

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE LOS HUMEDALES
DE LA MICROCUENCA DE CULTA –ACORA**

TESIS

PRESENTADA POR:

TITO AGUSTO CCAMAPAZA PACSI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE LOS HUMEDALES DE LA MICROCUENCA DE CULTA - ACORA

TESIS PRESENTADA POR:

TITO AGUSTO CCAMAPAZA PACSI

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

D. Sc. Javier Mamani Paredes

PRIMER MIEMBRO

:

Ing. M. Sc. Ernesto Ingaluque Incacari

SEGUNDO MIEMBRO

:

Ing. M. Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo

DIRECTOR DE TESIS

:

Ing. M. Sc. Francis Miranda Choque

Área: Ciencias Agrícolas

Tema: Manejo de Pastizales y Cultivos Forrajeros

FECHA DE SUSTENTACIÓN 31 DE DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la dicha de seguir adelante, la voluntad de enfrentar día a día los retos de la vida e iluminar el camino, así dejarme disfrutar mis logros junto a mis seres queridos.

Con todo mi amor y cariño a mis padres Pablo, Paulina quienes con su apoyo y dedicación me inculcaron la dedicación y perseverancia al trabajo.

A mis queridos hermanos Piedad Julia, y Juan Pablo, quienes cooperaron en la cristalización de este trabajo. Y a mi hermano José Santos quien desde la eternidad me dio fuerza y valor para culminar el presente trabajo.

A mi querida esposa Eva Luzmila y mis hijos Sonia Marycruz, y Eddy Willy, quienes día a día me dieron el aliento para el cumplimiento de este trabajo.

Dedico esta tesis a todas las personas que me apoyaron en las etapas de campo y gabinete que me dieron ánimo e ideas con críticas constructivas en el proceso del presente trabajo.

Tito Agosto

AGRADECIMIENTOS

- En esta etapa de finalización agradezco a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera colaboraron en el logro de esta nueva meta.
- A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por permitirme terminar mi formación académica y profesional.
- Especial agradecimiento a cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.
- A mi Director, Ing.M. Sc. Francis Miranda Choque, por su interés y apoyo para llevar a buen término este trabajo.
- Un especial agradecimiento al Dr. Eduardo Flores Condori, por el apoyo incondicional y por acrecentarme la moral en los momentos más difíciles.
- Al D.Sc. Javier Mamani Paredes, Ing. M.Sc. Ernesto Ingaluque Incacari, e Ing. M. Sc. Luis Amílcar Bueno Macedo, jurados del presente trabajo de investigación, con su observación y corrección permitieron en el mejor desarrollo del presente trabajo.
- Mi agradecimiento a todas aquellas personas que me apoyaron directa e indirectamente en el proceso de la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Hipótesis de la investigación.....	13
1.1.1. Hipótesis general.....	13
1.1.2. Hipótesis específica	13
1.2. Objetivos de la investigación	14
1.2.1. Objetivo general.....	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Generalidades de la valoración económica hídrica	15
2.2. Enfoque del valor económico.....	15
2.3. Teorías del valor y las teorías de preferencias	17
2.4. Método de valoración contingente (MVC)	17
2.5. Los modelos de elección discreta Logit y Probit	18
2.6. Las percepciones ambientales en la valoración	19
2.7. El recurso hídrico y la planificación del territorio	20
2.8. Recurso hídrico en la región de Puno	20
2.9. Servicio ambiental hídrico	22
2.10. Balance hídrico en la cuenca	22
2.11. Cuenca hidrográfica.....	22
2.12. Los bofedales	23
2.13. Clases de bofedales.....	25
2.14. Funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de los bofedales.....	26
2.15. Disposición a pagar (DAP).....	28
2.16. Servicios ambientales	29
2.17. Pago por servicios ambientales	29
2.18. Bienes y servicios ambientales	29

III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Ubicación del trabajo de investigación	31
3.2. Población y muestra	31
3.3. Diseño y tipo de investigación	31
3.3.1. Técnicas	32
3.3.2. Instrumentos.....	32
3.4. Plan de recolección de datos	32
3.5. Prueba de hipótesis planteada	32
3.6. Tipo de investigación	33
3.7. Identificación de variables	33
3.8. Metodología por objetivos específicos.....	35
3.8.1. El valor económico de los servicios hidrológicos en función de las características socioeconómicas de los pobladores	35
3.8.2. La valoración económica del agua de riego en sistema de bofedales partiendo de la función de producción de pastos naturales	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Resultados de la estimación del valor económico del agua en los humedales en función de las características socioeconómicas de los pobladores de la microcuenca de Culta Acora.	39
4.2. Evaluar la valoración económica del agua de riego en el ecosistema de bofedales en función a la producción del pasto natural totorilla	45
4.3. Actores involucrados en el uso del servicio ambiental de los humedales en CultaAcora.....	53
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de operacionalización de variables.....	34
Tabla 2. Estadística descriptiva de las características socioeconómicas de los pobladores de Culta Acora.	40
Tabla 3. La variable binario de responder “SI” que está dispuesto a pagar.....	40
Tabla 4. Variable categórica que está dispuesto pagar en soles.	41
Tabla 5. El ingreso económico mensual de variable categorizado.	42
Tabla 6. Modelo de regresión binario de Logit.....	42
Tabla 7. Modelo de regresión binario de probit.....	43
Tabla 8. La disposición a pagar (DAP) en soles, por los pobladores de la microcuenca de Culta Acora determinado mediante modelos Logit y Probit.	44
Tabla 9. Resultados de los valores agregados de los pobladores de la microcuenca de Culta.	45
Tabla 10. Resultados de determinación de ETo promedio mensual en (mm/día) Culta-Acora.	46
Tabla 11. Cálculo de la precipitación efectiva por el método USDA (FAO, 2006).	47
Tabla 12. Resultado del requerimiento hídrico por década (mm/dec) 2018.....	48
Tabla 13. Determinación lamina bruta y lamina neta y caudal de riego 2018.....	49
Tabla 14. Estadísticas de la regresión cuadrática.....	50
Tabla 15. Análisis de variancia de regresión cuadrática para Culta-Acora.	50
Tabla 16. Resultados de regresión cuadrática de la función de producción para pastos naturales.	50
Tabla 17. Valor del agua en función de sus dosis y precio de pastos naturales Culta-Acora.	51
Tabla 18. Valor del agua en función del precio de producción de forraje seco en soles por tonelada en Culta-Acora.	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores de uso y de no uso, metodologías recomendadas a utilizar y aspectos que se pudieran evaluar (Edwb, 1998).	16
Figura 2. Relación entre el precio de forraje versus valor de agua por unidad de volumen.	53

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DAA	Disposición a aceptar
DAP	Disposición a pagar
EC	Excedente del consumidor
EP	Excedente del productor
MCE	Método de costos evitados
MEE	Método de experimentos de elección
MINAM	Ministerio del Ambiente
MCP	Método de cambios en la productividad
MCV	Método de costo de viaje
MPH	Método de precios hedónicos
MPM	Método de precios de mercado
MUA	Modelos de utilidad aleatoria
MVC	Método de valoración contingente
NOAA	National oceanic and atmospheric administration
TB	Transferencia de beneficios
VC	Variación compensada
VE	Valor de existencia
VEq	Variación equivalente
VET	Valor económico total
VL	Valor de legad
VNU	Valor de no uso
VU	Valor de uso
VUD	Valor de uso directo
VUI	Valor de uso indirecto

RESUMEN

Los humedales andinos constituyen ecosistemas frágiles, que pueden ser deteriorados, por ello, es importante implementar esquemas de compensación por servicios hidrológicos, que generen un manejo sostenible y evite la situación de pobreza de las comunidades, por lo que, el objetivo general es: Estimar la valoración económica del agua de los humedales y las características socioeconómicas de los pobladores por el servicio hídrico de los humedales de la microcuenca Culta Acora. La metodología utilizada para el valor de agua fue en base de la función de producción y el requerimiento del agua se ha determinado mediante el balance hídrico utilizando el modelo de Cropwat de la FAO, y la valoración econométrica del agua se ha determinado por el método de valoración contingente, utilizando los modelos probabilísticos de Logit y Probit, el procedimiento se basa en el desarrollo de un mercado hipotético, donde los usuarios de los servicios hidrológicos pagarían para la conservación sostenible, se ha efectuado en base de las encuestas de 180 personas usuarios, de las cuales 65.6% respondieron que estarían dispuestos a pagar; sin embargo 34.40% de los encuestados han respondido negativamente que no están dispuestos a pagar; para el modelo Logit la variable edad ($P = 0.0032$) $z = -3.36$, precio hipotético ($P = 0.0004$) $z = 3.57$, ingreso familiar ($P = 0.00001$) $z = 5.09$ y de acuerdo a la probabilidad $P \leq 0.01$ tienen alta significancia estadística, el modelo de Probit, las variables edades ($P = 0.0007$) $z = -3.385$, precio hipotético $P = 0.0004$) $Z = -3.54$, ingreso familiar ($P = 0.00001$) $z = 5.42$ y de acuerdo a la probabilidad $P \leq 0.01$ y respectivos valores de z , tienen alta significancia estadística; se obtuvo el valor agregado promedio de S/. 2,328.01 soles mensuales que podrían aportar para implementar el plan integral de gestión de recursos hidrológicos en dólares americanos de \$.705.54. La valoración económica del agua de riego partiendo de la función de producción; se obtuvo una producción de 0.22 tn/ha. el máximo técnico se consigue cuando se aplican 3,343.40 m³/ha de agua, con producción de 2,712 tn/ha, para el presente trabajo cuando la producción es de S/.500.00 Soles por tonelada implica un costo de agua de S/.0.37 por metro cúbico y cuando la producción de forraje seco es de S/.1,000.00 por tonelada el costo de agua es de S/.0.75 soles por metro cúbico; se ha establecido los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental de los humedales, a los comuneros beneficiarios de la microcuenca de Culta Acora.

Palabras claves: Ambiental, Económica, Humedal, Microcuenca, Valoración

ABSTRACT

The purpose of the research is to implement compensation schemes for hydrological services that ensure sustainable management and reduce the poverty of the communities; whose general objective is to determine the relationship between the WTP and the socioeconomic characteristics of the inhabitants for the hydrological services of the wetlands of the Culta micro-basin; The methodology used for the water value was based on production function and the water requirement has been determined through the water balance using the FAO Cropwat model, and the econometric valuation of water has been determined by method of contingent valuation, using the probabilistic models of Logit and Probit, the procedure is based on the development of a hypothetical market, where the users of hydrological services would pay for sustainable conservation, has been carried out based on the surveys of 180 users, of which 65.6 % answered that they would be willing to pay; however 34.40 % of respondents have responded negatively that they are not willing to pay; for the Logit model the age variable ($P = 0.00032$) $z = -3.36$, hypothetical price ($P = 0.0004$) $z = 3.57$, family income ($P = 0.00001$) $z = 5.09$ and according to the probability $P \leq 0.01$ have high significance statistics, and the Probit model, the variables ages ($P = 0.0007$) $z = -3.385$, hypothetical price ($P = 0.0004$) $z = -3.54$, family income ($P = 0.00001$) $z = 5.42$ and according to the probability $P \leq 0.01$ respective values of z , have high statistical significance; the average added value of S/. 2328.012 soles per month was obtained, which could contribute to implement the comprehensive management plan for hydrological resources in US dollars of \$. 705.55. The economic valuation of irrigation water based on the production of 0.22 tn/ha was obtained. The technical maximum is achieved when 3343.4 m³/ha of water are applied, with production of 2.71 tn/ha, for the present work when the production is S/. 500.00 soles per ton implies a water cost of S/. 037 per cubic meter and when the production of dry forage is S/. 1000.00 per ton, the cost of water is S/. 0.75 soles per cubic meter; the actors involved in the provision and use of the environmental service of the wetlands have been established, to the beneficiaries of the Culta Acora microcuenca.

Keywords: High – altitude bofedales, logit and probit models, production function.

I. INTRODUCCIÓN

La productividad del ecosistema de bofedales para el servicio hídrico está basada en la cantidad de agua captada y almacenada anualmente, y su valor económico está asociado con la actividad agropecuaria, que tiene importancia ambiental al competir con el uso del suelo y la vegetación natural de bofedal, en la ganadería alto andina. Esta es una actividad pecuaria que se extiende hasta las zonas de pequeñas lagunas; el pastoreo del ganado altera la vegetación natural, además del pisoteo de la pradera y suelo disminuye su capacidad de aportar con el servicio hídrico. El servicio ambiental de almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales actúa como un gran reservorio natural que regula los flujos del ciclo hidrológico reduciendo las consecuencias negativas de las variaciones (Cèlleri, 2009).

La unidad paisajista donde se acumula el agua superficial y subterránea constituye el espacio territorial de la microcuenca y su utilización y decisiones estratégicas sobre la gestión del agua están limitadas por barreras físicas e hidrológicas. Los intereses económicos de los actores involucrados en el manejo de la microcuenca hacen generalmente que desarrollen prácticas inadecuadas a la aptitud de la microcuenca, lo que tiene como consecuencia las reducciones en la cantidad y calidad del agua, los movimientos de masas de tierra y las pérdidas de biodiversidad, entre otros efectos. Debido a que el flujo de agua inicia de las partes altas hacia las partes bajas, los efectos del mal manejo de los recursos de la microcuenca se hacen sentir a gran distancia de su punto de origen. De ahí la importancia que se tiene realizar una gestión integrada para el buen uso ambiental de una microcuenca.

Por las razones expuestas, la máxima capacidad de regulación y retención de agua brindada por los bofedales puede compararse con la capacidad total de un reservorio o represa, por lo tanto, el método utilizado para la valoración de este servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua es el del costo de reposición dicho de otro modo sería la sustitución del servicio ambiental.

De acuerdo a la situación actual de los bofedales y consideramos que no existe un plan de manejo integral de los sistemas de irrigación en humedales o bofedales en la zona

de estudio. Para facilitar la comprensión, a lo largo del documento se entenderá por la valoración económica ambiental de los servicios hidrológicos y el proceso que promoverá la administración coordinada de la microcuenca, desde el punto de vista económico y social.

Por lo tanto, es necesario su conservación mediante planes integrales de su manejo y conservación para el desarrollo sostenible de todo el ser viviente en todas las zonas agroclimáticas existentes, donde el poblador rural alto andino desarrolla sus actividades económicas tales como la ganadería, la agricultura. Dentro de los recursos más importantes para la vida es el agua, y es por eso que se deben de tomar todas las medidas necesarias para asegurar la existencia y preservación de las fuentes de este recurso tan importante.

Para el presente trabajo, en la valoración económica se utilizó el método de valoración contingente en base de las características socioeconómicas y la disposición a pagar (DAP) de parte de los alpaqueros de las zonas alto andinas. Sin embargo, a la fecha no existe un estudio en la zona de la cordillera oriental que haya permitido determinar el valor de estos servicios ambientales a pesar de la importancia económica, social y ambiental que tienen los bofedales. En tal sentido, los objetivos del presente trabajo fueron:

1.1. Hipótesis de la investigación

1.1.1. Hipótesis general

El valor económico de los servicios hidrológicos prestados está en función directa de las características socioeconómicas del poblador de la micro cuenca de Culta Acora.

1.1.2. Hipótesis específica

1. El valor económico de los servicios hidrológicos está en función de las características socioeconómicas de los pobladores de la microcuenca de Culta Acora.
2. La valoración económica del agua de riego en sistema de bofedales está en función de producción de pastos naturales, caso de la totorilla.

3. Los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental de los humedales en la micro cuenca de Cultra Acora depende de los servicios hidrológicos de la cuenca.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Estimar la valoración económica del agua de los humedales y las características socioeconómicas de los pobladores por el servicio hídrico de los humedales de la microcuenca Cultra Acora.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Estimar el valor económico del agua y del servicio hídrico ambiental en función de las características socioeconómicas de los pobladores de la microcuenca de Cultra Acora.
2. Evaluar la valoración económica del agua de riego en el ecosistema de bofedales en función a la producción del pasto natural de totorilla.
3. Conocer a los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental en el humedal de la microcuenca de Cultra Acora.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la valoración económica hídrica

Martínez y Dimas, (2007), en la exposición de la tesis: “Valoración económica de los servicios hidrológicos: Subcuenca del río Teculután” concluyen en relación con la valoración contingente, que el 67% de los entrevistados respondió a la pregunta de la Disposición a Pagar (DAP), y a medida que los montos contenidos en la pregunta de DAP aumentaba, la probabilidad de obtener de respuestas positivas iba disminuyendo.

Brunet, et al (2010), en la investigación sobre “Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca”, llegan a la siguiente conclusión: Los resultados muestran que los usuarios dispuestos a pagar rebasan el 50%, con cantidades que oscilan entre 30 y 80 pesos mensuales, sin embargo hay un sector de los encuestados que no estarían dispuestos a contribuir, pero realizarían acciones enfocadas al cuidado del medio ambiente.

Jiménez, et al (2005), sostienen que las zonas de cabecera de cuenca en donde nacen los ríos, se destacan por ser áreas receptoras de agua dentro de las cuencas hidrográficas, en esta zona también se encuentran presente los humedales. El término manejo de cuencas tiene como objetivo controlar la descarga del agua captada por las cuencas en cantidad, calidad y tiempo de ocurrencia, ya que ayudan a regular, controlar la cantidad y estacionalidad del agua que escurre por los ríos y manantiales. Las cabeceras de cuencas también protegen a los suelos de ser erosionados y evitan la pérdida de la fertilidad en las tierras agrícolas.

Bernaldez, (1987), afirma que los humedales son las fuentes directas del agua, es por eso que son muy importantes para el desarrollo de la humanidad, desde una perspectiva cultural, económica e histórica, como fuente de riqueza sostenible y científica.

