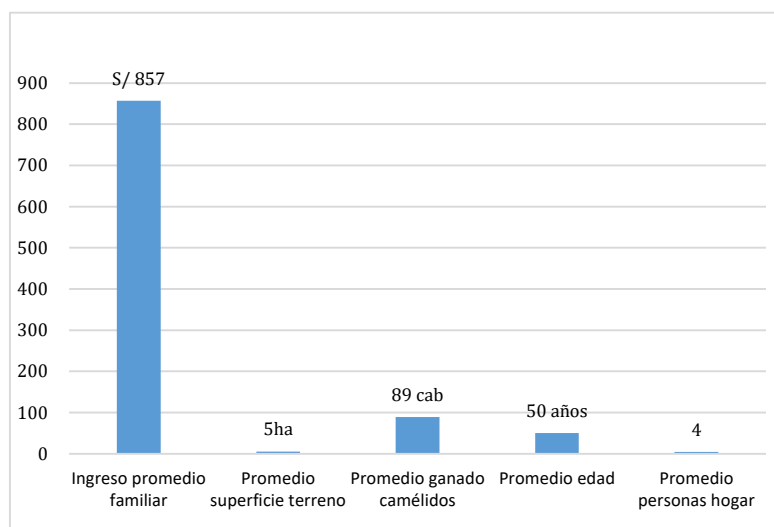
La Figura 6 señala los resultados de la muestra de 381 encuestas, revelaron la media el ingreso mensual fue S/ 1 622/familia, el promedio de superficie de terreno mostró 4 /ha/familia, terreno con riego 2 /ha/familia, el promedio de ganado vacuno fue 4 /vac/ familia, el promedio de ordeño leche resulto 4,28 lt/vacuno, la media de edad fue 44 años, y el promedio por hogar fue 4 personas.



**Figura 6: La media de la población de la cuenca Cachi**

La Figura 7 presenta resultados de las 75 encuestas censales a los productores de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, la media de ingreso mensual fue S/ 857/familia, el promedio de superficie de terreno mostró 5/ ha/familia, el promedio de ganados camélidos y ovinos 89 /cabezas/familia, el promedio de edad 50 años y

el promedio de habitantes que ocupan un hogar fue 4 personas.



**Figura 7: La media de la población de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi**

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.

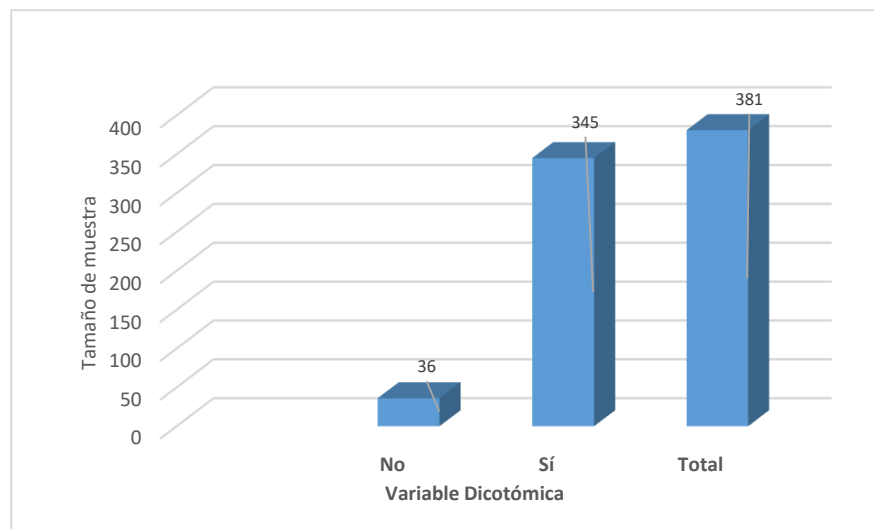
#### **b. Análisis de disposición a pagar y disposición a aceptar**

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

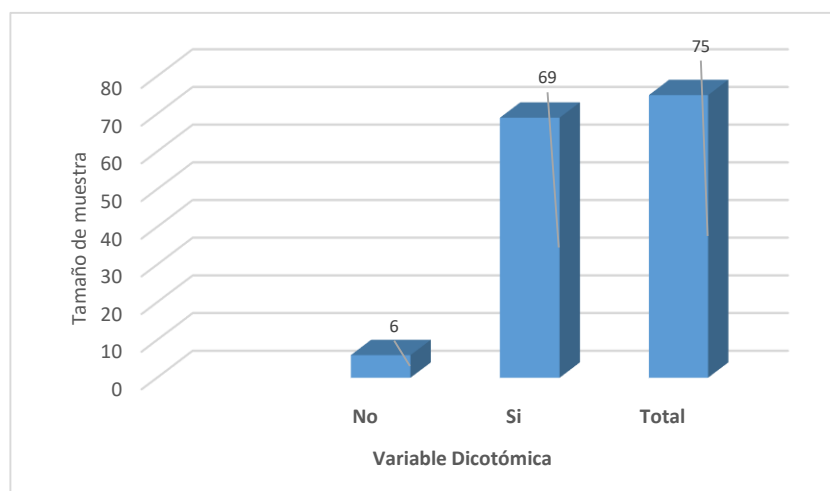
Según Riera (1994) señaló es habitual encontrar en los Estados Unidos porcentajes entre el 20 y 30 por ciento de respuestas de protesta de no estar dispuestos a pagar,

por lo que suelen considerarse aceptables. En España la respuesta protesta puede llegar fácilmente al 40 por ciento.

La Figura 8 muestra los resultados del estudio mostraron el 9.4 por ciento (36 entrevistados) no están DAP expresan posiciones de protesta, el 90.6 por ciento (345 personas) de los entrevistados están DAP, por el uso del recurso hídrico para la actividad agropecuaria.



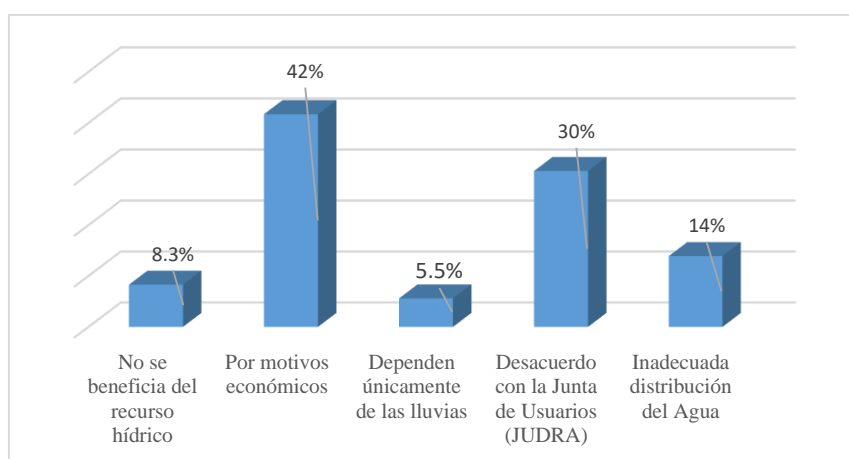
**Figura 8: Disposición a pagar por el uso del recurso hídrico para uso agropecuario**



**Figura 9: Disposición a aceptar por la conservación y recuperación de las fuentes naturales de agua**

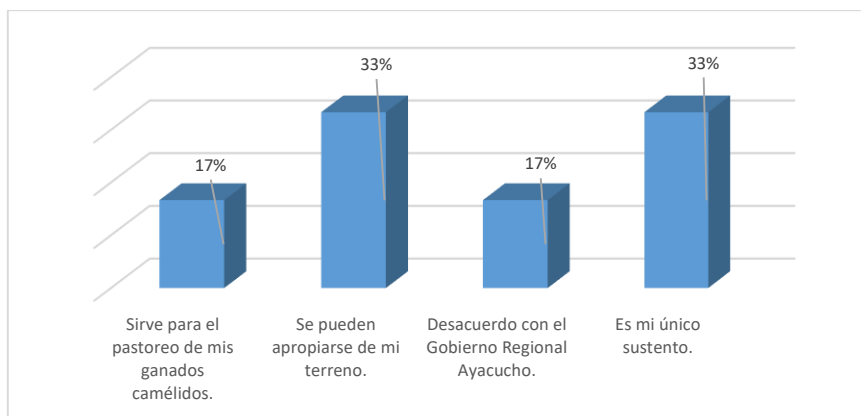
La Figura 9 presenta los resultados de la DAA el 8 por ciento (6 entrevistados) no están DAA, expresan posiciones de protesta, el 92 por ciento (69 personas) de los encuestados están DAA, un incentivo por la conservación, recuperación de los humedales y pastizales, de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, a fin de garantizar la provisión de agua en épocas de estiaje.

