

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

**Valoración Económica de la Oferta del Servicio Ambiental Hídrico en
las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental

Por

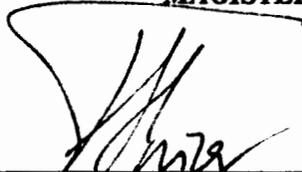
María Eugenia Baltodano Picado

Turrialba, Costa Rica, 2005

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

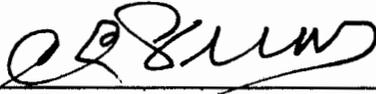
FIRMANTES:



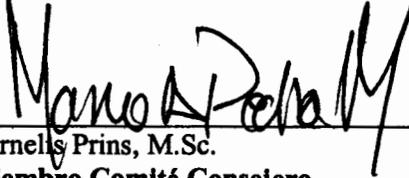
Francisco Alpizar, Ph.D.
Consejero Principal.



Francisco Jiménez, Dr.Sc.
Miembro Comité Consejero

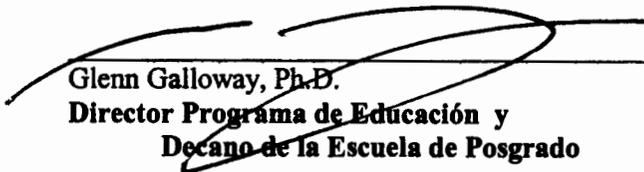


Mario Piedra, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Cornelis Prins, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Nancy Johnson, Dr.Sc.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



María Eugenia Baltodano Picado
Candidata

DEDICATORIA

A mi hijo Jairo Miguel, quien ha sido mi inspiración y motivación para los esfuerzos que he hecho en mi vida para superarme en mi formación personal y quien al final ha soportado cada situación difícil que pasamos debido a esos esfuerzos. Dios lo bendiga por eso.

A mi mamá quien también ha estado a mi lado en cada momento y facilitó que yo pudiera estar dos años fuera de mi casa y de mi país.

Y a la parte de mi familia –mis hermanos- que de una u otra forma siempre estuvieron cerca para apoyarme y animarme a continuar hasta terminar.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto FOCUENCAS II de CATIE que me facilitó el financiamiento para realizar mi maestría.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), específicamente al proyecto Comunidades y Cuencas para el que trabajo hace 10 años, quienes siempre han creído en mí y facilitaron sobremanera mis estudios manteniendo mi trabajo.

A mi consejero principal, el Dr. Francisco Alpízar, quien me aportó su valioso conocimiento para realizar el estudio y con quien siempre me sentí muy valorada en mis esfuerzos e iniciativas. Mi profundo respeto para él.

A los miembros de mi comité consejero, en especial al Dr. Mario Piedra quien ha sido mi guía desde que llegué al CATIE y a quien debo su incondicional disposición y confianza en mí.

Al Dr. Francisco Jiménez por su paciencia para revisar mi tesis y darme sus valiosas recomendaciones, así como a Kess Prins por su contribución en este aspecto también.

De manera especial, a la oficina de FOCUENCAS II en Matagalpa, principalmente a Isidro Salinas –coordinador- por toda su ayuda durante mi trabajo de campo, incluyendo sus conocimientos técnicos para el diseño de los mapas de áreas críticas y a sus asistentes Rubí Castro y Christian González por su siempre disposición de apoyo a mis actividades, así como su amabilidad conmigo.

A los funcionarios del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Matagalpa, Yuri Haar por su apoyo valioso en las entrevistas de grupos focales y a Luis Urbina por su ayuda en el taller de validación de Jucuapa.

Al coordinador regional del Programa Sostenible para las Laderas de América Central (PASOLAC), Carlos Pérez, por su invaluable ayuda al facilitarme información y parte de su experiencia en relación a las tecnologías de conservación de suelos y agua.

Finalmente y muy especialmente, a mi querida amiga y compañera ecuatoriana Ruth Auquilla con quien compartí mucho en estos dos años y quien me mostró una nueva perspectiva de la vida, dándome fortaleza y ánimo cuando lo necesité. Con mi respeto y cariño, gracias amiga.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Justificación	3
1.3.1 <i>¿Por qué valorar económicamente la oferta del servicio ambiental hídrico?</i>	3
1.3.2 <i>¿Por qué usar instrumentos de valoración de mercado en general y PSA en específico en el contexto de las sub cuencas Jucuapa y Calico?</i>	4
1.3.3 <i>¿Por qué en las zonas seleccionadas (cuencas Calico y Jucuapa)?</i>	5
1.4 Objetivos del estudio	5
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	6
1.4.3 <i>Hipótesis de investigación</i>	6
2. MARCO CONCEPTUAL - REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1 Análisis de la provisión de servicios ambientales en paisajes intervenidos	7
2.2 Situación del recurso hídrico como servicio ambiental	8
2.3 Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos	9
2.3.1 <i>Uso agrícola y ganadero</i>	10
2.3.2 <i>Presencia de bosque</i>	11
2.4 Papel de las organizaciones locales en el manejo y conservación del agua en la cuenca	12
2.5 Valoración de la oferta del servicio ambiental hídrico	13
2.6 Métodos de Valoración económica para la oferta del SAH	14
2.6.1 <i>El análisis beneficio-costo</i>	14
2.6.2 <i>Cambios en la productividad (cambios en la función de producción)</i>	14
2.6.3 <i>Costo de oportunidad</i>	14
2.7 Esquemas de pago por servicios ambientales	14
3. METODOLOGIA	16
3.1 Ubicación y descripción de las áreas de estudio	16
3.1.1 <i>Aspectos biofísicos</i>	16
3.1.2 <i>Aspectos socioeconómicos</i>	17
3.1.3 <i>Organizaciones locales</i>	21
3.1.4 <i>Principales problemas</i>	22
3.1.5 <i>Procedimiento metodológico</i>	23
3.1.6 <i>Caracterización general de las zonas</i>	24
3.1.7 <i>Selección y priorización de áreas de intervención</i>	25
3.1.8 <i>Caracterización de los productores ubicados en las áreas priorizadas (Objetivo 2)</i> ..	29
3.1.9 <i>Selección y definición de costos de prácticas/tecnologías de conservación de agua para valorar la oferta hídrica</i>	29
3.1.10 <i>Valoración económica de las prácticas de protección del recurso hídrico y estimación del monto de compensación a productores (objetivo 3)</i>	31

4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	36
4.1	Selección de áreas críticas y prioritarias para la provisión de agua	36
4.1.1	<i>Georeferenciación de fuentes de agua</i>	36
4.1.2	<i>Identificación de áreas críticas mediante la herramienta de sistema de información geográfica</i>	44
4.2	Caracterización de productores ubicados en áreas priorizadas	47
4.2.1	<i>Uso de la tierra</i>	48
4.2.2	<i>Área de tenencia de la tierra</i>	49
4.2.3	<i>Rendimientos productivos del sistema principal maíz y frijol</i>	51
4.2.4	<i>Comportamiento de otras variables socioeconómicas</i>	52
4.3	Determinación de los costos asociados al uso de prácticas necesarias para incrementar el servicio ambiental hídrico en las zonas prioritarias.....	54
4.3.1	<i>Selección de tecnologías de conservación de agua y suelo</i>	54
4.3.2	<i>Valoración del cambio de uso de la tierra en áreas críticas</i>	56
4.3.3	<i>Valoración de los costos de implementación de tecnologías de conservación de agua y suelo en las áreas priorizadas</i>	60
4.3.4	<i>Resumen de la consulta a grupos focales en Jucuapa sobre disposición a pagar (DAP) por el agua</i>	66
4.3.5	<i>Costos de mantenimiento de infraestructura de captación y distribución de agua</i>	69
4.3.6	<i>Resultados de los talleres de validación de la propuesta de costos e implementación de protección del SAH</i>	70
4.1	Propuesta de mecanismos de implementación y sostenibilidad de la protección del SAH en las subcuencas Calico y Jucuapa	72
4.4	Sistematización de lecciones aprendidas en el proceso de este estudio	75
5.	CONCLUSIONES.....	79
6.	RECOMENDACIONES	82
7.	BIBLIOGRAFIA	85

Baltodano Picado, ME. 2005. Valoración económica de la oferta del servicio ambiental hídrico en las subcuencas Jucuapa y Calico, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 116p.