2.2. Enfoque del valor económico

Pearce y Turner, (1995), informan que, los economistas han experimentado por muchos años la evaluación de los recursos naturales, por lo cual existen valoraciones que no son de mercado. Últimamente, las valoraciones de bienes naturales son dependientes

del punto de vista del evaluador, es decir, de si este trabaja desde una perspectiva eco-céntrica o antropocéntrica. El principal dilema entre las dos perspectivas es que, de acuerdo al eco centrismo, si todas las formas de vida en el mundo tienen el derecho de existir entonces estas especies y ecosistemas tienen un valor positivo independiente de las preferencias o deseos humanos. Sin embargo, aquellos que respetan el paradigma neoclásico no consideran el valor intrínseco, de este modo, no siempre los ecosistemas tendrán un valor positivo. El antropocentrismo, establece que la aproximación utilitaria para la valoración de bienes o servicios ambientales, refleja de alguna manera beneficios para los humanos. Estos valores son determinados por mercados o por métodos desarrollados que utilizan las preferencias individuales para bienes y servicios ambientales que carecen de precio de mercado. Los beneficios son expresados bajo el concepto de valor económico total (VET) de un recurso cualquiera, entre ellos el agua está dada por el Valor de Uso (VU).

Sin embargo, Azqueta, (2007), sugirió que, aunque los individuos no utilicen un recurso, es posible que este sea valioso para ellos introduciendo así el concepto de Valor de no Uso (VNU). El Valor de uso puede dividirse en Valor de Uso Directo (VUD), Valor de Uso Indirecto (VUI) y Valor de Opción (VO). Por otro lado, las categorías del Valor de No Uso (VNU) son el Valor de Existencia (VE) y el Valor de Herencia (VH)



Figura 1. Valores de uso y de no uso, metodologías recomendadas a utilizar y aspectos que se pudieran evaluar (Edwb, 1998).

2.3. Teorías del valor y las teorías de preferencias

Azqueta (1994), indica que los, servicios ambientales ofrecidos por las áreas protegidas, carecen de precio. Cuando se trata de bienes privados, el valor económico del bien reflejaría el valor de uso del mismo. No obstante, la discusión respecto del valor de los bienes o servicios se torna relevante cuando se trata de bienes públicos o ambientales. Por esta razón, y dada la importancia de determinar el valor de esos bienes para una provisión socialmente óptima, se han desarrollado diversas metodologías que intentan predecir el valor que los individuos les asignan. Estos métodos de valoración se clasifican en directos e indirectos. Los métodos indirectos intentan determinar valores de bienes o servicios ambientales, utilizando datos de mercado y con esta información infieren el valor económico del recurso. Los métodos directos, intentan obtener el valor monetario de bienes y servicios ambientales, mediante la formulación de mercados hipotéticos, preguntando directamente por la disposición a pagar de las personas. En esta última categoría se encuentra el método de Valoración Contingente (Mendieta, 2005).

2.4. Método de valoración contingente (MVC)

El propósito de la valoración contingente es “derivar” las preferencias del consumidor. Normalmente el procedimiento seguido en la práctica consiste en analizar la conducta de la persona con la aplicación de las encuestas (Azqueta, 1994).

Sobre el uso del método hay mucha discusión. Críticas como Diamond y Asuman “rechazan el método como método de valoración económica debido a que sus resultados son inconsistentes con la teoría económica. Sin embargo, en algunos casos estas aseveraciones no son apoyadas por los hallazgos en la literatura sobre valoración contingente” (Hanemann, 1984).

Una variante del método contingente llamado referéndum fue introducido por Bishop (Bishop y Thomas, 1979) citados por (Freeman, 1993), el cual combina respuestas del tipo SI/NO, para analizar la disposición a pagar (DAP) y la disposición a aceptar (DAA). Mediante la variante del método de valoración contingente llamada técnica de referéndum se deduce la DAP, la cual determina el valor de uso del recurso. La técnica de referéndum se refiere a plantear la pregunta sobre la disposición a pagar no en forma abierta, si no, binaria ¿pagaría usted tanto por...? ¿Sí o no? La principal ventaja del

método de valoración contingente es que puede medir potencialmente el valor del agua en el marco de la teoría económica. Asimismo, mide valores futuros como actuales. Es la única técnica que mide valores de no uso. Se ha usado para estudiar demanda para abastecimiento de agua doméstica y mejoramiento del saneamiento del recurso en villas rurales en países en desarrollo. La principal desventaja son sus sesgos, su necesidad de conocimiento profundo de econometría, sus costos y tiempo para realizar el estudio (Pérez, 2008).

Para estimar la DAP se debe tomar en cuenta la probabilidad de aceptar o no el precio ofrecido como función del mismo precio y algunas variables socioeconómicas que cambian la función de utilidad indirecta (Δh). Se asume que la función de probabilidad sigue una distribución logística. Así, se desarrolla el método de máxima verosimilitud a través de un modelo Logit de elección binaria (Mendieta, 2005).

2.5. Los modelos de elección discreta Logit y Probit

(Medina, 2003), indica que el uso de una función de distribución garantiza que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1, en principio las posibles alternativas son varias, siendo las más habituales la función de distribución logística, que ha dado lugar al modelo Logit, y la función de distribución de la normal tipificada, que ha dado lugar al modelo Probit. Tanto los modelos Logit como los Probit relacionan, por tanto, la variable endógena Y_i con las variables explicativas X_{ki} a través de una función de distribución.

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i$$

En el caso del modelo Probit la función de distribución utilizada es la de la normal tipificada, con lo que el modelo queda especificado a través de la siguiente expresión:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha + \beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i$$

Donde la variable s es una variable “muda” de integración con media cero y varianza uno. Dada la similitud existente entre las curvas de la normal tipificada y de la logística, los resultados estimados por ambos modelos no difieren mucho entre sí, siendo las

diferencias operativas, debidas a la complejidad que presenta el cálculo de la función de distribución normal frente a la logística, ya que la primera solo puede calcularse en forma de integral. La menor complejidad de manejo que caracteriza al modelo Logit es lo que ha potenciado su aplicación en la mayoría de los estudios empíricos (Mendieta, 2005).

Al igual que en el Modelo Lineal de Probabilidad, el Modelo Logit, se puede interpretar en términos probabilísticos, es decir, sirve para medir la probabilidad de que ocurra el acontecimiento objeto de estudio ($Y_i = 1$). En cuanto a la interpretación de los parámetros estimados en un modelo Logit, el signo de los mismos indica la dirección en que se mueve la probabilidad cuando aumenta la variable explicativa correspondiente, sin embargo, la cuantía del parámetro no coincide con la magnitud de la variación en la probabilidad (como si ocurría en el MLP). En el caso de los modelos Logit, al suponer una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia del acontecimiento, cuando aumenta en una unidad la variable explicativa los incrementos en la probabilidad no son siempre iguales ya que dependen del nivel original de la misma (Medina, 2003).

2.6. Las percepciones ambientales en la valoración

Las percepciones y conocimientos que las personas tienen sobre la biodiversidad, y el medio ambiente en general, determinan como se pueden manejar y conservar estos recursos. Por este motivo, es importante conocerlos, entenderlos y valorarlos (Ruiz-Mallen, 2009).

El proceso para llegar a una percepción ambiental incluye la experiencia directa a través de los sentidos, así como la información indirecta obtenida de otras personas, medios de comunicación, medios de divulgación científica, etcétera, la percepción ambiental esta mediada por características individuales de nuestros valores, actitudes y personalidad, pero también está influida por factores económicos y sociales (Daltaubuit, 1994).

La percepción ambiental implica un proceso de conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos. El conocimiento ambiental comprende el almacenamiento la organización y la reconstrucción de imágenes de características ambientales que no están

a la vista en el momento. Las actitudes con respecto al ambiente son los sentimientos favorables o desfavorables que las personas tienen hacia las características del ambiente físico (Holahan, 2002).

2.7. El recurso hídrico y la planificación del territorio

Se reconoce que las decisiones antropocéntricas de uso de la tierra, por su parte, están influenciadas por variables exógenas, tales como las políticas que incentivan o desmotivan formas de uso de la tierra (Castro y Rubén, 1998), por lo que en un modelo básico de planificación es necesario considerar apropiadamente tales variables exógenas y aquellas endógenas que explican las distintas formas de uso de los recursos presentes en una cuenca determinada. Por lo general, las cuencas se han usado para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Muchas de estas actividades se han desarrollado en laderas frágiles y de alta pendiente, lo que favorece el deterioro del suelo y de otros recursos asociados, principalmente en situaciones de altas precipitaciones y fuertes escorrentías. Este fenómeno se debe a la carencia de políticas de ordenamiento territorial, lo que también ha permitido la expansión urbana en áreas de ladera con alto riesgo a los deslizamientos. De esta forma se van desplazando las formas naturales de uso del suelo, lo que afecta, entre otras cosas, la capacidad de infiltración de agua en las cuencas (Bushbacher, 1990).

Se ha demostrado que la recarga de acuíferos se favorece mediante la cobertura boscosa (Ander, 1991). Por el contrario, la presencia de laderas deforestadas no permite la retención hídrica y favorecen grandes avenidas de agua en épocas de lluvia (CCT-CINTERPEDS, 1995). Además, las laderas deforestadas favorecen el arrastre de sedimentos hacia las riberas de los ríos afectando su régimen hidrológico (Scherr, 1997).

2.8. Recurso hídrico en la región de Puno

A pesar de la importancia económica y social del recurso hídrico en el desarrollo del País, hasta ahora ha existido un aprovechamiento sub óptimo del agua, provocando desperdicios y contaminación del recurso (Cruz, 1997).

Se pretende revertir este comportamiento social, modificándolo para optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico y, a la vez, potenciar su conservación en el largo

plazo. Para tal fin se requiere un conocimiento mayor sobre el nivel de dependencia actual que la economía tiene sobre el agua; el reconocimiento de bien económico que es el agua y por lo tanto, una valoración económica del recurso; un reconocimiento de la importancia de la cobertura boscosa en la provisión de agua; y, de la formulación de políticas que consideren el agua como una limitante o una oportunidad para el desarrollo. La tendencia es que si continua el subsidio ambiental hídrico (ya que no tiene un precio establecido), tal y como hasta ahora ha sucedido se podrían generar problemas en la disponibilidad de bosques y en la pérdida de productividad del mismo, eventos que pueden traducirse en disminución de la cantidad y calidad de aguas con las implicaciones económicas que esto tiene para la sociedad. Por eso, es necesario restablecer el nexo perdido entre la escasez y el precio, particularmente en el caso del agua, donde tradicionalmente se ha subsidiado, pues no se cobra un precio que refleje su verdadera escasez (Wardford, 1997).

Lo anterior es posible si se toman en cuenta los distintos costos dentro de las tarifas que se cobran por el uso de este recurso, donde se deben considerar aquellos costos ambientales tales como el valor que se le debe dar al bosque como proveedor de servicios ambientales, en particular el servicio ambiental hídrico, los costos de recuperación y protección de cuencas, el valor del agua cuando éste es un insumo importante para la producción de ciertos bienes que se transan en el mercado. Hay avances que se han dado en relación con la consideración de eliminar el subsidio ambiental, ya sea a través de la legislación (Ley Orgánica del Ambiente, Ley Forestal, (Ministerio del Ambiente, 2015).

Ley de Biodiversidad, donde se promueven mecanismos que permiten la incorporación de variables ambientales en la evaluación de proyectos y en la toma de decisiones. Entre esos mecanismos se menciona el reconocimiento del servicio ambiental hídrico dentro de las tarifas que se le cobra a los distintos usuarios, y la necesidad de que los distintos usuarios lo implementen (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.9. Servicio ambiental hídrico

El servicio ambiental hídrico se refiere a la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad (Costanza, y otros, 1998).

El bosque es un ente importante que beneficia a la sociedad a través de un flujo continuo y permanente de agua (Costanza, y otros, 1998) lo cual requiere no sólo de reconocer el servicio ambiental como tal, sino también fijarle un precio y pagarlo. El volumen de recarga al subsuelo se favorece para aquellas áreas de la cuenca con mayor cobertura boscosa (Reynolds, 1997).

La presencia de bosques favorece la retención de agua, ya que el sistema radicular permite una mayor y mejor infiltración, y disminuye la escorrentía superficial (Ander, 1991).

2.10. Balance hídrico en la cuenca

Para la determinación de la oferta hídrica en una cuenca, se toma como base la ecuación general del balance hídrico, cuyo objetivo principal es hacer una evaluación cuantitativa de las entradas y salidas del agua en el ciclo hidrológico (Reynolds, 1997).

Prácticamente la totalidad de la recarga proviene de aquella parte del agua que después de infiltrarse en el terreno no es tomada por las plantas y alcanza profundidades mayores, la recarga y el rendimiento de una cuenca dependen del régimen de precipitación. Los acuíferos como la red de drenajes presentan constantes fluctuaciones en el año hidrológico tanto en su nivel de agua subterránea como superficial. Este elemento puede determinarse de la siguiente manera (Lee, 1980).

2.11. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas

hidrográficas, y con miras al futuro las cuencas hidrográficas se perfilan como las unidades de división funcionales con más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua (Mijares, 1989).

2.12. Los bofedales

Es una humedad de altura, y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. Los vegetales o plantas que habitan el bofedal reciben el nombre de vegetales hidrofitos. Los bofedales se forman en zonas como las de los macizos andinos ubicados sobre los 3,800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciales y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas. Ya es tiempo que nos preocupemos de los recursos hídricos, porque son importantes para todos los seres vivos y no cabe duda que cada Región tiene como tesoros a sus lagos, ríos, lagunas y bofedales.

Flores, et al. (2014) Manifiesta que los bofedales son sistemas ecológicos extremadamente frágiles por su dependencia del agua, sensibles a los cambios climáticos y vulnerables a la alteración que resulta de la actividad minera, el pastoreo y el retroceso glacial, por lo que se requiere desarrollar programas de manejo y conservación con sólidas bases científicas y de conocimiento, a fin de asegurar la continuidad de los servicios que estos ecosistemas proveen. Dado que los humedales son ecosistemas permanentes o temporales en los que convergen los biotopos acuático y terrestre, poseen un alto grado de saturación del suelo por agua.

En la zona alto andina son denominadas áreas de bofedales o “oqhonaes”, donde la convergencia de agua y suelo es propicia para el desarrollo de formaciones vegetales heterogéneas, lo que les confiere una alta biodiversidad que tipifica una biota singular. Algunos especialistas, consideran que los bofedales son asociaciones siempre verdes de fisonomía herbácea cespitosa que se encuentran a grandes alturas donde generalmente presentan niveles de agua subterránea altos y escurrimiento superficial permanente. Los bofedales son llamados también “*turberas*”, “*vegas andinas*”, “*oconales*”, “*cenegales*”, entre otros (Olivares, 1988).

Por otro lado, el bofedal es un pastizal permanentemente húmedo con suelos hidromorfos y poco drenados. Se ubica en terrenos planos saturados de humedad, encontrándose a lo largo de riachuelos lentos, al borde de las lagunas y pantanos o sobre acuíferos subterráneos. Es así que, en la pradera andina, los bofedales son formaciones singulares debido a que almacenan agua proveniente de la precipitación pluvial, nival y de granizo, de los deshielos y de la humedad ambiental (Olivares, 1988).

Las especies típicas que predominan en los bofedales son: *Alchemilla pinnata* (*sillusillu*), *Alchemilla diplophylla*, (*libro-libro*) *Lilaoeopsis andina*, *Calamagrostis eminens*, *Hypochoeris stenocephala* (*sik'i*), *Calamagrostis curvula* (*pork'e*), *Distichia muscoides* (*kachu paco*), *Hypochoeris taraxacoides* (*sik'i*), *Plantago tubulosa* (*sik'i*), *Eleocharis albibracteata* (*quemillo*), *Festuca dolichophylla*. (*chillihua*), *Werneria pygmaea*, etc. El bofedal constituye el tipo de pastizal con la más alta producción de forraje para beneficio de los rebaños de camélidos sudamericanos (Gil, 2011).

En las zonas de bofedales, considerando que los ecosistemas son frágiles y alberga a comunidades campesinas andinas, se ven afectados por el cambio climático dada la mayor frecuencia e intensidad las sequías, inundaciones, vientos huracanados, lluvias torrenciales, granizadas, heladas, nevadas y descongelamiento de los glaciares, con efectos severos en los cultivos, pastizales, ganado, bienes inmuebles y la salud de la población, por lo tanto, el poblador rural y los ecosistemas son afectados, más aún donde la principal actividad económica del poblador es la crianza de camélidos sudamericanos domésticos (García y Willems, 2015).

Las características generales de los bofedales son: Almacenan agua; Son un sistema frágil; Pueden ser fácilmente alterados; Tienen una morfología almohadillada; Poseen aguas mineralizadas; Tienen fluctuaciones climáticas que van desde los -14 a 20 °C; Presentan inundación de carácter permanente; Están ligados a emanaciones naturales de agua; Se originan en las cabezas de casi todos los ríos de la zona; Del 70 a 75% del total anual de precipitaciones se producen durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo (Olivares, 1988).

El promedio del total de horas de sol es de 2971 y durante la noche en el invierno la temperatura desciende a varios grados bajo 0°, de modo que el agua de los bofedales se congela. La Estrategia para los Humedales Altoandinos, impulsada por la Convención Ramsar, reconoce a estos humedales como ecosistemas estratégicos debido a que regulan y son fuentes de agua para diversas actividades humanas, son ecosistemas de alta biodiversidad y hábitat de especies de flora y fauna amenazadas, son centros de endemismo, espacios para actividades turísticas y ámbitos de vida para comunidades locales (Olivares, 1988).

