

Valoración Económica Del Servicio Ambiental Hidrológico

**De la Micro-cuenca “Paso Los Caballos”
del Municipio San Pedro de Potrero Grande,
Departamento de Chinandega**

Eddy Aburto

Managua, Nicaragua, Diciembre 2003

N

363.6

P167

Aburto, Eddy

Valoración económica del servicio
ambiental hidrológico /

Eddy Aburto, PASOLAC.-1a

ed. – Managua : PASOLAC, 2004

91 p.

ISBN : 99924-64-06-2

1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

2. SERVICIOS AMBIENTALES -VALORACION

Autor:

Eddy Aburto

Diseño y Diagramación:

Marvin Mejía Chamorro

José Quintanilla Ramírez

Fotografía de portada:

Wilfredo Cisnero,

Río Torondano ó Guasaule

Fotografía internas:

Wilfredo Cisnero

Tiraje:

200 Ejemplares

Managua, Nicaragua, Enero 2004

Impresión:

EDISA (Ediciones Educativas, Diseño e Impresiones S. A.)

PASOLAC es un programa de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), ejecutado por INTERCOOPERATION.

Hecho el depósito legal: Mag - 0129

DEZA DIREKTION FÜR ENTWICKLUNG UND ZUSAMMENARBEIT
DDC DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA COOPERATION
DSC DIREZIONE DELLO SVILUPPO E DELLA COOPERAZIONE
SDS SWISS AGENCY FOR DEVELOPMENT AND COOPERATION
COSUDE AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACION



inter
cooperation

Manejo de Recursos Naturales
Economía Rural
Gobernabilidad Local y Sociedad Civil

PASOLAC
Programa para la Agricultura Sostenible en
Laderas de América Central

Contenido

Glosario de términos y conceptos	6
Agradecimientos	9
Resumen Ejecutivo	11
Protocolo de la investigación	16
Planteamiento del problema	16
• Situación actual, síntomas y causas	16
Formulación del problema	18
• Sistematización del problema	18
Objetivos del estudio	19
• Objetivo General	19
• Objetivos específicos	19
• Resultados esperados	19
Justificación de la investigación	20
Marco de referencia del estudio	21
• Marco teórico	21
Los bosques y las funciones ambientales	22
Política forestal de Nicaragua y los PSA	23
La valoración del agua	23
La valoración económica de los servicios ambientales	24
Método para estimar el valor económico de los servicios ambientales	26
• Métodos de valoración utilizando precios de mercado	26
• Métodos de mercado sustitutos	26
Métodos basados en la función de producción	27
• Métodos basados en preferencias expresadas	28
• Métodos de valoración basados en costos	28
• Método de valoración contingente y su certeza	29
Hipótesis	31
Resultados de la investigación	34
La valoración económica del Servicio Ambiental Hídrico	34

Descripción de la demanda del Servicio Ambiental Hídrico	35
• Descripción socioeconómica	35
• Abastecimiento y uso del agua	36
• Disposición A Pagar (DAP)	37
Análisis de la demanda del Servicio Ambiental Hídrico	38
• Demanda actual y tarifa local ver tarifa de empresa nacional; ahorro local familiar .	38
• Gasto familiar por compra y acarreo de agua	39
• Disposición A Pagar (DAP)	40
• Mecanismo de pago y administración del fondo de Pagos por Servicio Ambientales (PSA)	41
Descripción de la oferta del Servicio Ambiental Hídrico	42
• Datos generales	42
• Abastecimiento y uso del agua	43
• Disposición a Aceptar Compensación (DAC)	43
Análisis de la oferta del Servicio Ambiental Hídrico	45
• Cultivos y uso de los suelos	45
Uso de agua y fuentes de abastecimiento	46
• Disposición a Aceptar Compensación (DAC)	47
Determinación del valor del agua a partir de la demanda y de la oferta hídrica	49
• Beneficios de los consumidores con la acción de PSA = Bc	49
• DAP anual por unidad de hectárea = DAPha	49
• Ahorro total anual de los consumidores = Stc	49
• Valor del metro cúbico de agua valorado desde la demanda del servicio ambiental hídrico = Vm^3d	50
• DAC total anual o beneficio total de los productores = DACto	50
• Valor del metro cúbico de agua valorado desde la oferta del servicio ambiental hídrico = Vm^3of	51
Evaluación económica del Plan de Transformación Tecnológica (PTT) de la microcuenca "Paso los Caballos"	53
• Estimación del costo de oportunidad y costo-Beneficio	56
• Análisis costo-Beneficio	56
Balance Hídrico de la microcuenca "Paso los Caballos"	57
Conclusiones de la valoración y evaluación económica	59
• Mecanismo de cobro y pago de los PSA	62
• Modelo local para el funcionamiento de los PSA	62
Confirmación de hipótesis	64
Siglas usadas	65
Bibliografía	68
Anexos	72

Glosario
Agradecimiento
Resumen

Glosario de terminos y conceptos

Análisis Costo Beneficio: Calculo de los beneficios de las acciones propuestas comparados con los costos totales que se incurrirán al llevar a cabo la inversión (Field C B 1996)

Demanda: Cantidad de un bien o servicio que los consumidores desean y pueden comprar en un periodo determinado a un precio dado (Guerra G. 1995)

Ecosistema: El conjunto de elementos vivos (biótico) y no vivos (abiótico) existentes y su interrelación de convivencia (adaptación propia)

Evapotranspiración: la conjugación de la evaporación o paso de liquido a gaseoso, conjugado con la transpiración o salida de vapor de agua que se efectúa a través de las membranas de las células superficiales de las plantas; este término es referido a la perdida de agua que se provoca por la transpiración de las plantas y la evaporación provocada por las temperaturas (adaptación propia del Diccionario General Ilustrado 1994)

Fuente Hídrica: Acumulaciones de agua ya sean superficiales o subterráneas (adaptación propia).

Función Hidrológica: acción que cumplen ciertos ecosistemas, principalmente los bosques y las cuencas, que ayudan a la realización del ciclo hidrológico (adaptación propia del Diccionario General Ilustrado 1994)

Impacto Ambiental: Alteración Favorable o desfavorable provocada al medioambiente producto de una acción o actividad (Conesa V. 1997)

Internalización del costo ambiental: Contemplar en la función de producción los costos por la recuperación o preservación de un recurso natural; en este caso agregar en la tarifa por distribución del agua los costos por el servicio ambiental hídrico. (Adaptación propia)

Medioambiente: Entorno vital, conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interrelacionan con el individuo y la comunidad en que viven determinando su forma, carácter, relaciones y supervivencia (Conesa V. 1997).

Microcuenca: Cavidad o depresión geográfica rodeada de alturas cuyas aguas fluyen en una misma dirección, comúnmente forma parte de una depresión mayor o cuenca (Adaptación propia del Diccionario General Ilustrado 1994)

Oferta: Poner a disposición en un mercado de bienes y servicios para su posible adquisición por parte de los demandantes (Gerra G. 1995)

Ordenanza Municipal: Ley de carácter Municipal en concordancia y aplicación de las leyes nacionales (adaptación propia)

Plan de Transformación Tecnológico (PTT): Documento Técnico y metodológico para planear la recuperación productiva de los campos o praderas que han perdido productividad en función de proveer un producto o bien que permita llenar una demanda y mejorar los ingresos (Adaptación propia)

Prácticas Agropecuarias Extensivas: Explotación agropecuaria que usa extensivamente el recurso suelo, generalmente no respeta la capacidad de regeneración natural de los suelos (adaptación propia)

Relación Beneficio Costo (RB-C): Indicador que se obtiene al dividir el valor actual neto de la corriente de beneficios entre el valor actual neto de las corrientes de costos (Gerra G. 1995), indica cual será la rentabilidad de cada unidad de capital invertido

Relaciones Contractuales: Intercambio de mutuo acuerdo sobre la base de un contrato que obliga y da derechos mutuos, relación de doble vía en similares condiciones, generalmente entre un demandante y un oferente (adaptación propia)

Servicios Ambientales: Funciones ecológicas provistas por los ecosistemas naturales o artificiales que proporcionan beneficios a la sociedad o al mismo u otro ecosistema (adaptación propia)

Sistemas Agroeconómicos: Relaciones y recursos actuando en una unidad territorial para el mejor aprovechamiento económico de una producción agropecuaria (adaptación propia)

Sostenibilidad: Esta relacionada a la creación de capacidades autogestionarias para la permanencia de un proyecto, el proveer su propio vigor para su existencia, esta relacionado a la adopción del proyecto por parte de los actores (adaptación propia)

Tasa Interna de Retorno (TIR): Tasa de interés que hace que el valor presente de los ingresos sea igual al valor presente de los desembolsos, hace que el valor presente neto sea igual a cero (Gittinger 1981), sirve para comparar la rentabilidad del capital con relación a otras inversiones similares

Valor Actual Neto (VAN): o Valor neto presente (VNP), es el valor actual de los beneficios menos el valor actual de los costos (Guerra A. 1995), sirve para identificar las utilidades que generará un proyecto medidas en el año que se hace la inversión o año cero.

Viabilidad: Es la posibilidad que tiene un proyecto de lograr sus objetivos a corto mediano y largo plazo superando las restricciones que le impone el medio en que se desarrolla, (adaptación propia de los cuadernos temáticos de COSUDE, Nov. 1999)

Zona de Recarga Hídrica: Área específica de una cuenca o microcuenca donde confluyen las corrientes pluviales provocándose la mayor infiltración hídrica (adaptación propia)

Agradecimiento

Después de un poco más de un año de trabajo, pongo en sus manos el *Estudio de Valoración Económica de los Servicios Ambientales Hidrológicos* de la microcuenca "Paso los Caballos", del municipio de San Pedro de Potrero Grande del departamento de Chinandega, Nicaragua. La realización del presente estudio responde a la necesidad de llevar a la práctica una iniciativa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) propuesta por la Alcaldía de este municipio.

Este estudio recoge además las experiencias acumuladas desde finales de 1999, cuando el Programa para la agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), decide probar la pertinencia de un modelo local de PSA. Recoge el aprendizaje obtenido desde el primer estudio de valoración económica hídrica realizado con el colega Radoslav Barzev en el Municipio de Achuapa Nicaragua, a inicio del 2000; lo aprendido con la elaboración de los Términos de Referencia para los estudios del mismo tipo a realizarse en El Regadío Nicaragua, Campamento y Jesús de Otoro de Honduras, y los estudios de Yamabal y Tacuba en El Salvador. Estos estudios fueron realizados como parte del acompañamiento brindado por el PASOLAC para la ejecución de acciones de PSA en estos sitios. Estas acciones fueron de mucha utilidad para la conclusión de los resultados aquí presentados. Los autores de las acciones y estudios aquí mencionados son partícipes de estos resultados.

Asumí este reto a propuesta de mi entrañable amigo el Dr. Carlos Pérez, Coordinador Regional del PASOLAC, quien me sugirió realizara este estudio con una doble utilidad: por un lado como parte de mi función de economista del PASOLAC y que a la vez lo adecuara metodológicamente para presentarlo como tesis para aspirar al título de Master en Economía, que concluía para entonces. No me queda menos que agradecer la sugerencia de "Carlitos" puesto que esa idea me permitió aplicar los conceptos académicos a la riqueza práctica de una acción en ejecución, dándome la oportunidad de profundizar en el tema de la economía del medio ambiente y aplicar los métodos de valoración económica de los servicios ambientales.

Los estudios de valoración económica de los servicios ambientales no son muy comunes en nuestros países de América Latina, aunque en Europa y en los Estado Unidos se realizan desde hace muchos años. En América Latina y principalmente en Centro América, hasta en la ultima década es

que se inician las investigaciones de esta naturaleza. Sabemos que hay mucho que aprender y mejorar en esta materia e invitamos a los colegas interesados y conocedores del tema, a opinar y aportar para la generalización de una especialización tan necesaria para el desarrollo sostenible de nuestros países

Mi reconocimiento al interés y participación decidida en la conclusión de este estudio a la alcaldía de San Pedro de Potrero Grande, y en particular, a su Vicealcalde Hernán Pérez; a los cinco productores de la zona de recarga hídrica de la microcuenca, particularmente a su coordinador, el señor Héctor Molina, quienes aportaron información y criterios para preparar el Plan de Transformación Tecnológica. Agradezco también el involucramiento de los líderes del comité de agua municipal, con sus aportes y criterios valiosos para estructurar el modelo local de los PSA.

Fueron invaluable los comentarios aportados por el Dr. Albert Schram, que desinteresadamente mantuvo, sin importar lugar y distancia. Significó una gran ayuda la colaboración del colega Wilfredo Cisnero para la recolección de la información de campo. También fueron muy útiles los aportes al borrador inicial que hicieron los colegas Marina Ogier, Carlos Pérez, Radoslav Barzev, Martín Fishler, y Xenia Marín quien dedicó momentos de sus insomnios de embarazo a aportar ideas para este trabajo.

Por problemas de espacio, muchos de los que contribuyeron a la conclusión de este esfuerzo no están aquí mencionados, reciban mi agradecimiento y satisfacción por haberme permitido compartir tan apasionante experiencia.

Eddy Aburto
Managua, Nicaragua,
Diciembre de 2003

Resumen

Situación actual: síntomas y causas

En el Municipio de San Pedro de potrero grande del departamento de Chinandega, al igual que en muchos de los municipios del país, se presenta un acelerado deterioro de las fuentes hídricas, tanto en cantidad como en calidad, limitando las múltiples satisfacciones que proporciona este bien e incidiendo directamente en el deterioro del nivel de vida de la población que la requiere

La reducción de la oferta hídrica y el crecimiento natural de la población, y con ello el incremento de la demanda de agua, esta ocasionando un creciente déficit hídrico, incrementando los costos y el tiempo para la obtención de este bien. Además, desencadenando muchos efectos colaterales que van en perjuicio de las condiciones de vida de esta población

Esta situación hace necesario valorar económica la función hidrológica de la microcuenca "Paso los Caballos", que aporte criterios e información para la toma de decisiones en el tema de los servicios ambientales hidrológicos

Objetivos

Objetivo General

Cuantificar los costos económicos y recursos financieros necesarios, para implementar medidas y mecanismos que garanticen el manejo y conservación de la cobertura vegetal de la microcuenca "Paso los Caballos", en fusión de la recuperación y sostenibilidad del Servicio Ambiental Hidrológico que proporciona esta microcuenca.

Objetivos específicos

1. Valorar económicamente el Plan de Transformaciones Tecnológicas (PTT) a implementar en la microcuenca "Paso los Caballos" y verificar su sostenibilidad financiera, partiendo de las condiciones socioeconómicas de los actores económicos
2. Identificar la Disposición a Pagar (DAP), de los usuarios o demandantes del servicio hidrológico y la Disposición a Aceptar Compensación (DAC), de los propietarios de las fincas de la zona de recarga hídrica, para proveer el Servicio Ambiental Hidrológico.

Identificar mecanismos que faciliten la implementación de un sistema de pagos por servicios ambientales (PSA) hídricos, que posibilite las relaciones contractuales entre proveedores y consumidores del agua.

Justificación de la investigación

La realización de este estudio responde a dos motivaciones, una de carácter práctico local y la otra de carácter académico profesional, la primera pretende contribuir a la solución de varios problemas locales, siendo ellos: la protección de los recursos naturales de la localidad, generar información que posibilite la negociación entre productores de la parte alta de la microcuenca y los consumidores de agua río abajo. La segunda motivación responde a la necesidad de profundizar los conocimientos profesionales en el tema de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales.

Marco teórico

La realización de este estudio se ubica en el universo del desarrollo sostenible, apoyándose en los preceptos de las ciencias económicas, en particular se basa en los postulados y conceptos de la economía ambiental. Por lo tanto, se orienta a la aplicación de las teorías económicas del medio ambiente y los métodos de valoración de los bienes y servicios ambientales. Busca poner a disposición información, valoraciones y alternativas para la toma de decisiones en el desarrollo sostenible local.

Hipótesis

1. La propuesta de un PTT a ejecutarse en la zona de Recarga hídrica de la Microcuenca "Paso los Caballos", y la decisión de administrar localmente la distribución del agua, con mejoras en su calidad y cantidad, motiva a los consumidores a pagar por el Servicio Ambiental Hidrológico.
2. La presentación de un PTT para el Manejo Sostenible de los Suelos y las Aguas de la microcuenca "Paso los Caballos", motiva a los productores a participar en un sistema de Pagos por Servicios Ambientales Hídricos (PSAH).
3. El pago por el Servicio Ambiental hídrico, proporciona fondos económicos para el financiamiento del PTT a ejecutarse en la Microcuenca paso los caballos.

Conclusiones de la valoración y evaluación económica

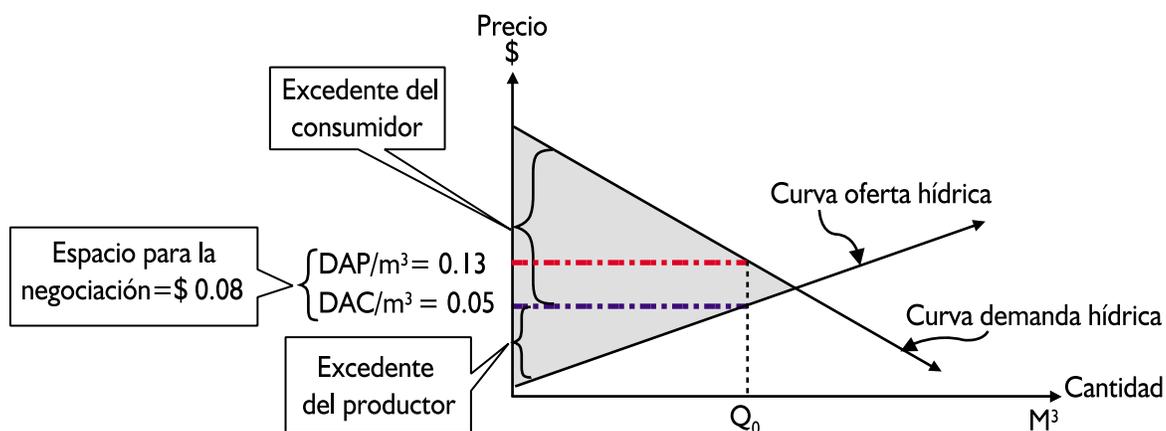
Con la valoración económica del servicio ambiental hídrico proveído por la microcuenca paso de los caballos del municipio de San Pedro de Potrero Grande, se ha podido identificar el excedente de los consumidores y de los productores, y en consecuencia el espacio y valor para la negociación entre oferentes y demandantes de este servicio ambiental, con esta identificación se pone a la disposición de los actores interesados en las acciones de PSA, los criterios necesarios para la

gestión y la toma de decisiones en el manejo y preservación del servicio ambiental hídrico y los demás servicios ambientales, que se deriven de un manejo tecnológico que preserve y proteja los recursos suelo y agua de esta microcuenca.

Excedente del productor y del consumidor

El precio de demanda del M^3 de agua producido en la microcuenca DAP/ m^3 , se establece en \$0.13 centavos de dólar, y el precio de oferta de ese mismo M^3 de agua DAC/ m^3 , se estableció en \$0.05 centavos de dólar, en la figura no se refleja un precio de equilibrio por no existir un precio de mercado por el M^3 de agua producido en la microcuenca, este precio de equilibrio se establecerá a través de la negociación entre los oferentes y demandantes del servicio ambiental hídrico. El excedente del consumidor, en este caso, es mayor que el excedente del productor ya que en esta figura no se estiman los otros beneficios generados por el sistema, como es el incremento económico por la eficiencia productiva y la posible comercialización de otros servicios ambientales.

Excedente del productor y del consumidor



Un sistema productivo con PTT muestra un rendimiento financiero superior en un 55% a los rendimientos productivos de una situación sin PTT, ($If = VAN_{con} - VAN_{sin} = \$52,090.57$), sin embargo, la ejecución del PTT demanda una inversión inicial en el año cero de \$ 19.590.47 y el pago anual por el servicio hídrico o DACta, asciende a \$ 1,825.00 esto muestra que para la ejecución de una acción de PSA será necesario una fuente de financiamiento externa. No se puede esperar que la DACta financie la transformación tecnológica del sistema productivo.

Un punto susceptible para la implementación de esta acción de PSA, significa el nivel de pobreza extrema de los pobladores, que se expresa en su limitada capacidad financiera; aunque los consumidores muestran una alta DAP 98%, solamente el 20% expresa capacidad de pago en efectivo, tomando en cuenta que los productores esperan, un pago en efectivo para las transformaciones tecnológicas de CSA.

En su conjunto, tanto la valoración como la evaluación económica de esta acción, confirman la rentabilidad y eficiencia de la implementación de un sistema local de PSA en el municipio de San Pedro de Potrero Grande.