Palabras clave: servicio ambiental hídrico, áreas prioritarias, costos de protección, tecnologías de conservación de suelo y agua, cambio de uso de tierra.

RESUMEN

La valoración del servicio ambiental hídrico en las subcuencas Calico y Jucuapa, se realizó con el fin de evaluar la viabilidad de implementar un sistema de pago por servicio ambiental hídrico (PSAH) en ambas zonas. La valoración se hizo con base en la cuantificación de los costos de inversión y mantenimiento de tecnologías y prácticas de protección y conservación de suelo y agua y un cambio de uso de la tierra. Los pasos metodológicos implicaron seleccionar áreas prioritarias, georeferenciando fuentes de agua e identificando zonas críticas con un sistema de información geográfica; además, se caracterizaron a los productores que viven en esas áreas. Las estimaciones económicas se hicieron para 10 años en todos los casos.

Las áreas críticas resultaron en 620 hectáreas para Jucuapa y 6000 para Calico y se propuso el cambio de uso de tierra en 150 hectáreas de Jucuapa con un costo estimado mínimo de US\$12.173 para 10 años y para Calico se propuso en 300 hectáreas estimando el costo máximo a los 10 años en US\$16.110. Para el resto de áreas priorizadas se valoraron las tecnologías de conservación de suelo y agua, presentando cuatro tipos de escenarios de las mismas, en los que se combinan obras físicas con coberturas vivas. El promedio estimado más bajo es de US\$6.974. Los costos de inversión inicial y mantenimiento de cada combinación son los montos de compensación propuestos para productores involucrados directamente en la protección del recurso hídrico.

En el análisis final se concluyó que para la subcuenca de Jucuapa, por ahora no es posible implementar un esquema de PSA como tal, debido a que la tendencia de la demanda de agua indica una disposición a pagar (DAP) muy baja y debido a la necesidad de mejorar las condiciones institucionales. Sin embargo, se ha recomendado la creación de un fondo ambiental que pueda compensar a los proveedores ubicados en zonas de recarga y propiedades con fuentes de agua, con base en los costos estimados en este trabajo. Para la subcuenca Calico, se concluyó que puede ser viable el esquema PSAH, ya que la escala del sitio es mayor y la demanda por el agua indica la posibilidad de sostenimiento de un fondo. En ambos casos, se han sugerido posibles fuentes de financiamiento.

Las propuestas de protección valoradas se validaron en dos talleres con los proveedores caracterizados en ambas subcuencas, en los cuales esencialmente hubo aceptación de los cambios, siempre y cuando se compense económicamente a quienes participen en el proyecto.

Baltodano Picado, ME. 2005. Economic valuation of the hydric environmental service offer in Jucuapa and Calico sub watersheds, Matagalpa, Nicaragua. MSc. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 116p.

Key words: hydric environmental service, priority areas, protection cost, water and soil conservation technologies, land use change.

SUMMARY

The purpose of this study was to assess the possibility of implementing a system for the payment of a hydric environmental service in both sub watersheds, Calico and Jucuapa. The valuation was based on the estimation of costs of water and soil conservation technologies and land use changes in specific areas. The methodology included the selection of priority areas through geographical reference of water provision sources and the identification of critical areas using geographical information systems. Producers living in priority areas were also characterized. All the economic values were calculated for ten years. Results indicated that there are 620 critical hectares in Jucuapa and 6000 in Calico. A land use change of 150 hectares was proposed in Jucuapa sub watershed, whose minimum estimated cost was US\$12.173. In Calico, the minimum estimated cost was US\$16.110 for 300 hectares. Water and soil conservation technologies were valued in the rest of the priority areas through the design of four different scenarios. The lowest estimated average was US\$6.974. Initial inversion and maintenance costs for each protection activity determined the minimum required payment for water providers involved in the protection of environmental services. The final analysis concluded that in Jucuapa sub watershed is not possible, by now, the implementation of a payment scheme for environmental services due to the quantity of water beneficiaries, low willingness to pay (WTP) as well as other limitations related to institutional capacity. Nevertheless, the creation of an environmental fund has been proposed in order to compensate potential water providers having properties with water sources. For Calico watershed, it was concluded that a payment for environmental services scheme might be viable due to the quantity of beneficiaries and improved institutional conditions. In both cases, possible financial sources have been suggested. Proposals for service protection were valued in two workshops held with characterized potential water providers in both sub watersheds. However, changes were essentially accepted depending on the economic support given to providers involved in the project.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores físicos principales en las subcuencas Calico y Jucuapa	16
Cuadro 2. Uso principal de la tierra en las sub cuencas Calico y Jucuapa	17
Cuadro 3. Distribución de la población, sub cuencas Calico y Jucuapa.....	18
Cuadro 4. Reclasificación de los usos del suelo en Jucuapa y Calico	27
Cuadro 5. Criterios de selección de áreas críticas en Jucuapa y Calico	28
Cuadro 6. Extracto de la matriz de áreas críticas	28
Cuadro 7. Tecnologías propuestas a consulta con organismos expertos en la zona de Jucuapa y Calico	30
Cuadro 8. Estructura de costos para el cambio de uso de la tierra por 10 años	32
Cuadro 9. Opciones de combinación de tecnologías CSA para valorar económicamente	34
Cuadro 10. Clasificación de las fuentes de agua según el tipo de cobertura vegetal y protección en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.....	40
Cuadro 11. Clasificación de las fuentes de agua según el tipo de cobertura vegetal y protección en la subcuenca del río Calico, Nicaragua	41
Cuadro 12. Selección final de fuentes de agua priorizadas en la subcuenca del río Jucuapa ..	44
Cuadro 13. Datos de rendimientos promedio de maíz y frijol (qq / Mz)* en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.....	51
Cuadro 14. Datos de rendimientos promedio de maíz y frijol (qq / Mz)* en la subcuenca del río Calico, Nicaragua.....	51
Cuadro 15. Datos socioeconómicos de los productores de Jucuapa	52
Cuadro 16. Datos socioeconómicos de los productores de Calico.....	53
Cuadro 17. Tecnologías seleccionadas para la valoración económica	55
Cuadro 18. Costo total (US\$/ha) del cambio de uso de la tierra por hectárea	57
Cuadro 19. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de tierra de cultivo a forestal, subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua, 2005.....	57
Cuadro 20. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de la tierra a forestal y con regeneración natural, subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua 2005.....	58
Cuadro 21. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de tierra de cultivo a forestal, Calico.....	59
Cuadro 22. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de la tierra a forestal en y con regeneración natural subcuenca del río Calico.....	59
Cuadro 23. Estimación de costos anuales (US\$) de implementación de tecnologías de CSA- Primera combinación	61
Cuadro 24. Estimación de costos para implementación de tecnologías de CSA – Segunda combinación (US\$)	62
Cuadro 25. Estimación de costos para implementación de tecnologías de CSA – Tercera combinación (US\$)	62
Cuadro 26. Estimación de costos para implementación de tecnologías de CSA – Cuarta combinación (US\$)	62
Cuadro 27. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la primera combinación de tecnologías de CSA (US\$).....	63
Cuadro 28. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la segunda combinación de tecnologías de CSA (US\$).....	64
Cuadro 29. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la tercera combinación de tecnologías de CSA (US\$).....	64
Cuadro 30. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la cuarta combinación de tecnologías de CSA (US\$).....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de las subcuencas Calico y Jucuapa	16
Figura 2. Esquema metodológico del estudio.....	24
Figura 3. Proceso metodológico de selección de áreas prioritarias	25
Figura 4. Ubicación de fuentes de agua de consumo humano en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.....	36
Figura 5. Ubicación de fuentes de agua de consumo humano en la subcuenca del río Calico, Nicaragua.....	37
Figura 6. Distribución de tipos de fuentes de agua en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua	38
Figura 7. Distribución de tipos de fuentes de agua en la subcuenca del río Calico, Nicaragua ...	39
Figura 8. Moda de los tipos de cobertura vegetal y protección de fuentes de agua por comunidad en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.....	42
Figura 9. Moda de los tipos de cobertura vegetal y protección de fuentes de agua por comunidad en la subcuenca del río Calico, Nicaragua	43
Figura 10. Ubicación de las áreas críticas seleccionadas en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua (Mapa escala 1:50000).....	45
Figura 11. Ubicación de las áreas críticas seleccionadas en la subcuenca del río Calico, Nicaragua (Mapa escala 1:25000).....	46
Figura 12. Uso de la tierra de en las fincas de productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa y cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano	48
Figura 13. Uso de la tierra de en las fincas de productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa y cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano	48
Figura 14. Distribución de frecuencias del área de tenencia de tierra de productores entrevistados en la subcuenca del río Calico, cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano	49
Figura 15. Distribución de frecuencias del área de tenencia de tierra de productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa, cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano	50
Figura 16. Esquema económico del valor total aplicado a las tecnologías de conservación de suelos y agua (TCSA)	68