2.13. Clases de bofedales

Existe una diversidad de posiciones respecto a la clasificación de los bofedales, algunos toman como criterio de clasificación el piso altitudinal, la ubicación, las condiciones climáticas, el almacenamiento de agua entre otros. A continuación, se resumen algunas clasificaciones sobre los bofedales. Los bofedales se diferencian en función de la altura de su ubicación, calidad, cantidad y permanencia del agua que los riega. Así, los bofedales se ubican en el Altoandino semihúmedo, Altiplano semihúmedo, Altiplano semiárido y Altoandino semiárido y árido. Para los bofedales ubicados entre 4,000 y 4,500 metros de altitud, ellos encontraron tres tipos: bofedales estacionales, bofedales siempre húmedos y bofedales con riego artificial (Gil, 2011).

Asimismo, existen de 3 tipos de bofedales según condiciones hídricas: bofedal con agua permanente, altamente productivo y de rápida recuperación; bofedal temporal que se seca temporalmente; y bofedal tipo halófilo con agua salada temporal. También se puede clasificar los bofedales por pendiente o posición geográfica. Finalmente, se pueden clasificar los bofedales: (1) bofedales naturales, producidos por los deshielos o corrientes de agua, dando la impresión que no son tan extensos como los artificiales; y (2) bofedales artificiales, que cuentan con riego permanente en grandes extensiones para lo cual se construyen canales que derivan las aguas de los ríos. En este caso el terreno debe ser plano o con una ligera pendiente para evitar que el agua discurra rápidamente (Barrantes y Vega, 2001).

Por su parte (Humedales Altoandinos & UICN Sur, 2008), menciona a 3 tipos de bofedales: Con agua permanente, altamente productivo, de rápida recuperación,

Temporal (que se secan temporalmente), Halófito, con agua salada temporal. Los bofedales con abundancia de agua dan posibilidades a crear nuevas unidades de producción o mejorar el crecimiento de los primeros creando sistemas de drenaje (Gil, 2011).

2.14. Funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de los bofedales

Estos humedales alto andinos cumplen funciones ecológicas fundamentales, como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de una rica biodiversidad, tanto nativa o silvestre como las especies culturizadas y domesticadas. Asimismo, proveen una serie de productos para la subsistencia del poblador rural, especialmente vinculado a la producción de pasturas naturales para la actividad pecuaria como los camélidos sudamericanos, algas para fines alimenticios e industriales, plantas medicinales, desarrollo del ecoturismo para observadores de aves asociados a lagos, lagunas, pantanos y turberas, los cuales son ecosistemas de enorme importancia estratégica para cientos de miles de personas (Barrantes y Vega, 2001).

Entre las funciones ecológicas que prestan los humedales está la recarga de acuíferos, cuando el agua acumulada en el humedal desciende hasta las napas subterráneas. Las funciones ecológicas que desarrollan los humedales favorecen la mitigación de las inundaciones y de la erosión del suelo. Además, a través de la retención, transformación y/o remoción de sedimentos, nutrientes y contaminantes juegan un papel fundamental en los ciclos de la materia y en la calidad de las aguas. La obtención de agua se evidencia como uno de los problemas ambientales más importantes de hoy y de los próximos años; puesto que la existencia de agua está relacionada con el mantenimiento de ecosistemas sanos; por lo tanto, la conservación y el uso sustentable de los humedales es una necesidad impostergable (Barrantes y Vega, 2001).

Por la alta capacidad de absorción de agua, hasta la saturación, los bofedales retienen agua durante la temporada lluviosa, amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas para la temporada seca. Además, son trampas naturales para la retención de sedimentos; aportan agua a los acuíferos; surten agua a riachos y manantiales; mejoran la calidad del agua gracias a su capacidad filtradora. Constituyen hábitats especiales para varias especies de la diversidad biológica; por lo tanto, tiene un alto valor ecológico,

científico, recreacional y paisajístico. Los humedales alto andinos tienen una diversidad biológica singular, muchas especies de plantas y animales que los habitan no se encuentran en otro lugar y en ellos se congregan temporalmente varias especies de aves migratorias. Algunos de estos humedales son refugio y sitio de reproducción de fauna amenazada. Son componentes fundamentales del hábitat de mamíferos de importancia económica y ecológica tales como la vicuña, el guanaco, la alpaca, la llama y la chinchilla (Gil, 2011).

Los humedales alto andinos son considerados por la Convención Ramsar: “Ecosistemas de gran fragilidad asociada a causas naturales como el cambio climático, las sequías prolongadas en la puna y a la intervención humana. Muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, por falta de manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica”. Uno de los servicios ambientales que brinda el humedal altoandino es la provisión de agua a las comunidades campesinas, también son fuente de agua para el riego de suelos agrícolas, la generación hidroeléctrica, la piscicultura y el consumo humano aguas abajo (Célleri, 2009).

Además del suministro de agua, los humedales proveen fibras vegetales, alimentos y recursos genéticos, almacenan y regulan caudales, capturan carbono y representan un invaluable patrimonio cultural por su significado espiritual y religioso. Los humedales alto andinos son importantes espacios de vida y de riqueza cultural, fecundos en simbolismos y valores espirituales para las comunidades campesinas. En algunos humedales andinos, como las lagunas, podrían ser una fuente importante de producción acuícola, sus aguas adecuadamente manejadas, podrían ser interesantes recursos de alimentación si se introduce una piscicultura en forma intensiva y extensiva. Se tienen ejemplos con resultados positivos en la región Huancavelica existe varias comunidades y empresas privadas que se dedican a la crianza de truchas (Gil, 2011).

Los bofedales son el hábitat de especies forrajeras de alta calidad nutritiva para la ganadería soportando así una importante carga animal; son el principal hábitat de los camélidos y recurso valioso para el desarrollo humano de las comunidades alto andinos. Así mismo constituyen parte importante de las cuencas alto andinas que alimentan las

cuenclas de los valles costeros y de la meseta altiplánica (Humedales Altoandinos UICN Sur, 2008).

Los bofedales, son ecosistemas de alto valor biológico e hidrológico; son el hábitat de especies vegetales y animales, funcionan como reguladores del flujo hídrico al retener agua en la época húmeda y liberarla en época seca, estos ecosistemas cuya existencia depende de las condiciones hídricas del suelo y de la materia orgánica que éste posee, es que constituyen un refugio para diferentes especies de flora y fauna, proveyéndoles los insumos necesarios para su supervivencia. Los bofedales forman parte de la economía de las comunidades alto andinas, ya que son ecosistemas que brindan pasturas y otros recursos vegetales como algas y hongos, especies medicinales para el consumo humano y la alimentación de ganado, y considerando que los servicios ambientales más importante que brindan es el de provisión de agua, almacén y regulador, donde existen volúmenes de agua importantes solo en época lluviosa, los bofedales destacan como una fuente de agua y pasturas durante todo el año (Gil, 2011).

La ventaja de estos bofedales son varias; cuando no son drenados pueden ser permanentes fuentes de pasturas naturales y agua; son los que soportan los mejores pastos naturales y de la mayor calidad; estudios sobre el rendimiento de bofedal/fibra de camélidos, señalan que la fibra de alpacas pastadas en bofedales es más larga, de mejor calidad y de mayor rendimiento en peso por alpaca. Los bofedales son áreas que soportan importante carga animal, especialmente referido a camélidos sudamericanos, que constituyen la ganadería de mayor significación económica y el recurso genético animal más importante en la pradera andina del Perú la cual lamentablemente está asociada a familias de pobreza y extrema pobreza (Gil, 2011).

2.15. Disposición a pagar (DAP)

Cierta cantidad de dinero que una familia estaría dispuesta a pagar a cambio de una mejora de un servicio ambiental. Mide nuestra valoración personal de ese bien. Ese valor es nuestra disposición a pagar. Fankhauser define la disposición a pagar como un significado teórico en la teoría del consumidor, definido como la cantidad de ingreso que uno está dispuesto a ceder para obtener cierto servicio (Fankhauser & Tepic, 2005).

2.16. Servicios ambientales

Son funciones ecológicas del planeta tierra, y se convierten en servicios ambientales cuando el ser humano los identifica como importantes para sus actividades. Los servicios ambientales no necesitan del ser humano para su mantenimiento, son auto-renovables y no han sido reemplazados por el ser humano (CCT-CINTERPEDS, 1995).

2.17. Pago por servicios ambientales

El pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación económica a través del cual los beneficiarios o usuarios del servicio retribuyen a los proveedores. Con esos recursos el proveedor debe adoptar prácticas de manejo dirigidas a elevar o al menos mantener la calidad del servicio ambiental ofrecido (Azqueta, 1994).

2.18. Bienes y servicios ambientales

El uso inadecuado de la base de bienes y servicios ambientales y su creciente degradación es el resultado de la actividad de miles de individuos actuando descentralizadamente en diversos puntos del país ya haciendo usos de diversos recursos. Esto conlleva generalmente a la tendencia de sobreexplotación, toda vez que existen relaciones de precio-costos o costo-beneficio que incentivan el uso por sobre sus rendimientos máximos sostenidos y su sobreexplotación comercial. Surge, por tanto, la necesidad de conocer los costos ambientales de tales procesos, a fin de diseñar los mecanismos de regulación e incentivos apropiados y contar con sus valores económicos a fin de corregir los indicadores correspondientes (Martínez y Dimas, 2007).

De igual manera, se requiere conocer los beneficios que la sociedad atribuye a mejorar la calidad ambiental y los costos que los distintos niveles de intervención implican en el desempeño de los bienes y servicios ambientales. En tal sentido la valoración es importante en la búsqueda de un desarrollo sostenible, debido a que en términos económicos el usuario de los recursos naturales tenderá a no tratarlo como un bien gratuito; esto debido, a que su objetivo será el mantenimiento del flujo de beneficios provenientes de los bienes y servicios proveídos por ellos. En otras palabras, el usuario racional de estos recursos tenderá a prevenir la depreciación innecesaria del patrimonio materia prima e internalizarlo en la contabilidad empresarial y nacional (Azqueta, 1994).

La existencia de infinitas situaciones reales en las que se hace necesaria la valoración económica ambiental trae consigo que los profesionales de la economía hayan desarrollado una serie de métodos o técnicas que permitan abordar estos problemas y cuantificar preferencias en ausencia de un mercado que indique precios y cantidades. Las técnicas habitualmente aplicadas en la valoración de externalidades, bienes públicos o bienes de no mercado en general, provienen de la tradición de la economía del bienestar. Participan, obviamente, de las limitaciones y ventajas comunes a tal tradición, que han sido discutidas por numerosos autores.

Dentro de las posibilidades que ofrece la economía ambiental para valorar los bienes y servicios ambientales, el análisis económico se apoya en las relaciones existentes entre ellos, destacándose: método de valoración contingente, método de precios hedónicos, método de análisis costo-beneficio y el método del coste de viaje, además de otros métodos que también arrojan información para la valoración económica ambiental (Cerdeña, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación, se realizó en el ecosistema de humedales de la microcuenca del Centro poblado menor de Culta, perteneciente al distrito de Acora, Provincia de Puno, en la región de Puno, ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: Latitud Sur: 15° 58' 24.9" S (-15.97357429000); Longitud Oeste: 69° 47' 51.3" W (-69.79759401000) y Altitud: 3852 msnm, en el altiplano peruano a orillas del Lago Titicaca. El clima en la zona media es frío, templado y húmedo; en la zona alta y cordillera predomina un clima frío intenso y seco; y en la zona del lago posee un clima templado húmedo a frío, presentando condiciones microclimáticas muy favorables para el desarrollo de la actividad agrícola semi-intensiva y actividad pecuaria complementaria.

La micro cuenca del Centro poblado menor de Culta, se encuentra ubicada en la siguiente Dirección Legal: Carretera. Panamericana Sur Km. 45, Centro Poblado de Culta, Distrito Acora, Provincia de Puno; y Departamento Puno, Perú. (ONERN, 1971).

3.2. Población y muestra

El Centro Poblado de Culta del Distrito de Acora está constituido por la población rural y distribuida de la siguiente manera: 520 familias al 2017 neto en la comunidad de culta; 105 familias residentes en Ilo; 35 familias en la ciudad de lima; 23 familias en la ciudad de Tacna; y 31 familias en la ciudad de Arequipa. La población considerada fueron los habitantes beneficiarios del humedal y la cantidad de pobladores fueron los 180 beneficiarios y/o propietarios.

3.3. Diseño y tipo de investigación

El diseño está enmarcado en la investigación no experimental y transeccional mientras tanto el tipo corresponde a la investigación aplicada y por su naturaleza es correlacional y descriptivo (Flores, 2006).

3.3.1. Técnicas

Para el estudio, se utilizó la técnica de la encuesta, recurriendo como informantes a los usuarios de la zona considerados en la muestra de la investigación, para el presente caso se ha considerado las personas beneficiarias y/o propietarios del ecosistema bofedal de la microcuenca.

3.3.2. Instrumentos

Se utilizó el cuestionario de encuestas debidamente diseñadas, impresos en físico para obtener respuestas sobre la problemática del estudio. Se diseñó previamente una encuesta piloto, la cual, sirvió para obtener la desviación estándar, que en base de ellas se diseñó las encuestas definitivas, se incluyeron preguntas en base de la teoría del método de valoración contingente, considerando como variables independientes los “Factores Socioeconómicos” con su dimensión “social” para ganar un clima de confianza del entrevistado y como variable dependiente la probabilidad de responder (si o no) que están dispuestos a pagar (Mendieta, 1999).

3.4. Plan de recolección de datos

En este proceso se inició con encuestas piloto de 30 personas que forman parte de los bofedales de las zonas de estudio, con la propuesta de precios y la disposición a pagar que ha sido utilizado en el formato tipo referéndum la cual se generalizó con la aplicación de la recolección de datos en base a encuestas en todos los sectores seleccionados.

3.5. Prueba de hipótesis planteada

Por tanto, se aceptará que la disposición a pagar media (DAP) de la población de Culca, para un proyecto de mejoramiento en cuanto a la distribución del servicio de agua en bofedal. Para las pruebas de significación global del modelo su formulación de hipótesis es:

$H_0: \beta_1 = 0$, no existe ninguna relación (hipótesis nula); y

$H_0: \beta_1 \neq 0$, si existe la relación (hipótesis alterna)

Para las pruebas de significación individual del modelo su formulación de hipótesis es:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_8 = 0$; no existe ninguna influencia de Y_1 con X_2, X_3, \dots, X_8 ,

$H_0: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \dots \beta_8 \neq 0$; si existe influencia de Y1 con X2, X3, X8,

Para el procesamiento de datos se utilizó software de computadora como Word, Excel. Para el análisis de estadística descriptiva se utilizó SPSS 20 y para procesamiento econométrico Limdep 9 (Azqueta, 1994), (Flores, 2006), y (Sánchez, 2002).

La identificación ha permitido determinar con la ayuda de las imágenes satelitales los mismos que fueron comparadas con las cartas nacionales, para luego realizar la visita correspondiente, lográndose determinar dos bofedales importantes.

3.6. Tipo de investigación

Se ha realizado una investigación descriptiva, correlacional, analítica y explicativa, porque involucra un análisis situacional y se describe los resultados del análisis. Adaptativa, porque involucra la aplicación de un método de valorización económica existentes para los humedales y valor del agua por metro cubico. Para la valoración económica del agua se ha utilizado método de valoración contingente cuya metodología es de tipo de investigación correlacional, es decir se ha relacionado entre variables dependientes e independientes utilizando los modelos de logit y probit.

3.7. Identificación de variables

Sistema de operacionalización de variables.

Tabla 1. Sistema de operacionalización de variables.

Variable	Representación	Explicación	Cuantificación o categorización
Prob (SI)	Probabilidad de responder SI	Variable dependiente binaria que representa la probabilidad de responder SI a la pregunta de disponibilidad a pagar	1 = Si el usuario responde positivamente a la pregunta de DAP, 0 = Si responde negativamente
PREC	Precio hipotético a pagar	Variable independiente que toma el valor de la tarifa preguntada por acceder a los beneficios del programa de recuperación y conservación	Número entero (1, 2, 3, 4 y 5 nuevos soles)
PAM	Percepción Ambiental	Variable independiente binaria que representa la percepción del grado de deterioro del PNMF	0= Si considera no deteriorado, 1= Si considera deteriorado y muy deteriorado
ING	Ingreso familiar	Variable independiente categórica ordenada que representa el ingreso mensual total del jefe de familia o encargado del hogar	1=Menores de S/.500 ; 2=S/. 501-2500; 3=S/. 2501-3500 ; 4= Mayores a S/.3501
EDU	Educación	Variable independiente categórica ordenada que representa el nivel educativo del entrevistado	1= Primaria completa, 2=Secundaria completa, 3=Superior universitaria, 4=Postgrado
GEN	Genero	Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado	1= Si es hombre, 0= Si es mujer.
TAH	Tamaño del Hogar	Variable independiente continua que representa el tamaño del hogar del entrevistado	Numero entero
EDA	Edad	Variable independiente categórica ordenada que representa la edad en años del entrevistado	1 = < de 20 años 2 = 21 -35 años 3 = 36 – 45 años 4 = 46 – 55 años 5 = mayores a 56 años

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de la disposición a pagar se realizó en base de las características socioeconómicas de los alpaqueros que radican en la zona de estudio, y las principales variables que se tomó en cuenta son los que se observa en la tabla 3, que a continuación se ilustran de acuerdo al tipo de variables como son continuas, discretas, categóricas, binarios, dependientes, e independientes, que se presenta la tabla 1.

La estimación se realizó aplicando la técnica de maximizar la función de verosimilitud. Para la estimación de parámetros, se utilizó el software Eviews 7. El procedimiento de estimación es numérico, y los estimadores que se obtienen son los que maximizan la función de verosimilitud, para ello se utilizó la solución de la ecuación planteada y a partir de los datos de la encuesta. En la interpretación y validación

estadística de los resultados de la regresión de tipo logit, se evaluó los valores y los signos de los parámetros obtenidos de cada variable, la prueba estadístico z, y se ha tomado en cuenta la probabilidad ($P \leq 0.05$), se obtiene la significancia estadística (Flores, 2006).