La Figura 10 presenta resultados de 381 encuestas, realizadas a los productores de la cuenca Cachi, señalaron los motivos de los entrevistados dan una valoración de cero soles y/o no estarían dispuestos a pagar. Los motivos fueron los siguientes: el 42 por ciento (15 personas) por motivos económicos, el 30 por ciento (11 personas) por estar en desacuerdo con la JUDRA, el 14 por ciento (5 personas) por la inadecuada distribución del agua, el 8.3 por ciento (3 personas) no se beneficia del recurso hídrico y el 5.5 por ciento (2 personas) dependen de las lluvias.



**Figura 10: Motivo principal por la cual no estaría Dispuesto a Pagar**

La Figura 11 presenta resultados de 75 encuestas, realizadas a los pobladores de las zonas alto andinas de la cuenca Cachi, señalaron los motivos que no estarían DAA: el 33 por ciento (2 personas) por ser su terreno único sustento, el 33 por ciento (2 personas) señala el GRA puede apropiarse de su terreno, el 17 por ciento (1 persona) su terreno sirve para pastoreo de ganados camélidos y no están de acuerdo con el GRA.



**Figura 11: Motivo principal por la cual no estaría Dispuesto a Aceptar**

### 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS ECONÓMICOS 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 ( $p < 0,05$ ).

#### 4.3.1 Especificación econométrica de los modelos Logit

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, se estimó considerando la siguiente relación.

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

La mediana sería

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

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 por ciento y nivel de significancia al 5 por ciento, lo cual asegura precisión en la estimación ante cambios en la observación de la muestra. Por consiguiente, 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:

$$\text{Prob (Sí)} = 0.268619 - 20.351960 - 01PH + 1.989874 \text{ ING}$$

La Tabla 9 presenta los resultados de las estimaciones econométricas de la Disposición a Pagar (DAP) del modelo Logit, según los resultados de los modelos econométricos se ha seleccionado el modelo cuatro (4), muestra una mejor bondad de ajuste de 90.55 por ciento con intervalos de confianza del 95 por ciento 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.



**Tabla 9: DAP: Resultados econométricos del modelo Logit**

Variable dependiente		SI_NO						
Modelo	Variables (s) independientes	Parámetros		LR statistic	Modelo		DAP	
		Coficiente	Prob.		Prob (LR statistic)	Bondad de ajuste	Con la media ingresos	Con la mediana ingresos
1				49.8458	0.0000	85.83%	66.15	66.17
	Constante	-17.51811	0.0000					
	PRE_HIP	0.264737	0.0000					
2				54.2011	0.0000	87.14%	75.48	75.8
	Constante	-17.96799	0.0000					
	PRE_HIP	0.256992	0.0000					
	ING_PER_CAP	0.002828	0.0490					
3				61.3257	0.0000	88.71%	75.31	75.15
	Constante	-20.71553	0.0000					
	PRE_HIP	0.268619	0.0000					
	SUPERF	0.803483	0.0020					
4				73.9206	0.0000	90.55%	73.85	75.87
	Constante	-20.35196	0.0000					
	PRE_HIP	0.248549	0.0000					
	ING_FAM	1.989874	0.0000					
5				62.2806	0.0000	89.24%	74.96	74.42
	Constante	-19.69379	0.0000					
	PRE_HIP	0.260643	0.0000					
	ING_PER_CAP	0.002998	0.0500					
	NIV_EDUC	0.890787	0.0050					

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

Según Riera (1994) los estudios que muestren resultados de nivel de confianza del 95 por ciento 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 según la teoría planteada por Riera.

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.

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) hace referencia en su artículo “Costo de oportunidad en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el valle de Mala”, en la referida investigación el autor ha estimado la tarifa

para el cultivo del manzano fue S/115/ha/año. Mientras, la DAP para la cuenca Cachi fue S/ 75,87/ha/ campaña. Por lo tanto, la tarifa estimada para el Valle de Mala, es superior a la tarifa estimada para la cuenca del río Cachi.

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 de edad con poca experiencia agrícola, son reacios a pagar. Mientras, los productores más antiguos en la actividad agrícola con más de 30 años de edad, están dispuestos a pagar. Los resultados de la encuesta son coherentes con la teoría planteada por Meza, Berbel & Orgaz.

La Tabla 10 presenta los resultados de las estimaciones econométricas de la Disposición a Aceptar (DAA) del modelo Logit, según los resultados de los modelos econométricos, se ha seleccionado el modelo cuatro (4), muestra mejor bondad de ajuste del 92 por ciento, con intervalos de confianza del 95 por ciento y nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), la mediana de la DAA o ser compensada fue S/ 162,05 por ha/bofedal/mensual.

**Tabla 10: DAA: Resultados econométricos del modelo Logit**

Variable Dependiente DAA SI_NO		Parámetros		Modelo		DAA		
Modelo	Variabes (s) independientes	Coficiente	Prob.	LR statistic	Prob (LR statistic)	Bondad de ajuste	Con la media ingresos	Con la mediana ingresos
1				4.638	0.0000	86.67%	170.8	173.82
	Constante	-6.532345	0.000					
	PRE_HIP	0.029186	0.001					
2				9.36624	0.0002	88.00%	157.12	153.14
	Constante	-5.621035	0.003					
	PRE_HIP	0.041982	0.001					
	ING_PER_CAP	0.013215	0.004					
3				10.294	0.0003	85.33%	175.74	171.34
	Constante	-10.82517	0.001					
	PRE_HIP	0.032029	0.003					
	SUPERF	0.622659	0.0000					
4				16.2762	0.0000	92.00%	157.82	162.05
	Constante	-11.19743	0.0000					
	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, 1, (0, no está DAA) (1, está DAA).

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 por ha/año. Se resume, la DAA estimada para la cuenca Cachi es superior, a los incentivos que aceptan los poseionarios de la microcuenca Botijas.

Brown & Gregory (1999) señalaron 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.

#### **4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS MODELOS ECONÓMICOS COBB DOUGLAS**

##### **4.4.1 Resultado del modelo econométrico Cobb Douglas**

La función de producción tipo Cobb Douglas para la zona agrícola, se expresa de la siguiente fórmula logarítmica:

$$\ln Y = - 0.1495 + 0.7838 \ln L + 0.2235 \ln K + 0.0146 \ln T$$

Se observa la función de producción Cobb Douglas, es un modelo linealizado log-log cuyos parámetros de las variables trabajo, capital y tierra presentan signos positivos con niveles de significancia al 95 por ciento, con probabilidad de significancia ( $p < 0,05$ ), el estadístico  $F = 3322.02$ . Por otra parte, el coeficiente de determinación  $R^2 = 99$  cerca de 1, significa mayor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar, el modelo es fiable. Es decir; significa las variables regresoras influyen positivamente sobre la producción agrícola. El valor estadístico Durbin Watson, fue 2.33 con lo cual se descarta la existencia de autocorrelación. Los resultados son coherentes según la teoría de Gujarati & Porter (Tabla 11).

**Tabla 11: Resumen de resultados del modelo econométrico Cobb Douglas**

Variables	Modelo I	Modelo II
	Cuenca Baja Zona Agrícola	Cuenca Alta Zona Pecuaria
	Coefficientes	Coefficientes
C	1.7272 (0.1495)	2.9595 (0.0969)
Log (L)	0.7838 (0.0106)	0.9111 (0.0195)
Log (K)	0.2235 (0.0177)	0.3552 (0.0185)
Log (T)	0.0146 (0.0035)	0.0656 (0.0163)
Prob.	0.0000	0.0000
R <sup>2</sup>	0.9893	0.9777
O <sup>2</sup>	0.9890	0.9775
F- Statistic	3322.02	3897.30
Proba (F-Statistic)	0.0000	0.0000
Durbin- Watson	2.33	1.81
gl	111	270

En un modelo de regresión lineal no debe existir una autocorrelación en los errores “cuando los términos aleatorios de error en el modelo presentan algún tipo de correlación, de tal forma que los parámetros calculados no son insesgados” (Gujarati & Porter 2010).

Chipana *et al.* (2014) estimaron la función de producción del tarwi mediante el modelo Coob Douglas  $Y = e^{0.46}X1^{-0.13}X2^{0.92}X3^{-0.02}X4^{0.02}$ , los resultados mostraron el coeficiente de determinación  $R^2 = 93$  significa el ajuste estadístico del modelo es bueno, Durbin-Watson es de 2.17 no existe autocorrelación. La elasticidad total de producción alcanza a 0.78 ( $\epsilon < 1$ ), indica rendimientos de escala decreciente, significa al duplicar los factores productivos conduce en la disminución de producción marginal de tarwi en la región norte de Bolivia.

Según ambos modelos los resultados el coeficiente de determinación de la cuenca Cachi, fue  $R^2 = 99$  muestra un mejor valor de ajuste cerca a uno. Significa el aporte de las variables regresoras (K, L, T) influyen positivamente sobre la producción agrícola de la cuenca Cachi, en comparación con el modelo de función la producción del tarwi muestra una  $R^2 = 93$ , está alejado a la línea de ajuste. Por lo tanto, el coeficiente de

determinación de la cuenca Cachi, muestra un mejor valor de ajuste respecto a los factores de producción de tarwi.