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

SA	:	Servicios Ambientales
SAH	:	Servicio Ambiental Hídrico
PSA	:	Pago por Servicios Ambientales
PSAH	:	Pago por el Servicio Ambiental Hídrico
DAP	:	Disposición a Pagar
CIAT	:	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CATIE	:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
ASDI	:	Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional
WWF	:	Water World Fundation (Asociación Mundial del Agua)
CAP	:	Comités de Agua Potable
CSA	:	Conservación de Suelos y Agua
TCSA	:	Tecnologías de conservación de suelo y agua
Ha	:	Hectáreas
Mz	:	Manzana
QQ	:	Quintales (qq)
BID	:	Banco Interamericano de Desarrollo
CDM	:	Comité de Desarrollo Municipal
PASOLAC:		Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central
POSAF-	:	Programa Socio ambiental Forestal – Ministerio de Recursos y del Ambiente (Nicaragua)
MARENA		

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Las áreas seleccionadas para el presente estudio, han sido sitios de investigación del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), a través del proyecto Comunidades y Cuencas y del CATIE, a través del proyecto FOCUENCAS, por algunos años. En el caso de la subcuenca del río Jucuapa y en el marco del manejo de cuencas hidrográficas en la región, el CATIE con el apoyo de instituciones nacionales, municipios y varias organizaciones locales y con el financiamiento de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI), implementó el Programa Fortalecimiento de la Capacidad Local para el Manejo de Cuencas y la Prevención de Desastres Naturales (FOCUENCAS), que inició actividades en el 2000 y se extendió hasta diciembre del 2003. Actualmente está ejecutando una segunda fase, para la cual es relevante el análisis de la posible implementación de un esquema de pago por servicios ambientales, principalmente del recurso hídrico, objetivo de estudio en esta tesis.

En la subcuenca del río Calico, el CIAT ha venido desarrollando desde 1997 un proyecto de investigación que se llamó inicialmente Manejo Comunitario de los Recursos Naturales y que ha venido transformándose a través del aprendizaje y hoy se llama Comunidades y Cuencas. En esta zona, se realizó en 1998 un estudio de la demanda por el agua mediante el método de valoración contingente, resultando una disposición a pagar de C\$ 4,00 (cuatro córdobas) ó US\$ 0,40 mensuales, a la tasa de cambio de ese tiempo (Johnson y Baltodano, 1998).

Ambas zonas tienen condiciones agroecológicas similares, por lo cual es válido utilizar información para extrapolar entre ellas, con el fin de fortalecer y completar el análisis.

1.2 Planteamiento del problema

El problema creciente de la escasez de agua para uso humano y mucho más para otros usos, está documentado por gran cantidad de estudios. Algunos indicadores de esta situación, principalmente para Centroamérica, son mencionados por la Asociación Mundial del Agua, 2003:

- La falta de acceso a un suministro y control de agua potable es causa del 80% de la tasa de enfermedad y muerte en los países en vías de desarrollo.

- En Centroamérica la cobertura de agua potable y saneamiento, alcanza un promedio del 38%, siendo el más bajo El Salvador con 10%
- América Latina muestra uno de los mayores índices mundiales de consumo de agua por habitante, tanto por el uso doméstico o agrícola, como por el empleo de ríos para la generación de energía y en la explotación de otros recursos naturales
- El agua es abundante en Centroamérica, pero no es accesible a todos ni en todos los lugares donde se encuentra y la contaminación es un problema creciente que se hace cada vez peor debido a la insuficiente inversión en saneamiento.
- La planificación de la gestión del recurso hídrico es aún incipiente en Centroamérica y mucho más lo es la preparación de planes que posean enfoque integrado.
- En Nicaragua, la cobertura de agua potable es de 19% para el área rural y para el área urbana es de 95%
- Prevalcen sin solución, numerosos conflictos de uso del agua entre pequeños y grandes usuarios.
- En la mayoría de los países de Centroamérica falta una política nacional hídrica que marque el rumbo hacia una gestión integral del recurso hídrico.

En el aspecto de la conservación del agua como recurso natural y consecuentemente como servicio ambiental, el uso y manejo inadecuado de la tierra es una de las principales causas de la pérdida de agua y por consiguiente, reducción de rendimientos agrícolas e ingresos de los productores (Bassi, 2002)

Es de esperar que la remoción de la cobertura vegetal disminuya las posibilidades de infiltración, lo que a la vez produce un incremento en la escorrentía durante los períodos lluviosos y afecta negativamente las posibilidades de almacenamiento de agua (Deeb, 1992; Alvarez, 1995)

En las zonas de este estudio, además de la situación descrita arriba, las prácticas de uso intensivo agrícola del suelo que ocasionan el proceso de erosión; así como las prácticas ganaderas que compactan el suelo, reducen la infiltración de agua.