3.8. Metodología por objetivos específicos

3.8.1. El valor económico de los servicios hidrológicos en función de las características socioeconómicas de los pobladores

Para la evaluación económica se aplicaron el método de valoración contingente y mediante los modelos probabilísticos de logit y probit.

En el caso del modelo Logit, la función utilizada es la logística, por lo que la especificación de este tipo de modelos queda como sigue ecuación probabilística:

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i$$

En el caso del modelo Probit la función de distribución utilizada es la de la normal tipificada, con lo que el modelo queda especificado a través de la siguiente expresión probabilística:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha + \beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i$$

Se ha formulado la siguiente hipótesis estadística:

$$H_0 : \beta_i = 0; \text{ y } H_a : \beta_i \neq 0 \quad (\text{Ardila, 1993}).$$

Finalmente se determinó la disposición a pagar mediante el paquete econométrico Limdep 7.0 y luego el resultado de DAP se ha multiplicado por la cantidad de usuarios para determinar el valor agregado en unidades monetarias tanto en soles y dólares americanos.

3.8.2. La valoración económica del agua de riego en sistema de bofedales partiendo de la función de producción de pastos naturales

Para la determinación de los requerimientos del agua de pastos naturales se ha seguido el siguiente procedimiento:

a. La evapotranspiración potencial (ETp)

La evapotranspiración se determinó mediante (CROPWAT 8) utilizando el método FAO Penman-Monteith, la misma que fue desarrollado haciendo uso de la definición de cultivo de referencia como un cultivo hipotético de pasto, con una altura de 0.12 m, con una resistencia superficial de 70 s/m y un albedo de 0.25 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado. El método de FAO Penman-Monteith (1990) para estimar ET, es obtenida de la ecuación original de Penman-Monteith y las ecuaciones de la resistencia aerodinámica y superficial, cuya fórmula es la siguiente (FAO, 2006):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{6.2}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

Donde:

ETO: evapotranspiración de referencia (mm día-1); Rn: radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m-2 día-1); Ra: radiación extraterrestre (mm día-1); G: flujo de calor del suelo (MJm-2 día-1); T: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C); u2: velocidad del viento a 2 m de altura (ms-2); es: presión de vapor de saturación (kPa); ea: presión real de vapor (kPa); es-ea: déficit de presión de vapor (kPa); Δ: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa°C-1) y γ = constante psicométrica (kPa°C-2).

b. Determinación de la precipitación efectiva (PE)

la precipitación efectiva es la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo, para el presente trabajo se ha utilizado la metodología de USDA Soil Conservation Service: Ecuación desarrollada por el USCS, por medio de la cual la Precipitación efectiva puede ser

calculada de acuerdo a valores decadiarios de precipitación, y se ha determinado mediante el paquete de cropwat mediante la fórmula siguiente:

$$P_{ef}(\text{dec}) = P_{dec} * (125 - 0.6 * P_{dec}) / 125 \quad \text{para } P_{dec} \leq (250 / 3) \text{ mm}$$

$$P_{ef}(\text{dec}) = (125 / 3) + 0.1 * P_{dec} \quad \text{para } P_{dec} > (250 / 3) \text{ mm}$$

c. Coeficiente de cultivo (Kc)

El coeficiente del cultivo Kc depende de la especie de cultivo y su fase de desarrollo. El método que se utilizó para el cálculo del coeficiente de cultivo es el de la FAO (FAO, 2006).

d. Requerimiento del agua por las especies de pastos

Para la determinación de los requerimientos del agua de los pastos se procedió mediante el balance hídrico, cuya ecuación es:

$$DA = ETA - (PE + CA + N)$$

Dónde: DA = demanda de agua del pasto para el periodo considerado (mm); ETA = evapotranspiración real o actual (mm); PE = precipitación efectiva (mm); CA = Diferencia de la lámina de la capacidad de almacenamiento del suelo inicial y final del periodo considerado (mm); y N = aporte eventual del nivel freático (mm).

La demanda de agua del proyecto, se representa por la siguiente ecuación:

$$D_p = (DA * 10) / E_r = (\text{m}^3 \text{ha}^{-1})$$

Dónde: Dp = demanda de agua del proyecto (m³ha⁻¹); DA = demanda de agua de los cultivos para el periodo considerado (mm); y Er = Eficiencia de riego se expresa en (%).

e. Valoración del agua en base de la función de producción

En base del trabajo de De Mastro, (1990) trabajo realizado en san Severo, Sur de Italia, en la que considerando como variables dependientes la producción de materia seca

de pastos naturales, y como variables independientes la dosis de agua de riego, y la densidad de especies forrajeros por unidad de metro cuadrado, la función de la forma cuadrática para el presente caso es:

$$q = \alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2 + \varepsilon$$

Dónde: q = producción de pastos naturales en toneladas por hectárea; A = dosis de agua de riego, en metros cúbicos por hectárea; y D = densidad de especies forrajeros por metro cuadrado. A la ecuación anterior se deriva parcialmente la función respecto a la dosis de agua, lo que equivale a igualar el costo marginal al ingreso marginal. Es decir, partiendo de:

$$I = p \cdot q$$

I = Ingreso; p = precio de la cosecha de pastos naturales; y q = cantidad (producción de la cosecha):

$$I = p \cdot (\alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2)$$

El beneficio máximo se obtiene cuando se cumple la condición de que el beneficio marginal es igual al costo marginal, por lo tanto, el ingreso marginal con respecto al agua será:

$$\frac{dI}{dA} = p \cdot \frac{dq}{dA} = P * (0.0006317346A + 2 * 00000026237991A)$$

La valoración del agua de riego en sistema de bofedales a partir de la productividad media, Para este caso realizo tomando en cuenta el desconocimiento que se tiene de las funciones de producción de los cultivos y el precio de la cosecha de pastos naturales, se puede asumir el valor del agua a partir de la productividad media. En este caso, el valor del agua, V_1 viene de multiplicar el precio de la cosecha (p), por el incremento en producción ($q_0 - q_1$) dividido todo por el agua aportada, A_0 , para alcanzar la máxima producción técnica, q_0 . Entonces:

$$V_1 = \frac{(q_0 - q_1) * p}{A_0} = (\text{S/} \cdot \text{m}^3).$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la estimación del valor económico del agua en los humedales en función de las características socioeconómicas de los pobladores de la microcuenca de Culca Acora.

En el presente trabajo de investigación es importante resaltar que el método de valoración contingente es utilizado como una herramienta ambiental para valorar los beneficios de una mejora ambiental territorial de acuerdo con la cantidad monetaria que los beneficiarios potenciales de dicha mejora estarían dispuestos a pagar (DAP), o la valoración de los costos generados por un daño ambiental a través de la cantidad de dinero que los perjudicados estarían dispuestos a aceptar como compensación (DAA) por el deterioro ambiental.

Para tal efecto, se utilizó un mercado hipotético, en donde los encuestados puedan expresar su DAP o DAA ante cambios en la disponibilidad de recursos ambientales, bajo un contexto específico (Mendieta, 2005).

Es de mucha importancia ambiental y territorial, que los niveles socioeconómicos son herramientas sociológicas, es decir, son datos generales que permiten comprender el comportamiento y los cambios sociales de una persona o grupo de personas que habitan en el territorio. Por lo que, todas las sociedades son dinámicas y resulta útil disponer de mecanismos y parámetros para conocer las transformaciones que se producen en el seno de cualquier sociedad ya sea en el medio rural o en el medio urbano.

Los datos son algo más que números y porcentajes de tipo binario y categóricos, pues de alguna forma expresan la realidad humana de un conjunto de individuos y sus características socioeconómicas más importantes en la economía ambiental como son: precio hipotético, Ingreso familiar del encuestado, nivel educativo, edad del encuestado, tamaño de familia, y la variable de cualitativa de percepción ambiental (Azqueta, 1994).

Tabla 2. Estadística descriptiva de las características socioeconómicas de los pobladores de Cultra Acora.

	PSI	PREC	ING	GEN	EDA	EDU	TAH	PAM
Media	0,6556	2,7333	1,9278	0,5333	3,2611	2,0833	2,4056	,6167
Mediana	1,0000	3,0000	2,0000	1,0000	3,0000	2,0000	2,0000	1,0000
Moda	1,00	3,00	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00	1,00
Desv. típ.	0,47651	1,21720	0,87185	0,50028	0,87398	0,70016	0,78176	0,48755
Varianza	0,227	1,482	0,760	0,250	0,764	0,490	0,611	0,238
Mínimo	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Máximo	1,00	5,00	4,00	1,00	5,00	4,00	4,00	1,00

Fuente: Elaborado en base de encuestas realizadas, 2017.

En el presente trabajo de investigación, consideramos que el nivel socioeconómico, es como una medida total que combina la parte económica y sociológica de la preparación laboral de una persona y de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas de su entorno. El nivel socioeconómico es una variable teóricamente controvertida y que es importante aproximar el estatus socioeconómico de las familias a través de un indicador práctico con personal beneficiaria debidamente capacitado respecto a los recursos hídricos y su problemática actual.

La Tabla 3, en base de las encuestas realizadas a las personas beneficiarias con el bofedal en estudio y de acuerdo a los modelos de regresión múltiple de tipo binario tales como logit y probit; de las 180 personas beneficiarias en un 65.6% respondieron que estaban dispuestos a pagar para que el sistema de bofedales se mantengan en un estado de conservación natural, sin contaminación alguna. Sin embargo, 34.40% de los encuestados que habitan en la microcuenca han respondido negativamente que no están dispuestos a pagar para la conservación del recurso agua en los bofedales en estudio, esta actitud, probablemente atribuimos al desconocimiento del servicio ambiental que brinda los ecosistemas de bofedales en beneficio del medio ambiente.

Tabla 3. La variable binario de responder “SI” que está dispuesto a pagar.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje	(%) válido	(%) acumulado
0=No pueden pagar	62	34.4	34.4	34.4
1=Si pueden pagar	118	65.6	65.6	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Fuente: Elaborado en base de encuestas realizadas 2017.

La disposición a pagar de parte de los beneficiarios de la microcuenca es una cantidad monetaria que los pobladores están dispuestos a pagar mensualmente a fin de que el manejo de los recursos hídricos sea sostenible en el ecosistema de bofedales. De acuerdo a la Tabla 4, un porcentaje mayor de las personas que están dispuestos a pagar la cantidad de tres soles (S/.3.00) en un 28.90%; y las personas que están dispuestos a pagar una cantidad de cinco soles (S/.5.00) son de 10.00%, siendo el menor porcentaje de la encuesta.

En consecuencia, una mayor proporción de los encuestados están dispuestos a pagar estableciendo para ello un monto a su alcance, esto indica, que los pobladores de la zona son conscientes de la necesidad de conservar ambientalmente los bofedales, considerando que este recurso natural es la principal fuente de captación y almacenamiento de agua para la producción de sus pastos naturales y para la alimentación de sus ganados.

Tabla 4. Variable categórica que está dispuesto pagar en soles.

Valores	Frecuencia	Porcentaje	(%) válido	(%) Acumulado
S/. 1.00	32	17.8	17.8	17.8
S/. 2.00	49	27.2	27.2	45.0
S/. 3.00	52	28.9	28.9	73.9
S/. 4.00	29	16.1	16.1	90.0
S/. 5.00	18	10.0	10.0	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Fuente: Elaborado en base de encuestas realizadas, 2017.

Los ingresos socioeconómicos de los pobladores rurales de la microcuenca del Centro poblado de Culta Acora, (Tabla 5), según las encuestas efectuadas, aproximadamente en un 53.90%, se concentran en personas con ingresos netos ubicados en el rango económico entre S/. 1,001 a S/.3,000 soles; luego en orden de mérito, le sigue en segundo lugar pobladores con el rango menores a S/.1,000.00 soles en un 31.70%; y tercer lugar ocupan personas con el rango mayores a S/.4,501.00 soles en un 10.00% y los demás rangos son en menores porcentajes; este análisis, refleja que los pobladores de la microcuenca del Centro Poblado de Culta Acora, son familias del medio rural por lo que sus ocupaciones diarias en la mayoría de los pobladores constituye la actividad agropecuaria, según Tudela, (2012), reporta que los ingresos mensual de familias de la

ciudad de Puno es de 700.00 y 1,000.00, estos valores son muy diferentes al ingreso reportado en la presente investigación.

Tabla 5. El ingreso económico mensual de variable categorizado.

Valores categorizados	Frecuencia	Porcentaje	Válido (%)	Acumulado (%)
1 = menos de S/. 1000.00	57	31.7	31.7	31.7
2 = entre S/.1001.00 a S/. 3000.00	97	53.9	53.9	85.6
3 = entre S/.3001.00 a S/. 4500.00	8	4.4	4.4	90.0
4 = mayor a S/. 4501.00	18	10.0	10.0	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Las regresiones Probit y Logit son modelos de regresión no lineales diseñados específicamente para variables dependientes binarias. Se trata de adoptar una formulación no lineal que obligue a que los valores estimados estén entre 0 y 1 ya que, como se ha observado, la regresión con una variable binaria dependiente Y modeliza la probabilidad de que $Y = 1$.

La regresión Logit utiliza una función de distribución logística, mientras que la regresión Probit utiliza una función de distribución normal estándar. Ambas funciones de distribución de probabilidad dan lugar a probabilidades entre 0 y 1, y presentan un crecimiento no lineal (con mayores incrementos en la parte central). De esta forma se resuelven los problemas.

Tabla 6. Modelo de regresión binario de Logit

Variable	Coefficiente	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C (coeficiente de regresión)	3.600072	1.222706	2.944347	0.0032
EDA (edad del encuestado)	-0.780804	0.232216	-3.362403	0.0008
EDU (Nivel educativo)	-0.618747	0.317429	-1.949245	0.0513
GEN (genero del encuestado)	-0.114389	0.395226	-0.289426	0.7723
ING (ingreso familiar)	2.348821	0.461155	5.09334	0.0000
PAM (Precepción ambiental)	0.78281	0.422584	1.852434	0.0640
PREC (Precio hipotético)	-0.746034	0.209086	-3.568076	0.0004
TAH (Tamaño de familia)	-0.649366	0.34519	-1.881186	0.0599
McFadden R-squared	0.306084	Mean dependentvar		0.655556
S.D. dependentvar	0.476512	S.E. ofregresión		0.392467
ObswithDep = 0	62	Total obs		180
ObswithDep = 1	118			

$$PSI = 3.600072 - 0.780804(EDA) - 0.618747(EDU) - 0.114389(GEN) + 2.348821(ING) + 0.78281(PAM) - 0.746034(PREC) - 0.649366(TAH)$$

En la Tabla 6, las variables edad ($P = 0.0032$) $z = -3.36$, precio hipotético ($P = 0.0004$) $z = 3.57$, ingreso familiar ($P = 0.00001$) $z = 5.09$ y de acuerdo a la probabilidad $P \leq 0.01$ tienen alta significancia estadística los mismos que son ratificados con los valores de z,

los cuales indican que existe dependencia entre la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de disposición a pagar; además, los signos de los coeficientes son consistentes con la teoría económica, el signo que acompaña a la variable precio hipotético es negativa, señalando la relación inversa entre el valor de la disposición a pagar por la conservación y manejo integral de los bofedales y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago; sin embargo el coeficiente de la variable ingreso es positivo, señalando una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago.

Tabla 7. Modelo de regresión binario de probit.

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C (coeficiente de regresión)	2.198353	0.713897	3.079369	0.0021
EDA (edad del encuestado)	-0.457759	0.135238	-3.384837	0.0007
EDU (Nivel educativo)	-0.360079	0.183656	-1.960612	0.0499
GEN (genero del encuestado)	-0.061224	0.230765	-0.265311	0.7908
ING (ingreso familiar)	1.342943	0.247967	5.415814	0.0000
PAM (Precepción ambiental)	0.451322	0.247507	1.82347	0.0682
PREC (Precio hipotético)	-0.409692	0.115648	-3.542584	0.0004
TAH (Tamaño de familia)	-0.42385	0.204004	-2.077652	0.0377
McFadden R-squared	0.306453	Mean dependentvar		0.655556
S.D. dependentvar	0.476512	S.E. ofregression		0.393449
Obswith Dep = 0	62	Total, obs		180
Obswith Dep = 1	118			

$$PSI = 2.198353 - 0.457759(EDA) - 0.360079(EDU) - 0.061224(GEN) + 1.342943(ING) + 0.451322(PAM) - 0.409692(PREC) - 0.42385(TAH)$$

En la Tabla 7, las variables edad (P= 0.0007) z= -3.385, precio hipotético P=0.0004) Z=-3.54, ingreso familiar (P=0.00001) z= 5.42 y de acuerdo a la probabilidad $P \leq 0.01$ y respectivos valores de z, tienen alta significancia estadística, los mismos que son ratificados con la validación estadística, los cuales indican que existe mucha dependencia entre la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de disposición a pagar.

Además, los signos de los coeficientes son consistentes con la teoría económica, el signo que acompaña a la variable precio hipotético es negativa señalando la relación inversa entre el valor de la disposición a pagar por la conservación y manejo integral de los ecosistema de los bofedales y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago; sin embargo el coeficiente de la variable ingreso es positivo, señalando una relación directa entre el ingreso económico familiar y la probabilidad de responder

afirmativamente a la pregunta de pago; los signos de los coeficientes de las variables representan la ratificación de la validación econométrica.