Confirmación de hipótesis

La primera hipótesis se confirma bajo los siguientes indicadores: La presentación del PTT y la decisión de la alcaldía de encomendar el sistema de distribución a un comité de pobladores, ha motivado que el 98% de los consumidores de agua proveniente de la microcuenca "paso los caballos", manifiesten su disposición a pagar por el servicio ambiental hidrológico, que permita realizar obras de conservación en esta microcuenca que incremente la calidad y la cantidad de agua a la disposición de la población. Este criterio se confirma con la confianza revelada por los consumidores en el comité de agua, ya que el 60% expresa que los fondos ambientales deben ser administrados por este comité.

La segunda hipótesis también es confirmada con la voluntad revelada del 93% del total de productores de la microcuenca, que expresaron disposición a participar en los PSA, aplicando la combinación de tres opciones tecnológicas. Agregado a esto, el total de productores propietarios de las fincas de la zona de recarga hídrica de la microcuenca, se integraron a la elaboración y decisión del PTT aportando criterios muy valiosos.

La tercera hipótesis se confirma parcialmente, ya que aunque el 98% de los consumidores expresa disposición a pagar por el servicio ambiental hídrico, solamente el 20% de estos tienen disposición a pagar en efectivo, generándose un flujo financiero de apenas \$ 864.00 dólares al año, contra una inversión inicial necesaria para las transformaciones tecnológicas de \$ 19,590.00 dólares. Esto confirma que un sistema de PSAH local, debe basar su sostenibilidad financiera en la maximización económica de los sistemas agroproductivos de las microcuencas, donde el flujo financiero aportado por los PSAH sea un complemento económico para los productores.

Protocolo de la Investigación

Protocolo de la Investigación

Planteamiento del problema

Situación actual: síntomas y causas

En el Municipio de San Pedro de Potrero Grande del departamento de Chinandega (figura # 1), al igual que en muchos de los municipios del país, se presenta un acelerado deterioro de las fuentes hídricas, tanto en cantidad como en calidad, limitando las múltiples satisfacciones que proporciona este bien e incidiendo directamente en el deterioro del nivel de vida de la población que la requiere.

Figura # 1: Ubicación geográfica del Municipio de San Pedro de Potrero Grande



El poblado de San Pedro de Potrero Grande se encuentra ubicado al pie de la microcuenca "Paso los Caballos" (figura # 2), esta microcuenca forma parte de la cuenca del golfo de Fonseca, y sirve de "recipiente" de captación e infiltración de las aguas pluviales que alimentan el manto fríático de los municipios de San Pedro y Santo Tomas del norte. Además, en esta microcuenca se origina el río Guasaule, que es uno de los principales tributarios del Golfo de Fonseca, Golfo que es compartido por los países de El Salvador, Honduras y Nicaragua.

Figura #2: Municipio de San Pedro de Potrero Grande



Foto: Wilfredo Cisnero.

La reducción de la oferta hídrica y el crecimiento natural de la población, y con ello el incremento de la demanda de agua, esta ocasionando un creciente déficit hídrico en este Municipio, incrementando los costos y el tiempo para la obtención de este bien. Además, desencadenando muchos efectos colaterales que van en perjuicio de las condiciones de vida de esta población.

La actividad agropecuaria en la zona históricamente se ha desarrolla de manera extensiva, sin ningún plan que norme el uso adecuado de los recursos naturales y que tome en cuenta la función ecosistémica que cumple la microcuenca, en ningún momento se han valorado los costos ambientales y su internalización en las actividades productivas. Esto ha tenido como consecuencia un fuerte deterioro de la cobertura vegetal (reducción de bosques y tacotales), teniendo serias incidencias en la Microcuenca, entre ellas: alteración en la función de captación y filtración del agua pluvial, incremento de la evapotranspiración, la erosión de los suelos y la sedimentación de los cuerpos de agua.

Esta situación hace necesario valorar económica la función hidrológica de la microcuenca "Paso los Caballos", que aporte criterios e información para la toma de las siguientes decisiones:

- Introducir transformaciones en las prácticas agropecuarias ejecutadas actualmente en la Microcuenca y, en particular, en la zona de recarga hídrica, que posibiliten la función hidrológica de esta microcuenca.

- Estimar los costos de los impactos ambientales que generan las actividades productivas desarrolladas en la zona de recarga hídrica y contemplarlos en las funciones de producción.
- Internalizar los costos del servicio ambiental hidrológico en las tarifas del agua.
- Identificar mecanismos que permitan las relaciones contractuales entre consumidores y proveedores del Servicio Ambiente Hidrológico (SAH).
- El establecimiento de un instrumento jurídico-legal que norme el uso y protección de los recursos naturales del Municipio.

Formulación del problema

1. ¿De que forma las prácticas agropecuarias que se han usado para la explotación de las fincas en la Microcuenca "Paso los Caballos", del Municipio de San Pedro de Potrero Grande, y la ausencia de una internalización real de los costos ambientales en las tarifas del agua, han perjudicado la función hidrológica de la Microcuenca?

Sistematización del problema

1. ¿De que manera las prácticas agropecuarias extensivas desarrolladas en la microcuenca "Paso los Caballos", han afectado la función hidrológica de esta Microcuenca?
2. ¿Cómo se ha cobrado el uso del agua y cual ha sido la composición de esa tarifa, que no ha posibilitado la creación de un fondo para la protección de las fuentes hídricas?
3. ¿Cuales han sido las leyes y ordenanzas municipales que se han implementado en la localidad, para el uso racional y la protección de los RRNN?
4. ¿Que tanto han conocido los usuarios del agua y los finqueros de la Microcuenca, la función hidrológica que cumple la microcuenca "Paso los Caballos"?
5. ¿De que modo la valoración económica del servicio ambiental hidrológico, contribuirá en la transformación de los sistemas agronómicos de la Microcuenca y en consecuencia con la protección de los RRNN del Municipio de San Pedro de potrero Grande?

Objetivos del estudio

Objetivo General

Cuantificar los costos económicos y recursos financieros necesarios, para implementar medidas y mecanismos que garanticen el manejo y conservación de la cobertura vegetal de la microcuenca "Paso los Caballos", en fusión de la recuperación y sostenibilidad del Servicio Ambiental Hidrológico que proporciona esta microcuenca.

Objetivos específicos

1. Valorar económicamente el Plan de Transformaciones Tecnológicas (PTT) a implementar en la microcuenca "Paso los Caballos" y verificar su sostenibilidad financiera, partiendo de las condiciones socioeconómicas de los actores económicos
2. Identificar la Disposición a Pagar (DAP), de los usuarios o demandantes del servicio hidrológico y la Disposición a Aceptar Compensación (DAC), de los propietarios de las fincas de la zona de recarga hídrica, para proveer el Servicio Ambiental Hidrológico.
3. Identificar mecanismos que faciliten la implementación de un sistema de pagos por servicios ambientales (PSA) hídricos, que posibilite las relaciones contractuales entre proveedores y consumidores del agua

Resultados esperados

Con la realización de este estudio se propone el alcance de los siguientes resultados.

1. Se han valorado los costos económicos y sostenibilidad financiera, de la implementación del Plan de Transformación Tecnológica (PTT), en la zona de recarga hídrica de la microcuenca "Paso los Caballos"
2. Se conoce la Disposición a Pagar (DAP) por parte de los usuarios o demandantes del agua (familias, instituciones, productores, empresas)
3. Se conoce la Disposición a Aceptar Compensación (DAC), de los oferentes del Servicio Ambiental Hídrico (propietarios de las fincas de la zona de recarga hídrica)
4. Se han evaluado financieramente los flujos económicos, para una situación sin proyecto, con proyecto e incremental, haciendo uso de los principales indicadores financieros; VAN, TIR, RB-C

5. Se han identificado mecanismos de pago por la provisión del SAH y por el uso del mismo.
6. Se cuenta con información y criterios para la implementación de un sistema local de PSA hídrico

Justificación de la investigación

La Alcaldía de San Pedro de potrero grande, del departamento de Chinandega, con el apoyo del Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), está desarrollando una acción piloto conducente a definir un esquema de Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), que sea aplicable a la localidad y contribuya en la protección de los recursos suelo y agua de la microcuenca "Paso los Caballos".

La realización de este estudio responde a dos motivaciones, una de carácter práctico local y la otra de carácter académico profesional, la primera pretende contribuir a la solución de varios problemas locales, siendo ellos: la protección de los recursos naturales de la localidad, generar información que posibilite la negociación entre productores de la parte alta de la microcuenca y los consumidores de agua río abajo, proponer alternativas administrativas para implementar un sistema eficiente de distribución urbano del agua, identificar posibles mecanismos de cobro y pago del servicio ambiental hidrológico y evaluar la factibilidad financiera de la implementación de un Plan de Transformaciones Tecnológicas (PTT) en la zona de recarga hídrica de la microcuenca. La segunda motivación responde a la necesidad de profundizar los conocimientos profesionales en el tema de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, y con ello, obtener el título de master en economía, con especialidad en proyectos de inversión de la Universidad Centroamericana de Nicaragua (UCA).

Los sistemas agropecuarios de las fincas de la parte alta de la microcuenca, se practican sin tomar en cuenta la función hidrológica de esta depresión geológica, con este estudio se pretende contribuir al desarrollo de sistemas agropecuarios que posibiliten y estimulen la función hidrológica de la microcuenca, la definición de un sistema de pago que permita internalizar en las tarifas del agua los costos de la captación e infiltración del agua en la parte alta de la microcuenca, que ayude a identificar los puntos de coincidencia entre demandantes y proveedores del bien agua y que permita

la negociación o acción en común para la protección de los recursos agua y suelo de esta microcuenca.

Marco de referencia del estudio

Marco teórico

La realización de este estudio se ubica en el universo del desarrollo sostenible, apoyándose en los preceptos de las ciencias económicas, en particular se basa en los postulados y conceptos de la economía ambiental. Por lo tanto, se orienta a la aplicación de las teorías económicas del medio ambiente y los métodos de valoración de los bienes y servicios ambientales. Busca poner a disposición información, valoraciones y alternativas para la toma de decisiones en el desarrollo sostenible local.

Para buscar el equilibrio entre desarrollo económico y protección ambiental, se requiere, como en todo estudio, de un análisis de beneficio-costos, que incluya la valoración económica de los bienes y servicios que proporciona el medio ambiente (Duran A. 1996). Para ello, se dispone de teorías y metodologías que es indispensable usar adecuándola a las condiciones particulares del estudio

La economía ambiental o economía ecológica, trata del estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e idea analítica de la economía. La economía, "ciencia de la administración de la casa, según los antiguos Griegos", es la ciencia que estudia el cómo y por qué las "personas", bien sean consumidores, firmas, organizaciones sin ánimos de lucro o agencias gubernamentales, toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos.

La economía moderna se divide en microeconomía y macroeconomía: la microeconomía estudia el comportamiento de los individuos o pequeños grupos¹, la macroeconomía se concentra en el análisis del desempeño económico de las economías como un todo. La economía ambiental se sitúa en los dos campos, pero sobre todo en el de la microeconomía, se concentra principalmente en cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. La economía ambiental, se concentra en cada una de las diversas facetas de la relación que existe entre calidad ambiental y comportamiento económico de los individuos y de los grupos (Field B. 1996)

Se ha generado un planteamiento fundamental acerca de la manera en que el sistema económico configura los estímulos económicos, en formas que conducen a la degradación o al mejoramiento ambiental. Existen problemas

¹ Para mayor información ver *Economía y medio ambiente* Mc Graw Hill 1996

importantes en la medición de los beneficios y costos de los cambios registrados en la calidad ambiental, especialmente de los beneficios y costos intangibles. También hay varias preguntas complejas en el plano macroeconómico, por ejemplo, la asociación que existe entre el crecimiento económico y los impactos ambientales (Field B. 1996)

Históricamente en el sistema económico de libre mercado, se ha permitido una distorsión en la evaluación de los costos de producción al no considerar en su función de producción el gasto o deterioro del medioambiente. El libre acceso a los recursos naturales en su calidad de bienes públicos o comunes, ha sido el factor de su uso ineficiente o de sobreexplotación y causante de los deterioros ambientales existentes. Por lo mismo, tampoco se asumen los costos derivados de utilizar el medioambiente como sumidero de los desechos de las actividades humanas, contribuyendo a la degradación del aire, los suelos, las aguas y la biota del planeta (Duran A. 1996)

Los bosques y las funciones ambientales

Los bosques cumplen con una gran variedad de funciones sociales y ecológicas, entre las cuales podríamos enumerar: sirven de albergue a un sin número de seres vivos, enriquecen los componentes orgánicos de los suelos incrementando sus nutrientes, regulan los ciclos hidrológicos y con ellos sus consecuencias extremas (erosiones, inundaciones y sequillas), al fijar carbono en su proceso de crecimiento ayudan a estabilizar el clima global y amortiguan las temperaturas locales. Hasta hace algún tiempo se creía que los bosque únicamente servían como productores de madera y leña, en la actualidad se reconoce que este recurso genera alrededor de 18 diferentes funciones y servicios. Este reconocimiento de usos del bosque se debe a investigaciones tanto científicas como a la misma convivencia de los humanos con el recurso, lo cual facilita el aprendizaje sobre los usos que puede derivar, tanto directa como indirectamente.

El reconocimiento de los múltiples usos del bosque, así como la necesidad que los diferentes usuarios de estos beneficios, paguen por los servicios que les proporciona el bosque para la sostenibilidad de los mismos, requieren de elementos y relaciones que aseguren su inserción en la esfera económica. En la actualidad se presenta una variedad de cambios institucionales en la forma como las personas y la sociedad en su conjunto perciben ahora el recurso forestal, identificándose los cambios tecnológicos necesarios para el manejo y aprovechamiento de la selvicultura. La participación decidida de la comunidad internacional en este tema y la

incorporación de políticas forestales por parte de los estados, ha contribuido para modificar el actuar de la sociedad y contar con supuestos más realistas acerca del comportamiento de los agentes económicos, incidiendo en los mercados de los bienes y servicios ambientales proporcionados por los sistemas forestales.

Política forestal de Nicaragua y los PSA

Nicaragua han venido avanzando en los cambios organizacionales e institucionales respecto a los pagos por Servicios Ambientales, pero aun no se penetra con firmeza en la esfera económica y el desarrollo de este tipo de mercados. La fusión del ministerio de agricultura y ganadería con el área del sector forestal, constituyéndose en el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR), y el posterior diseño de la política forestal nacional es una muestra del cambio organizacional e institucional en el país.

Al nivel de muchas municipalidades del país: Achuapa, Río Blanco, Estelí, San Pedro de Potrero Grande entre otras, se ha iniciado las discusiones y los diseños de las ordenanzas municipales para regular el uso y explotación de los recursos naturales, adecuando a las realidades locales, las leyes nacionales existentes y aportando jurídicamente para la creación de las leyes que aun no se decretan en el país, como es el caso de la ley del agua. También se han iniciado esfuerzos para la valoración económica de diversos servicios ambientales, entre ellos de belleza escénica, hídricos y secuestro de carbono, en un intento por motivar el surgimiento del mercado de estos servicios ambientales.

El mercado del servicio ambiental hídrico es el que presenta las mayores posibilidades de desarrollarse desde cada localidad, con autonomía para su regulación y negociación. Además, con la posibilidad de aportar alternativas para la solución de los conflictos locales, en el manejo y administración de los recursos naturales, pudiendo ser un agente importante para incidir en los hacedores de políticas de este tipo. Por otro lado, el manejo y uso adecuado del agua es factor determinante para el desarrollo económico local y nacional.

La valoración del agua

La naturaleza de bien económico, en oposición a la de bien libre, que aparece cada vez más reforzado en el caso del agua, constituye el motivo básico del interés por su valoración. Este interés se acrecienta conforme aumenta la escasez relativa de este recurso, por cuanto la estimación del valor es un requisito esencial para poder diseñar estrategias que incentiven su uso

La valoración económica de los servicios ambientales

eficiente. Hasta épocas muy recientes, y aun en muchos de los países latinoamericanos, las políticas de abastecimiento de agua se diseñan con el acento puesto casi exclusivamente en el lado de la demanda (Ferreiro A. 1994), agregado a esto que el agua se le ha considerado un recurso común y un bien público. Estas circunstancias han determinado, en gran medida, una manifiesta dificultad en las estimaciones del valor real del agua² (Herrador D. 2001)

El termino valor económico de los servicios ambientales proveniente de los agroecosistemas, tiene sus fundamentos en la económica del bienestar. Así, la premisa fundamental es que la finalidad de la actividad económica es incrementar el bienestar de las personas que conforman la sociedad y que cada persona es la mejor juez de que tan bien o tan mal se encuentra. El bienestar de cada persona desde ese punto de vista, depende también del consumo de bienes y servicios ambientales. Por lo tanto, la base para derivar las medidas del valor económico de cambios en el flujo de servicios ambientales, están en los efectos de estos cambios sobre el bienestar de las personas. Este enfoque antropocéntrico de la valoración económica de bienes y servicios ambientales no excluye aspectos relacionados con la existencia y bienestar de otras especies. Las personas pueden valorar la existencia de otras especies no solamente por los usos que hacen de estas (alimento, recreación etc.), sino también, debido a aspectos éticos o altruistas (Freeman, 1994).

Un rasgo característico de los ecosistemas es la multitud de beneficios que proporcionan a través de la provisión de bienes y servicios ambientales (Saz, Pérez y Berreiro, 1994). Y son las personas (siguiendo este enfoque económico), quienes valoran estos bienes y servicios de acuerdo a los usos que pueden hacer de ellos.

Los valores de uso pueden ser divididos en valores de uso directo e indirectos. Un valor de uso directo puede ser el que tiene la madera extraída de un bosque o los usos recreacionales de un parque natural. El valor de uso indirecto puede ser ejemplificados por medio de las funciones ecológicas (servicios ambientales) provistos por agroecosistemas, tales como la protección de cuencas hidrográficas.

² Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador.

Algunos autores distinguen la subcategoría valor de opción, cuando se refirieren a los valores de uso directo e indirectos potenciales que pueden disponerse en el futuro. Finalmente, están los valores de no uso. Estos se refieren a los beneficios intangibles derivados de la mera existencia de los ecosistemas, por encima de cualquier valor de uso directo o indirecto que las personas puedan disfrutar. Así, el valor económico total de un ecosistema se refiere a la suma de los valores de uso y de no uso.

Tabla # 1

Valor de uso		Valor de opción	Valor de no uso	
Directo	Indirecto		Existencia	Legado
Madera Recreación Alimentos Biodiversidad Belleza escénica	Biodiversidad Protección de cuencas Microclima Secuestro de carbono Otras funciones ecológicas	Biodiversidad Recreación Belleza Escénica	Biodiversidad Belleza Escénica	Biodiversidad

Fuente: tomado de Pearce (1994) en Layar y Glaister

Valorar económicamente los servicios ambientales significa obtener una medición monetaria de los cambios en el bienestar que una persona experimenta a causa de una mejora o daño de esos servicios ambientales. Asociar una determinada cifra monetaria al valor económico de un servicio ambiental no pretende representar un precio, sino un indicador monetario del valor que tiene para un individuo o conjunto de individuos el servicio en cuestión (Romero 1997).

El valor económico de los bienes y servicios ambientales pueden ser expresados por las personas en términos de la Disponibilidad A Pagar (DAP) o la Disponibilidad a Aceptar Compensación (DAC).

Los beneficios generados por un servicio ambiental, expresados en términos monetarios, por ejemplo por la provisión de agua a través de un agroecosistema, como en el caso de este estudio, pueden ser expresados mediante mediciones desde la demanda del servicio ambiental (DAP) o desde la oferta del mismo (DAC):

- La máxima cantidad de dinero que la persona estaría dispuesto a pagar (DAP) por asegurar el beneficio obtenidos a través del servicio ambiental, (en el caso de los demandantes).
- O por la mínima cantidad de dinero que las personas estarían dispuestas a aceptar en compensación (DAC), por hacer cambios tecnológicos en sus sistemas agropecuarios para asegurar el servicio ambiental demandado (en el caso de los oferentes).

Métodos para estimar el valor económico de los servicios ambientales

Los principales métodos de valoración se pueden agrupar en distintas categorías: valoración a precios de mercados, incluyendo la estimación de beneficios de consumo y producción de subsistencia; método de mercados sustitutos, incluyendo el modelo del costo del viaje, modelo hedónico y modelos de bienes sustitutos; método de la función de producción, los cuales se centran en relaciones biofísicas entre las funciones ambientales y las actividades de mercado; método de preferencias expresadas, principalmente el método de valoración contingente y sus variantes; y los métodos basados en costos, incluyendo el método de los costos de reposición y gastos defensivos. Se presentan a continuación detalles de los diferentes métodos aquí indicados.

Método de valoración utilizando precios de mercado

Los métodos de valoración más sencillos son aquellos que se basan en los precios de mercado. Muchos de los bienes y servicios proveídos por el agro son comercializados (madera, leña, carne, pescado, minerales, productos agrícolas) ya sea en mercados locales o internacionales. Así, los precios de mercado pueden ser utilizados para construir cuentas financieras que comparecen los costos y beneficios de las alternativas del uso de la tierra. Los precios son obtenidos en el mercado a través de la interacción ente los consumidores y productores sobre la demanda y oferta de los bienes y servicios. Cuando se utilizan precios de mercado en una valoración financiera es importante determinar el mercado apropiado.