La prueba de Durbin-Watson en general, si  $d$  es menor que 1.5 o mayor que 2.5 existe un problema de autocorrelación potencialmente grave. De lo contrario, si  $d$  está entre el intervalo [1.5 y 2.5], es probable que la autocorrelación no sea motivo de preocupación (Gujarati & Porter 2010). Según esta teoría, la investigación muestra resultados de la prueba de Durbin-Watson en el rango [ $d > 1.5$  y  $d < 2.5$ ]. Por consiguiente, según los resultados del estudio la autocorrelación se encuentra dentro del rango permitido.

La elasticidad de la función Cobb-Douglas para la zona agrícola de la cuenca Cachi, está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = e^{1.7272} L^{0.7838} K^{0.2235} T^{0.0146}$$
$$\varepsilon = 1.0219$$

Observamos los parámetros de la función Cobb-Douglas, muestran elasticidades de producción  $\varepsilon > 1$  rendimientos de escala creciente. Significa, al duplicar los factores productivos conduce al incremento de la producción marginal de la quinua y la papa en la zona agrícola de la cuenca del río Cachi. En otras palabras, manteniendo constante el insumo trabajo, un incremento de 1 por ciento en el insumo capital generó un incremento de 22 por ciento en la producción agrícola. La comparación con la producción del tarwi muestra  $\varepsilon < 1$ , rendimientos de escala decreciente, significa al duplicar los factores de producción disminuye la cosecha de tarwi.

Por otro lado, la función de producción tipo Cobb Douglas para la zona pecuaria, está representada de la siguiente fórmula:

$$\ln Y = -0.0969 + 0.9111 \ln L + 0.3552 \ln K + 0.0656 \ln T$$

Se muestra la función de producción Cobb Douglas, cuyos parámetros de las variables trabajo, capital y tierra presentan signos positivos con niveles de significancia (t-

estadístico) al 95 por ciento con probabilidad de significancia 5%, el estadístico  $F = 3897.30$  El valor del coeficiente de determinación  $R^2 = 97.77$  cercano a 1 o línea de ajuste, significa las variables independientes influyen positivamente sobre la producción pecuaria de la cuenca Cachi. El valor estadístico Durbin Watson, de la cuenca Cachi fue  $d > 1.5$  y  $d < 2.5$  (cercano a 2), con lo cual se descarta la existencia de autocorrelación. Por lo tanto, los resultados coinciden con la teoría de Gujarati & Porter.

Cuevas *et al.* (2018) estimaron la función de producción leche mediante el modelo Cobb Douglas  $Y = 0.7819 X^{0.0095} X^{0.0699} X^{0.5323}$ , los resultados mostraron el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.55$  la línea de regresión está muy alejada a 1. Durbin-Watson es de 1.97 se descarta la existencia autocorrelación. La elasticidad de producción de leche muestra  $\epsilon < 1$ , indica rendimientos de escala decreciente, significa al duplicar los factores productivos, conduce en la disminución de producción de leche en México.

Según ambos modelos los resultados el coeficiente de determinación de la cuenca Cachi, muestra un mejor valor de ajuste cerca a uno. Significa el aporte de las variables regresoras (K, L, T) influyen positivamente sobre la producción pecuaria en la cuenca Cachi, en comparación con la producción del leche, el coeficiente de determinación está muy alejado a la línea de ajuste, significa que las variables independientes poco influyen en la producción de leche en México.

La función de producción Cobb Douglas, muestra elasticidades positivas y estadísticamente significativas, respecto a los factores de producción trabajo, capital y tierra. La elasticidad de la función Cobb-Douglas para la zona pecuaria de la cuenca Cachi, está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = e^{2.9595} L^{0.9111} K^{0.3552} T^{0.0656}$$

$$\epsilon = 1.3319$$

Según los resultados de la función Cobb-Douglas, las elasticidades de producción de la cuenca Alta, obtienen  $\epsilon > 1$  rendimientos de escala creciente, significa los productores incrementan todos los factores de producción, obtienen mayores niveles

de rentabilidad en la actividad pecuaria. En otras palabras, los productores pecuarios de la cuenca Cachi, manteniendo constante el insumo capital, un incremento de 1 por ciento en el insumo trabajo provocó en promedio un incremento de cerca de 91 por ciento en la producción de leche y productos lácteos.

#### **4.5 RESULTADO DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ESTIMAR LA TARIFA REAL DE AGUA PARA FINES AGRARIOS**

ALA (2018) mediante la Resolución Administrativa N° 039 - 2018 - ANA - AAAX MANTARO - ALA MANTARO. Se resuelve:

**Artículo primero:** Aprobar la tarifa Única por utilización de la Infraestructura Hidráulica Menor para el año 2018, en el ámbito de la Junta de Usuarios de la cuenca Cunas por los servicios de suministros de agua superficial con fines agrarios; cuyo valor expresado en nuevos soles por metro cúbico fue S/. 0.00955/m<sup>3</sup>.

**Artículo segundo:** Autorizar la incorporación en el recibo Único para el año 2018, los valores de la Retribución Económica por el uso de agua superficial con fines agrarios, aprobada con el Decreto Supremo N° 017-2017 (Tabla 12).

**Tabla 12: Tarifa volumétrica ALA- Mantaro**

Valor de la tarifa por utilización de la infraestructura Hidráulica Menor 2018.	Valor de retribución Económica por el uso de agua 2018	Total m <sup>3</sup>
0.00955	0.0012	0.01075

Al no tener una tarifa volumétrica para la Junta de Usuarios el Distrito de Riego de Ayacucho. El estudio propone una nueva metodología a fin de estimar la tarifa real volumétrica del agua para fines agropecuarios. Para la zona ganadera de la cuenca Cachi, se ha estimado la tarifa volumétrica de S/ 0.0161037/ m<sup>3</sup> (Dieciséis milésimas de Sol por metro cúbico), y para la zona agrícola fue S/ 0.0149460/m<sup>3</sup> (Catorce milésimas de Sol por metro cúbico) (Tabla 13).

**Tabla 13: Estimación de tarifa de agua superficial**

Mean estimation		Number of obs		270	
		=			
Variable	Mean	Median	Std. Err.	[95% Conf. Interval ]	
Tarifa Soles /m <sup>3</sup>	0.0161037	0.016	0.00030544	0.016067	0.0161403
Mean estimation		Number of obs		111	
		=			
Tarifa Soles /m <sup>3</sup>	0.014946	0.013	0.00282147	0.015603	0.0159303

La tarifa volumétrica propuesta por la investigación es ligeramente superior a la tarifa publicada por MINAGRI.

Lizana & Zanchez (2017) estimaron la tarifa volumétrica para la zona agrícola del valle Chancay-Lambayeque, a través del MVR, la tarifa obtenida fue S/ 0.074 /m<sup>3</sup>, cinco (5) veces superior a la tarifa propuesta para la cuenca Cachi.

Jiménez (2009) hace referencia en su artículo “Costo de oportunidad en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el valle de Mala”, la tarifa volumétrica fue US\$ 0,018/ m<sup>3</sup>, convertido en soles es S/ 0.0558/m<sup>3</sup>, la tarifa es ampliamente superior a la estimada para la cuenca Cachi.

Para la zona ganadera (cuenca Alta), la tarifa volumétrica para pastos asociados fue S/129.12 ha/campaña y para avena forrajera S/161.40 ha/ campaña agrícola. Mientras, para zona agrícola (cuenca Baja), la tarifa volumétrica para para la producción de papa blanca yungay fue S/179.35 ha / campaña agrícola, y para la producción de quinua blanca fue S/119.56 ha/ por campaña agrícola (Tabla 14).



**Tabla 14: Estimación de la tarifa real volumétrica por tipo de cultivo**

Cuenca Cachi	Tipo de cultivo	Tarifa real volumétrica (S/.m3)	Requerimiento agua m3 / Ha	Tarifa Real S/.Ha/Campaña.
Cuenca Alta	Pastos asociados	0.0161403	8,000.00	129.12
Cuenca Alta	Avena forrajera	0.0161403	10,000.00	161.40
Cuenca Baja	Papa Blanca	0.014946	12,000.00	179.35
Cuenca Baja	Quinoa Blanca	0.014946	8,000.00	119.56

Lizana & Zanchez (2017) estimaron a través del Método del Valor Residual (MVR), para los cultivos de arroz, caña de azúcar, maíz blanco y maíz amarillo duro, la tarifa promedio fue S/592 /ha/ campaña agrícola, en el valle Chancay-Lambayeque. La tarifa obtenida fue cinco (5) veces superior a tarifa de la cuenca Cachi.