La determinación de la disposición a pagar mediante los modelos de Logit y Probit, que desde el punto de vista economía ambiental y de recursos naturales, cierta cantidad de dinero que una familia estaría dispuesta a pagar a cambio de una mejora de un servicio ambiental; mide nuestra valoración personal de ese bien. Ese valor es nuestra disposición a pagar. Fankhauser define la disposición a pagar como un significado teórico en la teoría del consumidor, definido como la cantidad de ingreso que uno está dispuesto a ceder para obtener cierto servicio (Fankhauser y Tepic, 2005).

Los modelos Logit y Probit, son modelos que permiten, además de obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso, identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades, así como la influencia o peso relativo que éstos tienen sobre las mismas. Este tipo de modelo arroja como resultado un índice, cuyos determinantes son conocidos estadísticamente, el cual permite efectuar ordenaciones, las cuales, al realizarse, posibilitan, con algún método de estratificación, generar clasificaciones en las que se le asocia a cada elemento una calificación.

En la tabla 8, se obtuvo la disposición a pagar (DAP) promedio los delos modelos indicados es S/.12. 9334 soles mensuales, es decir que el modelo Logit dio como resultado S/.12.6214 soles que este valor es ligeramente inferior a la del modelo de Probit, cuyo resultado es de S/.13.2424 soles mensuales.

Tabla 8. La disposición a pagar (DAP) en soles, por los pobladores de la microcuenca de Culca Acora determinado mediante modelos Logit y Probit.

Modelo	(DAP) Media	(DAP) Mínimo	(DAP) Máximo	(DAP) Desvest
Logit	12.6244	6.3024	19.0860	2.8788
Probit	13.2424	6.6322	20.1343	3.0453
Promedio	12.9334	6.4673	19.6102	2.9621

Fuente: Resultados de proceso de datos paquete microeconómico Limpedep 8.0

En la Tabla 9, se obtuvieron los valores agregados que multiplicados por la cantidad de habitantes (180 personas), se ha determinado un valor agregado promedio de

S/.2328.012 soles mensuales que los comuneros beneficiarios podrían aportar para implementar el plan integral de la gestión de recursos hidrológicos de los humedales en la microcuenca de Culta Acora, este valor haciendo equivalencia en dólares americanos se estimaría la cantidad de \$.705.5458 dólares americanos a la fecha de mayo del 2018. El valor agregado obtenido es totalmente voluntario de parte de los comuneros beneficiarios, este monto sería para realizar planes de manejo y mantenimiento de los bofedales en estudio a fin de que sean sostenible los ecosistemas de bofedales en la zona de Culta Acora.

Tabla 9. Resultados de los valores agregados de los pobladores de la microcuenca de Culta.

Modelo	DAP media	Población	Valor agregado (S/.)	Valor Agregado (\$.)
Logit	12.6244	180.00	2272.392	688.6036
Probit	13.2424	180.00	2383.632	722.3127
Promedio	12.9334	180.00	2328.012	705.5458

Fuente: Elaborado propia. (\$1= S/.3.30 a Diciembre de 2018).

4.2. Evaluar la valoración económica del agua de riego en el ecosistema de bofedales en función a la producción del pasto natural totorilla

La baja disponibilidad o la escasez de agua en un ecosistema agrícola, constituye una importante limitación agronómica para el desarrollo agrícola en la región del altiplano de Puno. La comunidad internacional está insistentemente analizando y siguiendo los modelos de consumo del agua en la agricultura y su correspondiente asignación y eficiencia en el uso. (Garcés et al, 2008).

Para el presente trabajo de investigación, se ha determinado las necesidades hídricas de la especie forrajera totorilla, especie típica de los humedales de la zona, mediante el software Cropwat que constituye un programa informático de la FAO. Lo que se denomina diseño agronómico de riego, es el paso previo al cálculo hidráulico del riego en sistema de bofedales de la zona de estudio; que consiste en calcular los turnos, caudales y tiempos de riego basándose en las necesidades de agua por los pastos naturales del bofedal, que viene determinado por el tipo de suelo, clima y características de la especie forrajera del bofedal (FAO, 2006).

Tabla 10. Resultados de determinación de ETo promedio mensual en (mm/día) Culta-Acora.

Mes	PromTemp °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación Horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
Enero	10.3	62	259	6	19.8	3.61
Febrero	10.2	63	251	6.5	20.3	3.58
Marzo	9.9	62	242	6.9	19.9	3.45
Abril	9.2	55	225	8.4	20.0	3.39
Mayo	7.6	45	207	9.1	18.7	3.08
Junio	6.4	41	207	9.2	17.6	2.83
Julio	6.2	42	216	9.5	18.5	2.89
Agosto	7.3	43	233	9.1	20	3.29
Septiembre	8.6	45	259	9.1	22.3	3.83
Octubre	9.7	46	268	9	23.8	4.24
Noviembre	10.4	47	277	8.3	23.3	4.36
Diciembre	10.6	54	268	7.1	21.5	4.04
Promedio	8.9	50	243	8.2	20.5	3.55

La evapotranspiración de referencia (ET₀), se calculó con el método de Penman-Monteith; Allen et al. (1998) hacen una presentación detallada y es el que utiliza el programa. Debido que se basa en principios físicos sólidos, realiza una mejor estimación, que la mayoría de los métodos empíricos (Jones y Tardieu, 1998).

Para el cálculo de la precipitación pluvial efectiva (pe) el programa presenta cuatro opciones (un porcentaje fijo de precipitación pluvial, precipitación pluvial probable a una probabilidad 80% de excedencia, métodos empíricos desarrollados localmente y el método del servicio de conservación de suelo del USDA), se utilizó un porcentaje fijo de la precipitación pluvial total (0.8).

Los procedimientos matemáticos, para calcular las necesidades de agua de los cultivos y las necesidades de riego son las que se presentan en Doorenbos y Pruitt (1980); Doorenbos y Kassam (1980).

Sin embargo, es necesario conocer que, en los procesos fenológicos de la planta, la evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo.

Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo o planta a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal (FAO, 2006).

Tabla 11. Calculo de la precipitación efectiva por el método USDA (FAO, 2006).

PP(mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipit.	162.9	136.6	129.6	51.8	9.2	4.1	2.5	11	25.9	45.5	51.4	89.4	719.9
Prec. efec	120.4	106.7	102.7	47.5	9.1	4.1	2.5	10.8	24.8	42.2	47.2	76.6	594.7

En nuestro país, en las diversas actividades de las labores agrícolas y pecuarias de los pobladores rurales, cualquiera que esta sea el caso; es importante, conocer los milímetros caídos luego de una precipitación pluvial, pero a su vez es de igual importancia conocer con cuánta agua de esta precipitación contará realmente el perfil del suelo, es decir, que cantidad de esta infiltrará y qué cantidad no lo hará y escurrirá por la superficie del suelo quedando disponible para conducirla y almacenarla en algún tipo de reservorio para su posterior aprovechamiento. Para poder conocer estos datos se calcula la “precipitación efectiva” que es el agua de lluvia que infiltra, queda almacenada y puede llegar a estar disponible en la zona ocupada por las raíces de los cultivos o planta y ser utilizada para satisfacer sus requerimientos (FAO, 2006).

Las precipitaciones pluviales de la zona, y en concreto su fracción efectiva, aportan parte del agua que los cultivos o plantas necesitan para satisfacer sus necesidades de transpiración. El suelo actúa como reserva hídrica, almacenando parte del agua de las precipitaciones y devolviéndosela a los cultivos o planta en los momentos de déficit o escasez hídrica. En climas húmedos este mecanismo es suficiente para garantizar un crecimiento satisfactorio de los cultivos de secano. En climas áridos, o durante periodos secos prolongados, el riego es necesario para compensar el déficit de evapotranspiración (transpiración del cultivo y evaporación del suelo) producido por unas precipitaciones erráticas o insuficientes (FAO, 2006).

Tabla 12. Resultado del requerimiento hídrico por década (mm/dec) 2018.

Mes	Década	Etapa	Kc coef	ETc mm/día	ETc mm/dec	Prec. efec mm/dec	Req. Riego mm/dec
Mar	1	Inic	0.3	1.05	3.1	10.9	3.1
Mar	2	Inic	0.3	1.04	10.4	36.6	0
Mar	3	Inic	0.3	1.03	11.3	29.7	0
Abr	1	Inic	0.3	1.02	10.2	21.5	0
Abr	2	Des	0.3	1.03	10.3	15.1	0
Abr	3	Des	0.34	1.12	11.2	11.1	0.1
May	1	Des	0.38	1.22	12.2	6.3	5.9
May	2	Des	0.43	1.31	13.1	1.5	11.7
May	3	Des	0.47	1.41	15.5	1.4	14.1
Jun	1	Des	0.52	1.5	15	1.8	13.2
Jun	2	Des	0.56	1.58	15.8	1.3	14.5
Jun	3	Des	0.6	1.71	17.1	1.1	16
Jul	1	Med	0.64	1.83	18.3	0.7	17.6
Jul	2	Med	0.64	1.85	18.5	0.4	18.2
Jul	3	Med	0.64	1.94	21.3	1.5	19.9
Ago	1	Med	0.64	2.03	20.3	2.5	17.7
Ago	2	Med	0.64	2.11	21.1	3.4	17.8
Ago	3	Med	0.64	2.23	24.5	5.0	19.5
Sep	1	Med	0.64	2.34	23.4	6.7	16.8
Sep	2	Med	0.64	2.46	24.6	8.2	16.4
Sep	3	Med	0.64	2.55	25.5	10.1	15.3
Oct	1	Med	0.64	2.63	26.3	12.5	13.8
Oct	2	Med	0.64	2.72	27.2	14.6	12.6
Oct	3	Med	0.64	2.74	30.2	15.0	15.2
Nov	1	Fin	0.62	2.66	26.6	14.4	12.2
Nov	2	Fin	0.55	2.4	24	14.6	9.4
Nov	3	Fin	0.48	2.05	20.5	18.2	2.3
Dic	1	Fin	0.41	1.72	17.2	21.8	0
Dic	2	Fin	0.35	1.4	14	24.9	0
Dic	3	Fin	0.28	1.08	11.8	30.0	0
Ene	1	Fin	0.2	0.77	7.7	37.1	0
Ene	2	Fin	0.14	0.5	5	42.8	0
Ene	3	Fin	0.1	0.36	0.4	3.7	0.4
					553.6	426.2	303.7

El agua es el recurso hídrico más importante y básico; ya que las plantas, los animales y el ser humano dependen del agua para su existencia; sin embargo, las aguas dulces existentes en la tierra, que pueden usarse de forma económicamente viable y sin generar grandes impactos negativos en el ambiente, son menores al 1% del agua total del planeta, lo que pone de manifiesto que es necesario efectuar un plan de manejo integral del agua en espacios territoriales de microcuencas.

El uso consuntivo del agua de riego se define como el volumen de agua necesario para compensar el déficit entre la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva durante la época de crecimiento del cultivo, por un lado, y los cambios en el contenido de humedad del suelo por otro (FAO, 2006).

Tabla 13. Determinación lamina bruta y lamina neta y caudal de riego 2018.

Fecha	Día	Etap	Precipit. Mm	Ks fracc.	ETa %	Agot. %	Lám.Neta mm	Déficit Mm	Pérdida mm	Lam.Br. mm	Caudal l/s/ha
08-mar	1	Ini	0	0.77	77	51	28.9	0	0	41.3	4.78
24-may	78	Des	0	1	100	36	26.8	0	0	38.3	0.06
14-jun	99	Des	0	1	100	36	28.1	0	0	40.2	0.22
03-jul	118	Des	0.4	1	100	36	30	0	0	42.9	0.26
20-jul	135	Med	0	1	100	36	30.6	0	0	43.7	0.3
06-ago	152	Med	0	1	100	37	30.7	0	0	43.9	0.3
22-ago	168	Med	0	1	100	36	30.3	0	0	43.2	0.31
09-sep	186	Med	0	1	100	38	31.7	0	0	45.3	0.29
29-sep	206	Med	0	1	100	37	30.7	0	0	43.9	0.25
21-oct	228	Med	0	1	100	35	29.6	0	0	42.3	0.22
11-nov	249	Fin	0	1	100	36	30.1	0	0	43.1	0.24
21-ene	Fin	Fin	0	1	0	2					

Por otro lado, el crecimiento demográfico de la población, el aumento de los regímenes de demanda y la contaminación del líquido han mermado el volumen per cápita disponible. Esta disminución de consumo de agua obliga a la sociedad, para la protección de los patrones de vida, aplicar criterios de conservación y de uso sustentable del agua. La estimación de la demanda de agua, a través de cualquier sistema de riego, depende en gran medida del conocimiento de la cantidad de agua que consumen los cultivos y del momento oportuno para aplicarla, con el objetivo de no perjudicar su rendimiento. La cantidad de agua que las plantas transpiran es mucho mayor que la retienen (la que usan para crecimiento vegetativo y el proceso biológico de la fotosíntesis). En una parcela de cultivo, es difícil separar la evaporación y la transpiración, cuando se habla de las necesidades de agua en los cultivos, por lo que la suma de ambos procesos se le ha denominado como evapotranspiración (SAGARPA, 2008).

El cálculo del volumen total, anual o por ciclo de cultivo, requerido para fines de riego en sistema de bofedales, permite apreciar si el volumen anual disponible es capaz de satisfacer la demanda de riego. Este cálculo se realiza para cada cultivo a establecer, sumando al final los volúmenes totales anuales requeridos de cada cultivo.

La suma total debe ser menor al volumen anual disponible para riego. Finalmente, dentro de la planeación del riego, después de realizar estos análisis y comprobar que el volumen disponible es suficiente para satisfacer las demandas anuales de agua para los cultivos a establecer, entonces la superficie que se pretende regar queda definida; en

caso contrario, es necesario modificar dicha superficie total, hasta ajustarse al volumen de agua disponible para riego (SAGARPA, 2008).

Tabla 14. Estadísticas de la regresión cuadrática.

Coeficiente de correlación múltiple	0.951108969
Coeficiente de determinación R ²	0.904608272
R ² ajustado	0.890299512
Error típico	0.194560997
Observaciones	24

La relación cuadrática entre la producción y factores, y de acuerdo al parámetro de coeficiente de correlación múltiple dio como resultado $r = 0.95$, esto indica que existe una buena relación entre variables y el coeficiente de determinación es 90.46% esto implica que existe una buena asociación entre las variables, y el coeficiente de determinación ajustado es muy buena 89.03%, por lo tanto el modelo de regresión aplicada es muy adecuado.

Tabla 15. Análisis de variancia de regresión cuadrática para Culta-Acora.

F. de V.	GL	SC	CM	F	Prob
Regresión	3	7.1794537	2.39315123	63.2205948	2.2061E-10
Residuos	20	0.75707963	0.03785398		
Total	23	7.93653333			

En la Tabla 16, del análisis de variancia de regresión cuadrática para la microcuena Culta-Acora, entre la producción de la biomasa verde de los pastos naturales, respecto a las variables de cantidad de agua y densidad de pastos estadísticamente muestra alta significancia, por lo tanto ratifica el valor de $F_c=63.22$ y la $P=2.2061 E-10$ respecto al $P \leq 0.01$ cuyo valor es muy inferior.

Tabla 16. Resultados de regresión cuadrática de la función de producción para pastos naturales.

Variables	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0.218923913	0.191708851	1.14196038	0.26695869
Variable (A)	0.001321634	0.000255852	5.16560863	4.7025E-05
Variable (D)	0.023555556	0.005920303	3.9787756	0.00073932
Variable (A ²)	-1.97717E-07	9.76541E-08	-2.02466091	0.05646167

En la tabla 17, se observa que los valores de los coeficientes son positivos, la cual indica que existe relación directa excepto para la variable agua al cuadrado, los factores agua y densidad demuestran una alta significancia estadística y los valores estadístico t ratifican la significancia estadística.

A partir de los datos, la función de producción es:

$$q = 0,2189 + 0,001322 A + 0,02355D - 0,0000001977A^2; \quad R^2 = 0,8903$$

Dónde: q = Producción de algodón, toneladas por hectárea; A = Dosis de agua de riego, en metros cúbicos por hectárea; y D = Densidad de plantación, en plantas por metro cuadrado. Para calcular el valor del agua para ese año, se deriva la función respecto a la dosis de agua, lo que equivale a igualar el costo marginal al ingreso marginal. Es decir, partiendo de: $I = p \cdot q$

I = Ingreso; p = precio de la cosecha; q = cantidad (producción de la cosecha)

$$I = p \cdot (0,2189 + 0,001322 A + 0,04711D - 0,0000001977A^2)$$

El beneficio máximo se obtiene cuando se cumple la condición de que el beneficio marginal es igual al costo marginal, por lo tanto, el ingreso marginal con respecto al agua será dI / dA .

$$dI / dA = p \cdot dq / dA = p (0,001322 - 2 \cdot 0,0000001977A)$$

En la Tabla 17, se muestra la estimación estadística de los costos marginales de agua, que corresponden para las distintas dosis de riego y precios del pasto natural seco, estimado para la microcuenca de Culca.

Tabla 17. Valor del agua en función de sus dosis y precio de pastos naturales Culca-Acora.