También es sensible el problema de la contaminación de agua en las fuentes naturales y en los pozos y cuyas principales causas son el lavado de café, la presencia de coliformes fecales y en el caso de la sub cuenca Calico, el baño de ganado en los ríos y otras fuentes de las que

se consume agua. Todas estas condiciones, han causado la reducción de la disponibilidad de agua para consumo humano, principalmente en la época seca. En tal sentido, es conveniente un proceso de conservación, protección y recuperación de cuencas, el cual en algunos sitios, tiene un avance importante; sin embargo, el manejo de la cuenca es un proceso complejo, cuyo enfoque demanda el involucramiento de distintos actores, que permita proponer alternativas de sostenibilidad, incluyendo el reconocimiento de los servicios ambientales y su valoración.

El presente estudio, tuvo como propósito evaluar el costo económico generado por cambios en el uso de la tierra y/o adopción de tecnologías conservadoras de suelo y agua, incluyendo protección de fuentes de agua, en las cuencas de los ríos Calico y Jucuapa, dos zonas semi áridas de Nicaragua, aproximando de esta forma, una estimación de los costos de mantener e incrementar la oferta hídrica. Cabe decir que en estas zonas se presentan los problemas ambientales mencionados y cuyos efectos se traducen en bajos rendimientos productivos, problemas de disponibilidad de agua para uso humano y para otros usos.

El análisis de la situación actual en las subcuencas permitió sustentar la potencialidad de crear un mecanismo de pago a productores involucrados directamente en la protección de áreas críticas en cuanto a producción y conservación de agua en el marco de un esquema de pago por el servicio ambiental hídrico.

1.3 Justificación

1.3.1 ¿Por qué valorar económicamente la oferta del servicio ambiental hídrico?

El agua como tal tiene valor económico y social y la evaluación del valor económico y los costos asociados a su provisión, han obedecido tradicionalmente al abastecimiento a un consumidor, pero no así las externalidades¹ impuestas a otros, ni los usos alternativos del agua.

Las externalidades más comunes son aquellas asociadas al impacto del manejo hídrico aguas arriba o a la liberación de contaminantes sobre los usuarios aguas abajo (Asociación Mundial del Agua, 2001).

¹ Externalidades son definidas como las acciones de un consumidor o productor que tienen un impacto sobre otros consumidores o productores, sin que éstos sean tomados en cuenta en el proceso de decisión. Pueden ser positivas o negativas.

En muchas de las áreas rurales de los países en desarrollo, el agua producida por los ecosistemas, y que es cada vez más escasa para el consumo humano, no se paga. Es por eso que la mayoría de los involucrados directamente en la preservación del recurso, no están interesados en hacerlo, ya que no hay ningún incentivo y esto da lugar al descuido y contaminación de las fuentes naturales.

Reconociendo que el recurso hídrico tiene un valor económico como un servicio ambiental, se puede lograr que los productores y consumidores mejoren su asignación de recursos estableciendo el costo de la oferta y midiendo la demanda para a su vez, fijar un precio a los usuarios. En tal situación, se puede crear un sistema de pago que genere un flujo de ingresos que contribuya a la preservación de las fuentes y a incentivar, principalmente a los productores agrícolas, a cambiar prácticas degradantes por prácticas conservadoras de suelo y agua. El pago por el servicio ambiental hídrico se incluye dentro de un marco de gestión hídrica que permite construir un círculo en el cual la disposición a pagar (DAP) de los usuarios alimenta un fondo de inversión y conservación, lo cual a su vez, mantendrá la calidad del servicio por la que realmente los demandantes están dispuestos a pagar. En la medida en que no haya pago, se reducen el mantenimiento de la infraestructura y la calidad del agua (FAO)

1.3.2 ¿Por qué usar instrumentos de valoración de mercado en general y PSA en específico en el contexto de las sub cuencas Jucuapa y Calico?

En el caso del servicio ambiental hídrico, el dueño de la tierra donde está la fuente de agua, es el proveedor de este servicio, por lo que esto lo convierte en un oferente. Es necesario usar herramientas de mercado, ya que él provee un beneficio para la sociedad, pero debe asumir por si solo los costos de producción, cuando hay demandantes que deberían pagar por el servicio que reciben.

Con esta premisa, es factible analizar la viabilidad de un esquema de pago por servicio ambiental hídrico en las condiciones de las subcuencas Calico y Jucuapa, pasando por generar un ambiente de negociación entre dueños y usuarios del agua, en este caso (oferentes y demandantes) que podría resultar o no, pero se habrá explorado una alternativa para contribuir a conservar y/o mejorar de disponibilidad de agua, buscando acuerdos

relacionados con la protección y descontaminación de las fuentes y el mejoramiento de prácticas agrosilvopecuarias.

1.3.3 ¿Por qué en las zonas seleccionadas (cuencas Calico y Jucuapa)?

En las subcuencas Calico y Jucuapa, el agua es escasa y no disponible en la época seca en la mayoría de las fuentes. El uso intensivo de la tierra y las prácticas agrícolas y pecuarias degradantes del suelo, pueden ser causas principales de la poca retención e infiltración de agua, tomando en cuenta que son zonas caracterizadas por laderas. En estas zonas, la población paga una tarifa simbólica (donde se paga) que posiblemente refleja parte de los costos de infraestructura para proveerla (donde hay), más no el costo de producción y conservación ambiental; en parte, porque este costo no está calculado.

También se caracterizan por ser zonas secas, con mal uso y poco manejo de los recursos naturales en general; con un alto nivel de pobreza (25% por debajo de la línea de pobreza establecida por el gobierno) agudizado por la insatisfacción de necesidades básicas como el consumo de agua.

Siendo que en estas zonas, la principal actividad económica es la agricultura (granos básicos y café) y que las prácticas en esta actividad son intensivas en el uso del suelo, es necesario encontrar alternativas de mejor manejo y que sean económicamente atractivas para oferentes y demandantes del servicio ambiental hídrico.

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo general

Valorar económicamente el costo de protección y conservación del recurso hídrico con el fin de incrementar la oferta como un servicio ambiental en las subcuencas de los ríos Calico y Jucuapa, Nicaragua.

1.4.2 Objetivos específicos

- Seleccionar y priorizar áreas críticas e importantes para la provisión del servicio ambiental hídrico en ambas subcuencas.
- Identificar los proveedores actuales y potenciales del servicio ambiental hídrico en las subcuencas de estudio.
- Determinar los costos asociados al uso de prácticas necesarias para incrementar la provisión del servicio ambiental hídrico en las áreas priorizadas y estimar un monto de compensación a productores involucrados en su protección.
- Proponer alternativas o mecanismos de sostenibilidad para la provisión del servicio ambiental hídrico en las zonas de estudio, tanto desde el punto de vista económico, como institucional.
- Sistematizar la metodología aplicada y documentar las lecciones aprendidas en el proceso.