Según el método propuesto para la cuenca Cachi, se obtuvo la tarifa de S/119.56 /ha/campaña agrícola, tarifa superior en S/60 soles a la tarifa plana propuesta por JUDRA. Asimismo, es superior en S/34 soles, a la tarifa publicada por MINAGRI. Sin embargo, es cinco (5) veces inferiores a la tarifa del valle de Chancay – Lambayeque, y (3,5) veces inferiores a la tarifa del valle del río de Mala (Tabla 15).

**Tabla 15: Análisis comparativo de las tarifas volumétricas para uso agrícola**

Cuencas Hídricas	Fuente Información	Tipo de Uso	Tarifa (S/ m3)	Requerimiento de agua (M3/ ha)	Tarifa S/ /ha/campaña
Cuenca Cachi	Propuesta metodológica -2023	Agrícola	0.014946	8,000.00	119.56
Cuenca Cachi	JUDRA -2019	Agrícola	0.007473	8,000.00	60
Cuenca Mantaro	MINAGRI- ALA -2018	Agrícola	0.01075	8,000.00	86
Valle Chancay- Lambayeque	Lizana & Zanchez - 2017	Agrícola	0.074	8,000.00	592
Valle del río de Mala	Jimenez, L - 2009	Agrícola	0.0558	8,000.00	446.4

## V. CONCLUSIONES

Como producto del análisis econométrico de la valoración contingente y del modelo Cobb Douglas, se concluye en lo siguiente:

- Se evidencia el 90.6 por ciento (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. Por lo tanto, los productores experimentan mayores rendimientos de sus cultivos, obteniendo mayores niveles de rentabilidad agrícola/ha. Asimismo, es importante resaltar el 9.4 por ciento de los encuestados no mostraron la disponibilidad a pagar, por motivos económicos.
- El 92 por ciento (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. Por otro lado, sólo el 8 por ciento de los comuneros de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi, donde se origina el agua, no están dispuestos a ser compensados un incentivo económico, por no estar en acuerdo con el GRA.
- 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, Berbel & Orgaz.

- Según el modelo Cobb Douglas, los productores agropecuarios de la cuenca Cachi, obtuvieron elasticidades de producción de rendimientos de escala creciente  $\epsilon > 1$ , significa al duplicar los factores productivos conduce al incremento de la producción marginal. Por consiguiente, los productores obtienen mayores niveles de producción y rentabilidad.
  
- Mediante el método propuesto se obtuvo para la zona pecuaria la tarifa de S/ 0.0161037/m<sup>3</sup> (dieciséis diez milésimas de Sol por metro cúbico), por otro lado, para la zona agrícola la tarifa de S/0.0149459/m<sup>3</sup> (Catorce noventa y cuatro milésimas de Sol por metro cúbico). La tarifa volumétrica permitirá fomentar el uso eficiente y sostenible del agua. La tarifa volumétrica propuesta por la investigación es ligeramente superior a la tarifa publicada por MINAGRI.
  
- Según resultados de la nueva metodología para estimar la tarifa volumétrica para uso agropecuario, el pago de la tarifa evitará el despilfarro del recurso hídrico durante el riego, de esta forma se motivará con el uso eficiente del recurso hídrico.
  
- Por consiguiente, la importancia de este estudio radica en asignar una tarifa volumétrica que permita cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura menor de la presa Cuchoquesera, de la cuenca del río Cachi.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a los tres niveles de gobierno (Nacional, Regional y Local), diseñar e implementar programas de asistencia técnica y talleres en Fortalecimiento de Capacidades en Gestión de los Recursos Hídricos y conservación de suelos, dirigidas a los Comités de Usuarios y Junta de Usuarios de los Distritos de Riego de país. De esta forma permitirá el uso eficiente del agua para riego a nivel parcelario asociado al desarrollo sostenible de la agricultura.
- El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), debe aplicar la fijación de tarifa volumétrica del agua para fines agropecuarios a fin de mejorar la gestión agrícola del agua. La reforma logrará resultados notables en la conservación del agua y contribuirá a mejorar la eficiencia en el uso del agua e incentivará el ahorro de agua.
- Frente al cambio climático ocasionado por el calentamiento global el MIDAGRI, debe fomentar estrategias de buenas prácticas de siembra y cosecha de agua en las ocho regiones naturales del Perú, ubicadas entre las micro cuencas altoandinas por encima de los 4 000 y 4 800 m.s.n.m, la que permitirá almacenar el agua de lluvia en tiempo de avenidas y resolver los problemas de escasez de agua en épocas de sequía (junio-octubre).
- Se recomienda realizar investigaciones sobre gestión hídrica que incluya el pago de tarifa volumétrica para fines agropecuarios, con la finalidad de cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura menor y mayor de la presa Cuchoquesera de la cuenca del río Cachi.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones sobre el volumen de requerimiento de agua para uso agrícola, por cédula de cultivos, bajo diferentes sistemas de riego.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdeta, D. (2022). Willingness to pay for forest conservation in developing countries: A systematic literature review. *Environmental and Sustainability Indicators*, 16,100201. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100201>.

Alcón, F., Zabala, J., Martínez, V., Albaladejo, J., López, E., Miguel, M., Martínez, J. (2022). The social wellbeing of irrigation water. A demand-side integrated valuation in a Mediterranean agroecosystem. *Agricultural Water Management*, 262, 107400. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107400>.

ALA. 2018. Resolución Administrativa N° 039 - 2018 - ANA –AAAX MANTARO ALA – MANTARO. Autoridad Nacional de Agua.

Aoun, D. 2015. Who pays more to preserve a natural reserve, visitors or locals? A confidence analysis of a contingent valuation application. *Society for Environmental Economics and Policy Studies. Environmental Economics and Policy Studies*. 17, 471-486. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10018-014-0095-9>.

Azqueta, D. 2007. *Introducción a la Economía Ambiental*. Editorial McGraw Hill.

Berbel, J., Viaggi, D., Manos, B. (2009). Estimating demand for irrigation water in European Mediterranean countries through MCDM models. *Water Policy*, 11,348-361. <https://doi.org/10.2166/wp.2009.043>.

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.

Bierkens, M., Reinhard, S., Brujin, J., Veninga, W., Wada, Y. (2019). The shadow price of irrigation water in major groundwater depleting countries. *Advancing Earth And Space Sciences*, 55, 4266-4287. <https://doi.org/10.1029/2018WR023086>.

Bishop, R., Boyle, K. (2018). Reliability and validity in nonmarket valuation. *Environ Resource Econ*, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0215-7>.

Boyle, K. (2017). Contingent valuation in practice. *The Economics of Non – Market Goods and Resources*, 83-131. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7104-84>.

Burnett, W., Aggarwal, A., Bokuniewicz, J., Charette, E., Kontars, S., Kulkarni, M., Loveless, W., Moorel, J., Oberdorfer, J., Oliveira, N., Ozyourt, P., Povinec, A., Privitera, M., Rajar, R., Ramessur, T., & Turner, T. (2006). Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods. *Science of the Total Environment*, 367, 498-543. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.05.009>.

Briones, X., Molero, E., Zamora, O. (2018). La función de producción Cobb-Douglas en el Ecuador. *19*, 45-73. <https://doi.org/10.22267/rtend.181902.97>.

Brouwer, R., Tesfaye, A., Pauw, P. (2011). Meta-analysis of institutional economic factors explaining the environmental performance of payments for watershed services. *Environmental Conservation*, 38, 380 - 392. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000543>.

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).

Cameron, T. (1998). New Paradigm for Valuing Non Market Goods Using Referendum Data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression, *Journal of Environmental Economic and Management*. 15, 355-379. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(88\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0095-0696(88)90008-3).

Cárdenas, G., Vargas, A., Díaz, D. (2019). Un no como respuesta: interpretación, tratamiento y análisis en estudios de valoración contingente. Universidad Nacional de Colombia, Cuadernos de Economía, 77, 551-579. [https://doi: 10.15446/cuad.econ.v38n77.66319](https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v38n77.66319).

Cooper, B., Crase, L., Pawsey, N. (2014). Best practice pricing principles and the politics of the water pricing. Agricultural Water Management, 6, 1, 6. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.01.011>.

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.

Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, G., & Sutton, P. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital, 2 - 9. <https://doi.org/10.1038/387253a>.

Cuevas, V., Loiaza, A., Astengo, H., Moreno, T., Borja, M., Reyes, J., González, D. (2018). Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 9, 2, 376 - 386. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4545>.

Chipana, G., Trigo, R., Bosque, H., Jacobsen, S., Mercado, G., Callisaya, I., Contreras, E., Condori, J. (2014). Los factores productivos y la educación en la producción de Tarwi en el Altiplano norte de Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 1, 42-48.