Agua (m ³ /ha)	300	663	1111	1610	1304	2252
Rendimiento marginal	0.00120300	0.00105946	0.0008823	0.0006849	0.0008059	0.0004311
Precio de pasto por tonelada (S./t)						
1300	1.5639049	1.37730009	1.1469999	0.8904825	1.0477857	0.5604541
1350	1.6240551	1.43027317	1.1911153	0.9247318	1.0880852	0.5820100
1400	1.6842053	1.48324626	1.2352306	0.9589811	1.1283846	0.6035660
1450	1.7443555	1.53621934	1.2793460	0.9932305	1.1686841	0.6251219
1500	1.8045056	1.58919242	1.32346144	1.02747984	1.20898359	0.64667787

Como se observa, el valor del agua (DAP) para la población beneficiaria disminuye a medida que aumenta el volumen de agua empleada, ya que disminuye la productividad marginal. Asimismo, aumenta con el precio, debido a que éste incide directamente en el

ingreso marginal. Entonces, la valoración del agua de riego a partir de la productividad media tomando en cuenta las funciones de producción de los cultivos y el precio de la cosecha, se puede asumir el valor del agua a partir de la productividad media. En este caso, el valor del agua, V1 viene de multiplicar el precio de la cosecha (p), por el incremento en producción

(qo – q1) dividido todo por el agua aportada al cultivo, Ao, para alcanzar la máxima producción técnica, qo. Entonces:

$$V1 = ((qo - q1) * p) / Ao$$

$$q = 0,2189 + 0,001322 A + 0,02355D - 0,0000001977A^2$$

En la ecuación anterior que, si no se aplica agua de riego, se obtiene una producción de 0,2189 tn/ha. Asimismo, el máximo técnico se consigue cuando se aplican 3343,4 m3/ha de agua, para una producción de 2,712 tn/ha. Considerando los diferentes precios de pasto seco.

Tabla 18. Valor del agua en función del precio de producción de forraje seco en soles por tonelada en Culta-Acora.

Precio forraje seco (soles/tonelada)	Precio del agua soles por unidad de volumen
S/. 500.00	S/. 0.37/m ³
S/. 750.00	S/. 0.56/m ³
S/. 850.00	S/. 0.63/m ³
S/. 1000.00	S/. 0.75/m ³
S/. 1250.00	S/. 0.93/m ³
S/. 1500.00	S/. 1.12/m ³
S/. 1750.00	S/. 1.30/m ³
S/. 2000.00	S/. 1.49/m ³

Fuente: Resulta del modelo de (De Mastro, 1990).

En la tabla 18, se ha estimado el valor de agua en función de la producción de materia seca del pasto natural expresada por ton/ha, para el presente trabajo cuando la producción es de S/.500.00 soles por tonelada implica un costo de agua de S/.0.37 por metro cubico y cuando la producción de forraje seco es de S/.1000.00 por tonelada el costo de agua es de S/.0.75 soles por metro cubico.

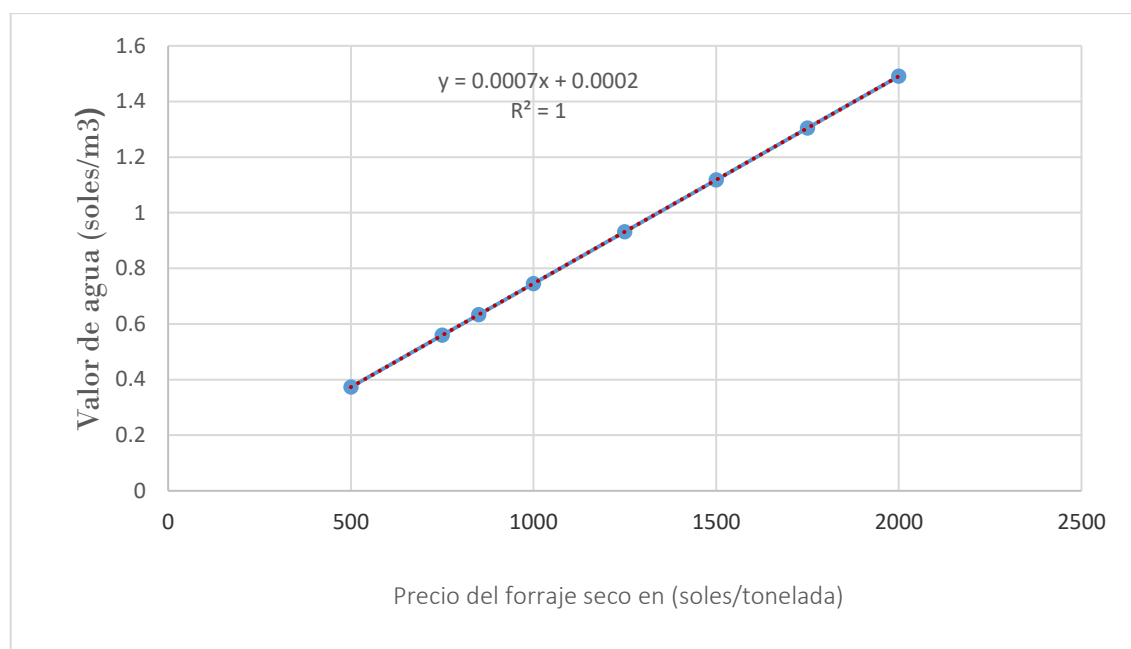


Figura 2. Relación entre el precio de forraje versus valor de agua por unidad de volumen.

4.3. Actores involucrados en el uso del servicio ambiental de los humedales en Culta Acora

La microcuenca está constituida por 520 familias rurales, según el padrón referidas al 2017 neto en la comunidad de Culta, de los cuales 105 familias son residentes en la ciudad de Ilo, 35 familias residen en la ciudad de Lima, 23 familias residen en la ciudad de Tacna, 31 familias en la ciudad de Arequipa. En nuestro caso, las familias rurales beneficiarias del bofedal son 180 familias, que en conjunto están constituidos en diversos sectores de la micro cuenca de Culta de Acora.

Sabemos que, en el manejo integral de cuencas o microcuencas, cada uno de los actores involucrados directamente tienen sus intereses propios, los ganaderos y los agricultores generalmente pueden estar interesados en incrementar sus rendimientos en la producción agropecuaria, lograr mejores precios, contar con resultados rápidos, bajos intereses en el crédito, bajar costos de producción, cultivar toda su extensión de terreno, lograr tenencia de la tierra, aplicar las técnicas más sencillas, intensificar el uso de la tierra. En el mismo sentido la comunidad puede estar interesada en: tener el mejor servicio de agua potable en cantidad y calidad, menor contaminación del ambiente, productos alimenticios a menor precio, productos del bosque de buena calidad y a bajo

precio, lugares de esparcimiento o recreación, protección contra inundaciones (Pérez 2001).

En nuestro país, para el ser humano, la preocupación por las cuencas hidrográficas no es un tema nuevo, el problema es que como sociedad lo hemos descuidado mucho tiempo quizá por desconocimiento hemos ignorado totalmente en cuanto respecta a su manejo integral. Grandes civilizaciones antiguas florecieron y se desarrollaron en torno a las cuencas de importantes ríos. Las culturas sudamericanas nos han dejado testimonios impresionantes de un manejo sustentable de cultivos en terrazas. Esto demuestra un aspecto muy importante y el rol trascendental que juegan las cuencas hidrográficas en el sostenimiento y desarrollo de las poblaciones humanas (Pérez y Gonzales, 2001).

Es necesaria la participación de los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental de los humedales en la microcuenca de Culta Acora. Sabemos que una de las preocupaciones de quienes tienen la responsabilidad de conducir y lograr el plan de Manejo sostenible de los bofedales, es el de lograr un resultado viable, factible y sobre todo que se pueda implementar, todo expuesto y desarrollado con base en el interés y decisión de los actores locales involucrados y de sus organizaciones. Los actores involucrados deben preocuparse por la problemática que se presentan en los bofedales es decir: la mala circulación del agua, generalmente el agua circula por la parte central, dejando a los extremos sin riego y sin vegetación; La presencia de salinización que es muy común de los bofedales semiáridos, presenta sales en diferentes concentraciones; y el mal manejo como la sobrecarga de animales, erosión de suelos, y degradación de los pastos.

En la microcuenca se encuentran diversos actores que están involucrados para el proceso de la gestión del agua. Se puede diferenciar aquellos actores que están involucrados directamente dentro de la microcuenca y los que están fuera de la microcuenca. Estos actores externos tienen una inherencia indirecta en los procesos de la dinámica de gestión del agua. Se puede distinguir dos grupos de actores que deben estar estrechamente interrelacionados en sus diversas actuaciones para una gestión sostenible e integral del agua que son:

- a. Usuarios del Agua, son todos aquellos que están directamente involucrados en la gestión del agua de los diversos usos como: consumo humano, consumo para el ganado y riego. La organización de usuarios entre sus funciones es distribuir las aguas entre sus miembros, administrar el recurso agua y resolver conflictos sociales.
- b. Instituciones Públicas, son las instituciones que están representando al Estado nacional y tiene como función principal el velar por la gestión del agua, generando leyes, normativas, ordenanzas, políticas, planes, programas y proyectos que garanticen el abastecimiento del agua. Al Estado le compete asegurar el respeto de la legislación, a través de sus servicios ministeriales, y distribuir recursos financieros a los ministerios, regiones y comunas, a través de las instituciones involucradas en la gestión del agua.

Al respecto, Hernández, et al (2012), afirman que los actores sociales se refieren a grupos, organizaciones o instituciones que interactúan en la sociedad y que, por iniciativa propia, lanzan acciones y propuestas que tienen incidencia social. Estos actores pueden ser: públicos, privados y comunitarios.

La participación de los actores juega un rol importante en la planificación, esta no debe darse de manera impositiva, sino que debe obedecer a procesos espontáneos y libres de las comunidades. Pues de esta manera se crean espacios donde se logra discutir sobre lo que se quiere, establecer objetivos claros, determinar estrategias, organizar y orientar acciones y definir responsabilidades, en los procesos de planificación en materia ambiental (Rodríguez y Muñoz, 2009).

En consecuencia, la participación de actores en la microcuenca identifica el interés, la importancia y la influencia que estos tienen sobre el territorio y sobre los programas y proyectos que en el se realicen. Para ello es necesario identificar los procesos en los cuales se puede construir y proveer las bases y estrategia para la participación en el manejo integrado de microcuencas.

En síntesis, debe tomarse en cuenta la importancia del servicio ambiental que presenta este ecosistema, entre ellos, la conservación del agua de altura, la recarga de los

manantiales de las laderas; así mismo radica en que posee vegetación natural altamente palatable durante todo el año, por lo cual, la vegetación de bofedales son aprovechados por las comunidades campesinas de la zona ya que se constituyen la base alimenticia de la ganadería de camélidos sudamericanos como las alpacas, las llamas y las vicuñas, en este ecosistema de altura. También, representan zonas que albergan una variedad de aves silvestres, otros animales de altura y especies vegetales típicas del área.

V. CONCLUSIONES

- El valor económico del agua en la microcuenca de Culta Acora, de un total de 180 personas encuestadas, el 65.6% respondieron que estarían dispuestos a pagar, para mantener la conservación; sin embargo 34.40% respondieron negativamente que no están dispuestos a pagar; las personas dispuestos a pagar son 28.90% por un monto de tres soles (S/.3.00) y las personas que están dispuestos a pagar cinco soles (S/.5.00) es el 10.00%. Para el modelo Logit la variable edad ($P = 0.0032$) $z = -3.36$, precio hipotético ($P = 0.0004$) $z = 3.57$, ingreso familiar ($P = 0.00001$) $z = 5.09$ y de acuerdo a la probabilidad $P \leq 0.01$ tienen alta significancia estadística. En el modelo de Probit, las variables edades ($P = 0.0007$) $z = -3.385$, precio hipotético ($P = 0.0004$) $z = -3.54$, ingreso familiar ($P = 0.00001$) $z = 5.42$ y de acuerdo a la probabilidad $P \leq 0.01$; y respectivos valores de z , tienen alta significancia estadística, los cuales indican que existe mucha dependencia entre la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de disposición a pagar. Se obtuvo el valor agregado promedio de S/. 2,328.01 soles mensuales que los comuneros beneficiarios podrían aportar para implementar el plan integral de gestión de recursos hidrológicos, haciendo equivalencia en dólares americanos de \$. 705, 545.80.
- La valoración económica del agua de riego del sistema de bofedales partiendo de la función de producción de pastos naturales; mediante los cálculos se obtuvo una producción de 0.22 tn/ha. Asimismo, el máximo técnico se consigue cuando se aplican 3,343.40 m³/ha de agua, para una producción de 2,712 tn/ha. Considerando los diferentes precios de pasto seco, se ha estimado el valor de agua en función de la producción de materia seca expresada por ton/ha, para el presente trabajo cuando la producción es de S/. 500,00 soles por tonelada implica un costo de agua de S/.0.37 por metro cúbico y cuando la producción de forraje seco es de S/. 1,000.00 por tonelada el costo de agua es de S/. 0.75 soles por metro cúbico.
- Se puede distinguir dos grupos de actores en la microcuenca, que están estrechamente inter relacionados en sus diversas actuaciones para la gestión integral y sostenible del agua. Entre ellos se tipificó al grupo de los usuarios del agua, que están involucrados directamente dentro de las acciones ambientales de la

microcuenca; y el otro grupo corresponde a las instituciones públicas, que están fuera de la microcuenca, estos actores externos tienen una inherencia indirecta en los procesos de la dinámica de gestión del agua.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la búsqueda de mecanismos estratégicos para invertir la disposición a pagar en la implementación de plan integral de manejo de recursos hídricos en los sistemas de los bofedales, esto en coordinación con las instituciones estatales y privadas a fin de que los bofedales sean ecosistemas sostenibles tanto en el tiempo y en el espacio.
- Se recomienda proponer la planificación de la gestión integrada y sostenible del agua en la microcuenca con la participación de los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental de los humedales en la microcuenca de Culta Acora, para disponer de programas y proyectos de manejo integral de los recursos hídricos en los sistemas de bofedales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ander, E. (1991). *El desafío ecológico*. Editorial Universidad Estatal a Distancia UNED.
- Azqueta, D. A. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. España: McGraw-Hill.
- Barrantes, G., y Vega, M. (2001). *Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico en la Cuenca del Río Savegre con fines de Ordenamiento Territorial*. Desarrollo Sostenible de la Cuenca hidrográfica del Río Savegre. Costa Rica.
- Biao, Z., L. Wenhua, X. Gaudi, and X. Yu. (2010). *Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value*. *Ecological Economics* 69, 1416-1426.
- Brunett, E., Baro, J. E., Cadena, E., y Estrella, M. V. (2010). *Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México*. *CIENCIA ergo sum*, Vol. 17-3, noviembre 2010-febrero 2011. Universidad Autónoma del Estado de México, México, 286-294 pp.
- Bushbacher, R. (1990). *Natural forest management in Humid Tropics ecological, social and economic Considerations*. *AMBIO*, Vol. 19. EE.UU.
- Buytaert, W., Celleri, R., De Bievre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., and Hofstede, R. (2006). *Human impact on the hydrology of the Andean páramos*. *Earth-Sci. Rev.* 79, 53–72.
- CCT-CINTERPEDS. (1995). *Valoración Económico Ecológica del Agua: Primera Aproximación para la Interiorización de Costos*. San José, Costa Rica.
- Céleri, R. (2009). *Estado del conocimiento técnico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes*. Servicios ambientales para la conservación de los recursos hídricos: lecciones desde los Andes. Síntesis Regional . Lima peru: Síntesis Regional CONDESAN.
- Cerda, J. (2003). *Beneficios de la recreación al interior de la Reserva Nacional Lago peñuelas. Santiago de Chile*. Tesis para Optar el Grado de Magister en Gestión y planificación Ambiental. universidad de Chile. departamento de Post Grado.
- Costanza, R., Ralph, d., Rudolf de Groot, Stephen, F., Mónica, G., Bruce, H., .and Marjan, B. (1998). *The value of the World's ecosystem services and natural capital*. En *Ecological Economics*, EE.UU.
- Daltabuit, M., Vargas, L. M., Santillan, E., y Cisnero, H. (1994). *Mujer rural y medio ambiente en la selva lacandona*. CRIM-UNAM.

- De Mastro, G. (1990). *Risultati delle prove irrigue in Puglia*. Rev. Agricultura Ricerca N° 143.
- Fankhauser, S., and Tepic, S. (2005). *Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries*. documento de trabajo del BERD n° 92.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Roma Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO 56 Estudio de riego y drenaje.
- Flores, E. (2006). *Valorización Económica de las Islas de La Reserva Nacional del Titicaca, Aplicando el Método del Costo De Viaje*. Lima Peru: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Freeman, A. (1993). *The Measurement of Environmental and Resource for the Future*. Washington. EE.UU.
- García, J. y Willems, B. (2015). *Metodología para el Estudio de Bofedales en Cabeceras de Cuenca Usando Datos Imágenes de los Sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat - Caso Estudio: Bofedal Chunal, Cuenca Alta del río Chillón*. :Avances. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensori. INPE. Recuperado de <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1122.pdf>, 1122.
- Gil, M. J. (2011). *Bofedal: Humedal altoandino de importancia para el desarrollo de la Region Cusco*. Cusco Peru: Mundo Andino.
- Hanemann, W. M. (1984). *Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses*. Am J Agric Econ (1984) 66 (3): 332-341 DOI: <https://doi.org/10.2307/1240800>, Volume 66 Issue 3 (Published: 01 August 1984 Article history).
- Hernández, M. E., Azorín, M., Hernández, V. E., y Aguila, Y. (2012). *Los actores sociales y su rol ante los procesos del desarrollo sostenible a nivel local*. Observatorio iberoamericano del desarrollo local y la economía social. Bogotá, Colombia.
- Heuvel dop E. (1986). *Agroclimatología tropical* (1era Ed ed.). San José, Costa Rica: Editorial UNED.
- Holahan, C. J. (2002). *Psicología ambiental*. Un enfoque general. Limusa, Noriega Editores.
- Holdridge, L. R. (1978). *El diagrama de las zonas de vida*. En ecología basada en zonas de vida. IICA, p. 13-28.