1.4.3 Hipótesis de investigación

- Las tecnologías y prácticas del uso actual de la tierra no favorecen el manejo y uso sostenible del recurso hídrico.
- En la actualidad no existen incentivos adecuados para que los proveedores del servicio ambiental hídrico adopten prácticas sostenibles.
- Los costos económicos asociados a la introducción de tecnologías conservadoras de agua y suelo son menores que los beneficios sociales esperados en el largo plazo.
- Un esquema de pago por el servicio ambiental hídrico puede ser una alternativa para incentivar la conservación del agua.

2. MARCO CONCEPTUAL - REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Análisis de la provisión de servicios ambientales en paisajes intervenidos

Los servicios del ecosistema son los productos de las funciones y atributos del mismo. Desde el punto de vista antropocéntrico, estas funciones solo se convierten en servicios, una vez que los humanos las reconocen como parte de su sistema social y generación de valores. Los ecosistemas son dinámicos y contienen una complejidad de plantas, animales y comunidades de microorganismos que conviven en un ambiente e interactúan como una unidad funcional; los humanos son parte integral del ecosistema (Nasi et al., 2002, citados por Campos et al., 2005).

Históricamente, la naturaleza y el valor de estos servicios han sido ignorados hasta su reducción o han perdido importancia (Daily et al., 1997 citado por Alpizar et al). Basándose en evidencia científica, se puede decir que la humanidad es altamente dependiente del flujo de servicios del bosque y a la vez, este flujo depende de la forma en que los ecosistemas son afectados por la actividad humana.

A pesar de que algunos de estos servicios han sido discutidos antes, es recientemente que se ha hecho un intento sistemático para su valoración y caracterización, vinculando las funciones del ecosistema con los bienes y servicios de éste (De Groot et al., 2002; Nasi et al., 2002; citados por Campos et al., 2005). Las funciones han sido definidas como “la capacidad de los componentes y procesos naturales para proveer bienes y servicios que satisfagan necesidades humanas, directa o indirectamente” (De Groot, 1992, citado en De Groot et al., 2002 y Campos et al., 2005)

Según documentos utilizados en el curso de cuencas de CATIE (2004), una importante unidad física y socioeconómica para analizar la provisión de los servicios ambientales, es la cuenca, en la cual convergen como un sistema, tanto los elementos biofísicos –el curso de las aguas, por el cual se define y los diferentes tipos de paisaje-, como la actividad permanente del ser humano. Desde este enfoque, se pueden describir los siguientes servicios ambientales provistos en la cuenca:

- a) Del flujo hidrológico: usos directos en agricultura, industrias, agua potable, dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota.
- b) De los ciclos bioquímicos: almacenamiento y liberación de sedimentos, almacenaje y reciclaje de nutrientes y materia orgánica, detoxificación y absorción de contaminantes.
- c) De la producción biológica: creación y mantenimiento del hábitat, mantenimiento de la vida silvestre, fertilización y formación de suelos.
- d) De la descomposición: procesamiento de la materia orgánica y de desechos humanos.

La cuenca hidrográfica puede ser una adecuada unidad para la gestión ambiental, a condición de que se logren compatibilizar los intereses de los habitantes de sus diferentes zonas funcionales y las actividades productivas en las mismas (curso Cuencas CATIE, 2004).

2.2 Situación del recurso hídrico como servicio ambiental

América Latina y el Caribe poseen importantes recursos hídricos que superan ampliamente los disponibles en otros continentes. Su precipitación media, que alcanza 1.500 mm anuales, sobrepasa en 50% la precipitación media mundial que es de 970 mm. El 55% de la región está cubierta por cuencas compartidas internacionalmente que aportan el 71% de los recursos hídricos superficiales totales. Sin embargo, actualmente en la región solo se aprovecha un 3% de los recursos hídricos y solo se riegan unos 13 millones de hectáreas, es decir, un 7,4% de la superficie cultivada. Pese a esta abundancia relativa del recurso, en muchos lugares se presentan requerimientos tan concentrados que exceden la oferta (Dourojeanni, 1985; García, 2002).

La disponibilidad del recurso hídrico depende de la capacidad del ecosistema para interceptar, recolectar y almacenar agua, del apropiado manejo de las tierras agrícolas, ganaderas y de bosque, así como de los tipos e intensidad de consumo de agua. La recolección de agua es un servicio ambiental que beneficia a la sociedad (Maldonado y Kosmus, 2003).

La disponibilidad de agua en los ecosistemas permite el desarrollo o presencia de otros bienes y servicios útiles para la sociedad. En el caso de disminución de tales ecosistemas por causas naturales o provocadas, repercute directamente en la regulación de los recursos hídricos y afecta el desarrollo de las diversas actividades humanas que sustentan; sistemas productivos agropecuarios, industriales, turísticos, electricidad y suministro de agua potable para la población. Además, repercute sobre todos los ecosistemas relacionados con los recursos hídricos (Rudas, 1995; citado por Barrantes, 2002).

Las características asociadas con el uso y manejo del agua como un servicio ambiental, pueden resumirse en las siguientes:

- Según el curso de valoración económica de CATIE (2004), se desconoce el valor que los individuos asignan a los bienes o servicios ambientales y por ende, no tenemos información certera acerca de la correcta asignación del recurso disponible
- La presencia de externalidades² positivas o negativas por las que nadie asume un pago. Por ejemplo, la contaminación del agua de consumo humano donde son afectados los que consumen aunque ellos no sean los que contaminan.
- La característica de bienes públicos, tienen dos propiedades fundamentales:
No exclusión, no puede excluirse a nadie de su disfrute, aunque no pague por ello.
No rivalidad en el consumo, el hecho de que alguien consuma un bien, no disminuye su disponibilidad (Azqueta, 1994).

2.3 Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos

Las relaciones causa-efecto entre el uso de la tierra y la disponibilidad y calidad de agua son difíciles de evaluar y con frecuencia inciertas, debido a la cantidad y complejidad de variables que pueden intervenir en esa relación. La alta variabilidad geográfica y climática en las cuencas, hace difícil hacer generalizaciones sobre el uso de la tierra y su impacto sobre los recursos hídricos (Foro Regional de PSA, 2003)

Según una revisión bibliográfica hecha por Kiersch (2000) sobre los impactos del uso de la tierra en los recursos hídricos, publicada por la Dirección de Fomento de Tierras y Aguas de la FAO, se afirma que es difícil formular declaraciones universales con validez sobre los

² El término externalidad fue definido en la sección anterior

impactos del uso de la tierra en los recursos hídricos por diferentes razones. Estos impactos dependen de un conjunto de factores naturales y socioeconómicos y pueden ser positivos o negativos. Los primeros incluyen el clima, la topografía y la estructura del suelo. Los segundos, incluyen la capacidad económica y la sensibilización de los agricultores, las prácticas de manejo y el desarrollo de infraestructura. Además, los impactos de uso agrícola de la tierra podrían ser difíciles de distinguir de los impactos naturales o de los impactos de origen humano. En resumen, se pueden mencionar los siguientes tipos de impacto por el uso de la tierra:

2.3.1 Uso agrícola y ganadero

Las actividades agrícolas pueden conducir a un incremento en el aporte de nitrógeno a las masas de agua como resultado de muchos factores, incluyendo la aplicación de fertilizante, el estiércol procedente de la producción ganadera. En Europa, la agricultura contribuye substancialmente a los vertidos de nitrógeno en las aguas superficiales y subterráneas. La producción ganadera puede ser fuente principal de fósforo en las aguas; la escorrentía directa de explotaciones ganaderas intensivas puede llevar a una degradación de las aguas superficiales y subterráneas.