Métodos de mercados sustitutos

Se basa sobre el hecho de que algunos beneficios de los servicios ambientales pueden ser reflejados indirectamente en el gasto del consumidor, en los precios de mercado de bienes y servicios, o en el nivel de productividad de algunas actividades del mercado. Estos métodos se basan en sofisticadas técnicas estadísticas, tales como los modelos de precios hedónicos y el costo de viaje, así como en técnica más sencillas como el método de bienes sustitutos. La base teórica para todos estos enfoques es

la función de producción de hogares, la cual describe como los consumidores intentan maximizar su bienestar mediante el reparto del tiempo y recursos para diferentes actividades. Los modelos y métodos más comunes en esta categoría son:

El método de Costo de viaje (MCV): esta basado en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al mismo, incluyendo todos los costos directos del transporte, así como el costo de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio (por ejemplo ingresos perdidos). Este método basado en encuestas ha sido utilizado extensivamente, especialmente en países desarrollados, con la finalidad de estimar los beneficios proveídos por los sitios de recreación (por ejemplo, reservas naturales, playas y agropaisaje)

Método Hedónico: las aplicaciones más comunes de este método se centran en el valor de la propiedad y los salarios diferenciales, los cuales son utilizados para valora los bienes y servicios ambientales. La aplicación del enfoque de los precios hedónicos al valor de las propiedades incluye la observación de diferencias sistemáticas en el valor de las propiedades y aislar el efecto de la calidad ambiental sobre estos valores. El valor de mercado de una propiedad esta afectado por muchas variables incluyendo su tamaño, ubicación materiales de construcción, y también la calidad del medio ambiente que la rodea.

Método de bienes sustitutos: para aquellos servicios que no tienen mercado o que son utilizados directamente, el valor puede ser un aproximado del precio de mercado de bienes similares (por ejemplo la leña vendida en otras áreas) o el valor de la mejor alternativa o bien sustituto (carbón vegetal u otro). El alcance para el cual el valor del bien de mercado alternativo refleja el valor del bien ambiental en cuestión depende del grado de similitud o sustitución entre ellos.

Métodos basados en la función de producción

También llamados técnicas del cambio en la producción, método insumo-producto o dosis-respuesta. Este método relaciona el bienestar de las personas con un cambio medible en la calidad o cantidad de un recurso natural (Mäler, 1992). El enfoque de la función de producción puede ser utilizado para estimar el valor de uso indirectos de los servicios ambientales, a través de su contribución a las actividades de mercado.

Métodos basados en preferencias expresadas

Valoración contingente: este método obtiene expresiones de valor por parte de las personas entrevistadas por aumentos o disminución en la cantidad o calidad de un servicio ambiental. La mayoría de estudios utilizan información de entrevistas realizada a través de encuestas (Mitchell y Carson, 1989). Las estimaciones de valor económico obtenido por este método son "contingentes" porque los valores estimados son derivados de una situación hipotética que es presentada por los investigadores a los entrevistados. (este método se detalla en adelante por ser el más usado en este estudio)

Métodos de valoración basados en costos

Además de los métodos descritos anteriormente para estimar los beneficios de los servicios ambientales, pueden ser utilizados los enfoques basados en costos para dar alguna luz sobre los costos de mantener tales servicios. Hay tres métodos alternativos que se basan en los costos de proveer, mantener y restaurar los bienes y servicios ambientales:

El método del costo de reemplazo: el cual mide los beneficios mediante la estimación de los costos de reproducir los niveles originales de beneficios.

Método de gastos preventivos: el cual estima los costos de prevención o de defensa en contra de la degradación de los servicios ambientales.

Método del costo de oportunidad: el cual utiliza costos de producción como una aproximación rudimentaria del valor de los servicios ambientales.

Las técnicas basadas en costos deben ser utilizadas con mucho cuidado para asegurar que los beneficios y costos de los servicios ambientales no sean confundidos, ya que estas técnicas no miden directamente la disponibilidad a pagar por los servicios ambientales de parte de los consumidores, los resultados estimados pueden sobre o subestimar tales servicios. (Bishop 1999)

Es importante tomar en cuenta al valor económicamente los servicios ambientales de un ecosistema determinado, el especificar claramente el servicio que se desea valorar y el flujo del mismo, es decir, identificar tanto las zonas de provisión del servicio y los actores involucrados en ella, como los beneficiarios en que este servicio se traduce (que puede ser más de uno), y las áreas donde se ubican los beneficiarios de los mismos, ya que esto es clave en la determinación de la metodología a utilizar para la valoración.

Método de valoración contingente y su certeza

El método de valoración contingente es una de las técnicas que se tienen para estimar el valor económico de los servicios ambientales proveídos por los agroecosistemas, para los cuales no existe mercado. Es extraordinariamente simple en su comprensión intuitiva: se trata de simular un mercado a través de encuestas a los consumidores potenciales de servicios ambientales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que estarían dispuestos a pagar por el servicio ambiental si tuvieran que comprarlo, como hacen con los demás bienes que adquieren en el mercado. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio (valor económico) tiene el servicio ambiental objeto de estudio (Riera, 1994).

La aplicación del método de valoración contingente es habitual en los Estados Unidos y en los países del centro y norte de Europa. Su introducción en los países de habla hispana ha sido tardía, pero los pocos estudios realizados muestran un gran potencial para la aplicación de dicho método. En los Estados Unidos el método de valoración contingente ha sido utilizado desde principios de la década de los sesenta. Desde entonces, la valoración contingente ha sido utilizada para estimar el valor económico de los beneficios de la recreación al aire libre para cazadores y turistas; para estimar los beneficios derivados de controlar la contaminación atmosférica; para valorar el servicio ambiental de recreación en distintas áreas naturales; para estimar la disponibilidad a pagar (DAP) por reducir la congestión en una área de montaña. En 1979, el consejo de recursos hídricos de Estados Unidos (Water Resource Council) recomendó este método en sus "principios y estándares para la planificación del recurso agua y recursos relacionados con el suelo". A principios de los años ochenta, el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos comenzó a utilizar valoración contingente para medir los beneficios de sus proyectos. Además, el método de valoración contingente ha sido reconocido en la ley de responsabilidad civil, compensación y respuestas ambientales comprensiva de los Estados Unidos. La comisión de expertos impulsada por National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of commerce (NOAA, 1993), concluyó que valoración contingente era un método solidamente fundamentado en la teoría económica y que no había motivos razonables para cuestionar su validez³.

El método de valoración contingente supone que las personas encuestadas responderán, ante la simulación del mercado de servicios ambientales, de la misma forma que lo hacen ante un mercado real de bienes y servicios (la persona encuestada se encuentra en una situación parecida a la que

³ Para mayor ampliación sobre el método ver Mitchel y Carson (1989)

diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado). Si es así, su disponibilidad a pagar, expresada a través de la encuesta, será una medida monetaria real del cambio en su bienestar ante cambios en la disponibilidad de los servicios ambientales. De esta forma, se evita el obstáculo que supone la ausencia de mercados para los servicios ambientales, enfrentando a los consumidores con mercados hipotéticos en los cuales tienen la oportunidad de mostrar su disponibilidad a pagar por el servicio ambiental objeto de análisis.

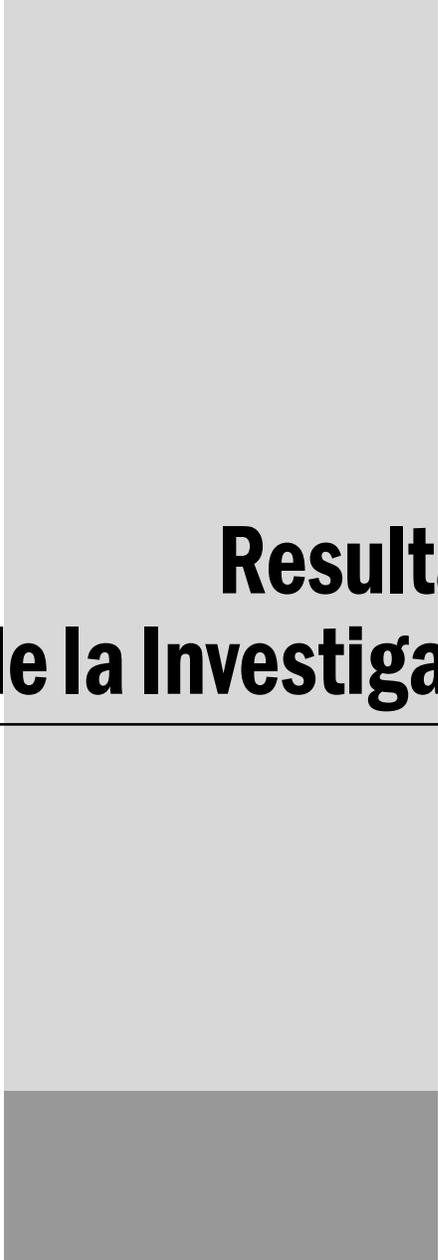
Valoración contingente implica la obtención de una muestra de la población de interés para la aplicación de las encuestas. Si la muestra es una buena representación de la población, la media muestra la disponibilidad a pagar per cápita (o por familia) puede simplemente ser atribuida a cada uno de los beneficiarios de la población de tamaño "N". Así, los beneficios totales generados por los servicios ambientales se obtienen a partir del producto de "N" por la DAP media per capita.

La creación de un mercado hipotético implica la formulación de un cuestionario que incluye tres elementos:

- En primer lugar, es necesario proporcionar a la persona encuestada la información sobre el servicio ambiental que se pretende valorar, de modo que este pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando.
- En segundo lugar, se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la DAP. Para ello debe quedar claro el vehículo y frecuencia del pago así como el formato de la pregunta de DAP, es decir, si la pregunta sobre la DAP es abierta (¿cuánto es lo máximo que usted pagaría?), o de tipo referéndum o dicotómico (responder "sí" o "no" a una determinada cantidad de propuestas) o una combinación de ambas (formato mixto).
- En tercer lugar se obtiene información sobre las características socioeconómica de las personas encuestadas con la finalidad de poder estimar una función de valor, donde la DAP expresada venga explicada por esas mismas características y otras variables relevantes (Saz, Pérez y Barreiro, 1998)

Hipótesis

- 1) La propuesta de un PTT a ejecutarse en la zona de Recarga hídrica de la Microcuenca "Paso los Caballos", y la decisión de administrar localmente la distribución del agua, con mejoras en su calidad y cantidad, motiva a los consumidores a pagar por el Servicio Ambiental Hidrológico.
- 2) La presentación de un PTT para el Manejo Sostenible de los Suelos y las Aguas de la microcuenca "Paso los Caballos", motiva a los productores a participar en un sistema de Pagos por Servicios Ambientales Hídricos (PSAH).
- 3) El pago por el Servicio Ambiental hídrico, proporciona fondos económicos para el financiamiento del PTT a ejecutarse en la Microcuenca "Paso Los Caballos".



Resultados de la Investigación

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La valoración económica del Servicio Ambiental Hídrico

La valoración económica del servicio ambiental hídrico de la microcuenca "Paso los Caballos", esta en función de la puesta en práctica de una acción de Pagos por Servicios Ambientales (PSA), a ejecutarse en el municipio de San Pedro de Potrero Grande. Con esta valoración se pretende aportar elementos para la negociación y la toma de decisiones entre los oferentes, los demandantes y los reguladores de este servicio ambiental.

La valoración se hizo aplicando la metodología de Valoración Contingente (VC), consultando la voluntad de pago de los consumidores por medio de la Disposición A Pagar (DAP), y la voluntad a negociar por parte de los productores, aplicando la Disposición a Aceptar Compensación (DAC). Se estimaron la DAP y la DAC para identificar el valor del Metro cúbico del agua analizado desde la demanda y desde la oferta, en búsqueda de encontrar el valor económicamente más rentable.

Esta valoración está referida a la microcuenca Paso los Caballos, con una extensión de 742.72 ha (1,058 Mz) Ha⁴, integrada por tres comunidades que son: Montaña la Olla, la Montañona y Monte Redondo, dividida en 53 fincas de 43 propietarios.

Descripción de la demanda del servicio ambiental hídrico

Descripción Socioeconómica

Total de familias del casco urbano del Municipio 180, de las cuales 125 poseen servicio domiciliario de agua, para una cobertura porcentual del 69%. Se entrevistaron para el estudio a 131 familias, (n= 131), para un 73% del universo de familias del casco urbano, de las 131 familias entrevistadas el 64% manifestó poseer conexión domiciliario, un 11.5 % se abastece de puestos públicos u otras familias y un 24.5 % se abastece de pozos familiares. El 100% de los entrevistados manifestó que el agua es muy importante en su hogar, con un consumo promedio diario de 130 galones por familia, significando 14.8 M3 por familia⁵ al mes, para un consumo familiar anual M3fa, de 177.6 M3.

⁴ Diagnostico Biofisico de la microcuenca pasos los caballos, Róger Rodríguez, documento PASOLAC.

⁵ ENACAL, (Empresa Nacional de Acueductos), estima consumo promedio mensual de 3.5 M³ por persona.

Tabla # 2

Datos generales					
	Casco urbano	Tomas de agua	Encuestas	Servicio Domiciliar (n=131)	Consumo familiar/mes (又)
Familias	180.00	125.00	131.00	49.00	
%	100.00	69.40%	72.80%	64%	14.8 M

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Las entrevistas se realizaron a jefas o jefes de familias, del total entrevistado (n= 131), un 46% son mujeres, el 64% son casados y el 69% se encuentra entre las edades de los 18 a los 52 años

El tamaño promedio de la familia es de 5.4 personas⁶. Respecto al nivel de educación, se encontró que el 22% de los entrevistados no poseen ninguna educación⁷, el 38 % no ha completado la primaria, y apenas el 4% ha completado la secundaria.

Tabla # 3

Información social					
(n= 131)	18 á 52 años	Casados	Mujeres	Ninguna escolaridad	Personas por familia (又)
Familias	90	49	35	17	
%	69%	64%	46%	22%	5.4

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

⁶ INEC (Instituto nacional de Estadística y Censos) proyecta para el 2003, una media nacional de 5.3 personas por familia.

⁷ Según INEC el índice nacional de analfabetismo es del 22%.

En relación con el empleo, solamente el 18.3 % declaró tener empleo fijo desde hace más de un año. Con respecto a los ingresos, los entrevistados revelaron tener un ingreso promedio por familia al mes de US\$ 37.20, las variables empleo e ingreso, resultaron ser altamente significativas para la DAP, ya que existe una relación directa entre el nivel de ingreso, el poseer empleo fijo y la disposición a pagar en efectivo.

También se consultó el nivel de gastos familia/mes, que posibilitara confirmar el ingreso revelado por familia y su disponibilidad económica, estas variables fueron coincidentes revelando un nivel de gastos promedio familia/mes de US\$ 38.46, mínimamente superior al nivel de ingresos, se entiende esta diferencia entre ingreso y gastos, por remesas y/o endeudamiento familiar.

Tabla # 4

Datos socioeconómicos			
(n= 131)	Empleados fijos	Ingreso \$/mes/Familia	Gasto \$/mes/Familia
	18%	\$37.20 (C\$ 558.07)	\$38.46 (C\$ 576.90)

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Abastecimiento y uso del agua

El 100% de los entrevistados ha sentido que el agua se ha venido escaseando en los últimos 5 años, indicando como causas principales la deforestación indiscriminada y las quemas sin control.

Sobre la calidad del agua, los entrevistados tienen una percepción de buena y regular, tanto en el invierno como en el verano, manifestando que en el verano es de mejor calidad 63.3% contra 56% en el invierno, interpretando que esto es producto de la sedimentación de los suelos ocasionadas por las escorrentías pluviales al haber poca cobertura vegetal y muchas quemas indiscriminadas. El 78% de los entrevistados afirmó nunca haberse enfermado producto de la calidad del agua, esta variable confirma la calidad percibida por los consumidores.

Ante la pregunta de los meses de mayor escasez de agua, el 100% de los entrevistados afirmaron que los meses de Febrero a Mayo (17.3 semanas), es cuando tienen menos abastecimiento de agua en el año. Agregándose la pregunta si compran agua en estos meses, el 74% contestó afirmativamente, pagando un promedio de 0.77 dólares por barril de 55 galones (0.20 M3). También se consultó si acarrea agua de algún lugar en estos meses, encontrándose que el 100% de los entrevistados, además de comprar la cantidad de agua arriba indicada, acarrea agua en estos meses, invirtiendo un promedio de 3.38 horas al día para este acarreo.

Tabla # 5

Calidad y consumo de agua					
(n= 131)	Nunca se ha enfermado por el agua	Compra agua en meses de escasez	Acarrea agua en meses de escasez	Pago por 0.2 M ³ de agua (X)	Horas/día (X)
Familias	102	97	131	\$0.77	3.38
%	78%	74%	100%		

Fuente: Elaboración propia basada en encuesta

**Disposición a pagar,
DAP**

El 98% de los entrevistados expresó disposición a pagar por el servicio ambiental hidrológico, solamente un entrevistado expresó no estar dispuesto a pagar ni en efectivo ni con mano de obra por encontrarse enfermo. Del 98% dispuesto a pagar (130 familias), el 20%, expresó estar en capacidad de pagar en efectivo, con un monto promedio de \$ 2.09 dólares por mes, este resultado confirma la coincidencia entre el tener empleo permanente y la disposición a pagar en efectivo. El restante 80%, expreso disposición a pagar con mano de obra, con una cantidad promedio de 2 días laborales por mes.

Sobre el mecanismo para la Disposición del fondo económico para el PSA, el 72% opinó que debe hacerse por una factura especial y el 27% opinó

que se agregue a la factura actual del agua. Agregado a esto, se preguntó sobre la administración del fondo de Servicio Ambiental (FSA), el 60% respondió que quien debe administrar el FSA debe ser el comité de agua y el 30% opinó que el FSA debe ser administrado por la alcaldía. Este resultado indica el nivel de confianza que los consumidores tienen en el comité de agua en primer lugar y en segundo lugar en la alcaldía municipal.

Tabla # 6

Disposición a pagar y Mecanismos de pagos							
(n=131)	DAP	En efectivo (n=130) X=\$ 2.09	Mano de obra (n=130) X=2 d/mes	Mecanismo de pago (n=131)		Admón. Del fondo ambiental (n=131)	
				Fact. Especial	Rec. de agua	Cmt. de agua	Alcaldía
Familias	130	26	104	55	21	46	23
%	98	20	80	72	27	60	30

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

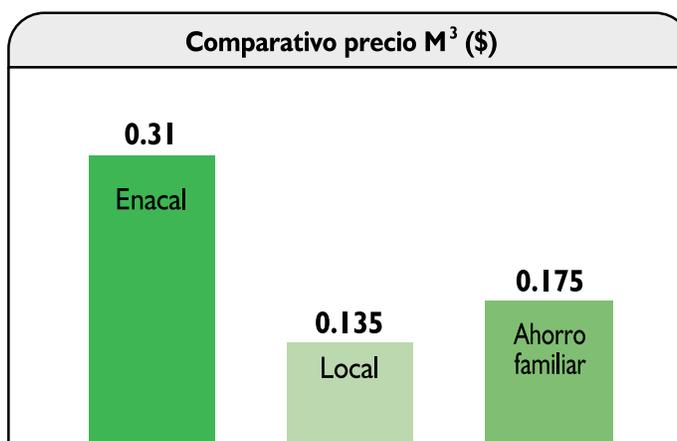
Análisis de la demanda del Servicio Ambiental Hídrico

El consumo familiar promedio mensual revelado de 14.8 M3 de agua, indica una demanda local mensual de 2,664.00 M3, para una demanda anual Dm3fa, de 31,968.00 M3 de agua, siendo esta la demanda hídrica actual del casco urbano de San Pedro de Potrero Grande.

Demanda actual y tarifa local ver tarifa nacional; ahorro local familiar

Con la tarifa fija por distribución mensual de US\$ 2.00, establecida por el comité de agua, teniendo cada familia un consumo promedio de 14.83 M3 al mes, las familias tienen un costo de distribución Cdm3, de \$ 0.135 de dólar por M3 de agua distribuido hasta sus hogares, inferior en un 54% a la tarifa nacional cobrada por la empresa nacional de acueductos y alcantarillados (ENACAL), que es de \$ 0.31 de dólar por M3, significando un ahorro familiar mensual de \$ 2.52 para un ahorro anual familiar de \$ 30.25, que significa un ahorro municipal/año de \$ 5,445.57, cantidad que las familias se están ahorrando con las tarifas establecidas por el Comité de Agua Local (CAL). Comparado con el ingreso y gastos promedios mensuales revelados por familia, la tarifa actual por mes, significan el 5.37% y el 5.2% respectivamente, siendo un porcentaje relativamente bajo en relación a los ingresos y gastos mensuales revelados por las familias.