Daw, T., Hicks, C., Brown, K., Chaigneau, T., Januchowski, H., Cheung, W., Rosendo, S., Crona, B., Coulthard, S., Sandbrook, C., Perry, C., Bandeira, S., Muthiga, N., Schulte Herbrüggen, B., Bosire, J., McClanahan, T. (2016). Elasticity in ecosystem services: Exploring the variable relationship between ecosystems and human well-being. Ecology

and Society, 1-14. <https://doi.org/10.5751/ES-08173-210211>.

Diaz, 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 dimensión of water services in the upper Santa River basin. *Ecosystem Services*, 56, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101454>.

Dinar, A. (2001). *The political economy of water pricing reforms*. Published for the World Bank Oxford University Press. 1-297.

Engel, S., Pagiola, S., Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4) 663-674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture*. FAO, 2-38. <https://doi.org/10.4060/c.b7654en>.

Finisdore, J., Rhodesb, C., Haines -Youngc, R., Maynardd, S., Wielguse, J., Dvarskasf, A., Houdetg, J., Quétierh, F., Lamothei, K., Dingj, D., Soulardk, F., Houtvenl, G., Rowcroft, P. 2020. The 18 benefits of using ecosystem services classification systems. *Ecosystem Services*, 45, 101160. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101160>.

Foster, T., Brozovićb, N. (2018). Simulating Crop-Water Production Functions Using Crop Growth Models to Support Water Policy Assessments. *Ecological Economic*, 152, 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.019>.

Flores, N., Saldívar, A., Hernández, V., & Pérez, O. (2017). *Assessment of Agricultural*



Irrigation Water in the Zamora Valley, Michoacan, Mexico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8, 811-823. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.9>.

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>.

Galván, A. 2022. Vista satelital de la Presa Cuchoquesera, cuenca Cachi.

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>.

Garrido, A., Palacios, E., Calatrava, J., Chávez, J., & Exobio, A. (2004). La importancia del valor, costo y precio de los recursos hídricos en su gestión. 4, 5-9.

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>.

Gujarati, D., Porter, D. 2010. *Econometric*. University of Southern California. 207-208. *Econometría*. McGraw – Hill Interamericana.

Guldan, S., Ochoa, C., Kennet, G., Fernald, A., & Raheem, N. (2022). Ecosystem Services: Agriculture and Water in Traditional Irrigation Communities in New Mexico, United States. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00124-0>.

Gobierno Regional Ayacucho. (2018). Expediente Técnico “Mejoramiento del Sistema

Hidráulico Cachi en la Región Ayacucho. GRA, Oficina de Operación y Mantenimiento Hidráulico.

Groot, D., Wilson, M., Boumans, R. 2002. A typology for the classification, description and valuation of the functions, goods and services of ecosystems. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7).

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/Jstor.org/stable/1242685>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI, 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. *Universidad Nacional Agraria La Molina. Anuales científicos*, 70 (3), 128-139.

Johansson, R. (2002). Pricing irrigation water: a review of theory and practice. *Water Policy* 4,173-199. [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00026-0](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00026-0).

JUDRA. (2019). Padrón de Usuarios de la cuenca Cachi. Junta de Usuarios del Distrito de Riego Ayacucho.

Kahil, T., Connor, D., Albiac, J. (2015). Efficient water management policies for irrigation adaptation to climate change in southern Europe. *Ecological Economics*. 120, 226 - 233. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.004>.

Katz, D. (2013). Policies for water demand management in Israel. In: Water Policy in Israel. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5911-4-10>.

Kejser, A. (2016). European attitudes to water pricing: internalizing environmental and resource costs. *J. Environ. Manag.* <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.008.074>.

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.ecolind2022.108551>.

Kripa, S., Bandana, S., Biraj, A., Mani, N., Yi, S. (2023) Ecosystem Ecosystem Ecosystem 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>.

Lange, G. Hassam, R. (2006). Case studies of water valuation in Namibia commercial farming areas of Namibia The Economics of Water Management in Southern Africa: An Environmental Accounting Approach, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.

Lizana, S., Sanchez, E. (2017). Valoración económica de uso directo del agua de riego para cultivos agrícolas del Valle Chancay – Lambayeque. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

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>.

Lugo, M., Valdivia, R., Hernández, J., Monroy, R., Sandoval, F., Contreras, J. (2021). Economic valuation of the environmental services of Mount Tlaloc, Texcoco, State of Mexico. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(61) 1-20

<https://doi.org/10.29298/rmcf.v1i1i61.672>.

MA. (2005). *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Island Press. Millennium Ecosystem Assessment.

Magalhaes, L., Roebeling, P., Villasante, S., Bastos, M. (2022). Ecosystem services values and changes across the Atlantic coastal zone: Considerations and implications. *Marine Policy*, 145,105265. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105265>.

Maldonado, J., Moreno, R., Sánchez, T., Zárate, C., Barrera, R., Cuervo, C., Gutiérrez, A., & Montañez, M. (2013). Valoración económica del subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia: un análisis para formuladores de política desde un enfoque multiservicios y multi-agentes. Universidad de los Andes, Colombia. *Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico*, 52, 1-61.

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>.

Meza, M., Ortega, J., Ruto, E., Berbel, J. (2012). The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. *Agricultural Water Management*, 113, 10-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.009>.

Ministerio de Agricultura y Riego (2013). *Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú*. Autoridad Nacional del Agua. MINAGRI, Autoridad Nacional del Agua, 1, 15-143.

Ministerio de Agricultura y Riego (2016). Ley N° 30215 Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos. MINAN, Decreto Supremo, 33, 23-27.

Morales, J., Gonzales, F., Hernández, J. (2018). Production function of beef cattle in the southern zone of the State of Mexico. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1-13. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4345>.

Molle, F. (2009). Water scarcity, prices and quotas: a review of evidence on irrigation volumetric pricing. *23*, 43 - 58. <https://doi.org/10.1007/s10795-009-9065-y>.

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>.

Muchara, B., Ortmann, M., Mudhara, M., Wale, E. (2016). Irrigation water value for potato farmers in the Mooi River Irrigation Scheme of KwaZulu-Natal, South Africa: A residual value approach. *Agricultural Water Management*, 164, 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.10.022>.

Nickum, J., Ogura, C. (2010). *Agricultural Water Pricing: Japan and Korea*. Japan Office, Asian Water and Resources Institute, 2-30.

Olmstead, S., Hanemann, M., Stavins, R. (2007). Water demand under alternative price structures. *J. Environ. Econ. Manag.* 54, 181 - 198. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.03.002>.

Pagliettini, L., Gil, G. (2008). El valor del agua en el proceso productivo. Análisis en la Cuenca del Río Miriñay. 165-175. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v13n3.pp165-175>.

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>.

Pérez, A. (2003). Valoración Económica del Agua. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela, 1- 48.

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.en>.

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>.

Requejo, M., La Torre, J., Gonzales, J., Sanchez, G., Morey, E. (2021). Environmental Economic Valuation for Tourist Purposes in the Municipal Conservation Area of the Asociación Hídrica Aguajal Renacal Alto Mayo. *Revista de Economía e Sociología Rural*, 59(4), 1-20. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.192386>.

Riera, P. (1994). *Manual de Valoración Contingente*. Madrid, España. Instituto de Estudios Fiscales, 5-59.

Roy, M., Roychowdhury, R., Mukherjee, P. (2018). Remediation of fly ash landfills through the planting and generation of bioenergy crops: a review. *Pedosphere*, 28, 561-580. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60033-5](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60033-5).

Sahagún, F., Aceves, J., Sanchez, E., Plazola, L. (2021). Assessment of the ecosystem services in green areas. The case of the Metropolitan Park of Guadalajara. *Acta universitaria*, 30, 1-17. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2635>.

Sannigrahi, S., Chakraborti, S., Kumar, P., Keesstra, S., Sen, S., Kumar, S., Kreuter, U.,

Sutton, P., Jha, S., Bacdang, K. (2019). Assessment of the value of ecosystem services of a nature reserve region to strengthen protection and conservation. *Journal of Environmental Management*, 244, 208-227. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2635>.

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.

Suvorov, N. (2020). Applying the cobb-douglas production function for analysing the region's industry. *Economy of Region*, 16(1) 187-200. <https://doi.org/10.17059/2020-1-14>.

Shashidhar, K., Negi, A., Alatalob, M. (2022). Quantification of ecosystem services providing socio economic benefits to customary owners of natural resources in Pauri, western Himalaya. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100121. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2021.100121>.

Scheierling, M., Loomis, B., Young, A. (2006). Irrigation water demand: a meta-analysis of price elasticities: meta-analysis of irrigation water demand. *Water Resources Research*, 42, 1-9. <https://doi.org/10.1029/2005wr004009>.

Shen, J., Guo, X., Wang, Y. (2021). Identifying and Setting the Natural Spaces Priority Based on the Multi Ecosystem Services Capacity Index. *Ecological Indicators*, 125, 107473. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107473>.