Generalmente, la aplicación de pesticidas supone un peligro para los recursos hídricos superficiales y subterráneos, ya que estas sustancias pueden ser tóxicas y persistentes. Los residuos de pesticidas encuentran un punto de salida a los recursos hídricos en el uso agrícola y la actividad forestal (Kiersch, 2000).

Una alta tasa de aplicación de fertilizantes de cloruro de potasio puede conducir a un incremento en el lavado de cloruros a las aguas subterráneas. El exceso de movilización del suelo con maquinaria pesada y la pérdida de materia orgánica, también conduce a la compactación del suelo, reduciendo la infiltración del agua y disponibilidad para los cultivos, incrementando la escorrentía superficial y descarga en los ríos (Bassi, 2002).

En relación a las prácticas ganaderas, el sobrepastoreo de los potreros puede causar la compactación del suelo, que a su vez, puede reducir también la capacidad de infiltración del agua.

En cuanto al manejo del suelo, es válido mencionar que el proceso de erosión dentro de la cuenca además de reducir la productividad, también influencia el régimen hidrológico y de calidad de agua. La reducción de la productividad del suelo es debido a la pérdida de suelo superficial, incluyendo materia orgánica y partículas minerales. Junto con estas partículas, nutrientes, residuos químicos y contaminantes orgánicos, son transportados y depositados finalmente en los sistemas de drenaje (Bassi, 2002)

El uso correcto de agroquímicos, la adopción de tecnologías con mayor y permanente cobertura del suelo, son dos prácticas simples que pueden tener un importante efecto sobre la escorrentía y las tasas de erosión de la agricultura, particularmente para pequeñas áreas de captación.

2.3.2 Presencia de bosque

El impacto de los cambios en el uso-cobertura del suelo sobre el balance hídrico de la cuenca, dependerá de la severidad o intensidad con que se modifique la vegetación original, la inclinación, exposición y compactación del suelo mineral y finalmente, de la proporción de la cuenca afectada (Fallas, 1996). Las prácticas actuales que se refieren al aprovechamiento forestal, la deforestación y el fuego, pueden modificar drásticamente el balance hidrológico de la cuenca, ya que para los bosques tropicales, mucha de la precipitación total anual es devuelta a la atmósfera como vapor de agua, mediante los procesos de evaporación y transpiración.

La conversión de bosque a pasto u otros usos puede reducir la capacidad de infiltración del suelo, dado que el volumen de recarga del subsuelo se favorece para aquellas áreas de la cuenca con mayor cobertura boscosa (Hauveldop et al, 1986).

No obstante en relación a la producción de agua, existen numerosas investigaciones que evidencian que terrenos cubiertos por bosques, producen menos agua que los mismos terrenos en barbechos, pasto o cultivos pequeños (Hewlett, 1970; Bosch y Hewlett, 1982; Hamilton et al., 1985; citados por Stadtmüller, 1994). Aunque esta realidad no ha sido aceptada totalmente, muchos países han considerado este hecho en leyes, decretos, guías. Los planes de manejo prescriben mantener una cobertura boscosa poco densa, pero con alta capacidad de protección del suelo y la hojarasca.

El manejo de la cobertura vegetal puede realizarse con el objetivo de aumentar la producción de agua mediante la tala selectiva de árboles, de tal manera que la reducción de la interceptación y transpiración de los árboles remanentes sea mayor que el aumento de la interceptación y transpiración de la vegetación del suelo, más la evaporación del mismo (Lull, 1970; citado por Stadtmüller, 1994).

La deforestación en los trópicos, muy a menudo va seguida por un cambio de uso de la tierra, que disminuye particularmente la capacidad de infiltración. El problema de las consecuencias de esto para el régimen hídrico, no es tanto la remoción de los árboles, sino el uso inadecuado (sobreuso) que sigue después, que no corresponde al uso potencial del suelo y no incluye las medidas necesarias e indicadas para la conservación de suelos y aguas (Hamilton y King; Bruijnzeel; citados por Stadtmüller, 1994).

2.4 Papel de las organizaciones locales en el manejo y conservación del agua en la cuenca

La evidencia documentada del papel que han cumplido las organizaciones de gestión del agua en zonas rurales, tanto las asociaciones como los llamados Comités de Agua Potable, presentes en ambas zonas del estudio y encargados principalmente de dar mantenimiento a los proyectos de agua potable y administrar las tarifas de pago de agua donde las hay³, muestra que han tenido problemas de sostenimiento debidos principalmente a crisis económicas, monitoreo y seguimiento de las actividades que realizan y hasta de la motivación –ya que en la mayoría de los casos son voluntarios- y a veces, por falta de herramientas de gestión.

Muchas veces el problema de la provisión de agua, no es de disponibilidad del recurso, sino de la falta de gestión e involucramiento de los actores locales. En este sentido y para el caso de la implementación de un sistema de pago por el servicio ambiental hídrico, se ve necesario lograr no solo la participación de los actores locales, grupos de interés y de los directos involucrados en la protección del recurso, sino de establecer los roles de cada uno para generar un proceso claro de negociación y a la larga, la sostenibilidad de los planes de protección implementados.

³ La función de los CAP, se documenta en la descripción de los sitios

2.5 Valoración de la oferta del servicio ambiental hídrico

Según los conceptos de valoración de bienes ambientales del curso de CATIE (2004), el fin último de un ejercicio de valoración es su incorporación en un análisis social de costos versus beneficios de tomar determinada acción. La medición de estos costos y beneficios para el caso de bienes y servicios ambientales es el cuello de botella del análisis social de proyectos ambientales. Es necesario analizar todas aquellas cosas que dan valor al ambiente y los recursos naturales. El valor de uso, ya sea directo o indirecto; y el valor de no uso, que implica tres tipos de valor: altruismo, valor de herencia y valor de existencia. Los valores de uso y no uso, componen el valor total del bien. En el caso presente, no se estimará valor total del bien.

La dificultad para la valoración de un servicio ambiental como el agua, es en parte las características ya mencionadas en el uso y manejo de este bien, en relación a que es un bien público que no tiene un precio y por tanto, tampoco un mercado para transarlo. La presencia de externalidades –o efectos externos positivos o negativos- constituye una brecha entre los beneficios esperados por los tomadores de decisión privados y los beneficios esperados por la sociedad como un todo. Por ejemplo, cuando el dueño de un área forestal decide cambiar este uso por otro, esta decisión podría ser correcta desde su perspectiva privada, pero podría no serlo desde una perspectiva social, una vez que el total de costos y beneficios de todos los agentes afectados formen parte del sistema (Campos et al., 2005)

Una solución a este problema podría ser establecer un proceso de derechos de propiedad para bienes y servicios que se consideran libres. Cuando son pocos agentes involucrados, se podría empujar por una negociación entre oferentes y beneficiarios para lograr una solución conjunta.

Toda decisión sobre uso o preservación de bienes o servicios ambientales, implica sopesar los beneficios de uno u otro, medida con los costos asociados. Estos costos están, por lo general, expresados en unidades monetarias y por ende se requiere una monetización de los beneficios.

En el caso de la producción o protección del agua, previamente a la negociación, se tienen que establecer los costos de esta protección y el nivel de la demanda de los beneficiarios

para llegar a determinar los montos de la transacción y diseñar los mecanismos de implementación.