Figura # 3:



Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Tabla # 7:

Indicadores costo de tarifas			
% tarifa local familiar respecto		Tarifa por M³ (\$)	
Al Ingreso	Al gasto	Local	Enacal
5.37	5.20	0.135	0.31

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Tabla # 8:

Ahorro con tarifas locales		
Periodo	Ahorro (\$)	
	C/Familia	Municipal 180 familias
Mensual	2.52	453.80
Anual	30.25	5,445.57

Gasto familiar por comprar y acarreo de agua

Las familias compran cada semana un volumen de 0.20 M3 de agua a un precio promedio de \$ 0.77 centavos de dólar e invierten un promedio de 3.38 horas diarias para el acarreo de agua, esto significa una inversión semanal de 23.66 horas para el acarreo del agua, valorando económicamente el tiempo invertido al precio de \$2.00 de un jornal laboral

de 5 horas, las familias están invirtiendo la cantidad de \$9.46 dólares a la semana por acarreo de agua, sumando además los 0.77 centavos de dólar por compra de agua, una familia gasta \$10.23 dólares cada semana durante las 17.3 semanas de mayor escasez, sumando un gasto anual de \$176.98 dólares por familia, multiplicado por las 180 familias del casco urbano, la escasez de agua esta ocasionando un gasto total a las familias de \$ 31,856.22 dólares al año.

Tabla # 9:

Gasto familiar por obtener agua de Febrero a Mayo (US\$)			
Semanas de escasez/año 17.3	Por Acarreo	Por compra	Total/Familias (180)
Semanal	9.46	0.77	1,841.4
Año	163.66	13.3	31,856.22

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Disposición a pagar, DAP

Las familias revelan una DAP en efectivo DAPef, promedio de \$ 2.09 dólares por mes y un promedio de DAP en mano de obra DAPmo, de 2 días por mes, valorando el días laboral a un precio de \$ 2.00 dólares, las familias expresan una DAPmo de \$ 4.00 por mes, como podrá verse la DAPmo, es casi el doble de la DAPef, para una aplicación real de una tarifa del PSA, será disparejo un pago en mano de obra superior en un 100% al pago en efectivo, distorsionaría el pago por el servicio ambiental.

Para la estimación de los ingresos económicos de la DAP ajustándolos a la aplicación práctica de una acción de PSA, en este estudio haremos los cálculos de ingresos de la DAP nivelados en \$2.00 tanto para la DAPef como para la DAPmo. A partir de esta nivelación estimamos la DAP total DAPt, en relación a los porcentajes revelados de las DAPmo = al 80% del total de familias (N=180), y DAPef = al 20%, significando 144 familias de la DAPmo, sumando \$ 288.00 dólares por mes, agregado la DAPef que significan 36 familias, suman \$ 72.00 dólares mensual, esto hace una DAPt (DAPmo+DAPef) de \$ 360.00 dólares mensual, para una DAPt anual de \$ 4,320.00 dólares, por las 180 familias consumidoras de agua.

La DAPef significa un 5.61% de los ingresos promedios mensuales de las familias y un 5.43% de sus gastos, esto expresa la valoración económica

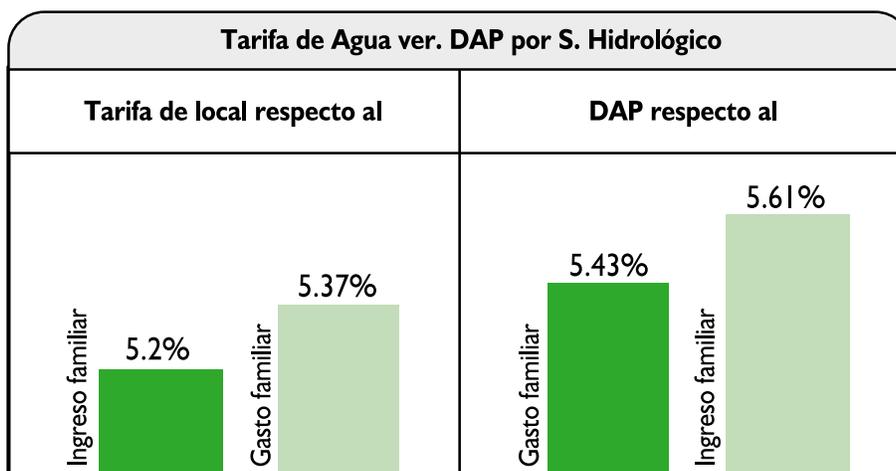
que las familias le dan al servicio ambiental hídrico generado por esta microcuenca, medidos desde el ingreso y el gasto familiar revelado por las familias. Las familias revelan disposición a destinar un mayor porcentaje de sus ingresos y/o gastos para la protección de la microcuenca, o servicio hídrico, que lo que destinan para el pago de la distribución del agua.

Tabla # 10

DAP nivelado de las familias (US \$)					
	Efectivo (20%)	Mano de obra (80%)	DAPto= DAPmo+DAPef	DAP efectivo respecto	
Mes	72.00	288.00	360.00	A ingreso	A gasto
Año	864.00	3,456.00	4,320.00	5.61%	5.43%

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Figura # 4



Mecanismo de pago y administración del fondo de PSA

El 72% de los consumidores se inclinan por una factura especial para el pago del servicio ambiental, la aplicación de este mecanismo de pago permitiría una diferenciación entre lo que paga el consumidor por la distribución del agua (a la empresa local de distribución) y lo que paga por el servicio ambiental hídrico (a productores de la microcuenca), una dificultad para la aplicación de una factura especial para el PSA, será el incremento de costos por la puesta en práctica de esta factura especial y la aplicación de un eficiente sistema de cobro.

Respecto a la administración de los fondos de los PSA, el 60% considera que el comité de agua es el más indicado para administrar estos fondos y un alto porcentaje, 30%, expresa confianza en la alcaldía. La propuesta local de creación de un consorcio (comité de agua, alcaldía y CAM) para el manejo de los asuntos hídricos, responde a esta confianza revelada por los consumidores.

Descripción de la oferta del servicio hídrico

Para el análisis de la oferta del servicio ambiental, DAC, se entrevistaron a 14 productores, $n=14$, de los 40 existentes en la microcuenca, para una muestra del 35% del universo de productores de la microcuenca

Datos generales

De los entrevistados el 50% viven en San Pedro y el 50% en sus fincas, del total el 50% reveló ser casados, de ese mismo total el 79% son varones y el 21% mujeres, el 21% no tiene ninguna escolaridad y apenas el 29% ha completado la primaria. Respecto a las edades, el 86% es mayor a 46 años.

Tabla # 11

Datos generales							
Productores en la MC	Muestra encuestada	Casados	Mujeres	Mayor a 46 años	Ninguna escolaridad	Viven en	
						La finca	San Pedro
40	14 = 35%	50%	21%	86%	21%	50%	50%

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Sobre la extensión de las fincas en la microcuenca, se reveló que las fincas de mayor tamaño tienen una extensión de 50.4 Ha., la menor 4.32 Ha., siendo el tamaño promedio de la finca de 18.72 Ha. Respecto al uso de la tierra, se identificó que el 53% del área de la microcuenca está dedicada al pastoreo extensivo de ganado, el 19% al cultivo de Frijoles, el 17% al cultivo de Maíz, el 1% dedicada al sorgo y al Café respectivamente y apenas el 9% dedicada a bosques

Respecto a los rubros que manejan los productores, se encontró que el 100% de los productores cultivan Maíz y Frijoles, el 86% maneja ganadería, el 57% tienen alguna área de bosque, el 29% cultiva Sorgo y Café respectivamente y un 14% tienen otros cultivos.

Respecto a los ingresos, las familias manifestaron tener ingreso promedio anual de US\$ 477.41 significando un ingreso mensual de US\$ 39.80, muy similar al ingreso mensual revelado por los consumidores.

Abastecimiento y uso del agua

El 79% de los productores entrevistados se abastecen de pozos familiares, el 14% se abastece del río y el 7% se abastece del sistema de agua potable urbano. (ver tabla # 12)

Sobre el uso del agua el 100% revelo usar el agua para enseres domésticos, el 98% para aguar ganado y solamente el 14% hace uso del agua para riego agrícola. (ver tablas # 12)

Tabla # 12

Fuentes y usos del agua					
Abastecimiento de agua (%)			Usos (%)		
Pozo	Río	Sistema urbano	Familiar	Ganado	Riego
79%	14%	7%	100%	98%	14%

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Disposición a Aceptar Compensación (DAC)

Ante la pregunta de la disposición a participar en los PSA a implementarse en la microcuenca, el 93% manifestó disposición a participar. De la misma manera, el 93% de los entrevistados opinó afirmativamente por el pago a los productores que realizan obras de protección de bosques y acuíferos (CSA)⁸ que beneficie a comunidades cuenca abajo.

Sobre la manera de participar en los PSA, se presentó un menú de tres opciones conjuntas y separadas; Cambiar actuales cultivos, establecer obras de MSSA⁹ y evitar contaminación de las fuentes de agua, el 71% opinó estar de acuerdo en implementar la combinación de las tres opciones, el 29% optó por evitar la contaminación de las fuentes solamente.

⁸ Conservación de Suelo y Agua CSA.

⁹ Manejo Sostenible de Suelo y Agua

Tabla # 13

Disposición a PSA y formas de participación			
Participar en los PSA	Pagarle por CSA	Participar en los PSA	
		Las tres opciones	Evitar contaminación
93 %	93%	71%	29%

Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Los entrevistados revelaron un promedio de Disposición a Aceptar Compensación (DAC) de US\$ 25 por Ha. al año, por implementar la combinación de las tres opciones tecnológicas de CSA arriba indicadas. Respecto al mecanismo de pago, el 100% indicó que debería ser una cuota anual en efectivo, pero el 68% manifestó que estaría de acuerdo en una exoneración del Impuesto de Bienes Inmuebles IBI. Respecto a quien es el más indicado para administrar los fondos de los PSA, el 50% de los entrevistado expresaron que debe ser la alcaldía, un 36% opino que estos fondo deben ser administrados por la Comisión Ambiental Municipal CAM, y un 14% indicó que estos fondos deben ser administrados por otras instancias, entre ellas Organismos No Gubernamentales (ONG) locales e instituciones públicas

Para explorar la interpretación que tienen los productores respecto al pago por los Servicios hídricos, se consultó la opinión de quien debe pagar por estos servicios, el 50% opinó que debe ser el gobierno y el 43% opinó que deben ser los consumidores o la alcaldía municipal.

Tabla # 14

Percepción de los consumidores respecto al manejo de los fondos de PSA								
	Mecanismo de pago		Admón. fondos de PSA			Pagar por el S. hídrico		
DAC US\$(X)	Cuota anual	IBI	Alcaldía	CAM	Otros	Gobierno	Alcaldía	Consumidores
	100%	68%	50%	36%	14%	50%	43%	43%

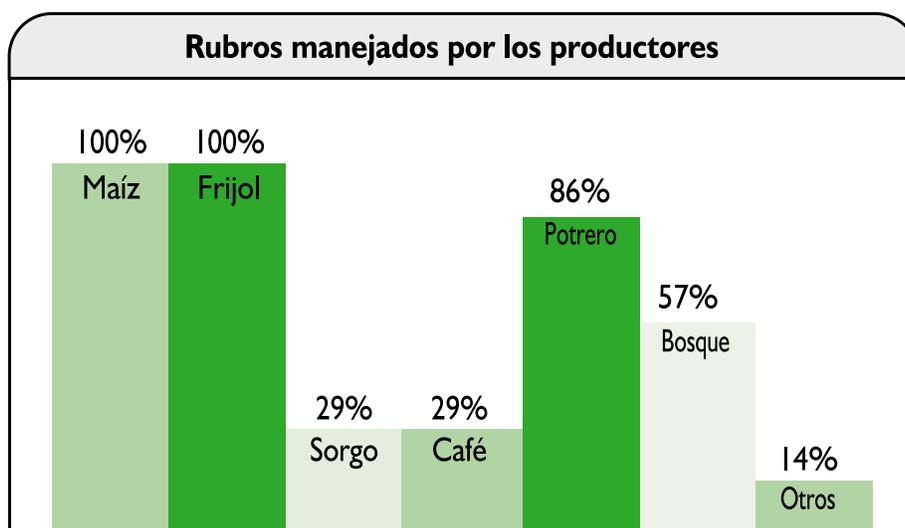
Fuente: elaboración propia basada en encuesta

Análisis de la oferta del servicio ambiental hídrico

Cultivos y uso de los suelos

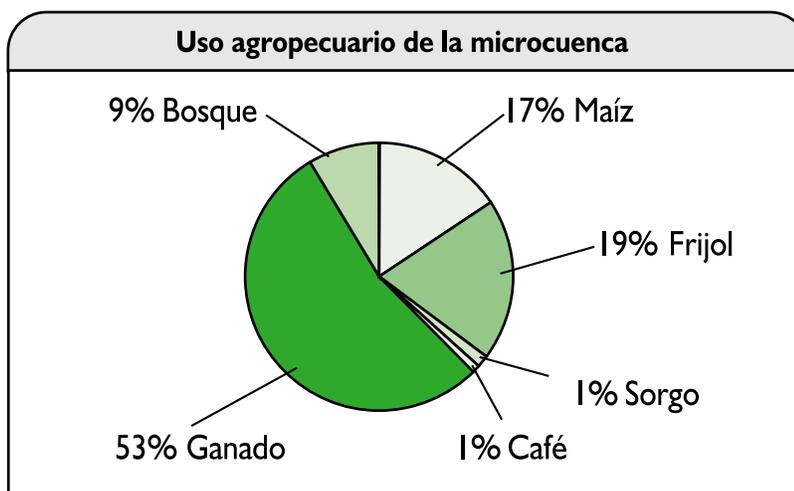
Respecto a los cultivos que manejan los productores de la microcuenca, el 100% cultiva Maíz y frijoles, el 86% tiene actividad ganaderas y solamente el 57% tiene alguna dedicación a bosques. Analizando el uso de los suelos, se encontró que aunque el 100% de los productores se dedican al cultivo de Maíz y Frijoles, en área solamente el 17% y 19% respectivamente está dedicada a estos cultivos y únicamente el 9% esta cubierta de bosque, en cambio, el 53% de la microcuenca esta dedicada a la ganadería extensiva.

Figura # 5



Fuente: elaboración propia basada en encuestas

Figura # 6

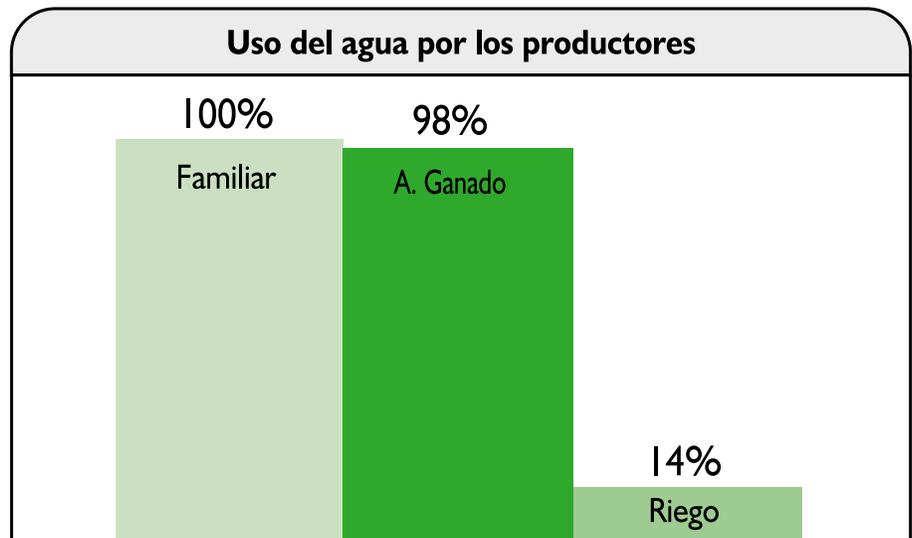


Fuente: elaboración propia basada en encuestas

Usos del agua y fuentes de abastecimiento

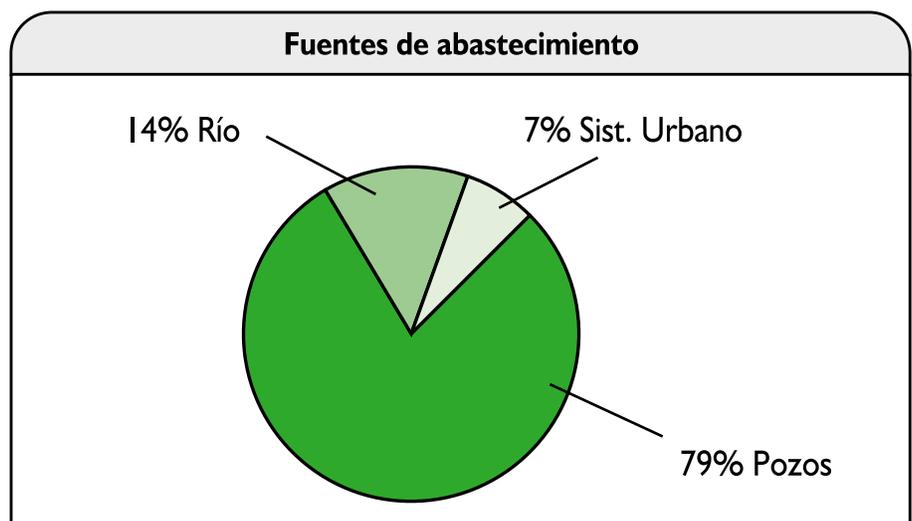
Además del uso doméstico del agua que le da el 100% de los productores, el 98% usa el agua para la ganadería y el 14% para riego agrícola, teniendo como fuentes de abastecimiento principal, 79%, los pozos familiares, el 14% se abastece directamente del río y un 7% se abastece de otras fuentes, entre ellas el sistema de agua potable urbano.

Figura # 7



Fuente: elaboración propia basada en encuestas

Figura # 8



Disposición a Aceptar Compensación (DAC)

La voluntad revelada de los productores a participar en los PSA, 93%, determina una condición positiva para la implementación de una acción local de PSA, donde se aplique la combinación de tres opciones tecnológicas; cambio de cultivos y no quema, establecer obras físicas y biológicas de MSSA y evitar la contaminación de las fuentes de agua.

La DACha, de \$25.00 expresada por los productores, es inferior al precio de la renta anual de una hectárea en la localidad, que es de \$ 28.40, esta diferencia es razonable por la interpretación que tiene el productor del beneficio que obtendrá con una acción de PSA, que será superior al que le proporciona la renta anual de esa misma hectárea de tierra, en los \$25.00 están estimados solamente los costos de oportunidad y los costos de las transformaciones tecnológicas a introducir.

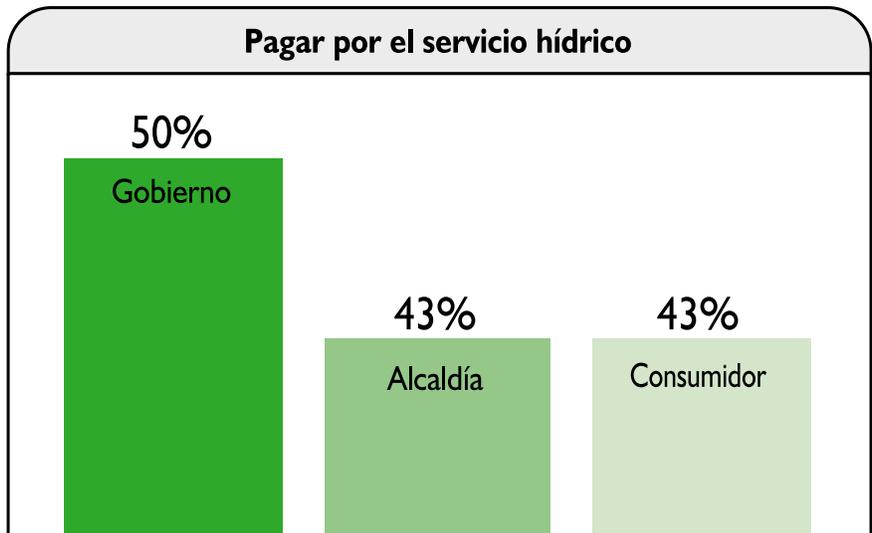
La opinión revelada de los productores de que se les pague en efectivo y en una sola cuota al año, contrasta con la DAC de los consumidores, ya que solamente el 20% de los consumidores expuso posibilidad de pago en efectivo, esta situación significa la mayor debilidad en la implementación de una acción local de PSA.

La opinión del 50% de los productores favorable a que la Alcaldía Municipal administre los fondos de PSA, refleja que estos tienen mayor confianza en la alcaldía que los consumidores ya que de estos últimos solamente el 30% opinó que debe ser la alcaldía la que administre los fondos de PSA.