- Humedales Altoandinos y UICN Sur, (. (2008). *Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales altoandinos Agua, vida, futuro*. Informe técnico. 19 p. Lima ,Perú
- INRENA, (. (2007). *Evaluación de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Mala*. Lima Peru.
- Jimenez , J., Castelao, B. A., Gonzalez-Novo, A., y Sanchez , P. M. (2005). The role of MEN (mitosis exit network) proteins in the cytokinesis of *Saccharomyces cerevisiae*. *Int Microbiol* 8(1), 33-42.
- Lee, R. I. (1980). *Forest Hidrology*. Columbia University Press, Bogota, Colombia
- Martinez, M., y Dimas, L. (2007). *Valoración los Servicios Hidrológicos:Subcuenca del Río Teculután Guatemala*. Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica (vreyes@wwfca.org), 53 p.
- MEA. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute, Washington DC.
- Medina, M. E. (2003). *Modelos de Elección Discreta : Interpretación Estructural de Los Modelos de Elección Discreta*. www.eva.medinaam.es.
- Mendieta, L. J. (2005). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables*. Bogotá - Colombia: Universidad de los Andes. Facultad de Economía Segunda Edición .
- Mijares, F. J. (1989). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Limusa.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú
- Oaxaca, J. (1997). *Estimación de la disposición a Pagar por Abasto de Agua para el Área Metropolitana de Monterrey*. México. Mexico: Universidad Autonoma de Nuevo Leon Facultad de Economia Division de Estudios Superiores Tesis de Economia.
- Olivares, A. (1988). *Experiencias de Investigaciones en Pradera Nativa en un Ecosistema Frágil*. En:Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia. Programa de Autodesarrollo Campesino, Corporación Desarrollo de Oruro (PAC, CORDEOR) Oruro, Bolivia, pp.265 -291.
- ONERN, (1971). *Evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa*. Lima Peru.

- Pearce, D. W., y Turner, R. K. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid España: Colegio de Economistas de Madrid y Celeste Ediciones.
- Peña, F., Pinto, W., y Sanchez, M. (2010). *Hidrogeología de la cuenca del Rio Ica Regiones Ica y Huancavelica*. Lima Peru: (Boletín Técnico No 3).
- Perez, C. C., y Gonzales, U. J. (2001). *Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país*. Boletín INIA N° 15, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Perez, O. (2008). *Valoración económica de los Recursos Naturales y del Ambiente Importancia y limitaciones, metodología y técnicas, estudios de caso y aplicaciones*. Lima Peru: SPDA.
- PNUD. (2003). *Proyectos demostrativos en bofedales en la crianza de alpacas*. La paz Bolivia- Puno Peru: Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Reynolds, J. (1997). *Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y utilización*. Proyecto de Cuentas Ambientales. CINPE-UNA-CCT.
- Rodríguez, G. A., y Muñoz Ávila, L. M. (2009). *La participación en la gestión ambiental: Un reto para el nuevo milenio*. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.
- Ruiz-Mallen, I. (2009). *Educación Ambiental y Participación: Un programa educativo planificado por y para los jóvenes de una comunidad indígena y forestal mexicana*. Universidad Autónoma de Barcelona.: Tesis Doctoral.
- SAGARPA, (2008). *Estimación de las demandas de consumo de agua*. Colegio de Postgraduados.
- Scherr, S., Neidecker-Gonzales, B., y Miranda, B. (1997). *Investigación sobre Políticas para el Desarrollo Sostenible en las Laderas Mesoamericanas*. IICA-Holanda/LADERAS C.A.: IFPRI, CIMMYT.
- Wardford, J., Cruz, M., and Munasinghe, W. (1997). *The Greening of Economic Policy Reform*. Volume II: Case Studies. The World Bank. Environmental Department and Economic Development Institute. EE.UU.

ANEXOS

Tabla A 1. Datos de producción de forraje en función de agua y densidad de plantas

Producción (t/ha)	Agua (A) (m ³ /ha)	Densidad (D) (Planta/m ²)	A2 ((Planta/m ²)) ²
1.03	300.00	12	90,000.00
1.48	663.00	12	439,569.00
1.86	1,111.00	12	1,234,321.00
2.13	1,610.00	12	2,592,100.00
1.78	1,304.00	12	1,700,416.00
2.15	2,252.00	12	5,071,504.00
0.94	300.00	18	90,000.00
1.50	663.00	18	439,569.00
1.79	1,111.00	18	1,234,321.00
2.38	1,610.00	18	2,592,100.00
2.05	1,304.00	18	1,700,416.00
2.48	2,252.00	18	5,071,504.00
1.10	300.00	24	90,000.00
1.71	663.00	24	439,569.00
1.77	1,111.00	24	1,234,321.00
2.17	1,610.00	24	2,592,100.00
2.25	1,304.00	24	1,700,416.00
3.09	2,252.00	24	5,071,504.00
1.28	300.00	30	90,000.00
1.33	663.00	30	439,569.00
2.28	1,111.00	30	1,234,321.00
2.43	1,610.00	30	2,592,100.00
2.55	1,304.00	30	1,700,416.00
3.07	2,252.00	30	5,071,504.00

Tabla A 2. Resultado de determinación de DAP y regresión del Modelo de Logit

```
-->READ;FILE="G:\05.00 TESIS CCAMAPAZA 11-09-2017\MATEMATICAS .xls"$
-->LOGIT;Lhs=PSI;Rhs=ONE, PREC, GEN, TAH, EDA, EDU, ING, PAM$
Normal exit from iterations. Exit status=0.
```

```
+-----+
| Multinomial Logit Model |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: Mar 06, 2018 at 02:50:53PM. |
| Dependent variable PSI |
| Weighting variable None |
| Number of observations 180 |
| Iterations completed 7 |
| Log likelihood function -80.43114 |
| Restricted log likelihood -115.9091 |
| Chi squared 70.95595 |
| Degrees of freedom 7 |
| Prob[ChiSq> value] = .0000000 |
| Hosmer-Lemeshow chi-squared = 9.01275 |
| P-value= .17286 with deg.fr. = 6 |
+-----+
```


Tabla A 3. Resultado de regresión de modelo de logit

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient| Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+
Constant      3.60007216      1.22270631      2.944      .0032
PREC          -.74603400      .20908582      -3.568      .0004
2.73333333
GEN           -.11438880      .39522620      -.289      .7723
.53333333
TAH           -.64936592      .34518955      -1.881      .0599
2.40555556
EDA           -.78080438      .23221620      -3.362      .0008
3.26111111
EDU           -.61874671      .31742891      -1.949      .0513
2.08333333
ING           2.34882056      .46115532      5.093      .0000
1.92777778
PAM           .78280992       .42258443      1.852      .0640
.61666667
    
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Information Statistics for Discrete Choice Model.
| M=Model MC=Constants Only M0=No Model
| Criterion F (log L)      -80.43114      -115.90912      -124.76649
| LR Statistic vs. MC      70.95595      .00000      .00000
| Degrees of Freedom      7.00000      .00000      .00000
| Prob. Value for LR      .00000      .00000      .00000
| Entropy for probs.      80.43114      115.90912      124.76649
| Normalized Entropy      .64465      .92901      1.00000
| Entropy Ratio Stat.      88.67071      17.71475      .00000
| Bayes Info Criterion     197.21298      268.16893      285.88368
| BIC - BIC(no model)     88.67071      17.71475      .00000
| Pseudo R-squared        .30608      .00000      .00000
| Pct. CorrectPrec.      78.88889      .00000      50.00000
| Means:      y=0      y=1      y=2      y=3      yu=4      y=5,      y=6      y>=7
| Outcome      .3444      .6556      .0000      .0000      .0000      .0000      .0000      .0000
| Pred.Pr      .3444      .6556      .0000      .0000      .0000      .0000      .0000      .0000
| Notes: Entropy computed as Sum(i)Sum(j)Pfit(i,j)*logPfit(i,j).
| Normalized entropy is computed against M0.
| Entropy ratio statistic is computed against M0.
| BIC = 2*criterion - log(N)*degrees of freedom.
| If the model has only constants or if it has no constants,
| the statistics reported here are not useable.
    
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Fit Measures for Binomial Choice Model |
| Logit model for variable PSI |
+-----+-----+-----+-----+
| Proportions P0= .344444 P1= .655556 |
| N = 180 N0= 62 N1= 118 |
| LogL = -80.43114 LogL0 = -115.9091 |
| Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) = .37537 |
+-----+-----+-----+-----+
| Efron| McFadden | Ben./Lerman |
| .34817 | .30608 | .70602 |
| Cramer | Veall/Zim. | Rsqrd_ML |
| .34904 | .50228 | .32578 |
+-----+-----+-----+-----+
| Information Akaike I.C. Schwarz I.C.
    
```

```

| Criteria          .98257      202.40593 |
+-----+
Frequencies of actual & predicted outcomes
Predicted outcome has maximum probability.
Threshold value for predicting Y=1 = .5000
      Predicted
-----+-----+
Actual   0   1   | Total
-----+-----+
      0   40  22 |    62
      1   16 102 |   118
-----+-----+
Total   56 124 |   180
    
```

=====
 Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000
 =====

Prediction Success

```

-----+-----+
Sensitivity = actual 1s correctly predicted          86.441%
Specificity = actual 0s correctly predicted          64.516%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s 82.258%
Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s 71.429%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted 78.889%
    
```

Prediction Failure

```

-----+-----+
False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s    35.484%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s    13.559%
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s  17.742%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s  28.571%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted 21.111%
    
```

```

--> PROC          = DAP$
--> ENDPROC$
--> CALC;COEF1=B(1)$
--> CALC;COEF2=B(2)$
--> CALC;COEF3=B(3)$
--> CALC;COEF4=B(4)$
--> CALC;COEF5=B(5)$
--> CALC;COEF6=B(6)$
--> CALC;COEF7=B(7)$
--> CALC;COEF8=B(8)$

CREATE;ALFA=COEF1+COEF3*ING+COEF4*EDU+COEF5*PAM+COEF6*GEN+COEF7*TAH+COEF8
EF8
--> CREATE;BETA=B(2)$
--> CREATE;DAP=-ALFA/BETA$
--> DSTAT;RHS=DAP$
    
```

Tabla A 4. Resultados de la disposición a pagar para el mantenimiento del bofedal Cultra Acora

Descriptive Statistics
 All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum
Cases				

DAP	12.6244440	2.87883845	6.30244841	19.0860852
180				

Line	Observ.	DAP	
1		1	17.47302
2		2	10.52301
3		3	11.32685
4		4	6.30245
5		5	14.69517
6		6	10.34414
7		7	12.59606
8		8	16.24165
9		9	15.59435
10		10	13.24657
11		11	15.74446
12		12	17.51085
13		13	15.52455
14		14	6.30245
15		15	9.29753
16		16	11.17352
17		17	14.51630
18		18	15.34516
19		19	11.36737
20		20	13.49523
21		21	12.37614
22		22	10.49694
23		23	10.99733
24		24	10.49746
25		25	6.30245
26		26	10.28024
27		27	11.54676
28		28	10.15245
29		29	9.47640
30		30	12.37614
31		31	8.42710
32		32	9.25649
33		33	11.06392
34		34	13.42544
35		35	12.62481
36		36	9.29753
37		37	13.49523
38		38	11.39343
39		39	15.37122
40		40	12.47148
41		41	10.50015
42		42	13.42544
43		43	14.14253
44		44	14.72340
45		45	7.13183
46		46	10.52301
47		47	11.32685
48		48	8.42710
49		49	9.25649
50		50	10.34682
51		51	9.44817
52		52	14.51630
53		53	15.34516
54		54	12.19675
55		55	13.49523
56		56	15.56828
57		57	7.13183

58	58	10.34682
59	59	11.21725
60	60	11.32685
61	61	10.50015
62	62	10.49694
63	63	13.27532
64	64	15.52455
65	65	7.13183
66	66	7.55668
67	67	7.13183
68	68	13.34190
69	69	12.59606
70	70	11.57230
71	71	12.59606
72	72	11.57230
73	73	11.17352
74	74	14.54453
75	75	12.22281
76	76	12.37614
77	77	9.47640
78	78	13.42544
79	79	9.25649
80	80	9.45086
81	81	12.19727
82	82	9.45086
83	83	12.26385
84	84	16.57653
85	85	12.59606
86	86	10.49746
87	87	14.47794
88	88	11.39343
89	89	15.37391
90	90	11.54676
91	91	10.12691
92	92	14.29586
93	93	10.49746
94	94	10.52570
95	95	10.30578
96	96	12.22281
97	97	16.57653
98	98	13.09592
99	99	11.35508
100	100	11.39612
101	101	15.55009
102	102	15.74715
103	103	14.17129
104	104	13.64856
105	105	13.09592
106	106	15.04171
107	107	14.72071
108	108	12.26654
109	109	10.52301
110	110	16.39766
111	111	15.56828
112	112	11.35508
113	113	12.26654
114	114	11.35239
115	115	16.39766
116	116	6.30245
117	117	14.50349
118	118	14.17129

119	119	11.39612
120	120	10.34682
121	121	12.22281
122	122	15.59114
123	123	11.39612
124	124	10.52570
125	125	11.39612
126	126	14.72071
127	127	14.17129
128	128	10.52570
129	129	10.30578
130	130	11.17352
131	131	14.54184
132	132	13.09592
133	133	12.22550
134	134	11.17621
135	135	12.22281
136	136	14.50080
137	137	9.47640
138	138	12.22281
139	139	13.67142
140	140	12.22281
141	141	16.33698
142	142	19.08609
143	143	16.33698
144	144	18.03679
145	145	10.30578
146	146	10.52570
147	147	12.22281
148	148	17.16637
149	149	19.08609
150	150	16.33698
151	151	18.21566
152	152	10.52570
153	153	10.52570
154	154	11.39343
155	155	17.38628
156	156	17.38628
157	157	19.08609
158	158	17.38628
159	159	11.35508
160	160	11.35508
161	161	11.39343
162	162	19.08609
163	163	9.47640
164	164	11.57499
165	165	13.45419
166	166	16.60260
167	167	14.36566
168	168	10.67902
169	169	12.58377
170	170	18.25670
171	171	11.35508
172	172	11.35508
173	173	11.39343
174	174	17.38628
175	175	18.21566
176	176	18.25670
177	177	18.25670
178	178	11.35508
179	179	10.52570

180 180 12.22281

Tabla A 5. Resultado de determinación de DAP y regresión del Modelo de Probit

```
--> RESET
--> READ;FILE="G:\05.00 PROYECTO DE TESIS CCAMAPAZA 11-09-017\MATEMATICAS .xls"$
--> PROBIT;Lhs=PSI;Rhs=ONE,PREC,GEN,TAH,EDA,EDU,ING,PAM$
```

Normal exit from iterations. Exit status=0.

```
+-----+
| Binomial Probit Model |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: Mar 06, 2018 at 02:53:54PM. |
| Dependent variable PSI |
| Weighting variable None |
| Number of observations 180 |
| Iterations completed 6 |
| Log likelihood function -80.38847 |
| Restricted log likelihood -115.9091 |
| Chi squared 71.04130 |
| Degrees of freedom 7 |
| Prob[ChiSqd> value] = .0000000 |
| Hosmer-Lemeshow chi-squared = 9.33618 |
| P-value= .15554 with deg.fr. = 6 |
+-----+
```

Tabla A 6. Resultado de regresión de modelo de Probit

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
--+
|Variable| Coefficient| Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Constant 2.19835310 .71389717 3.079 .0021
PREC -.40969225 .11564786 -3.543 .0004
2.73333333
GEN -.06122444 .23076467 -.265 .7908
.53333333
TAH -.42384952 .20400410 -2.078 .0377
2.40555556
EDA -.45775861 .13523803 -3.385 .0007
3.26111111
EDU -.36007899 .18365641 -1.961 .0499
2.08333333
ING 1.34294266 .24796689 5.416 .0000
1.92777778
PAM .45132186 .24750716 1.823 .0682
.61666667
```

```
+-----+
| Fit Measures for Binomial Choice Model |
| Probit model for variable PSI |
+-----+
| Proportions P0= .344444 P1= .655556 |
| N = 180 N0= 62 N1= 118 |
| LogL = -80.38847 LogL0 = -115.9091 |
| Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) = .37580 |
+-----+
| Efron| McFadden | Ben./Lerman |
| .34491 | .30645 | .70438 |
| Cramer | Veall/Zim. | Rsqrd_ML |
```



```

|      .34164 |      .50272 |      .32610 |
+-----+
| Information Akaike I.C. Schwarz I.C. |
| Criteria      .98209      202.32059 |
+-----+
    
```

Frequencies of actual & predicted outcomes
 Predicted outcome has maximum probability.
 Threshold value for predicting Y=1 = .5000

```

                Predicted
-----  -----  +  -----
Actual      0    1  |  Total
-----  -----  +  -----
    0         40  22 |    62
    1         16 102 |   118
-----  -----  +  -----
Total       56 124 |   180
    
```

Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000

Prediction Success

```

Sensitivity = actual 1s correctly predicted      86.441%
Specificity = actual 0s correctly predicted      64.516%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s 82.258%
Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s 71.429%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted 78.889%
    
```

Prediction Failure

```

False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s      35.484%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s      13.559%
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s    17.742%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s    28.571%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted 21.111%
    
```

```

--> PROC = DAP$
--> ENDPROC$
--> CALC;COEF1=B(1)$
--> CALC;COEF2=B(2)$
--> CALC;COEF3=B(3)$
--> CALC;COEF4=B(4)$
--> CALC;COEF5=B(5)$
--> CALC;COEF6=B(6)$
--> CALC;COEF7=B(7)$
--> CALC;COEF8=B(8)$

>CREATE;ALFA=COEF1+COEF3*ING+COEF4*EDU+COEF5*PAM+COEF6*GEN+COEF7*TAH+C
OEF8...
--> CREATE;BETA=B(2)$
--> CREATE;DAP=-ALFA/BETA$
--> DSTAT;RHS=DAP$
    
```

Tabla A 7. Resultados de la disposición a pagar para el mantenimiento del bofedal Culta Acora modelo de probit.