2.6 Métodos de Valoración económica para la oferta del SAH

2.6.1 El análisis beneficio-costo

Es una herramienta para el estudio y evaluación de políticas, proyectos o regulaciones con base en las consecuencias que tienen dichas actividades para la sociedad. Consiste en cuantificar los beneficios sociales y substraerles los costos sociales, para obtener el beneficio social neto de determinada acción (Boardman et al, 2001).

2.6.2 Cambios en la productividad (cambios en la función de producción)

La provisión del servicio ambiental podría requerir cambios en la tecnología de producción y la combinación de insumos que pueden resultar en cambios en la productividad. Estos cambios se pueden valorar usando precios de mercado para los insumos y el producto final y darnos una medida de los costos incurridos en la producción del servicio ambiental (Freeman, A.M, 1992)

2.6.3 Costo de oportunidad

Mide los costos del mejor uso alternativo del recurso, es decir, el costo de utilizar recursos para otros propósitos que no tienen precio de mercado. Puede estimarse utilizando el ingreso dejado de percibir por la actividad alternativa que es rentable y compite con el uso actual. Si se trata de un cambio en el uso de la tierra a favor de prácticas ambientalmente más amigables, se debería usar el método del costo de oportunidad como una medida de los potenciales beneficios de cambiar el uso de la tierra. Una vez más, los costos iniciales de la inversión deberían ser agregados al costo final de proveer el servicio ambiental (Freeman, A.M, 1992)

2.7 Esquemas de pago por servicios ambientales

Un mecanismo de pago por servicios ambientales entra en la categoría de instrumentos basados en el mercado en el sentido que intenta inclinar la decisión del dueño de la tierra hacia prácticas que mantengan o incrementen el flujo de servicios ambientales y no de prácticas no sostenibles. Debido a que todos los costos de las prácticas sostenibles son asumidos por el dueño de la tierra, pero solo recibe parte de los beneficios –los beneficios

sociales son básicamente públicos- lógicamente los dueños adoptan muy pocas prácticas sostenibles comparado al óptimo social. Mientras esos servicios ambientales sociales sean provistos libremente (sin un pago), los tomadores de decisión –en este caso, los productores dueños de tierra- no les darán importancia en el momento de decidir los usos de la tierra (Ortiz; Pagiola; Landell-Mills and Bishop; citados por Alpízar, 2004). Un pago por los servicios obtenidos por el bosque u otro ecosistema natural o con intervención del hombre, envía una señal al dueño para considerar el valor de los recursos naturales de su tierra y la relativa rentabilidad de los usos alternativos de ésta. El agricultor es libre de hacer lo que él cree que proporciona más beneficio a su familia, pero ahora se integra una nueva fuente de ingresos, que la constituye la provisión de servicios ambientales que son demandados por los beneficiarios (Guía metodológica para valoración económica de SA, Corredor Mesoamericano, 2002)

Es importante notar que un esquema de PSA, asume implícitamente que los derechos de propiedad para los SA pertenecen al proveedor de esos servicios, por lo tanto, los beneficiarios tendrán que pagar para asegurar una adecuada provisión de esos servicios.

Si el esquema de pago por servicio ambiental es correctamente diseñado e implementado, se puede esperar una óptima provisión de SA para la sociedad. Adicionalmente, ya que los beneficiarios de los servicios ambientales tienen que pagar por la provisión de los mismos, esto demandará el interés por hacer un mejor uso de los recursos y no considerar que éstos son gratuitos (Alpízar, 2004)

En relación al diseño de un esquema de PSA, un mercado institucionalizado para los servicios ambientales es una herramienta poderosa para lograr un mejor uso de los recursos ambientales y de los servicios que ellos proveen. Estos mercados no aparecen espontáneamente, sino que requieren de la cuidadosa intervención de un marco regulador, el cual puede tomar diferentes formas dependiendo del tipo o tipos de servicios considerados como relevantes. En el caso de la provisión de agua potable, si fuera que la municipalidad es responsable de ella, ésta podría construir un mercado donde los beneficiarios (sus clientes) y los proveedores de servicios ambientales hidrológicos (aquellos que adoptan prácticas forestales y agrícolas sostenibles en la cuenca) participen en el mercado, definiendo un pago acorde a los intereses de ambas partes y lograr una óptima provisión del SAH.

3. METODOLOGIA

3.1 Ubicación y descripción de las áreas de estudio

Las subcuencas de los ríos Calico –municipio de San Dionisio- y Jucuapa –municipios de Sébaco y Matagalpa- están ubicadas en la región central de Nicaragua, en el departamento de Matagalpa (Figura 1).

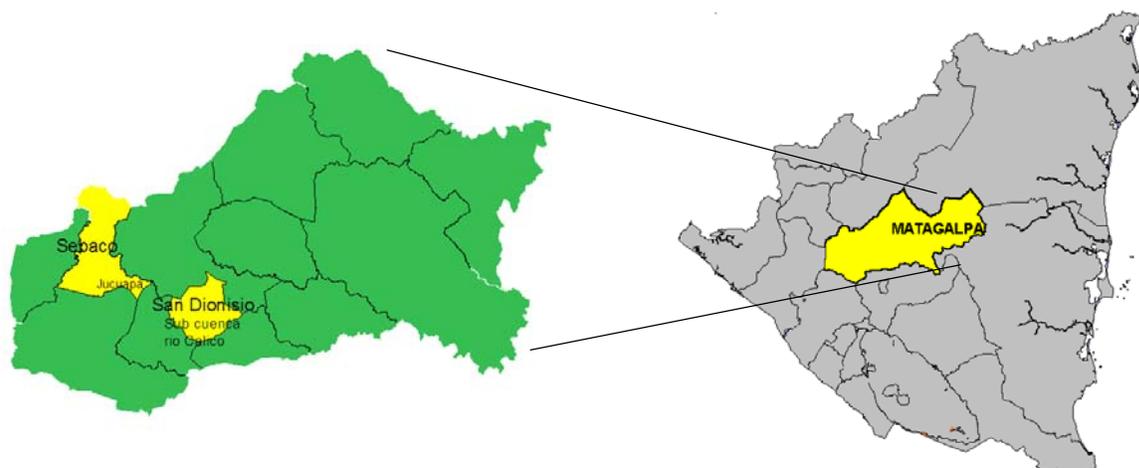


Figura 1 Ubicación geográfica de las subcuencas Calico y Jucuapa

3.1.1 Aspectos biofísicos

El área de la subcuenca del río Calico es de 172 Km² y es casi coincidente con los límites del municipio de San Dionisio y comprende 15 comunidades; Jucuapa, tiene un área de 40,5 Km² y comprende siete comunidades.

Las principales características biofísicas se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Indicadores físicos principales en las subcuencas Calico y Jucuapa

Sub cuenca	Alturas predominantes (msnm)	pendientes predominantes	Precipitación media anual	Temperatura media (° C)	Suelos predominantes
Jucuapa	500-1400	15 – 30%	1164 mm	22-26	Entisoles (60%)
R. Calico	400-1200	15-30 y 30-45%	1400 mm	23-26	Entisoles (86%)

Fuente: Morales J.(2002) y Baltodano ME (2002)

Las sub cuencas están ubicadas en la provincia fisiográfica montañas altas del interior, cuyo relieve está formado en su mayoría por terrenos ondulados o quebrados y predominio de accidentes geográficos de origen volcánico.