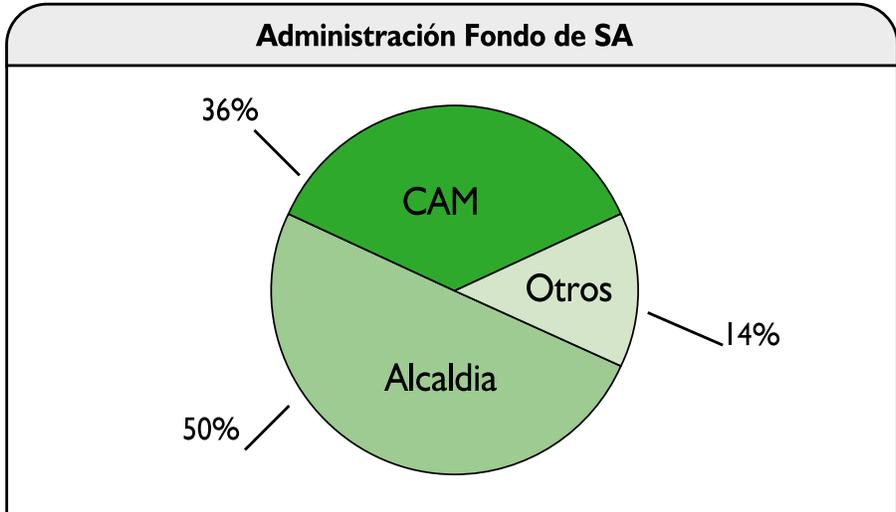
Tabla # 15

DAC por el Servio hídrico			
Disposicional PSA	Recibir pago por S. Hídrico	Participar con tres opciones	DACha (\$)
93%	93%	71%	25.00

Fuente: elaboración propia basada en encuestas

Figura # 9

Fuente: elaboración propia basada en encuestas

Figura # 10

Los productores en su mayoría perciben que el gobierno y la alcaldía, 50 y 43 % respectivamente, son los que deben pagar por el servicio ambiental hídrico, solamente una minoría 43%, considera que deben ser los consumidores quienes deben pagar por ese servicio ambiental, esto puede ser el reflejo de la tradición en la protección de los recursos naturales, que en su mayoría han sido impulsados por programas del gobierno o de la cooperación.

Determinación del valor del agua a partir de la demanda y de la oferta hídrica

Beneficio anual de los consumidores con la acción de PSA = Bc

El Bc es el ahorro que obtendrán los consumidores con la implementación del proyecto de PSA, ya que la puesta en práctica del PTT pretende eliminar la escasez de agua actualmente, en consecuencia, los consumidores ya no incurrirán en gastos por acarreo y compra de agua. Es la comparación entre el gasto actual por adquisición de agua en las semanas de escasez y la disposición a pagar DAP, para introducir cambios que incrementen la cantidad y la calidad de agua necesaria. Este valor se encontró restándole al gasto anual por adquirir agua tanto en acarreo como por compra Ga, el valor de la DAP total anual, DAPto. Este cálculo es tomando en cuenta que actualmente los consumidores no pagan por el Servicio ambiental hídrico, solamente por la distribución del agua.

Formula # 1

$$\begin{aligned} Bc &= Ga - DAPt & Bc &\Rightarrow 31,856.22 - 4,320.00 \\ Bc &= \$ 27,536.22/\text{año} \end{aligned}$$

DAP anual por unidad de hectárea = DAPha

Para poder comparar la DAP versus DAC, se estimaron los valores por unidad de hectárea referida al área de recarga hídrica. Estos valores se obtiene dividiendo la DAPt entre la cantidad de hectáreas de la zona de recarga hídrica de la microcuenca o Área de intervención de los PSA, Apsa que es igual a 73 ha.

Formula # 2

$$\begin{aligned} DAPha &= DAPt/Apsa & \Rightarrow DAPha &= 4,320.00/73 \\ DAPha &= \$ 59.18/\text{año} \end{aligned}$$

Ahorro total anual de los consumidores = Stc

Con la descentralización de la distribución del agua de parte de ENACAL a la alcaldía y esta al comité de agua, se establecieron tarifas locales diferentes a las cobradas por ENACAL, generando estas diferencia un ahorro a las familias Sf, originándose un ahorro total de los consumidores Stc, ese ahorro total de los consumidores se estimó, sumándole al Beneficio de los consumidores Bc, el ahorro que obtienen con la tarifa establecida localmente Sf, en comparación con la tarifa nacional de ENACAL

Valor del metro cúbico de agua valorado desde la demanda = Vm^3d

Formula # 3

$$\begin{aligned} Stc &= Bc + Sf \Rightarrow Stc = 27,536.22 + 5,445.57 \\ Stc &= \$ 32,981.79/\text{año} \end{aligned}$$

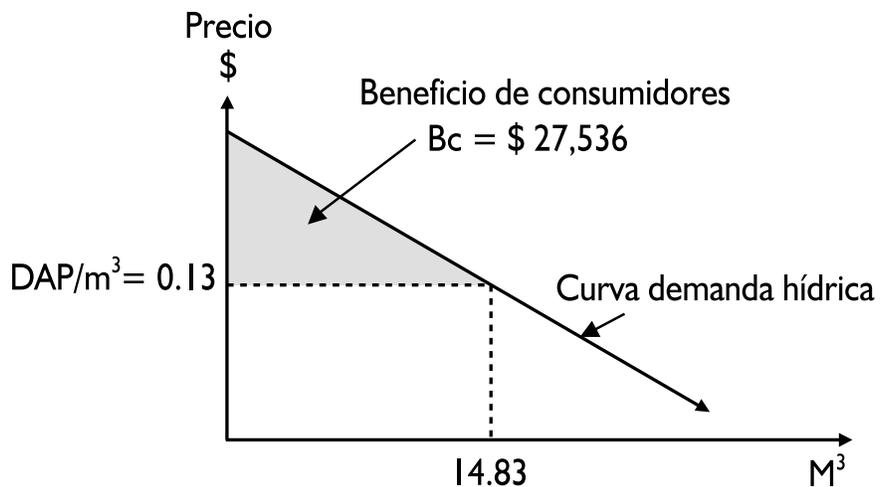
El valor que los consumidores le asignan a cada metro cúbico de agua Vm^3 , producido por la microcuenca, se encontró dividiendo la $DAPto$ entre la cantidad de metros cúbicos consumidos por las 180 familias durante un año, la que identificamos como la demanda hídrica anual familiar $Dm^3fa = 31,968.00$

Formula # 4

$$\begin{aligned} Vm^3d &= DAPto / Dm^3fa \Rightarrow Vm^3d = 4,320.00 / 31,968 \\ Vm^3d &= \$ 0.13 \end{aligned}$$

La figura # 11: Indica que ante una demanda hídrica de $14.83 M^3$ por familia/mes, estas familias están dispuestas a pagar en promedio 0.13 de dólar por M^3 consumido, siendo este el precio o valor de demanda del M^3 hídrico, o DAP/m^3 . El área gris significa el ahorro que obtendrán los consumidores con los PSA; cantidad que dejarán de gastar por compra y acarreo de agua, al eliminarse las 17.3 semanas de escasez al año.

Figura # 11



La $DACta$ ó beneficio total de los productores, es el producto de la $DACHa$ multiplicada por el área física de la recarga hídrica de la microcuenca o área de intervención de los PSA Apsa,

DAC total anual ó beneficio total de los productores = $DACto$

Formula # 5

$$\begin{aligned} DACta &= DACHa * Apsa \Rightarrow DACta = \$25.00 * 73 \\ DACta &= \$ 1,825.00/\text{año} \end{aligned}$$

Valor del metro cúbico de agua valorado desde la oferta del servicio hídrico = Vm^3of

El valor de oferta del M3 de agua o valor que los productores le asignan a cada M3 de agua que se capta en la microcuenca y es consumido por los pobladores, se encontró dividiendo la DACto, entre la demanda familiar anual Dm^3fa

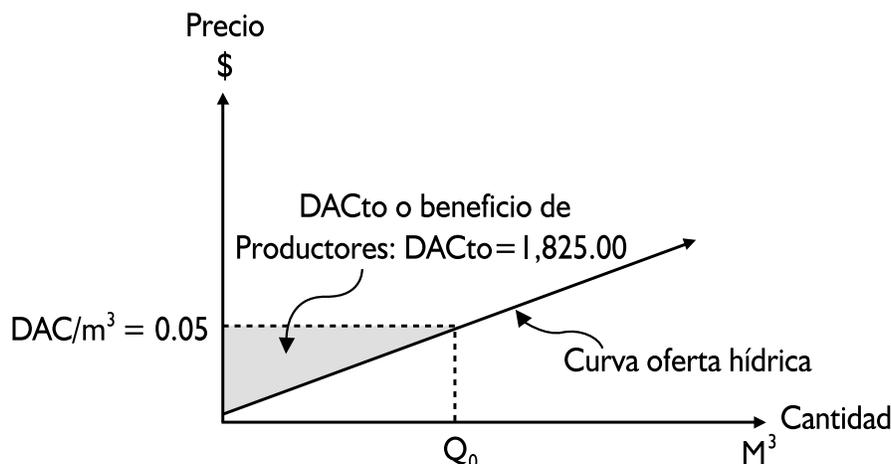
Formula # 6

$$Vm^3of = DACto/Dm^3fa \Rightarrow Vm^3of = 1,825.00/31,968.00$$

$$Vm^3of = \$ 0.057$$

Figura # 12

En la figura # 12: Se expresa que ante una oferta hídrica Q_0 , en este caso la oferta hídrica local, los productores están dispuestos a ofertar cada metro cúbico a un precio promedio de 0.057 de dólar DAC/m³, siendo este el precio o valor de oferta del M³ hídrico.



Como podremos ver, el valor del metro cúbico del agua al analizarlo desde la demanda, $Vm^3d = \$ 0.135$, es muy superior al valor de ese mismo metro cúbico cuando lo analizamos desde la oferta, $Vm^3of = 0.057$, esto se explica por una razón microeconómica sencilla; cuando un bien es relativamente escaso, el consumidor tiende a darle un alto valor mientras dura la escasez, en la medida que este bien va siendo menos escaso, ese consumidor tiende a aminorar su valor, esto lo explica la ley de la satisfacción decreciente de las necesidades; aplicando al agua esta ley, la podemos explicar de la siguiente manera: para un sediento el primer vaso con agua que le ofrecen tiene un alto valor, pero no así el segundo vaso con agua ofrecido, y así sucesivamente van perdiendo valor los restantes vasos con agua ofrecidos, hasta llegar a ser capaz de valorar negativamente el vaso adicional con agua.

Encontrar estas diferencias en el valor del M³ del agua, fueron la principal razón de hacer la valoración desde la demanda DAP, y desde la oferta DAC, ya que proporciona argumentos para la negociación entre oferentes y demandantes, e información muy útil para la toma de decisiones.

Los reguladores de las tarifas del agua ambientalmente ajustada, deben tomar muy en cuenta la citada ley de la satisfacción decreciente de las necesidades, ya que ajustar la tarifa del agua tomando como punto máximo el valor que los consumidores actualmente le asignan, o valor de demanda, puede ser contraproducente, sabiendo que ese no será el mismo valor que le asignarán al disminuir la escasez de ese bien, lo que podría generar posteriores conflictos.

Identificando el valor del M³ de agua ambientalmente ajustado Vm³a; entendiéndolo por ambientalmente ajustado la sumatoria del valor ambiental de ese M³, más los costos por distribuirlo hasta los hogares Cdm³. Como resultado tenemos un valor de demanda, del metro cúbico del agua, Vm³ad, o valor que le asignan los consumidores, y un valor de oferta de ese mismo metro cúbico de agua Vm³aof, o valor que se asignan los productores.

Formula # 7

$$\mathbf{Vm^3ad} = Vm^3d + Cdm^3 \Rightarrow Vm^3ad = 0.135 + 0.135$$

$$Vm^3ad = \$ 0.27$$

Formula # 8

$$\mathbf{Vm^3aof} = Vm^3of + Cdm^3 \Rightarrow Vm^3aof = 0.057 + 0.135$$

$$Vm^3aof = \$ 0.192$$

Si los consumidores pagan \$ 0.192 de dólar por M³, que se compone del 70% por costo de distribución y 30% por el servicio ambiental hídrico, significa una tarifa mensual ajustada de \$ 2.85 dólares por el consumo de 14.83 M³, con este 30% por servicio ambiental, los consumidores estarían respondiendo a la DAC de los productores, o sea, pagando el precio al que los productores están dispuestos a ofertar cada M³ de agua o valor de oferta del M³ de agua.

Evaluación económica del Plan de Transformación Tecnológica (PTT), de la microcuenca Paso los Caballos.

Los propósitos de evaluar económicamente el Plan de Transformación Tecnológica PTT, a ejecutarse en la zona de recarga hídrica de la microcuenca paso de los caballos, responde a la decisión de poner en práctica en la localidad un proyecto de PSA hídrico, con esta evaluación se pretende confirmar la factibilidad financiera y la contribución del PTT a la economía local y al mantenimiento y/o incremento de la oferta hídrica, tanto para el consumo familiar como para insumo productivo. Comparando la rentabilidad ante las alternativas, de que en la zona de recarga hídrica los productores sigan produciendo sin ninguna transformación o que ejecuten un PTT.

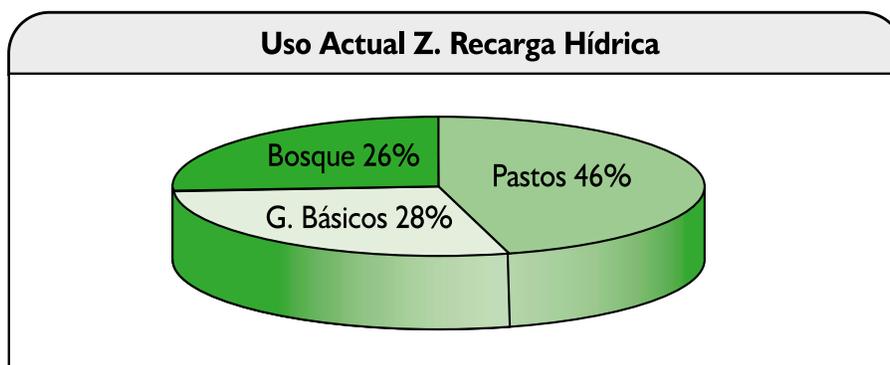
La evaluación económica está referida a la zona de recarga hídrica de la microcuenca paso de los caballos, donde se propone la ejecución del PTT que cuenta con un área de 73 ha, dividida en 5 fincas con igual número de productores.

Tabla # 16

Uso agronómico actual de zona de recarga hídrica de la MC "paso de los caballos" (ha)				
Productor	Pastos	G. Básicos	Bosque	Total (ha)
Héctor Molina Cañada	21.06	4.91	5.62	31.61
Gil Antonio Aplícano	6.32	0	0	6.32
Miguel Vílchez	1.75	6.32	0.35	8.43
Bernarda Gradis Vílchez	1.4	3.51	0.702	5.62
Julio Izaguire / Saúl Izaguire	4.21	3.51	13.3	21.02
Total Z recarga hídrica	34.75	18.25	20	73

Fuente: elaboración propia basada en entrevista con productores

Figura # 13



Como podemos ver, actualmente la zona de recarga hídrica solamente el 26% de cobertura vegetal, el restante 74% del área se explota con pastoreo extensivo, 46%, y granos básicos, 28%, la agricultura de granos básicos se practica con mínimas o ninguna CSA.

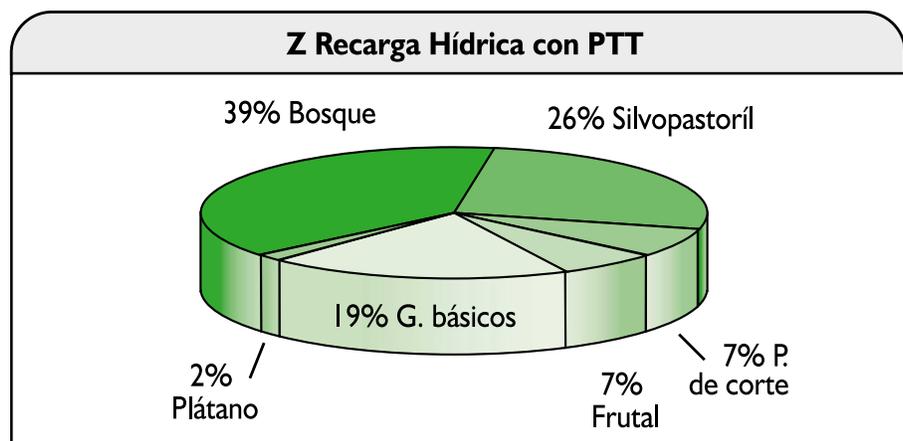
Se propone un PTT para el aprovechamiento agronómico sostenible de esta zona, que maximice las utilidades económicas de los productores y contribuya a la función hidrológica de la microcuenca. Se pretende que el PTT incremente, en un periodo máximo de 10 años, la cobertura vegetal hasta en un 72%; distribuido de la siguiente manera: bosque 42%, sistemas silvopastoril, 26%, frutales 4% y en el restante 28% combinar la agricultura de granos básicos 19%, con la adopción de técnicas de CSA (no quema, barreras muertas, barreras vivas y abonos verdes), un 7%, dedicada al pasto de corte y un 2% de plátano, ver tabla # 17 y figura # 14

Tabla # 17

Uso agronómico proyectado PTT para la zona de recarga hídrica (ha)							
Productor	Bosques	Silvo pastoril	Frutales	Pasto de corte	G. Básicos	Plátano	Total (ha)
Héctor Molina Cañada	10.53	14.04	1.4	1.4	2.81	1.4	31.58
Gil Antonio Aplíciano	4.91			1.4			6.31
Miguel Vílchez	1.05	2.46		0.702	4.21		8.42
Bernarda Gradis Vílchez	2.81		0.702		2.12		5.63
Julio Izaguirre/ Saúl Izaguirre	9.13	2.81	2.81	1.4	4.91		21.06
Total Z recarga hídrica	28.43	19.30	4.91	4.91	14.04	1.4	73

Fuente: elaboración propia basada en decisión de los productores

Figura # 14

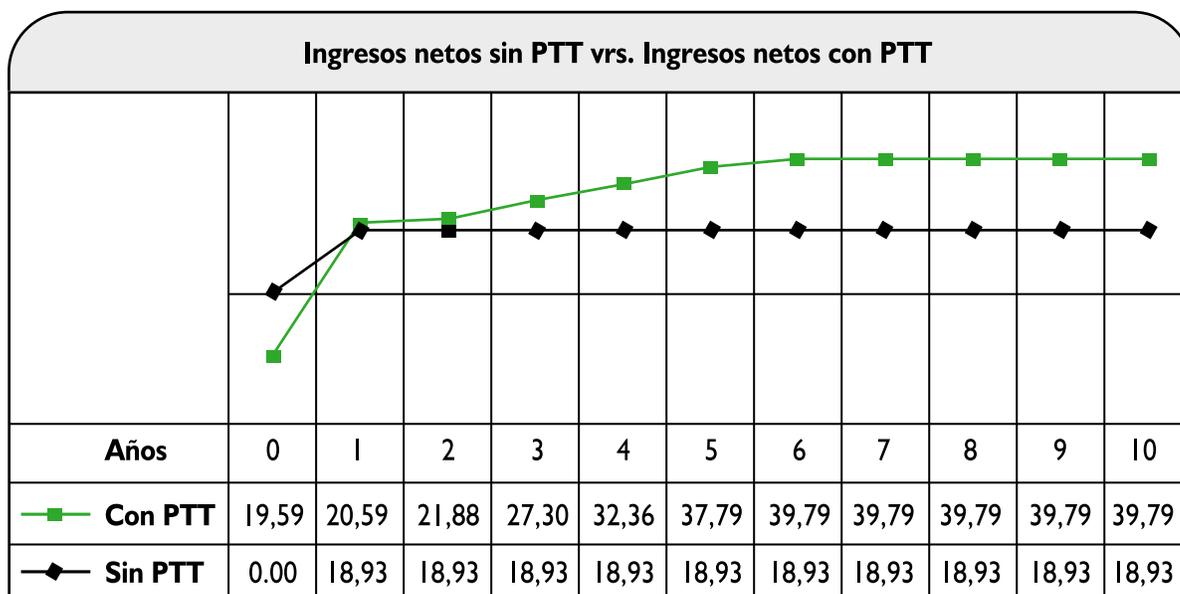


Evaluando financieramente el PTT a un horizonte de 10 años y a una tasa de descuento del 12% anual, nos muestra indicadores de VAN, TIR y de relación Beneficio costos muy positivos para los productores, aun cuando solamente se estiman los ingresos por rendimientos productivos, no agregando aun los ingresos por servicios hídricos, ver tabla # 18 y Figura # 15.

Tabla # 18

Evaluación Financiera		
Indicador	Sin PTT	Con PTT
VAN	107,006.00	159,096.57
TIR	0	118%
R-B/C	2.6	2.75

Figura # 15



Fuente: elaboración propia basada en costos e ingresos calculados

Estimación del Costo de Oportunidad y Costo-Beneficio

Para la confirmación de los indicadores anteriores, se evaluaron los resultados del PTT aplicando la metodología de Costo-Beneficio combinándolo con el costo de oportunidad de los dos escenarios, revelándose los resultados presentados a continuación.