Soto, P., Deen, T., Nagabhatla, N., Ayala, G. (2018). Explaining water pricing through a water security lens. *Water*, 10, 2-20. <https://doi.org/10.3090/w.10091173>.

Somanathan, E., Ravindranath, R. (2006). Measuring the marginal value of water and elasticity of demand for water in agriculture, *Economic and Political Weekly*, 41 (26). <http://doi.org/10.2307/4418398>.

Steduto, P., Hsiao, C., Raes, D., Fereres, E. (2012). Aqua Crop The FAO crop model to simulate yield response to water: I. concepts and underlying principles. 101, 426 - 437. Disponible en <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2008.0139s>.

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>.

Tomio, M., Ullrich, D. (2015). Valoración económica ambiental en el turismo. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 24, 172 - 187. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180732864010>.

Turner, B., Lambin, E., Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Land Change Science Special Feature*, 52, 26, 104:20666-20671. <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.invemar.2020.49.suplesp.1055>.

Vásquez, F., Cerda, A., Orrego, S. (2018). Valoración Económica del Medio Ambiente: Fundamentos económicos, econométricos 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. 425 - 428. *Ecological Engineering*, 73, 425-428. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.106>.



Wang, T; Henderson, D. (2022). Estimation of a varying coefficient, fixed-effects Cobb–Douglas production function in levels. *Economics Letters*, 213, 110354. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110354>.

Ward, F., Michelsen, A. (2002). The economic value of water in agriculture: concepts and policy applications. *Water Policy*, 4, 423-446. [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00039-9).

Wunder, S., Brouwer, R., Engel, S., Ezzine, D., Muradian, R., Pascual, U., Pinto, R. (2018). From principles to practice in paying for nature's services. *Nature Sustainability*, 1, 145 -150. <https://doi.org/10.1038/s.41893-018-0036-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>.

Ziolkowaska, J. (2015). Shadow price of water for irrigation - a case of the High Plains. *Agric. Water Manag.* *Agricultural Water Management*, 153, 20 - 31. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.024>.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Encuesta aplicada en la cuenca Cachi FORMATO DE LA ENCUESTA CONFIDENCIAL

#### I. INTRODUCCIÓN

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta a fin de estimar el valor económico de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico para riego en la cuenca Cachi - Huamanga-Ayacucho. Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo para responder las siguientes preguntas:

#### 1. Datos generales

A. Ubicación	Completar	B. Datos del encuestado	Completar
Departamento		Nombre y apellido	
Provincia		Sexo y edad	
Distrito		N° de personas que viven en su hogar	
Lugar		N° de niños menores de 12 años que viven en su hogar	

#### 2. ¿De qué manera Usted, se beneficia del recurso hídrico de la cuenca Cachi? Señale máximo dos beneficios más relevantes por orden de importancia.

Uso el recurso hídrico	Marcar (X)
Actividad agrícola	
Actividad ganadera	
Consumo de agua potable	
No se beneficia del recurso hídrico	
Otros especifique	

#### II. ESCENARIO ACTUAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

#### 3. ¿Cuál es la superficie de terreno o tamaño de la unidad agropecuaria que usted posee?

Tamaño de la unidad agropecuaria	Marcar (x)	Área total de terreno	Con riego	Sin riego
0 a 250 m <sup>2</sup>				
250 a 500 m <sup>2</sup>				
1/2 a 01 ha.				
01 a 03 ha				
03 a 05 ha.				
05 a 08 ha				
De 08 a más hectáreas especifique				

#### 4. ¿Cuáles son los cultivos más importantes que le genera mayor beneficio económico? Señale máximo dos cultivos más importantes.

Cultivos	Pastos asociados	Avena forrajera	alfalfa	Trébol	Papa	Quinua	Maíz
Marcar (X)							
Área sembrada anual							

5. ¿Porque considera el cultivo más importante? Marque solo una opción.

Importancia del cultivo agrícola	Marcar (X)
Tiene buen precio de venta	
Menor inversión y mayor rentabilidad	
Tiene mercado seguro	
Tiene corto periodo vegetativo	
Lo utiliza para alimentar a los animales	

6. ¿Cuál es la tecnología de riego y tiempo de riego por campaña agrícola?

Tecnología de riego	Marcar (X)	Tiempo de riego horas /día	N° de días de riego por campaña agrícola				
			7/d	10/d	15/d	20/d	30 /d
Riego por gravedad							
Riego por goteo							
Riego por aspersión							
Riego por micro aspersión							
Otros: Especifique							

7. ¿Cuál es la superficie cultivada y rendimiento hectárea y precio Kg / chacra?

Cédula de cultivo	Superficie cultivada (ha)	Rendimiento Por cultivo (kg/ha)	Precio en chacra kg/S/.
Pastos asociados			
Avena forrajera			
Alfalfa			
Trébol			
Papa			
Quinoa			
Maíz			
Otros: Especifique			

8. ¿Señale un cultivo importante que le genera mayor ganancia y cuáles son los costos de producción que incurre?

Cédula de Cultivo	Costos de Producción (Ha/S/.)				Total costos de producción /ha
	Mano de obra	Maquinaria agrícola	Insumos	Otros	
Pastos asociados					
Avena forrajera					
Trébol					
Papa					
Quinoa					
Otros: Especifique					

9. ¿Cuál es el tipo de ganado vacuno y número de cabezas de ganado que posee?

Tipo y número de cabezas de ganado vacuno								Total ganado
Ganado Criollo	Nº de cabezas	Ganado Mejorado	Nº de cabezas	Ganado Brown Swiss	Nº de cabezas	Ganado Holstein	Nº de cabezas	

10. ¿Cuál es rendimiento de leche, por tipo de ganado y precio en planta?

Rendimiento de leche por tipo de ganado litros /día				Total Rendimiento leche/ día	Precio Litro/ Chacra
Ganado Criollo	Ganado Mejorado	Ganado Brown Swiss	Ganado Holstein		

### III. ESCENARIO HIPOTETICOS PARA DETERMINAR LA DAP

11 Suponga que el Gobierno Regional de Ayacucho, realizará un plan de manejo integral de la cuenca Cachi, que incluya mejoramiento de la infraestructura hidráulica de la cuenca Cachi, como: reforestación de la cuenca, adecuada tecnología de riego, asistencia técnica en el manejo de cultivos y ganadería, calidad y continuidad de agua para riego, adecuada distribución del recurso hídrico ¿Estaría Dispuesto a Pagar por acceder a los beneficios del recurso hídrico de la cuenca Cachi?.

SÍ	(Pase a la pregunta 10 Y 11)
NO	(Pase a la pregunta 12)

12. Si su respuesta es **SÍ** ¿Cuál sería el monto de dinero que usted, estaría dispuesto a pagar por hectárea, por acceder a los beneficios de recurso hídrico de la cuenca Cachi?

Monto de dinero: S/.....soles.

13. Teniendo en cuenta que usted está dispuesto a pagar ¿Cuál sería el monto máximo y mínimo que usted, estaría dispuesto a pagar por hectárea, por el uso del recurso hídrico de la cuenca Cachi?

Monto Máximo Dispuesto a Pagar (DAP)/ha/S/.	Marcar (X)	Monto Mínimo Dispuesto a Pagar (DAP)/ha/S/.	Marcar (X)
S/.75 soles		S/. 70 soles	
S/.80 soles		S/. 65 soles	
S/.85 soles		S/. 60 soles	
S/.90 soles		S/. 55 soles	
S/.100 soles		S/. 50 soles	
Otros: Especifique		Otros: Especifique	

### IV. MÓDULO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

14. Si su respuesta es **No** ¿Cuál es el motivo principal por la cual no estaría Dispuesto a Pagar? Señale sólo una opción.

Justifique su respuesta	Marcar (X)
No se beneficia del recurso hídrico	
Por motivos económicos	
Depende únicamente de las lluvias	
Desacuerdo con la Junta de Regantes (JUDRA)	
Inadecuada distribución de agua	
Otros: Especifique	

### V. VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

15. ¿Cuál es el nivel educativo alcanzado por usted o por algún miembro de hogar?

Nivel educativo alcanzado por Ud.	Marcar (X)	Nivel educativo alcanzado por algún miembro de su hogar	Marcar (X)
Sin Instrucción		Sin Instrucción	
Primaria		Primaria	
Secundaria		Secundaria	
Superior universitaria		Superior universitaria	
Superior no universitaria		Superior no universitaria	

16. ¿Cuál es la característica de su vivienda?

Material predominante paredes	Marcar (X)	Material predominante piso	Marcar (X)	Material predominante techo	Marcar (X)
Adobe		Adobe		Concreto armado	
Piedra con barro		Piedra con barro		Teja	
Ladrillo con bloque de cemento		Ladrillo con bloque de cemento		Planchas de calamina	
Tapial		Tapial		Plancha de eternit	
Otros: Especifique		Otros especifique		Otros especifique	

17. ¿A qué tipo de servicios básicos está conectado? Señale sólo una opción Sí y/o No.