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

```
=====
===
Variable      Mean      Std.Dev.  Minimum  Maximum  Cases
=====
DAP           13.2424117  3.04536355  6.63224261  20.1343943  180
=====
```

--> LIST; DAP\$

Listing of raw data (Current sample)

```
Line  Observ.  DAP
1      1      18.29711
2      2      10.94511
3      3      11.90640
4      4       6.63224
5      5      15.40704
6      6      10.87806
7      7      13.23072
8      8      17.17106
9      9      16.31659
10     10     14.04256
11     11     16.50865
12     12     18.49538
13     13     16.28594
14     14       6.63224
15     15       9.76073
16     16     11.75696
17     17     15.33998
18     18     16.24579
19     19     12.08896
20     20     14.14028
21     21      13.008
22     22     11.05440
23     23     11.67419
24     24     11.02750
25     25       6.63224
26     26     10.78907
27     27     12.12911
28     28     10.55725
29     29       9.82779
30     30      13.008
31     31       8.72618
32     32       9.60508
33     33     11.74746
34     34     14.10962
35     35     13.10572
36     36       9.76073
37     37     14.14028
38     38     11.97967
39     39     16.13650
40     40     12.95628
41     41     11.01178
42     42     14.10962
43     43     14.99474
44     44     15.30894
```


45	45	7.51114
46	46	10.94511
47	47	11.90640
48	48	8.72618
49	49	9.60508
50	50	10.86234
51	51	9.92588
52	52	15.33998
53	53	16.24579
54	54	12.96786
55	55	14.14028
56	56	16.42588
57	57	7.51114
58	58	10.86234
59	59	11.89690
60	60	11.90640
61	61	11.01178
62	62	11.05440
63	63	13.91756
64	64	16.28594
65	65	7.51114
66	66	7.69162
67	67	7.51114
68	68	13.99084
69	69	13.23072
70	70	12.04672
71	71	13.23072
72	72	12.04672
73	73	11.75696
74	74	15.24189
75	75	12.85857
76	76	13.00800
77	77	9.82779
78	78	14.10962
79	79	9.60508
80	80	9.91017
81	81	12.94095
82	82	9.91017
83	83	13.01422
84	84	17.37184
85	85	13.23072
86	86	11.02750
87	87	15.16862
88	88	11.97967
89	89	16.12079
90	90	12.12911
91	91	10.63963
92	92	15.14418
93	93	11.02750
94	94	10.92940
95	95	10.70669
96	96	12.85857
97	97	17.37184
98	98	13.87741
99	99	11.80830
100	100	11.96396
101	101	16.20356
102	102	16.49294
103	103	14.86974
104	104	14.28972
105	105	13.87741

106	106	15.90429
107	107	15.32465
108	108	12.99851
109	109	10.94511
110	110	17.30478
111	111	16.42588
112	112	11.80830
113	113	12.99851
114	114	11.82401
115	115	17.30478
116	116	6.63224
117	117	15.08623
118	118	14.86974
119	119	11.96396
120	120	10.86234
121	121	12.85857
122	122	16.35921
123	123	11.96396
124	124	10.92940
125	125	11.96396
126	126	15.32465
127	127	14.86974
128	128	10.92940
129	129	10.70669
130	130	11.75696
131	131	15.25760
132	132	13.87741
133	133	12.84286
134	134	11.74125
135	135	12.85857
136	136	15.10194
137	137	9.82779
138	138	12.85857
139	139	14.22304
140	140	12.85857
141	141	17.11933
142	142	20.13439
143	143	17.11933
144	144	19.03278
145	145	10.70669
146	146	10.92940
147	147	12.85857
148	148	17.99823
149	149	20.13439
150	150	17.11933
151	151	19.09984
152	152	10.92940
153	153	10.92940
154	154	11.97967
155	155	18.22094
156	156	18.22094
157	157	20.13439
158	158	18.22094
159	159	11.80830
160	160	11.80830
161	161	11.97967
162	162	20.13439
163	163	9.82779
164	164	12.03101
165	165	13.98462
166	166	17.26255

167	167	15.17483
168	168	11.07884
169	169	12.95006
170	170	19.25549
171	171	11.80830
172	172	11.80830
173	173	11.97967
174	174	18.22094
175	175	19.09984
176	176	19.25549
177	177	19.25549
178	178	11.80830
179	179	10.92940
180	180	12.85857

País	PERU		Estación	PUNO				
Altitud	3820	m.	Latitud	15.49	°S	Longitud	70.00	°W
Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo		
	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/día		
Enero	10.3	62	259	6.0	19.8	3.61		
Febrero	10.2	63	251	6.5	20.3	3.58		
Marzo	9.9	62	242	6.9	19.9	3.45		
Abril	9.2	55	225	8.4	20.0	3.39		
Mayo	7.6	45	207	9.1	18.7	3.08		
Junio	6.4	41	207	9.2	17.6	2.83		
Julio	6.2	42	216	9.5	18.5	2.89		
Agosto	7.3	43	233	9.1	20.0	3.29		
Septiembre	8.6	45	259	9.1	22.3	3.83		
Octubre	9.7	46	268	9.0	23.8	4.24		
Noviembre	10.4	47	277	8.3	23.3	4.36		
Diciembre	10.6	54	268	7.1	21.5	4.04		
Promedio	8.9	50	243	8.2	20.5	3.55		

Gráfico A 1. Elementos climáticos de la Estación meteorológica de Puno

Precipitación mensual - D:\TESIS EN GENERAL 15-06-2018\05.00 PROYECTO DE TESIS CAMAPAZA 11-09-20...

Estación	PUNO		Método Prec. Ef	Método USDA S.C.
	Precipit.	Prec. efec		
	mm	mm		
Enero	162.9	120.4		
Febrero	136.6	106.7		
Marzo	129.6	102.7		
Abril	51.8	47.5		
Mayo	9.2	9.1		
Junio	4.1	4.1		
Julio	2.5	2.5		
Agosto	11.0	10.8		
Septiembre	25.9	24.8		
Octubre	45.5	42.2		
Noviembre	51.4	47.2		
Diciembre	89.4	76.6		
Total	719.9	594.7		

Gráfico A 2. Tabla de precipitación media anual y precipitación efectiva

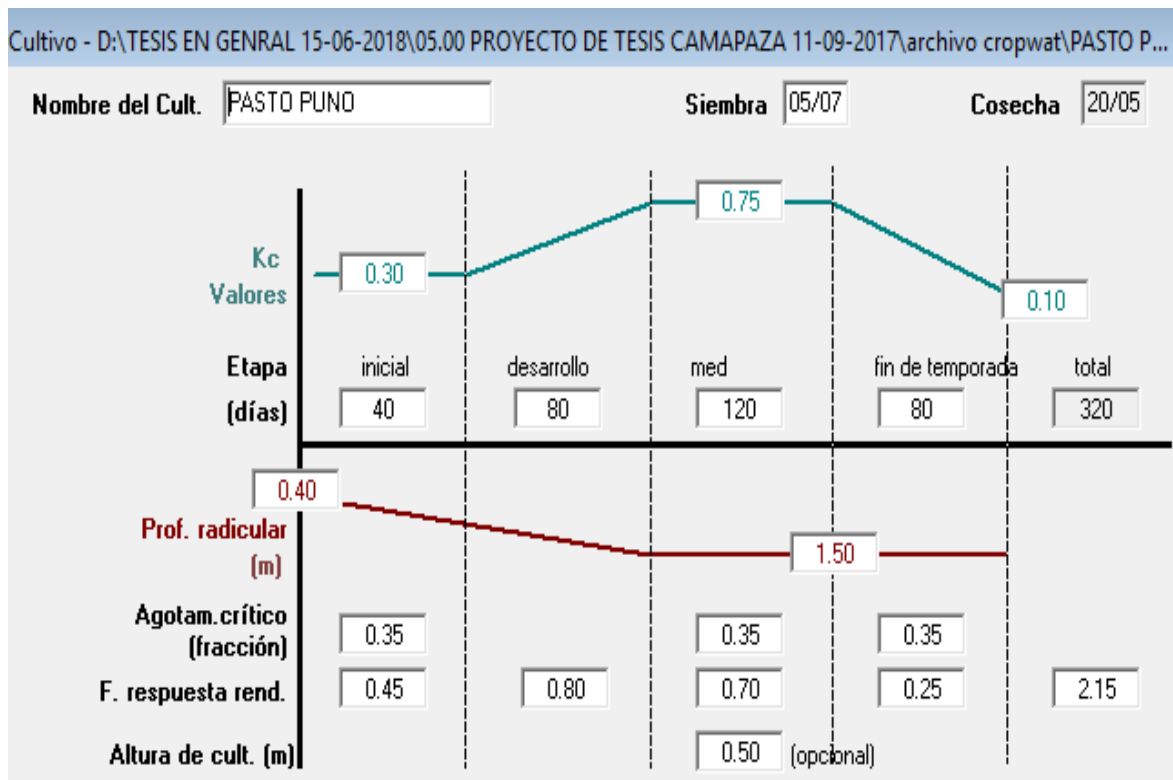


Gráfico A 3. Estado fenológico (Kc) de especies nativas del bofedal

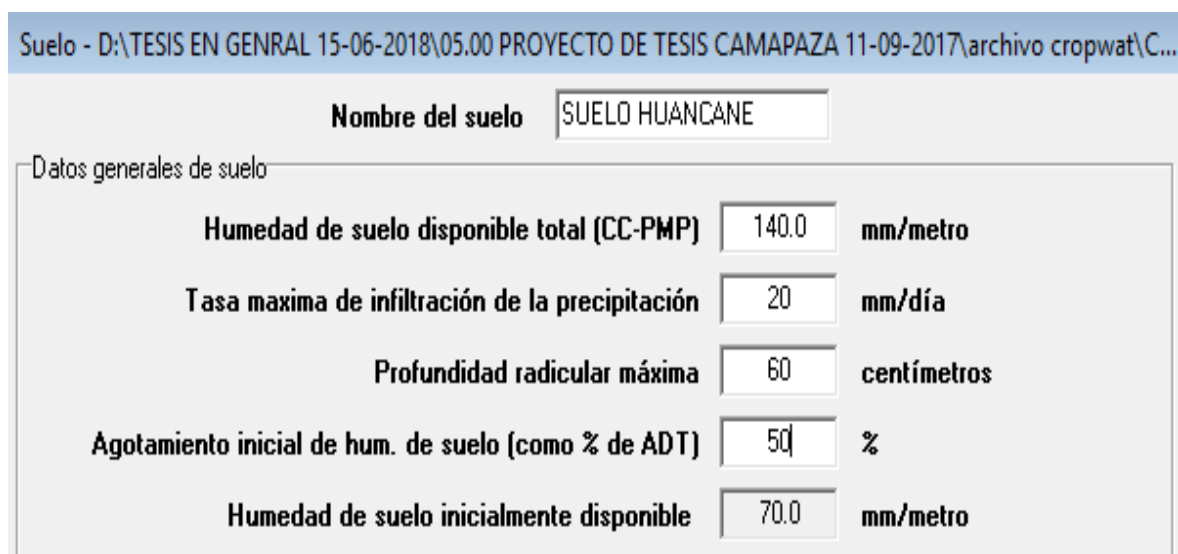


Gráfico A 4. Características de suelo del bofedal

Requerimiento de Agua del Cultivo							
Estación ET <input type="text" value="PUNO"/>				Cultivo <input type="text" value="PASTO PUNO"/>			
Est. de lluvia <input type="text" value="PUNO"/>				Fecha de siembra <input type="text" value="05/07"/>			
Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jul	1	Inic	0.30	0.86	5.2	0.4	4.8
Jul	2	Inic	0.30	0.87	8.7	0.4	8.3
Jul	3	Inic	0.30	0.91	10.0	1.5	8.5
Ago	1	Inic	0.30	0.95	9.5	2.5	7.0
Ago	2	Des	0.31	1.03	10.3	3.4	6.9
Ago	3	Des	0.36	1.24	13.6	5.0	8.6
Sep	1	Des	0.40	1.47	14.7	6.7	8.0
Sep	2	Des	0.44	1.71	17.1	8.2	8.9
Sep	3	Des	0.49	1.94	19.4	10.1	9.2
Oct	1	Des	0.53	2.18	21.8	12.5	9.3
Oct	2	Des	0.57	2.44	24.4	14.6	9.8
Oct	3	Des	0.62	2.65	29.2	15.0	14.2
Nov	1	Med	0.65	2.79	27.9	14.4	13.5
Nov	2	Med	0.65	2.82	28.2	14.6	13.6
Nov	3	Med	0.65	2.75	27.5	18.2	9.2
Dic	1	Med	0.65	2.68	26.8	21.8	5.0
Dic	2	Med	0.65	2.61	26.1	24.9	1.2
Dic	3	Med	0.65	2.52	27.7	30.0	0.0
Ene	1	Med	0.65	2.42	24.2	37.1	0.0
Ene	2	Med	0.65	2.33	23.3	42.8	0.0
Ene	3	Med	0.65	2.33	25.6	40.4	0.0
Feb	1	Med	0.65	2.32	23.2	36.8	0.0
Feb	2	Med	0.65	2.32	23.2	35.2	0.0
Feb	3	Med	0.65	2.29	18.3	34.9	0.0
Mar	1	Fin	0.62	2.15	21.5	36.3	0.0
Mar	2	Fin	0.55	1.89	18.9	36.6	0.0
Mar	3	Fin	0.48	1.63	17.9	29.7	0.0
Abr	1	Fin	0.40	1.38	13.8	21.5	0.0
Abr	2	Fin	0.34	1.14	11.4	15.1	0.0
Abr	3	Fin	0.27	0.88	8.8	11.1	0.0
May	1	Fin	0.20	0.63	6.3	6.3	0.1
May	2	Fin	0.13	0.40	4.0	1.5	2.6
					588.1	589.3	148.7

Gráfico A 5. Requerimiento del agua de pastos naturales

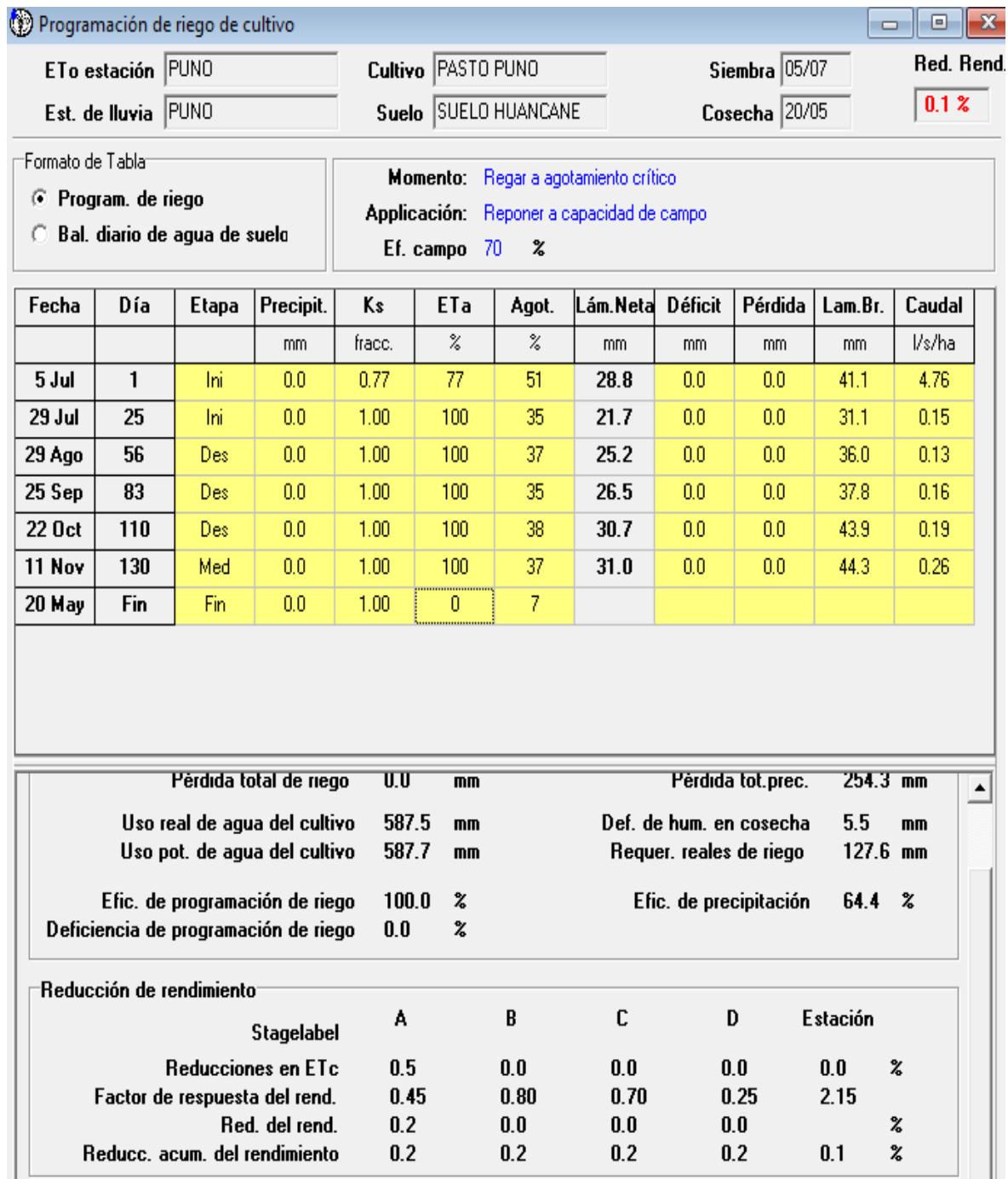


Gráfico A 6. Programación de riego