Esta metodología se aplica bajo el precepto que cuando un productor decide realizar actividades agropecuarias nuevas, buscará reemplazar aquellas actividades que tienen altos costo de oportunidades o cuyos ingresos son bajos relativamente frente a la nueva propuesta¹⁰.

- **St** = Alternativa Sin transformación tecnológica
- **Ct** = Alternativa Con transformación tecnológica, ejecución del PTT
- **I** = Ingresos
- **E** = Costos

Figura # 19

Ingresos y egresos de las actividades alternativas (US \$)		
Parámetros	Alternativa St	Alternativas Ct
I = VAN Ingresos (Beneficios)	173,173	313,105
E = VAN Egresos (Costos)	66,167	107,109
VAN Anualizado	107,006.00	159,096.57

Adaptación de Guzmán C. Wagner

Análisis Costo-Beneficio

Al realizar la alternativa St, sus beneficios son:

Fórmula # 9

$$\mathbf{BSt} = \mathbf{ISt} + \mathbf{ECt} \Rightarrow 173,173 + 107,109 \Rightarrow \mathbf{BSt} = \$ 280,283$$

y sus costos: $\mathbf{CSt} = \mathbf{Est} + \mathbf{BCt} \Rightarrow 66,167 + 313,105$
 $\Rightarrow \mathbf{CSt} = \$ 379,272$

\Rightarrow los costos son mayores a los beneficios $\mathbf{CSt} > \mathbf{BSt}$ lo que da el criterio de decisión que la alternativa St no es la mas adecuada a ejecutar.

¹⁰ Wagner Guzmán Castillo, revista agroforestería en las Américas Vol. 7, año 2000.

Evaluando la alternativa Ct, sus beneficios son:

Fórmula # 10

$$B_{Ct} = I_{Ct} + E_{St} \text{ } \text{p} \text{ } 313,105 + 66,167 \text{ } \text{p} \text{ } B_{Ct} = \$ 379,272$$

y sus costos:

Fórmula # 11

$$C_{St} = E_{Ct} + B_{St} \text{ } \text{p} \text{ } 107,109 + 173,173 \text{ } \text{p} \text{ } C_{St} = \$ 280,283$$

en este caso los Beneficios son mayores a los costos $B_{St} > C_{St}$ confirmando que esta es la alternativa mas adecuada a ejecutar

Las alternativas muestran una relación directa, ya que el no incurrir en los costos de una actividad, significa obtener beneficios de la actividad alternativa, los costos no incurridos o costos evitados, financieramente son estimados como beneficios

Tabla # 20

Indicadores de evaluación de las alternativas agronómicas de la zona de recarga hídrica de la microcuenca paso los caballos			
Evaluación	Beneficios y costos	Decisión	Costo de oportunidad (B _{St} - C _{St})
Alternativa St	$B_{St} = 173,173 + 107,109 = 280,283$ $C_{St} = 66,167 + 313,105 = 379,272$	$C_{St} > B_{St}$	$280,283 - 379,272 = -98,989$
Alternativa Ct	$B_{Ct} = 313,105 + 66,167 = 379,272$ $C_{St} = 107,109 + 173,173 = 280,283$	$B_{St} > C_{St}$	$379,272 - 280,283 = 98,989$

Adaptación de Guzmán C. Wagner

Cuando se realiza evaluación de alternativas mutuamente excluyentes, como en este caso, la teoría económica recomienda efectuar la actividad que ofrece el mayor Valor Actual Neto (VAN), bajo este principio, los resultados arriba indicados confirman este criterio de decisión

Balance hídrico de la microcuenca "Paso los Caballos"

La realización del balance hídrico nos permite conocer la capacidad productiva hídrica de la microcuenca, comparada con el consumo hídrico familiar y productivo, que admita proyectar el uso eficiente de los acuíferos.

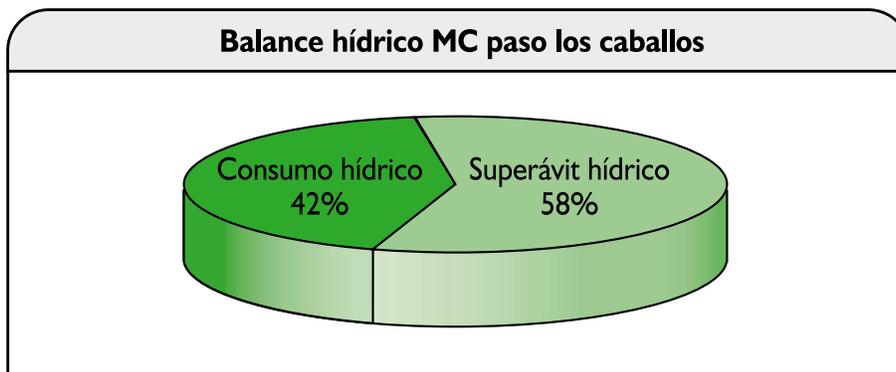
Para este balance se tomó la media de precipitación local indicada de 1,000 mm año¹¹, y se hizo uso de los datos productivos indicados en el diagnóstico biofísico.

Tabla # 21

Captación hídrica de la microcuenca	Distribución hídrica
Precipitación anual: 1,000 mm = 1 m/año Área de la microcuenca: 742.72 Ha = 7,427,200 m ² Captación hídrica total año = 7,427,200 m ² * 1 m = 7,427,200 m ³	Escorrentías = 30% de captación: 2,228,160 m ³ Evapotranspiración = 30% de captación: 2,228,160 m ³ Infiltración hídrica al subsuelo = 40% de captación: 2,970,880 m ³ /año
Consumo hídrico doméstico	Consumo hídrico productivo
Consumo promedio anual por familia = 177.96 m ³ Familias casco urbano = 180 Familias rurales en la microcuenca = 40 Total consumo hídrico doméstico: 39,151.2 m ³ /año	<ul style="list-style-type: none"> • Área cultivada: 150.48 ha = 1,504,800 m² • Agua captada por los cultivos al año = 40% del agua infiltrada = 1,188.352 m³ • Número de cabezas de ganado = 1,355 unidades • Consumo promedio al día por unidad de ganado = 0.02 m³ • Total consumo por el ganado = 9,891.5 m³/año • Total consumo productivo = 1,198,243.5 m³/año
Balance hídrico de la microcuenca	
Agua infiltrada = 2,970,880.00 m ³ /año Demanda hídrica total: Consumo domestico más consumo productivo = 1,237,394.7 m ³ /año Superávit hídrico de la microcuenca 1,733,465.30 m ³ /año	

¹¹ Rodríguez R, 2002, Diagnóstico Biofísico microcuenca "Paso los Caballos".

Figura # 16



El balance hídrico de la microcuenca muestra un superávit superior al millón y medio de M3 de agua al año, este resultado nos insinúa que la problemática local del agua es posible que no sea por existencia hídrica, sino por el uso adecuado de los mantos acuíferos, probablemente existen acuíferos no utilizados eficientemente, ver tabla # 21 y figura # 16

Conclusiones de la valoración y evaluación económica

Con la valoración económica del servicio ambiental hídrico proveído por la microcuenca Paso Los Caballos, se ha podido identificar el excedente de los consumidores y de los productores, y en consecuencia, el espacio económico para la negociación entre oferentes y demandantes de este servicio ambiental, con esta identificación se pone a la disposición de los actores, los criterios necesarios para la gestión y la toma de decisiones en el manejo y preservación del servicio ambiental hídrico y demás servicios ambientales que se deriven de un manejo tecnológico que preserve los recursos suelo y agua de esta microcuenca.

En el caso de los consumidores en su conjunto, el excedente del consumidor es el área situada entre la curva de demanda hídrica y el precio de oferta del M3, DAC/M3, indicada con la línea intermitente azul de figura # 17. El excedente del consumidor mide el beneficio neto de los consumidores, de esta manera podemos identificar la ganancia que experimentan los consumidores como consecuencia de la intervención de la acción de PSA.

El excedente de los productores en su conjunto, es el área situada entre la línea intermitente azul DAC/M3, y la curva de oferta hídrica, este espacio mide solamente el excedente por el servicio ambiental hídrico, hay que tomar en cuenta que un sistema de PSA también proporciona otros servicios ambientales no valorados en este estudio.

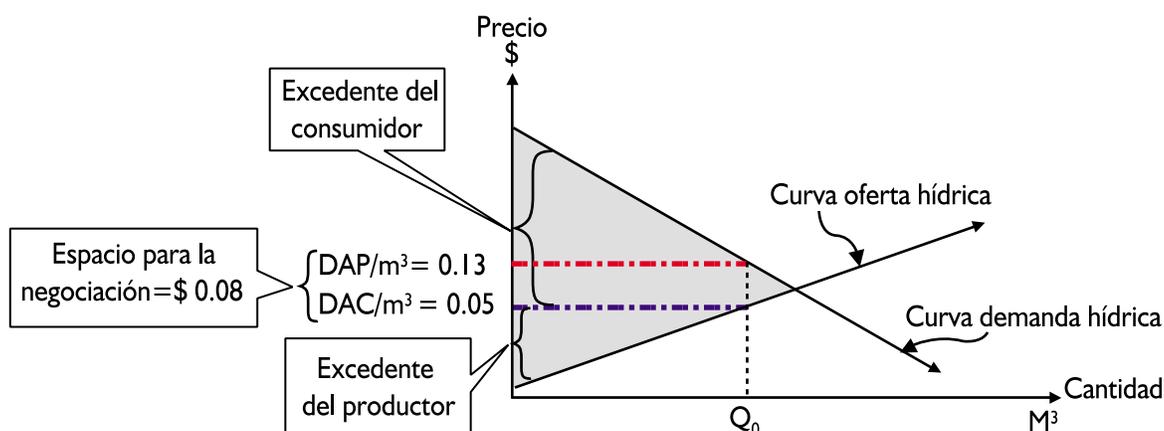
Figura # 17: Excedente del productor y del consumidor

Figura # 17: Excedente del productor y del consumidor. El precio de demanda del M^3 de agua producido en la microcuenca DAP/m^3 , se establece en \$0.13 centavos de dólar, y el precio de oferta de ese mismo M^3 de agua DAC/m^3 , se estableció en \$0.05 centavos de dólar, en la figura no se refleja un precio de equilibrio por no existir un precio de mercado por el M^3 de agua producido en la microcuenca, este precio de equilibrio se establecerá a través de la negociación entre los oferentes y demandantes del servicio ambiental hídrico. El excedente del consumidor, en este caso, es mayor que el excedente del productor ya que en esta figura no se estiman los otros beneficios generados por el sistema, como es el incremento económico por la eficiencia productiva y la posible comercialización de otros servicios ambientales.

Un sistema productivo con PTT muestra un rendimiento financiero superior en un 55% a los rendimientos productivos de una situación sin PTT, ($I_f = VAN_{con} - VAN_{sin} = \$52,090.57$), sin embargo, la ejecución del PTT demanda una inversión inicial en el año cero de \$ 19.590.47 y el pago anual por el servicio hídrico o DAC_{ta} , asciende a \$ 1,825.00 esto muestra que para la ejecución de una acción de PSA será necesario una fuente de financiamiento externa. No se puede esperar que la DAC_{ta} financie la transformación tecnológica del sistema productivo.

Un punto susceptible de una acción de PSA a implementarse en el municipio de San Pedro de Potrero Grande, significa el nivel de pobreza extrema de los pobladores, expresado en su limitada capacidad financiera, aunque los consumidores muestran una alta DAP 98%, solamente el 20% expresa

capacidad de pago en efectivo, tomando en cuenta que los productores esperan un pago en efectivo para las transformaciones tecnológicas de CSA.

Al sumar el incremento financiero anual obtenido por los productores con la ejecución del PTT $I_f/10$, y los beneficios obtenidos por el pago por el servicio hídrico $B_p = DACta$, obtenemos el beneficio total que percibirán los productores B_{tp} , con la implementación de la acción de PSA, ver figura # 18.

Fórmula # 12

$$B_{tp} = I_f/10 + B_p \Rightarrow B_{tp} = 52,090.57/10 + 1,825.00$$

$$B_{tp} \$ 7,034.06$$

Figura # 18: Beneficio total anual de los productores

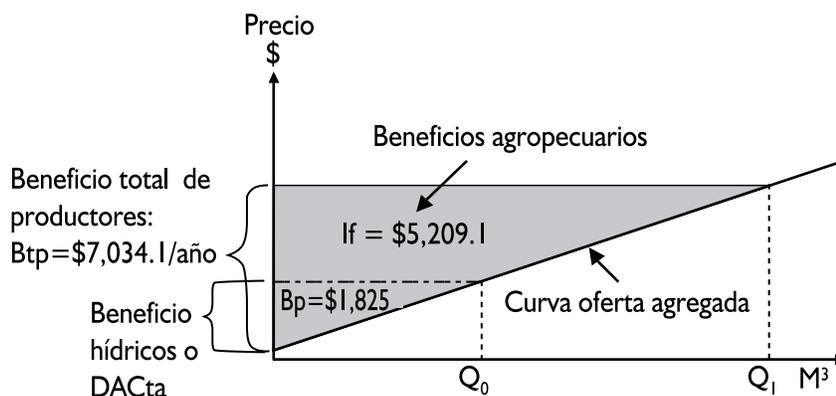


Figura # 18 **Beneficio total anual de los productores.** Como podrá verse, el beneficio total anual que obtienen los productores en un sistema de PSA, es aportado por la maximización de la eficiencia del sistema ageoeconómico de las fincas de la zona de recarga hídrica de la microcuenca. La curva de oferta agregada es la canasta de productos que las fincas estarán en capacidad de ofertar al mercado. En este caso, Q^1 significa la cantidad agregada de productos ofertados por las fincas, de los cuales un producto es el servicio ambiental hídrico Q^0 , el cual aporta el 26% de los beneficios económicos anuales, el otro 74% es aportados por los productos agropecuarios generados por las fincas

El beneficio total anual que obtienen los productores con la acción de PSA Btp, sumado con el beneficio de los consumidores con la misma acción de PSA Bc, nos revela el beneficio económico local Bel, que aporta la acción de PSA en su horizonte de vida; o sea la contribución obtenida por el municipio en su conjunto con la acción de PSA, esto sin estimar otros posibles beneficios económicos que se captarían, al transar comercialmente otros servicios ambientales generados con esta acción (biocarbono, biodiversidad etc).

Fórmula # 13

$$\begin{aligned} \mathbf{Bel} &= \mathbf{Btp+Bc} \quad \Rightarrow \mathbf{Bel= 7,034.06 + 27,536.22} \\ \mathbf{Bel} &= \mathbf{\$34,570.28} \end{aligned}$$

Como podrá verse son los consumidores de agua los que contabilizan mayor beneficio económico con una acción local de PSA, pero hay que tomar en cuenta que entre ellos se encuentran el 50% de los productores de la microcuenca. Por lo tanto, el Municipio en su conjunto obtiene un gran logro económico con la implementación de la acción de PSA.

En su conjunto tanto la valoración como la evaluación económica de esta acción, confirman la rentabilidad y eficiencia de la implementación de un sistema local de PSA en el municipio de San Pedro de Potrero Grande del departamento de Chinandega, Nicaragua.

Mecanismo de cobro y de pago de los PSA

Respecto al mecanismo de cobro por el servicio hídrico, en su mayoría los consumidores manifiestan que se realice por un recibo especial, esto implicaría un incremento en la tarifa hídrica por los costos administrativos que se incurrirían con la implementación de un recibo particular, hace falta una discusión mas detenida para la implementación de un mecanismo de cobro eficiente y económicamente viable, que incremente en lo mínimo posible la tarifa hídrica estimada.

Con respecto al pago por el servicio ambiental, los productores manifiestan la disposición de una cuota anual, esto es necesario analizarlo a la luz de las negociaciones, por las implicancias de las obras a realizarse que no serán de una sola vez al año, lo que requerirá de un mecanismo de verificación y confirmación de su calidad y cantidad para efectuar los pagos.

Modelo local para el funcionamiento de los PSA

Adecuando el modelo básico de los PSA a las características propias del municipio y al involucramiento de los actores locales, con la creación del consorcio del agua como instancia ejecutiva de los PSA, para administrar la distribución del agua y la responsabilidad del manejo del fondo ambiental. Se diseñó el modelo local de los PSA (figura # 19); se interrelacionan en el ecosistema de la microcuenca Pasos los Caballos, los pilares fundamentales del sistema como son los consumidores a la derecha y los productores en el extremo izquierdo, en el centro los reguladores e instancias de apoyo y certificación de las relaciones contractuales entre consumidores y productores del servicio ambiental, el extremo inferior como instancia principal de decisión la Comisión Ambiental Municipal (CAM).

Figura # 19: Modelo de PSA del Municipio de San Pedro de Potrero Grande

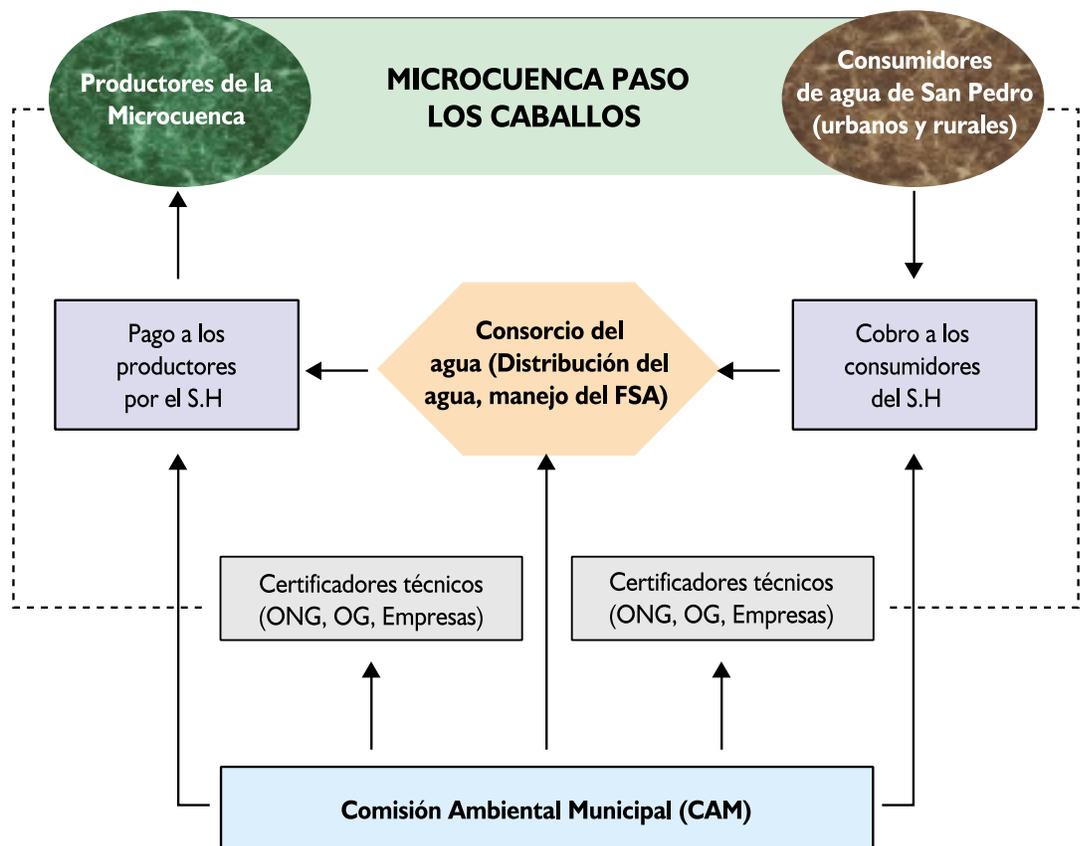


Figura 19. En el modelo de los PSA presentado, los productores reciben un pago por el servicio ambiental hídrico suministrado, a los consumidores se les cobra por el servicio hídrico recibido; los fondos que se originan por este cobro a los consumidores son administrados por el consorcio del agua, quien también administra la distribución del agua; la comisión ambiental a través de certificadoras locales o externas, que pueden ser empresas de servicios técnicos o instituciones gubernamentales o no gubernamentales, confirma la prestación del servicio hídrico y sus calidades para autorizar al consorcio el cobro y pago del SA.

Confirmación de hipótesis

La primera hipótesis se confirma bajo los siguientes indicadores: La presentación del PTT y la decisión de la alcaldía de encomendar el sistema de distribución a un comité de pobladores, ha motivado que el 98% de los consumidores de agua proveniente de la microcuenca "paso los caballos", manifiesten su disposición a pagar por el servicio ambiental hidrológico, que permita realizar obras de conservación en esta microcuenca que incremente la calidad y la cantidad de agua a la disposición de la población. Este criterio se confirma con la confianza revelada por los consumidores en el comité de agua, ya que el 60% expresa que los fondos ambientales deben ser administrados por este comité.

La segunda hipótesis también es confirmada con la voluntad revelada del 93% del total de productores de la microcuenca, que expresaron disposición a participar en los PSA, aplicando la combinación de tres opciones tecnológicas. Agregado a esto, el total de productores propietarios de las fincas de la zona de recarga hídrica de la microcuenca, se integraron a la elaboración y decisión del PTT aportando criterios muy valiosos.