Abastecimiento agua potable	Señale: Si / No	Abastecimiento alcantarillado	Señale: Si / No	Alumbrado de su hogar	Señale: Si / No
Conectado al servicio de agua entubada		Conectado al servicio de alcantarillado		Conectado Electricidad	
Conectado al servicio de agua potable		Pozo séptico ( pozo ciego o negro)		Generador eléctrico	
Pilón de uso público		Letrina		Lámpara	
Otros: Especifique		Otros especifique		Otros especifique	

18. ¿Cuál es su principal ocupación de usted y de otros miembros de su hogar que contribuyen al ingreso familiar? (La Información se mantendrá en reserva por ser confidencial). Señale solo una opción.

Actividad que le genera mayor ingreso	Ocupación principal de los miembros de su hogar				
	Ocupación principal Jefe de hogar Marcar (X)	Ocupación Esposa	Ocupación Hijo (1)	Ocupación Hijo (2)	*Otros miembros
Agricultura					
Ganadería					
Comercio					
Construcción					
Transportista					
Empleado público					
Ama de casa					
Otros: Especifique					

19. ¿Cuál es el rango más cercano de su ingreso total mensual de su hogar (incluye ingresos de otros miembros de su hogar)

Rango de ingreso mensual	Ingreso jefe de hogar	Ingreso esposa	Ingresos de otros miembros de su hogar	Total ingreso hogar
[0 - 150]				
[151 - 300]				
[301 - 500]				
[501 - 800]				
[801 - 1000]				
[1001 -1500]				
[1501 - 3000]				
[más de 3000]				

20. Señale cuáles son los servicios que consume y, ¿Cuánto es el gasto familiar que usted incurre por cada servicio? Según último mes y/o recibo mensual.

Gastos servicios básicos del hogar	Marcar (X)	Monto S/ /mes	Gasto por tarifa S/ /ha por campaña agrícola	Total gasto hogar
Pago tarifa de agua por uso agrícola/ha				
Gastos por servicio de saneamiento básico				
Pago por el servicio de energía eléctrica				
Gastos por servicio de transporte				
Educación de sus hijos				
Alimentación				
Gastos por servicio de salud				
Energía para cocina (gas)				
Pago por celular.				
Cable, teléfono, internet				
Otros: Especifique				

21. ¿Cuál es el rango más cercano del gasto total mensual de su hogar (incluye gastos de otros miembros de su hogar)

Rango de gasto mensual	Gasto jefe de hogar	Gasto esposa	Gasto de otros miembros de su hogar	Total gasto hogar
[0 - 150]				
[151 - 300]				
[301 - 500]				
[501 - 800]				
[801 - 1000]				
[1001 -1500]				
[1501 - 3000]				
[más de 3000]				

**¡Muchas gracias por valioso tiempo!, Ayacucho, setiembre 2019**

## Anexo 2: Encuesta Aplicada en las zonas altoandinas de la cuenca Cachi.

### FORMATO DE LA ENCUESTA CONFIDENCIAL

#### I. INTRODUCCIÓN

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta a fin de estimar el valor económico de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico para riego en la cuenca Cachi - Huamanga-Ayacucho. Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo para responder las siguientes preguntas:

#### 1. Datos generales.

A. Ubicación	Completar	B. Datos del encuestado	Completar
Departamento		Nombre y apellido	
Provincia		Sexo y edad	
Distrito		N.º de personas que viven en su hogar	
Lugar		N.º de niños menores de 12 años que viven en su hogar	

#### 2. ¿De qué manera Usted, se beneficia del recurso hídrico de la cuenca Cachi? Señale máximo dos beneficios más relevantes por orden de importancia.

Uso el recurso hídrico	Marcar (X)
Actividad agrícola	
Actividad ganadera	
Consumo de agua potable	
No se beneficia del recurso hídrico	
Otros especifique	

#### II. ESCENARIO ACTUAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS

#### 3. ¿Cuál es la superficie de terreno o tamaño de la unidad agropecuaria que usted posee?

Tamaño de la unidad agropecuaria	Marcar (x)	Área total de terreno	Con riego	Sin riego
0 a 250 m <sup>2</sup>				
250 a 500 m <sup>2</sup>				
1/2 a 01 ha.				
01 a 03 ha				
03 a 05 ha.				
05 a 08 ha				
De 08 a más hectáreas especifique				

#### 4. ¿Cuáles son los tipos de ganados alto andinos más importantes que le genera mayor beneficio económico? Señale máximo 02 ganados más importantes, que el genera mayor ingreso.



Ganados altoandinos	Tipo de ganado camélidos			Total	Tipo de ganados			Total
	Alpaca	Llama	Vicuña		Ovino	Vacuno	Caprino	
Marcar (X)								
N° de ganados								

5. ¿Porque considera el ganado (s) señalado (s) es más importante?

Importancia del cultivo agrícola	Marcar (X)
Tiene buen precio de venta	
Menor inversión y mayor rentabilidad	
Tiene un buen precio y mercado seguro	
Utiliza para venta y autoconsumo	
Su carne y lana es bien solicitada	

### III. ESCENARIOS HIPOTETICOS PARA DETERMINAR LA DAA

El Cambio climático que afecta los bofedales de las zonas altoandinas de la cuenca Cachi. Dentro de la política ambiental de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, del Gobierno Regional de Ayacucho, es conservar los bofedales a fin de evitar las sequías, de esta manera evitar la racionalización de agua en la ciudad de Ayacucho en época de estiaje. Para mejorar la calidad y continuidad de la provisión de agua proveniente de la cuenca Cachi. Suponga que el Gobierno Regional Ayacucho, estaría dispuesto adquirir los derechos de propiedad de los bofedales, de las comunidades altoandinas de Churiacc (Rosaspampa), Tunsulla (Apacheta), Choccoro (Millpo) y Chicllarazo de la Cuenca Cachi.

6. ¿Estaría Dispuesto a ser compensado una cantidad de dinero mensual, por ceder los derechos de propiedad de los bofedales de su comunidad, al Gobierno Regional de Ayacucho?

SÍ		(Pase a la pregunta 7)
NO		(Pase a la pregunta 8)

7. Si su respuesta es **SÍ**, teniendo en cuenta que usted está dispuesto a aceptar ¿Cuál sería el monto mínimo de dinero, que usted estaría Dispuesto a Aceptar (DAA), por hectárea por ceder sus derechos de propiedad a favor del Gobierno Regional de Ayacucho?.

**Nota:** Ud seguirá pastando sus ganados en su terreno, solo el GRA, adquiere derechos de propiedad para la ejecución de proyectos de inversión.

Monto Mínimo Dispuesto a Aceptar	Marcar (X)
S/ 100 / ha/bofedal/mes	
S/ 120 / ha/bofedal/mes	
S/ 150 / ha/bofedal/mes	
S/ 180 / ha/bofedal/mes	
S/ 200 /ha/bofedal/mes	
Otros montos, especifique	

#### IV. MÓDULO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

8. Si su respuesta es **No** ¿Cuál es el motivo principal por la cual no estaría Dispuesto a Aceptar una compensación y/o incentivo económico? Señale sólo una opción.

Justifique su respuesta	Marcar (X)
Sirve para el pastoreo de mis ganados	
Se pueden apropiarse de mi terreno	
Desacuerdo con el Gobierno Regional Ayacucho	
Inadecuada distribución de agua	
Otros: Especifique	

#### V. VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

9. ¿Cuál es el nivel educativo alcanzado por usted o por algún miembro de hogar?

Nivel educativo alcanzado por Ud.	Marcar (X)	Nivel educativo alcanzado por algún miembro de su hogar	Marcar (X)
Sin Instrucción		Sin Instrucción	
Primaria		Primaria	
Secundaria		Secundaria	
Superior universitaria		Superior universitaria	
Superior no universitaria		Superior no universitaria	

10. ¿Cuál es la característica de su vivienda?

Material predominante paredes	Marcar (X)	Material predominante piso	Marcar (X)	Material predominante techo	Marcar (X)
Adobe		Adobe		Concreto armado	
Piedra con barro		Piedra con barro		Teja	
Ladrillo con bloque de cemento		Ladrillo con bloque de cemento		Planchas de calamina	
Tapial		Tapial		Plancha de eternit	
Otros especifique		Otros especifique		Otros especifique	

11. ¿A qué tipo de servicios básicos está conectado? Señale sólo una opción Sí y/o No.

Abastecimiento agua potable	Señale: Sí / No	Abastecimiento alcantarillado	Señale: Sí / No	Alumbrado de su hogar	Señale: Sí / No
Conectado al servicio de agua entubada		Conectado al servicio de alcantarillado		Conectado Electricidad	
Conectado al servicio de agua potable		Pozo séptico ( pozo ciego o negro)		Generador eléctrico	
Pilón de uso público		Letrina		Lámpara	
Otros especifique		Otros especifique		Otros especifique	

12. ¿Cuál es su principal ocupación de usted y de otros miembros de su hogar que contribuyen al ingreso familiar (La información se mantendrá en reserva por ser confidencial)? Señale sólo una opción.