La tercera hipótesis se confirma parcialmente, ya que aunque el 98% de los consumidores expresa disposición a pagar por el servicio ambiental hídrico, solamente el 20% de estos tienen disposición a pagar en efectivo, generándose un flujo financiero de apenas \$ 864.00 dólares al año, contra una inversión inicial necesaria para las transformaciones tecnológicas de \$ 19,590.00 dólares. Esto confirma que un sistema de PSAH local, debe basar sus sostenibilidad financiera en la maximización económica de los sistemas agroproductivos de las microcuencas, donde el flujo financiero aportado por los PSAH sea un complemento económico para los productores.

Siglas usadas

- Bc:** Beneficio anual de los consumidores
- BCt:** Beneficios con transformación
- Bel:** Beneficio económico local
- BSt:** Beneficios sin transformación
- Btp:** Beneficio Total de los productores
- CAL:** Comité de Agua Local
- CAM:** Comisión Ambiental Municipal
- Cdm³:** Cantidad Demandada en Metros Cúbicos
- Cdm³:** Costo por la distribución de un metro cúbico de agua hasta los hogares
- COSUDE:** Agencia Suiza Para el Desarrollo y la Cooperación
- CSA:** Conservación de Suelo y Agua
- CSt:** Costos Sin transformación
- Ct:** Alternativa Con transformación tecnológica, ejecución del PTT
- DAC:** Disposición a Aceptar Compensación
- DAC_{ha}:** Disposición a Aceptar Compensación por hectárea
- DAC_u:** Disposición a Aceptar Compensación por unidad de hectárea
- DAC_t:** Disposición a Aceptar Compensación total
- DAP:** Disposición A Pagar
- DAP_{ef}:** Disposición A Pagar en efectivo
- DAP_{mo}:** Disposición A Pagar en mano de obra
- DAP_{to}:** Disposición A pagar total
- Dm³_{fa}:** Demanda de metros cúbicos familiar
- E:** Costos
- ECt:** Egresos con transformación

ENACAL: Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillada

ES: Egresos sin transformación

ES: Egresos sin transformación

FSA: Fondo de Servicio Ambiental

Ga: Gasto anual por adquirir agua

Ha: Hectárea

I: Ingresos

IBI: Impuesto de Bienes y Muebles

ICt: Ingresos con transformación

If: Rendimiento financiero

INEC: Instituto de Estadística y Censo

IS: Ingresos sin transformación

M³: Metro cúbico

MAG-FOR: Ministerio Agropecuario y Forestal

MC: Microcuenca

MCV: Metodo del Costo de Viaje

MSSA: Manejo Sostenible de Suelo y Agua

Mz: Manzanas

ONG: Organismos No Gubernamentales

PSA: Pagos por Servicios Ambientales

PSAH: Pagos por Servicios Ambientales Hídricos

RB-C: Relación Beneficio Costo

RRNN: Recursos Naturales

SAH: Servicios Ambientales Hídricos

Sf: Ahorro de las familias

St: Alternativa Sin transformación tecnológica

Stc: Ahorro Total anual de los consumidores

TIR: Tasa Interna de Retorno

UCA: Universidad Centro Americana

VAN: Valor Actual Neto

VC: Valoración Contingente

Vm³: Valor del metro cúbico

Vm³a: Valor del metro cúbico de agua ambientalmente ajustado

Vm³ad: Valor de demanda del metro cúbico de agua ambientalmente ajustado

Vm³aof: valor de oferta del metro cúbico de agua ambientalmente ajustado

Vm³d: Valor del metro cúbico de agua valorado desde la demanda

Vm³of: Valor del metro cúbico de agua valorado desde la oferta

VPN: Valor Presente Neto

Bibliografía

Aburto E., 2003, *Sostenibilidad de los Pagos por Servicios ambientales, ponencia presentada al Taller internacional de Pagos Por servicios Ambientales*, Guadalajara México.

Alvar M. 1994, *Diccionario general ilustrado, Lengua Española*, Barcelona, España.

Azquera D., Ferreiro A., 1994. *Análisis económico y gestión de recurso económicos*, Bogota Colombia.

Barzev R., 1999, *Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales*, Managua, Nicaragua.

Barzev R., 2000, *Estudio de Valoración Económica del Servicio ambiental del Bosque el Cacao donde nace el río Achupita*, Managua Nicaragua.

Bishop J., 1999, *A Review of Methods and Applications in Developing Countries*, Londres.

Conesa V., 2000, *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, Madrid España.

COSUDE, 1991, *Viabilidad de proyectos de desarrollo, cuadernos temáticos*, Noviembre.

Dixon J., Fallon L., Carpenter R., Sherman P., 1994, *Análisis económico de impactos Ambientales*, Turrialba Costa Rica.

Ferreiro A., Azqueta D., Freeman M., García A., Johansson P., 1994, *Evaluación Económica de los Costos y Beneficios de la Mejora Ambiental*, Bogota, Colombia.

Field B. 1996, *Economía y Medio Ambiente, tomo 1*, Bogota, Colombia.

Freeman A., 1994, *The measurement of environmental and resource Values, Resoueces for the futre*, Washington.

Guerra G., Aguilar A., 1995, *Glosario para administradores y economistas agropecuarios*, D.F., México.

Guzmán C. Wagner, 2000, *revista agroforestería en las América*.

Hernández R., Fernández C., Baptista P., 2000, *Metodología de la investigación*, D.F México.

Herrador D., Dimas L., 2001, *Valoración Económica del agua para el área Metropolitana de San Salvador*, El Salvador.

Mäler K., 1992, *Production Function Approach in Developing Countries*, Michigan, USA.

Méndez C. 1999, *Metodología, Guía para elaborar diseños de Investigación en Ciencias Económica, Contables y Administrativas*, Bogota Colombia.

Mitchell R., Carson R., 1989, *The Contingent Valuation Method* Washington DC.

Pérez C., Barzev R., Herlant P., Aburto E., Rojas L., Rodríguez R., 2002, *Pagos por Servicios Ambientales: Conceptos, principios y su realización al nivel municipal*, Managua Nicaragua.

Pindyck R., Rubinfeld D., 1998, *Microeconomía*, Madrid España.

Riera, P., 1994, *Manual de Valoración Contingente*, Madrid España.

Rodríguez R., 2002, *Diagnostico Biofísico de la Microcuenca "Paso los Caballos"*.

Romero C., 1997, *Economía de los Recursos Ambientales y Naturales*, Madrid España.

Saz S., Perez L., Barreiro B., *Revista Valenciana D' Estudios Autonómicos*. Número 23, Valencia España.



Anexos

Anexo 1: Boleta de encuesta desde la demanda

Boleta de investigación desde la demanda del servicio ambiental

Boleta Número: _____

Nombre del entrevistador: _____

Fecha de la entrevista: ____/____/____

Barrio o Comunidad: _____

I. Datos del consumidor

01) Nombre del entrevistado(a): _____

02) Sexo: F _____ M _____

03) Edad en años: 18 a 24 _____, 25 a 31 _____, 32 a 38 _____,
39 a 45 _____, 46 a 52 _____, 53 a + _____

04) Estado civil: Casado(a) _____ Soltero(a) _____

05) # de Personas que viven en su casa: _____

06) Nivel académico: Ninguno _____, Primaria incompleta _____, Primaria completa _____,
Secundaria incompleta _____, Bachiller _____, Técnico _____, Otros _____,
Especifique ese otro _____

07) Actividad económica a la que se dedica: _____

08) Cuantos son sus ingresos promedios al mes?
en C\$: _____ menos de 200 _____, 201 a 500 _____, 501 a 700 _____,
701 a 1,000 _____, 1,000 a 1,500 _____, 1,501 a 2,000 _____, +a 2,001 _____

II Abastecimiento y uso del agua

- 09) **Importancia del agua en su hogar:**
Muy importante _____, Algo importante _____, No tan importante _____
- 10) **¿De dónde se abastece de agua?**
Tubería _____, Pozo _____, Puesto publico _____, Otros _____
detalle ese otro _____
- 11) **Meses de mayor escasez de agua en el año:**
Febrero a Mayo _____, Junio a Agosto _____, Septiembre a Noviembre _____,
Diciembre a Enero _____
- 12) **Usos que le da al agua:**
para consumo _____, lavar _____, cocinar _____, bañarse _____, Aguar ganado _____,
riego _____ Otros _____ Especifique ese otro _____
- 13) **¿Aproximadamente cuantos barriles de agua usa al día?**
 $\frac{1}{2}$ _____, 1 _____, $1\frac{1}{2}$ _____, 2 _____, 2 a + _____
- 14) **¿Ha notado que el agua se haya escaseado en los últimos 5 años?**
Si _____, No _____ (No, pase a pregunta 16)
- 15) **¿Cuáles cree son los motivos de la escasez del agua en los últimos 5 años?**

- 16) **¿Cuántos días a la semana tiene abastecimiento de agua?**
en el Invierno _____, en el Verano _____
- 17) **¿Cuál es la calidad de agua que consume? Buena Regular Mala**
En el Invierno _____
En el Verano _____
- 18) **¿Qué ocasiona que el agua tenga esa calidad?**
En el invierno: _____

En el Verano: _____

- 19) ¿Cuándo hay escasez de agua de donde se abastece?

- 20) ¿Cuándo compra el agua cuanto paga por un barril?
C\$ _____
- 21) ¿Acarrea el agua de algún lugar?:
Si _____ No _____ (No, pase a pregunta 23)
- 22) ¿Cuántas horas gastan al día para el acarreo del agua?
 $\frac{1}{2}$ _____, 1 _____, $1\frac{1}{2}$ _____, 2 _____, 3 _____ + de 3 _____
- 23) Se han enfermados alguna vez por la calidad del agua que consumen? Si _____ No _____
(No, Pase a pregunta 27)
- 24) ¿Qué tipo de enfermedades a padecido por la calidad del agua?

- 25) ¿Cuándo se ha enfermados por el agua, aproximadamente cuanto le a costado curarse?
C\$ _____
- 26) ¿Cuántos días a perdido de trabajar por esa enfermedad?
_____ días

III Disposición a pagar

- 27) ¿Cuántos C\$ paga al mes por el agua que usa?
C\$ _____
- 28) ¿A quién se los paga?

- 29) ¿Tiene actualmente empleo?
Si _____, No _____ desde cuantos meses _____
- 30) ¿Cuántos son sus gastos promedios al mes en C\$?
de 200 a 500 _____, 501 a 800 _____, 801 a 1,000 _____, 1,000 a 1,500 _____,
+a 1,501 _____

- 31) Está dispuesto a contribuir para que se realicen obras de conservación en la microcuenca para que haya agua de mejor calidad y en mayor cantidad: Si _____, No _____
(pasar a pregunta 33),
porqué _____
- 32) De que manera esta dispuesto(a) a contribuir para la realización de las obras de conservación en la microcuenca que mejoren la calidad y la cantidad de agua? En efectivo _____, con mano de obra _____ (pasar a pregunta 34), de otras formas _____ cuales serán esas otras formas y en que cantidad ?

- 33) Con cuantos C\$ esta dispuesto a contribuir mensualmente para la realización de las obras de conservación en la microcuenca? C\$ _____
- 34) Cuantos días al mes esta dispuesto a aportar para ayudar en las obras de conservación en la microcuenca? _____ días
- 35)Cuál cree sea el mejor mecanismo para la recaudación del fondo económico para el pago de las obras de conservación en la microcuenca? Se agregue en la factura de agua _____, una factura especial al mes _____ Otros _____,
Explique ese otro _____

IV Información ambiental

- 36) Sabe que hace la comisión municipal del medio ambiente?
Si ____ No _____

Explique _____

- 37) Para usted cuales son los problemas ambientales mas graves de Sn. Pedro? _____
- 38) Piensa que el proyecto de Pagos por Servicios Ambientales que se quiere implementar en el Municipio ayudará a mejorar la calidad y la cantidad de agua? Si _____ No _____, porque? _____
- 39) ¿Cuál debe ser la función de la alcaldía para la implementación de los PSA? _____

- 40) ¿Cual es su opinión sobre la creación del comité de agua?: es buena idea____, es mala idea____, porque?_____
- 41) ¿Quién cree que administrara mejor los fondos para realizar las obras de conservación de suelo y agua en la microcuenca? La CAM¹²____, La Alcaldía____, el comité de agua____.otros____ explique porque
- _____

¹² Comisión Ambiental Municipal

Anexo 2: Boleta de encuesta de la Oferta

Boleta de investigación desde la oferta del servicio ambiental

Boleta Número: _____,

Nombre del entrevistador: _____

Fecha de la entrevista: _____, Ubicación de la finca: _____

I. Datos del productor

1) Nombre del entrevistado(a): _____

2) Sexo: F____, M ____

3) Edad en años: 25 a 31____, 32 a 38____, 39 a 45____, 46 a 52____, 53 a + ____

4) Estado civil: Casado(a)____, Soltero(a)____

5) Nivel académico: Ninguno____, Primaria incompleta____, Primaria completa____, Secundaria incompleta____, Bachiller____, Técnico____, Otros, Especifique otros _____

6) Vive? En la finca____, en San Pedro____, en otro lugar____, especificar el otro _____

7) Además de la actividad agropecuaria realiza otras actividades laborales?
Si____, Cuales____, No____

8) Sus ingresos totales aproximados al año? en C\$: menos de 3,000____, 3,001 a 4,500____, 4,501 a 6,500____, 6,501 a 8,000____, 8,001 a 9,500____, 9,501 a 11,000____ +a 11,000____

9) ¿Cuál es el área total de su finca?
(en Manzanas) _____

10) Uso actual (Mz)

Uso actual (Mz)								
Rubro	Maíz	Frijol	Sorgo	Café	Potrero	Bosque	Otros	Total

II Abastecimiento y uso del agua

11) De dónde se abastece de agua? Del pozo _____, del Río _____, Otros _____
detalle _____

12) Usos que le da al agua: Para consumo _____, Lavar _____, Cocinar _____,
Bañarse _____, Aguar ganado _____, riego _____ Otros _____
Especifique ese otro _____

13)Cuál es la calidad de agua que consume? Buena Regular Mala
En el Invierno: _____
En el Verano: _____

14) Qué ocasiona que el agua tenga esa calidad?
En el invierno: _____

En el Verano: _____

III. Información ambiental

15) ¿Pertenece o a pertenecido a alguna organización o grupo que se dedique a la conservación del ambiente?
Si _____, Cual? _____, No _____

16) ¿Ha notado que las lluvias se han escaseado en los últimos 5 años?
Si _____, No _____ (pase a # 18)

17) ¿Cuáles cree son los motivos de la escasez del agua en los últimos 5 años?

18) ¿Sabe que hace la Comisión Ambiental Municipal (CAM)?

Si____, No____, (pase a # 20)

Explique_____

19) ¿Cuál es su opinión sobre la Comisión Ambiental Municipal (CAM):

es buena idea____, es mala idea____,

¿porque? _____

20) ¿Para usted cuales son los problemas ambientales mas graves del Municipio de San Pedro? _____

21) Piensa que el proyecto de PSA que se implementará en el Municipio ayudará a mejorar la calidad y la cantidad de agua? Si____ No____,

¿porque? _____

22) ¿Cuál debe ser la función de la alcaldía para la implementación de los PSA?

IV. Disposición a aceptar compensación ó pago (dac)

23) ¿Cuál Usted cree que se le debe pagar a los finqueros que realizan obras dirigidas a proteger los bosque y acuíferos para asegurar captación y provisión de agua de calidad?

Si _____, No_____

24) Esta dispuesto a participar en el proyecto de PSA que se implementará en el municipio?

Si____ No____ (pase a # 27)

25) ¿De que manera esta dispuesto a participar en la acción de PSA? Cambiar actuales cultivos____, Establecer obras de MSSA ¹³____, Proteger las fuentes de agua de la contaminación _____, Todas

26) ¿Cuánto cree le deben pagar al año por realizar las obras que propone?

En C\$ _____

Negativos
Finalizar

¹³ Manejo Sostenible de Suelo y Agua

- 27) **¿Quién cree usted debe pagar por la protección del bosque y los acuíferos que proveen el agua que se consume? La Alcaldía _____, el Gobierno _____, el PASOLAC _____, Los que hacen uso de esa agua _____, Otros _____, Especifique otros _____**
- 28) **¿Cuál será el mejor mecanismo de pago a los finqueros que realicen labores de protección de bosques y acuíferos? Una cuota anual _____, Exoneración del IBI _____, Otros _____ cuales _____**
- 29) **¿Quién cree usted sea el mas indicado para administrar los fondos que paguen los usuarios del agua? La Alcaldía____, la CAM____, El PASOLAC____, El Gobierno central____, Otros____, Cuales _____**

Anexo 3: Oferta técnico-económica

Oferta técnico-económica presentada a los consumidores y productores del servicio ambiental hídrico de San Pedro de Potrero Grande para encontrar la disposición a pagar (DAP) y la disposición a aceptar compensación (DAC)

Introducción

La alcaldía Municipal de San Pedro del Norte en la búsqueda de soluciones para sus pobladores en cuanto a la escasez de agua en este Municipio, ha presentado una propuesta al Programa de Agricultura Sostenible de Laderas de América Central (PASOLAC) para el manejo y sostenibilidad de los recursos Naturales y para incrementar el abastecimiento de agua a los pobladores.

El plan específico de manejo presenta una serie de alternativas que serán tomadas muy en cuenta para sumar esfuerzos en la protección de los recursos naturales de la parte alta de la micro cuenca. Actualmente se ha elaborado un diagnóstico que muestra las debilidades del municipio en cuanto a las prácticas de conservación de suelo y agua y se ha propuesto un plan de manejo para la conservación de los recursos naturales y en particular el Recurso Hídrico.

La Alcaldía de San Pedro del Norte ha desarrollado acciones en la búsqueda de mecanismo que permitan establecer acuerdos entre los productores de la parte alta de la Microcuenca "Paso de los Caballos" y la población urbana beneficiaria o consumidora del agua, para incrementar la oferta del agua, mejorando la cantidad y la calidad de la misma. Existen muchos avances en el municipio sobre todo en la formación de la Comisión Ambiental Municipal (CAM) así como la búsqueda de un fondo ambiental que permite establecer convenios de cooperación entre los productores (Dueños de las fincas donde se captan el agua que recarga las fuentes de agua) y los pobladores -Consumidores del agua que se infiltra en la Microcuenca.

Objetivos

Objetivo general:

Garantizar que los productores de la Microcuenca, Paso de los Caballos y los consumidores de agua que se capta en esta Microcuenca, se interesen en la implementación de un sistema de pago por servicios ambientales (PSA).

Objetivo específico: Proponer alternativas viables que posibiliten el financiamiento y relaciones entre los demandantes y los oferentes de pago por servicios Ambientales

Información sobre las fuentes de agua En la Microcuenca existen 4 tipos de fuentes de agua, entre las que se identifican pozos, ojos de agua, ríos y quebradas que generalmente son usadas para el consumo domestico.

La mayoría de las familias tienen necesidades del agua, sin embargo una pequeña parte la usan como riego en algunos cultivos.

Fuentes de agua y su permanencia

Tipo fuente	Total	Cantidad permanente	Cantidad temporal	Observaciones
Pozos	19	13	6	-
Ojo de Agua	60	33	27	-
Quebradas	5	5	-	Existen 17 fincas que tienen acceso directo a estas quebradas
Ríos	1	1	-	Único en la zona Guasaule o Torondano

Fuente: Diagnóstico Biofísico

Productores involucrados

El Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC) a solicitud de la alcaldía está apoyando al municipio de San Pedro del Norte en la preservación de los Recursos Naturales, en particular, los recursos de suelo y agua, para ampliar la oferta hídrica y mejorar las condiciones ambientales de la población del municipio. Para esto se ha diseñado un plan de manejo específico en la zona de recarga, y según diagnóstico que se realizó en meses anteriores, los productores con propiedades en la zona de recarga son: Héctor Molina, Miguel Vílchez, Gil Aplíciano, Bernarda Grádiz, Julio y Zaul Izaguirre.

Los cuales tendrán o deberán implementar las prácticas y técnicas de conservación de suelo y agua para lograr una mayor infiltración de agua, que generara en un mediano plazo una mayor existencia de agua en los acuíferos de la zona.

A su vez generara mayores rendimientos productivos y menores costos de producción al hacer uso de las prácticas y técnicas de conservación de suelo y agua.

Dentro de las transformaciones que contempla el plan incluyen sistemas y prácticas que se adaptan a las características del suelo y a la necesidad de resolver la escasez del agua.

Dentro de las practicas y técnicas seleccionadas tenemos:

- Agroforestería con frutas
- No Quema
- Regeneración Natural
- Incorporación del rastrojo

El área total de la zona de recarga de la Microcuenca es de 108 manzanas, dentro de las cuales se pretende incidir en 51 manzanas, que están distribuidas entre los 5 productores nombrados anteriormente que se encuentran dentro de la zona de recarga hídrica. Se ha diseñado un plan específico que asegure la mayor infiltración de agua y evite la erosión con menor evapotranspiración, que posibilite una regulación de las fuentes de agua tanto en el invierno como en el verano.

Técnicas recomendadas a implementarse

1. Sistemas

Agroforestales

Este sistema corresponde a la relación de un cultivo permanente como cítrico, aguacate, mango, etc. Con otros tipos de cultivos de menor desarrollo, el objetivo de este sistema es optimizar la producción por unidades y superficie se busca que este sea sostenible y que se mantenga durante el tiempo.

2. Establecimiento de frutales

Son cultivos permanentes como cítricos, mangos, aguacates que generan producción e ingresos para el productor.

3. Regeneración Natural

La conservación y mantenimiento de las especies forestales menores que están en la etapa de desarrollo y que necesitan de un control permanente para garantizar su desarrollo pleno. La regeneración natural está estrechamente ligada con la no quema del terreno y con el ordenamiento de las fincas.

4. No Quema

Permite al productor obtener ventajas de las practica para la regeneración de la Biomasa, así como de los componentes orgánicos que contiene el suelo que son degradados por el fuego, y que en muchas ocasiones provocan erosiones.

De esta manera se disminuye el efecto directo de las gotas de lluvia y de las escorrentías sobre el suelo, reduce la erosión y mejora la infiltración al no quemar las áreas de uso agrícola.

5. Incorporación de Rastrojo:

Como fuente de abono orgánico que se incorpora al suelo para crear una capa fértil y renovada para garantizar la fertilidad del suelo y la no degradación de los mismo. Consiste en la no quema de los residuos y su incorporación en el suelo antes de la siembra del siguiente cultivo, estas prácticas garantizan tanto la conservación del suelo, como la mayor infiltración de agua lo que genera una mayor producción de agua en las vertientes.

El agua como servicio ambiental necesario

El plan que la Alcaldía pretende implementar en la Microcuenca "Paso los Caballos" tiene como objetivo incrementar la cantidad y la calidad del agua para los pobladores de este municipio, así como también la recuperación del caudal y afluencia del agua de las diferentes fuentes hídricas existentes en la zona.

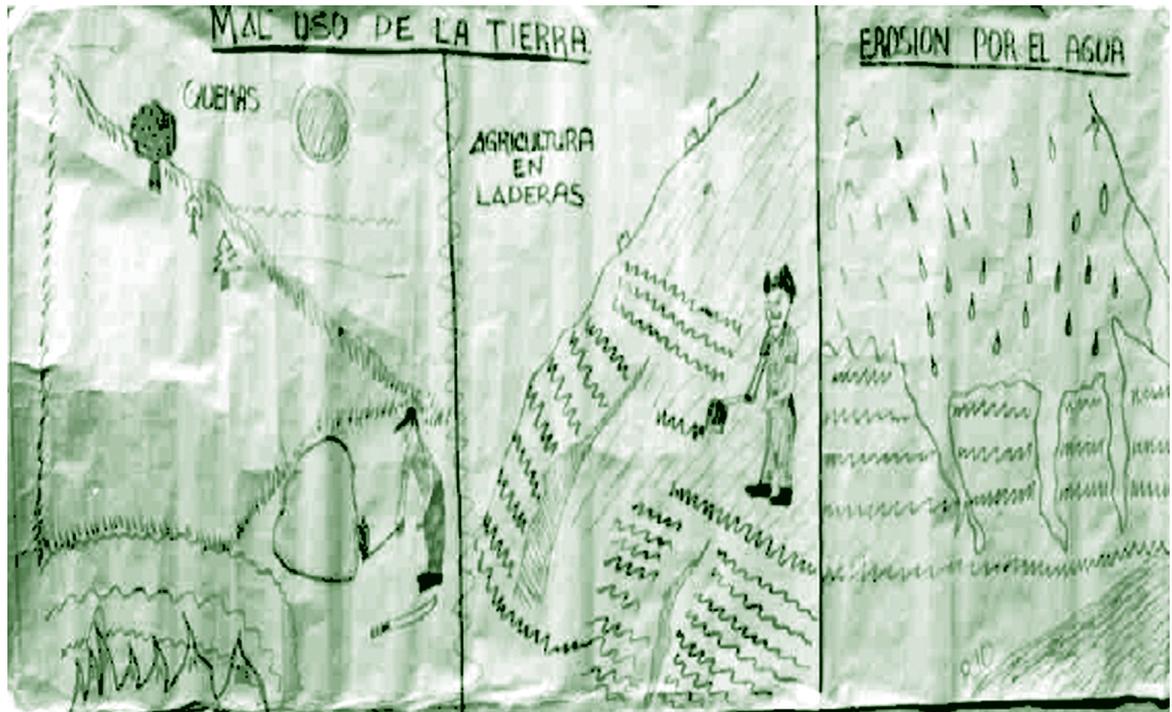
En definitiva son muchos los componentes de un plan para el mejoramiento de los servicios ambientales, no obstante, de uno se derivan otros componentes como la disminución de riesgo y daños por fenómeno naturales que están muy presente en nuestros territorios (deslaves, inundaciones, derrumbes).

Los demandantes del agua del municipio de San Pedro son todos los que hacen uso del agua en las diferentes fuentes y que captan sus aguas por la infiltración en la zona de recarga de la Microcuenca.

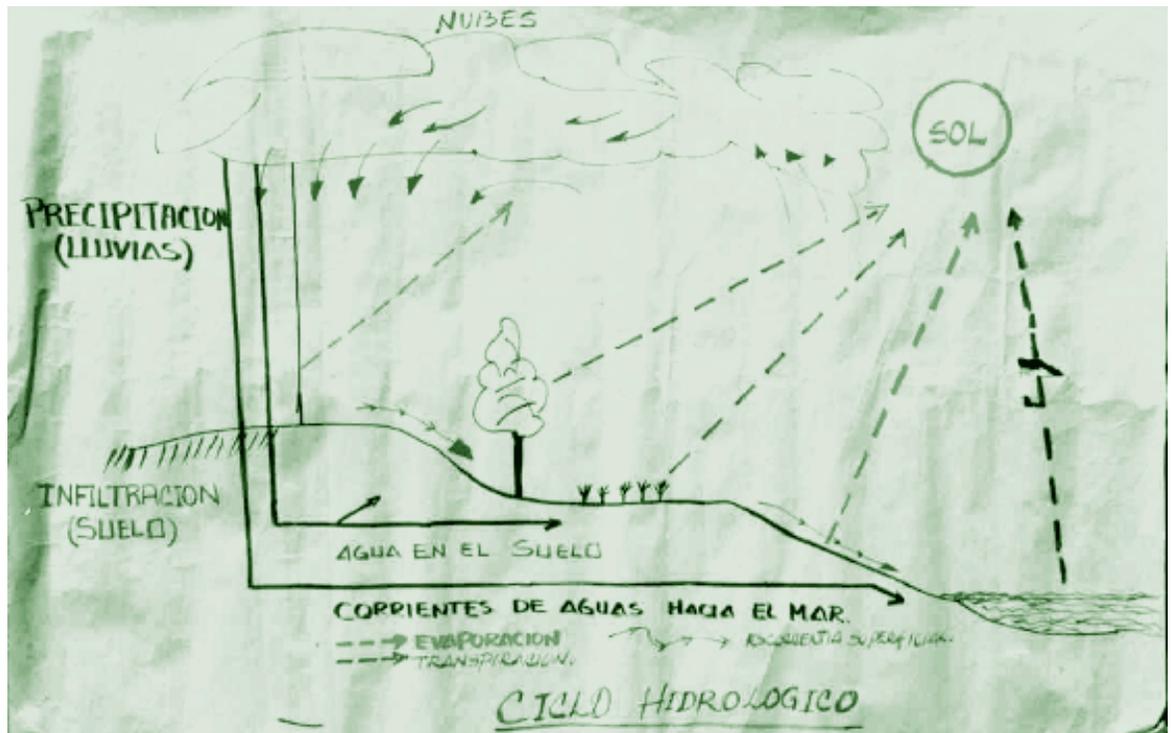
Los Oferentes son los propietarios de las fincas ubicadas en la parte alta de la Microcuenca, a los cuales se pretende organizar para que retomen el plan y lo hagan sostenible, a través de acuerdos y convenios con los demandantes y que estos compromisos se deriven el cuidado y protección de los recursos ambientales hasta las transformaciones de las áreas establecidas según diagnóstico.

Las transformaciones en la zona de recarga corresponden específicamente a 51 manzanas, que están divididas en 14 manzanas para Agroforestería, 16 manzanas para regeneración natural, 5 manzanas para no quema y 16 manzanas para la incorporación de rastrojo.

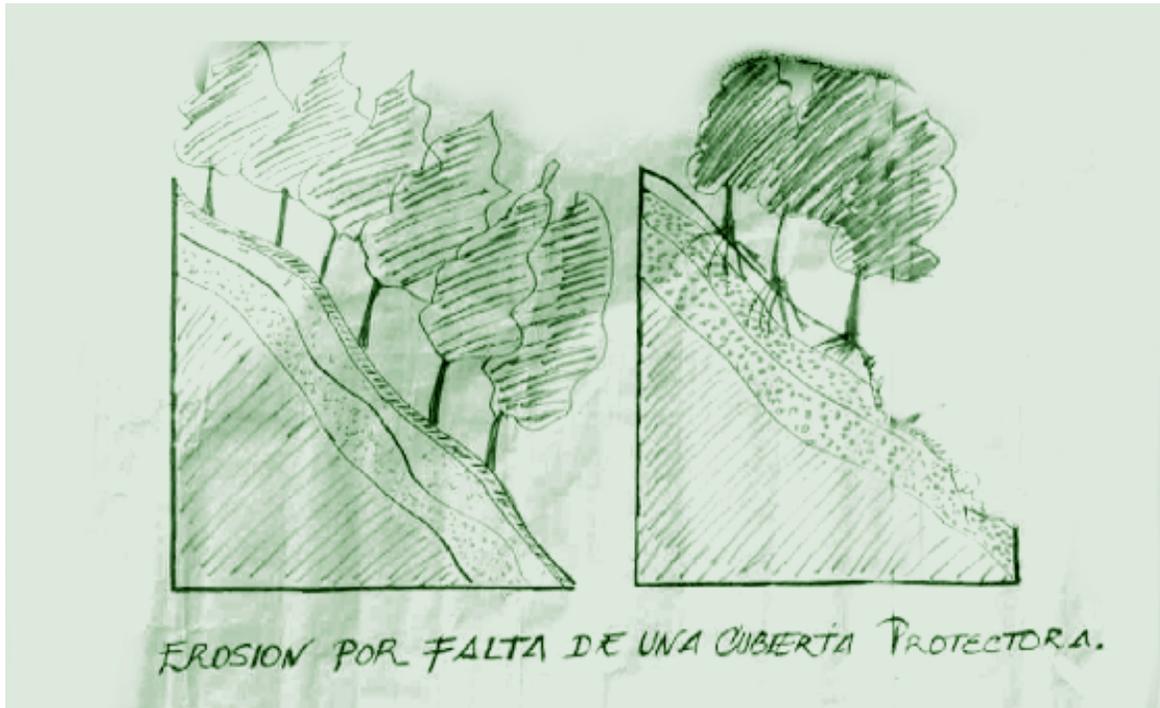
Mala Prácticas Agropecuarias



Ciclo hidrológico



Efectos de las malas prácticas agropecuarias



Alternativas de transformación



Anexo 4:

Aprovechamiento agropecuario de las fincas y costos y rendimientos de granos básicos.

Rentabilidad agropecuaria actual de las fincas de la zona de recarga hídrica de la microcuenca paso los caballos*					
Rubro	Costo Mz (US \$)	Rendimiento qq/Mz/ Año *	Precio \$/qq*	Ingresos Totales/Mz \$	Ingresos Netos \$
Maíz	80.00	15.00	6.67	100.00	20.00
Frijol	120.00	25.00	16.67	416.67	296.67
Millón	66.67	15.00	5.33	80.00	13.33
Ganadería	133.33	0.00	0.00	433.33	300.00
Bosque	16.00	0.00	0.00	10.00	6.00

Uso agronómico comparativo de la zona de recarga hídrica de la microcuenca "paso los caballos" (ha)**										
Uso actual				Uso proyectado con PTT						
Productor	Pastos	G. Básicos	Bosque	Bosque	Silvopastoril	Frutales	Pasto de corte	G. Básicos	Plátano	Total (ha)
Héctor Molina Cañada	21.06	4.91	5.62	10.53	14.04	1.4	1.4	2.81	1.4	31.58
Gil Antonio Aplicano	6.32	0	0	4.91	0	0	1.4	0	0	6.31
Miguel Vilchez	1.75	6.32	0.35	1.05	2.46	0	0.702	4.21	0	8.42
Bernarda Gradis Vilchez	1.4	3.51	0.702	2.81	0	0.702	0	2.12	0	5.63
Julio Izaguirre / Saúl Izaguirre	4.21	3.51	13.3	9.13	2.81	2.81	1.4	4.91	0	21.06
Total (ha)	34.75	18.25	20	28.43	19.3	4.91	4.91	14.04	1.4	73

*Datos y valores indicados por los productores del área de influencia del proyecto, estos valores defieren de los indicados por el INTA ya que el productor minimiza los costos en mano de obra e insumos.

** Información proporcionada por los productores propietarios de las fincas aquí indicadas

Anexo 5: Costos de establecimiento y mantenimiento de las técnicas de barreras muertas de piedras

Costo para el establecimiento barreras muertas (1,000 metros lineales), equivalente a una manzana (U\$)				
Actividades	U / medida	Cantidad	C. Unitario	C. Total
I. Actividades				
Trazado de curvas a nivel	d/h	6.00	2.00	12.00
Selección y marcación	d/h	4.00	2.00	8.00
Excavación de zanjas	d/h	30.00	2.00	60.00
Construcción de la barrera	d/h	40.00	2.00	80.00
2. Insumos				
Piedras	Unidades	-	-	
Costo Total De Establecimiento				160.00

Costo de mantenimiento de barreras muertas (1,000 Metros lineales) correspondiente a una manzana (U\$)				
Actividades	U / medida	Cantidad	C. Unitario	C. Total
I. Mantenimiento				
Refuerzo con piedras	D/h	4.00	2.00	8.00
Costo total de mantenimiento				8.00

Nota: Diseño y Valores tomados de la guía de conservación de suelo y agua PASOLAC, Documento # 241, Año 1999

Anexo 6: Utilidades comparadas sin y con PTT

Utilidades totales por rubros (Sin PTT) (US\$)												
No.	Nombre del productor	Frijol		Maiz		Sorgo		Alq.p/pasto		Café		Utilid. Total POR FINCA
		MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	
1	Hector Molina	5	763.9	1	115.24	1	69.35	30	273.9			1177.39
2	Gil Aplicano							9	82.17			68.67
3	Miguel Vilchez	10	1527.8	1.5	172.86	1.5	104.02	2.5	22.82			1823.75
4	Bernarda Gradis	4	611.12	1	115.24			2	18.26			739.7
5	Julio y Saul Izaguirre*							14	127.82	5	815.2	312.89
	Total ingresos netos		2902.82		403.34		173.37		524.97		815.2	8942.5

Utilidades totales por rubros (con PTT) (US\$)											
No.	Concepto	Hector Molina		Gil Aplicano		Miguel Vilchez		Bernarda Gradis		Julio y Saul Izaguirre*	
		MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	MZ	Utilidad	MZ	Utilidad
1	Aguacate	10	15,807.20	0		0		0		0	
2	Citricos	0		0		4	3,460.80	6	5,193.00	0	
3	Mango	0		0		0		0		5	2,092.40
4	Pasto/corte	3	499.2	2	924	1.5	250.05	1	166.73	2	333.2
5	Reg. Natural	15	980.00	7	333.2	10	1,320.00	0		10	1,320.00
6	Sist.silvp	9	1,188.00	0		0		0		5	760
7	Bosques	8	540.13	0		0.5	33.76	1	67.50	8	540.16
8	Café	0		0		0				5	815.20
9	Ingresos netos	0	19,014.53	0	1,257.20	0	5,064.61		5,427.23	0	5,861
10	Ingresos netos totales	45		9		16		8		35	36,624.53

Fuente: Información de los productores

Anexo 7: Flujos Financieros sin proyecto

FLUJOS SIN PROYECTO (US\$)											
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ganadería											
Ingresos		18619.00	18619.00	18619.00	18619.00	18619.00	18619.00	18619.00	18619.00	18619.00	18619.00
Egresos		5733.19	5733.19	5733.19	5733.19	5733.19	5733.19	5733.19	5733.19	5733.19	5733.19
Ingresos Ganadería		12885.81	12885.81	12885.81	12885.81	12885.81	12885.81	12885.81	12885.81	12885.81	12885.81
Granos Básicos											
Ingresos		11840.00	11840.00	11840.00	11840.00	11840.00	11840.00	11840.00	11840.00	11840.00	11840.00
Egresos		5673.38	5673.38	5673.38	5673.38	5673.38	5673.38	5673.38	5673.38	5673.38	5673.38
Ingresos G. Básicos		6166.62	6166.62	6166.62	6166.62	6166.62	6166.62	6166.62	6166.62	6166.62	6166.62
Bosque											
Ingresos		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Egresos		304	304	304	304	304	304	304	304	304	304
Ingresos Bosque		114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Ingresos totales	0	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00	30649.00
Egresos totales	0	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57	11710.57
Ingresos netos Totales		18,938.43									

Van Ingresos	Van Egresos	Valor Actual Neto	Relación B/Costos
\$173,173.69	\$66,167.33	\$107,006.35	2.6

Fuente: elaboración propia basada en información suministrado por los productores del área

Los datos de granos básicos fueron calculados basada en información del diagnóstico biofísico de la microcuenca.

Anexo 8: Flujos financieros con proyecto

FLUJOS CON PROYECTO (PTT) US\$											
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Netos/Pasto de Corte		1,166.20									
Ingresos		1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40	1,632.40
Egresos		466.2	466.2	466.2	466.2	466.2	466.2	466.2	466.2	466.2	466.2
Inversion	788.2										
Ingresos Netos/Granos Basicos		2,762.20	4,055.76	4,314.47	4,702.54						
Ingresos ^a		12,935.60	14,229.16	14,487.87	14,875.94	14,875.94	14,875.94	14,875.94	14,875.94	14,875.94	14,875.94
Egresos**		10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40	10,173.40
Inversion***	5,970.60										
Ingresos Netos/Platano semitec		2,484.00	2,484.00	2,484.00	2,484.00	3,804.00	2,484.00	2,484.00	2,484.00	2,484.00	2,484.00
Ingresos		2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00	2,916.00
Egresos		432	432	432	432	432	432	432	432	432	432
Inversion****	816					456					
Ingresos Netos/Sist silvopastoril				2,557.50	6,682.50	10,807.50	10,807.50	10,807.50	10,807.50	10,807.50	10,807.50
Ingresos ^{aa}				4,125.00	8,250.00	12,375.00	12,375.00	12,375.00	12,375.00	12,375.00	12,375.00
Egresos		1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50	1,567.50
Inversion	3,238.40										
Ingresos Netos/Frutales				527.63	1,068.88	2,372.48	4,377.85	4,377.85	4,377.85	4,377.85	4,377.85
Ingresos				1,036.75	1,578.00	2,881.60	4,886.97	4,886.97	4,886.97	4,886.97	4,886.97
Egresos		509.12	509.12	509.12	509.12	509.12	509.12	509.12	509.12	509.12	509.12
Inversion	3,030.92										
Ingresos Netos/Bosque Regen.Natural		16,258.56									
Ingresos		19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56	19,216.56
Egresos		2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00	2,958.00
Inversión	5,746.35										
Inversion inicial	19,590.47										
Ingresos totales con PSA	19,590.47	36,700.56	37,994.12	43,414.58	48,468.90	53,897.50	55,902.87	55,902.87	55,902.87	55,902.87	55,902.87
Egresos totales con PSA		16,106.22									

Valor actual neto	TIR	VAN (I)	VAN (E)	R-B/C
159,096.57	118%	250,100.31	91,003.74	2.75

Para los granos básicos se estimó un incremento en los rendimientos de 10,12 y 15% para el segundo tercero y cuarto año, luego se estima un rendimiento sostenido para los demás años por efecto de las técnicas de MSSA. Costos de producción promedio.

*Ingresos estimados por la venta de una Tm. de pasto de corte.

**Incluye costos tradicionales mas los costos de mantenimiento de las Técnicas CSA (466.67 + \$42 Costo Mantenimiento de la CSA

***establecimiento de las obras de CSA

****La vida útil de la plantación es de 5 años.

^{a/} Base del calculo, rendimientos actuales sin PSA.

^{aa/} Ingresos crecientes estimados por efecto de las técnicas de MSSA, se toman como base el rendimiento actual de sistema sin PSA

**Valoración Económica
del Servicio Ambiental Hidrológico**
se terminó de imprimir en los talleres de EDISA,
en el mes de Abril 2004