Actividad que le genera mayor ingreso	Ocupación principal de los miembros de su hogar				
	Ocupación principal Jefe de hogar Marcar (X)	Ocupación Esposa	Ocupación Hijo (1)	Ocupación Hijo (2)	*Otros miembros
Agricultura					
Ganadería					
Comercio					
Construcción					
Transportista					
Empleado público					
Ama de casa					
Otros especifiquen					

- 13 ¿Cuál es el rango más cercano de su ingreso total mensual de su hogar (incluye ingresos de otros miembros de su hogar)

Rango de ingreso mensual	Ingreso jefe de hogar	Ingreso esposa	Ingresos de otros miembros de su hogar	Total ingreso hogar
[0 - 150]				
[151 - 300]				
[301 - 500]				
[501 - 800]				
[801 - 1000]				
[1001 -1500]				
[1501 - 3000]				
[más de 3000]				

14. Señale cuáles son los servicios que consume y, ¿Cuánto es el gasto familiar que usted incurre por cada servicio? Según último mes y/o recibo mensual.

Gastos servicios básicos del hogar	Marcar (X)	Monto S/ /mes	Gasto por tarifa S/ /ha por campaña agrícola	Total gasto hogar
Pago tarifa de agua por uso agrícola/ha				
Gastos por servicio de Saneamiento básico				
Pago por el servicio de Energía eléctrica				
Gastos por servicio de transporte				
Educación de sus hijos				
Alimentación				
Gastos por servicio de salud				
Energía para cocina (gas)				
Pago por celular				
Cable, teléfono, internet				
Otros especifique:				

¡Muchas gracias por valioso tiempo!, Ayacucho, setiembre 2019.

### Anexo 3: Base de datos para para estimar la DAP

REG_TRO	COMUND	Si_No	PRE_HIP	ING_MES	NIV_EDUC	N_HOG	EDAD	SUPERF	TC_RIEGO	ING_PERCAP
1	1	1	75	1740	1	5	55	5	3	348
2	1	1	75	1120	2	4	40	3	2	280
3	1	1	80	1720	1	5	47	4	2	344
4	1	1	80	1460	2	5	45	3	2	292
5	1	0	70	1600	1	3	52	4	2	533
6	1	1	75	1220	1	4	55	4	2	305
16	1	1	80	1600	2	4	42	3	2	400
17	1	1	75	1780	1	5	58	5	3	356
18	1	0	70	1320	2	3	55	3	2	440
27	1	0	70	1840	1	3	60	3	2	613
35	1	1	80	1600	2	4	38	3	2	400
36	2	0	70	1420	0	3	60	4	2	473
37	2	1	75	1700	2	4	42	4	2	425
38	2	1	80	1780	1	5	47	5	3	356
39	2	1	75	1020	2	3	40	4	2	340
63	2	1	80	1200	2	4	40	3	2	300
64	2	0	70	1420	1	3	58	4	2	473
65	2	1	80	1460	1	4	55	4	2	365
66	2	1	75	1380	1	5	52	5	3	276
74	2	1	75	1300	2	4	47	3	2	325
75	2	1	80	1560	1	4	58	5	3	390
97	2	1	80	1880	1	4	58	4	2	470
98	3	1	80	2700	2	4	40	5	3	675
99	3	1	80	2500	2	5	50	4	2	500
100	3	1	80	2700	2	4	32	5	3	675
101	3	1	80	2800	1	4	45	4	2	700
102	3	1	80	1920	4	4	30	6	3	480
103	3	1	80	2800	1	5	55	4	3	560
109	3	1	80	2400	2	5	50	4	2	480
110	3	1	80	2700	2	4	58	5	3	675
111	3	1	80	2320	1	3	58	5	2	773
112	3	1	80	2800	2	4	52	5	3	700
113	3	1	80	2500	2	6	48	4	2	417
114	3	1	80	2800	2	3	47	6	3	933
115	3	1	80	2200	2	5	42	5	3	440
116	3	1	80	2800	2	4	45	5	3	700

117	3	1	80	2700	1	5	52	4	2	540
122	3	1	80	2400	2	3	42	3	2	800
123	3	1	80	1740	4	4	35	4	3	435
140	4	1	80	2320	2	4	47	3	2	580
141	4	1	80	1980	2	4	40	4	3	495
142	4	1	75	2700	2	4	50	5	3	675
143	4	1	80	2220	2	3	35	4	3	740
179	6	1	75	2520	2	3	47	6	3	840
180	6	1	80	2700	1	5	40	4	3	540
181	6	1	80	2300	2	4	45	5	3	575
182	6	1	80	2180	1	5	48	4	2	436
183	6	1	80	2700	1	4	47	5	3	675
184	6	1	80	2400	1	6	58	6	2	400
185	6	1	75	2800	1	4	58	5	3	700
186	6	1	80	2220	4	3	35	4	3	740
199	7	1	75	1580	1	5	45	5	3	316
200	7	1	80	1120	2	4	38	4	2	280
201	7	1	80	1480	2	3	40	3	2	493
202	7	1	80	1380	2	3	38	4	2	460
203	7	1	75	2220	2	4	40	5	3	555
208	7	1	75	1560	2	6	50	5	2	260
209	7	1	80	1600	1	4	52	3	2	400
210	7	1	75	1380	2	4	42	5	2	345
211	7	1	80	1740	2	4	30	4	3	435
227	8	1	75	1740	2	5	42	5	3	348
228	8	1	75	2280	2	4	30	5	3	570
237	8	1	80	1780	2	5	50	3	2	356
238	8	1	75	1220	1	3	42	3	2	407
239	8	1	80	2040	2	4	47	4	2	510
243	9	1	80	1940	1	5	50	3	2	388
247	9	1	80	2380	1	5	52	3	2	476
248	9	1	75	1840	2	4	38	4	2	460
249	9	1	80	1310	1	5	50	3	2	262
250	9	1	75	1400	1	4	52	3	2	350
251	9	1	80	1780	2	7	50	4	2	254
268	9	1	75	1500	2	4	40	3	2	375
269	9	1	80	1560	1	5	45	3	2	312
270	9	1	75	1980	2	3	35	5	3	660

#### Anexo 4: Base de datos para para estimar la DAA

REG_TRO	COM	SL_NO	PRE_HIP	ING_MES	NIV_EDUC	N_HOG	EDAD	SUPERF	UBS	GAN_CAM	ING_PER_CAP
1	1	1	150	1100	1	5	55	5	1	120	220
2	1	0	180	650	0	4	60	6	1	80	162.5
3	1	1	150	500	1	4	40	5	1	90	125
4	1	1	180	800	1	5	45	5	1	60	160
5	1	1	150	850	1	4	45	4	1	80	212.5
6	1	1	180	800	0	3	58	5	0	100	266.67
7	1	1	150	650	1	4	58	6	1	70	162.5
8	1	0	200	950	1	5	45	5	1	50	190
9	1	1	120	550	1	4	52	8	1	70	137.5
10	1	1	150	750	1	5	42	6	1	90	150
13	1	1	180	1050	1	3	47	5	1	100	350
14	1	1	150	600	1	3	42	8	1	80	200
15	1	1	180	1100	1	3	55	6	1	70	366.67
16	1	1	150	500	1	4	42	5	1	70	125
17	1	1	200	1100	0	4	58	8	0	120	275
18	1	1	150	850	1	4	52	6	1	80	212.5
30	2	1	150	850	1	4	52	5	1	60	212.5
31	2	1	200	1050	1	3	55	6	1	120	350
32	2	1	150	800	1	5	52	8	1	50	160
33	3	0	180	850	0	4	58	6	0	80	212.5
34	3	1	150	800	1	4	40	5	1	120	200
35	3	1	150	1100	0	3	62	5	0	150	366.67
36	3	1	150	800	1	4	40	4	1	70	200
45	4	1	150	850	1	5	52	7	1	80	170
46	4	1	180	1100	1	4	55	6	1	120	275
47	4	1	120	850	1	3	42	4	1	70	283.33
48	4	0	120	750	1	5	55	5	1	80	150
49	4	1	100	950	1	4	47	6	0	90	237.5
69	5	1	120	600	1	3	52	4	1	60	200
70	5	1	150	750	1	5	47	6	1	100	150
71	5	1	180	1100	1	3	62	8	1	120	366.67
72	5	1	150	900	1	4	50	6	1	120	225
73	5	1	120	700	1	3	52	7	1	60	233.33
74	5	1	150	750	0	3	55	6	0	100	250
75	5	1	120	900	1	4	62	8	0	120	225

Anexo 5: Panel fotográfico