Uso de la tierra

La mayor área de la tierra en las cuencas Jucuapa y Calico está ocupada por pastos naturales/malezas y cultivos anuales, como se resume en el Cuadro 2

Cuadro 2. Uso principal de la tierra en las sub cuencas Calico y Jucuapa

Tipo de uso	Jucuapa (% área)	Calico (% área)
Café sin sombra y con sombra	22,02	14,0
Huertos +cultivos anuales	21,25	5,0
Cultivos anuales + pasto natural	20,08	44,0
Pastos y malezas	25,65	10,0
Pasto natural	11,0	27,0

Fuente: Morales (2003); Baltodano (2002)

El resto del área en las dos zonas está ocupada principalmente por vegetación arbustiva y bosque de galería. Los cultivos anuales son maíz, frijol, sorgo, millón, arroz y hortalizas en pequeña escala.

3.1.2 Aspectos socioeconómicos

Población

Jucuapa tiene una población de 3705 habitantes y la subcuenca del río Calico, tiene 16.003 habitantes, según el último censo de población de Nicaragua del año 1995. Sin embargo, observando la tasa de crecimiento anual, se calculan aproximadamente 21.000 habitantes en el año 2003. La distribución de la población en las dos zonas, se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución de la población, sub cuencas Calico y Jucuapa

	Jucuapa	Calico (San Dionisio)
Población de mujeres	47.3%	51%
Urbana	--	14%
Rural	100%	86%
Densidad poblacional	91 hab/Km ²	123 hab/km ²
Promedio miembros/fam.	6	6

Sistemas de producción

En ambas subcuencas los sistemas de producción de cultivos están basados principalmente en granos básicos, maíz, frijol, sorgo, caracterizándose la agricultura por ser muy poco diversificada. También hay presencia de ganado menor y mayor en pequeña escala. El maíz es un cultivo de autoconsumo y la comercialización se hace principalmente con el frijol. Se cultivan hortalizas en menor grado.

En el caso de Jucuapa, es una zona de bajo potencial productivo debido al uso intensivo de los suelos, así como uso irracional del bosque (Morales, 2003). La situación de Calico no es diferente, salvo que en el pasado, si fue una zona de importancia en la producción de granos básicos a nivel del país, por lo que hay cierto grado de especialización en este rubro.

Algunos aspectos generales de los sistemas de producción en las zonas, se resumen a continuación:

Rendimientos Promedio

- Maíz: 25-30 quintales/manzana
- Frijol: 15-20 quintales/manzana
- Sorgo: 15 (Jucuapa); 25 (Calico)

Prácticas agrícolas

- Labranza mínima
- Quema y quema controlada
- Insecticidas químicos
- Fertilizantes químicos y a baja escala, orgánicos
- Algunas prácticas de conservación de suelo

- Tierras sin descanso: rotación de maíz y frijol en las dos épocas de siembra (maíz, primera; frijol postrera)

Ganadería

- Tipos de pastos: pasto natural, jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Zacate Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), Zacate Pará (*Bracharia mutica*), Taiwán (*Pennisetum purpureum*)
- Tenencia promedio de animales: de 3 a 5 cabezas de ganado por familia
- Carga animal de los pastos nativos, 3 a 6 animales por manzana, donde hay
- Libre pastoreo en los potreros de los productores
- Ganado de doble propósito: leche y engorde

Tenencia de la tierra

La tenencia promedio de la tierra es de 3 a 5 manzanas (> 50% de productores) y la forma de propiedad es en su mayoría privada con títulos individuales, existiendo en menor escala la forma de propiedad cooperativa.

Servicios

Agua: un promedio del 75% de la población en las cuencas cuenta con agua de tubería, que no en todos los casos es potable. En el caso de Calico, estos fueron proyectos promovidos por CARE, pero se enfrenta el problema de la falta de mantenimiento, por lo que en muchas comunidades están deteriorados.

Las principales fuentes son el río (Jucuapa), pozos, quebradas, ojos de agua. En dos de las siete comunidades de Jucuapa, no hay proyectos de agua potable, incluyendo la zona más crítica en términos de falta de agua, que es Jucuapa abajo. En el caso de Calico, el cauce principal del río mantiene muy poca agua en época seca y ésta no es consumible por estar contaminada principalmente por café, baño de animales, detergentes y heces fecales. Ocurre lo mismo con las quebradas y manantiales. El agua de consumo humano proviene principalmente de fuentes naturales más pequeñas, como ojos de agua y de los mini acueductos ubicados en las zonas altas. En ambas cuencas, se presentan serios problemas de abastecimiento de agua, principalmente durante la época seca.

En relación al pago de tarifas de agua, en el caso de Jucuapa se paga de manera diferenciada por comunidad y al igual que en Calico, el pago más alto es igual a C\$5,00 (US\$0,30) y el menor es de C\$2,00 (US\$0,12), mensuales como pago fijo, sin importar el nivel de consumo. La diferencia es que en la subcuenca Calico, no todas las comunidades pagan el servicio, ya que no les llega a todas y la población invierte un promedio estimado de 35 minutos por día caminando hasta las fuentes naturales para tener agua para el consumo doméstico. Un estudio realizado por Johnson y Baltodano (1998), aproximó el valor económico de este tiempo, tomando el costo de oportunidad de media jornada laboral⁴, lo cual mostró un costo total de US\$42 por familia por año, del total de familias que reportaron tener que traer agua de la fuente más cercana para consumir (42%). Esto significa un costo total al año de US\$36.268 por tener agua en la casa para todas estas familias.

En el caso de Jucuapa, algunos productores localizados en la parte media de la subcuenca realizan en la época seca, pequeñas obras de represamiento en el río con el propósito de regar cultivos de parra. Esta situación, según los pobladores es la causa de escasez de agua en la parte baja, lo que provoca un conflicto socioambiental (Morales, 2003). Esta relación de causa-efecto no ha sido comprobada. En Calico se ven algunos casos aislados de este tipo de retención para riego.

La gestión del agua en las comunidades se hace a través de los Comité de Agua Potable (CAP) que existen en cada subcuenca. Estos trabajan de forma voluntaria; sin embargo, no se da el mismo nivel de gestión en todas las comunidades, razón por la cual, en el caso de Calico, se ha problematizado el suministro de agua por tubería.

Energía: en Calico, el 19% del territorio tiene energía eléctrica, incluyendo aquí el área urbana. En Jucuapa, la mayoría del territorio no cuenta con energía eléctrica.

Salud: en Calico hay cuatro puestos de salud en la parte rural y un centro de salud en la parte urbana y en Jucuapa se cuenta con dos centros de salud. La cobertura como es de suponer, no abarca toda la población, por lo que en Jucuapa se ven obligados a atenderse en la ciudad de Matagalpa.

⁴ Según el BID, se toma media jornada por ser las mujeres y niños quienes principalmente traen agua a la casa. En la zona, el jornal tenía un precio de US\$3.00 para ese tiempo

Educación: en Jucuapa solo hay educación de preescolar y primaria con 588 estudiantes impartida en siete centros (uno por comunidad) y para seguir estudios de bachillerato, tienen que ir a Matagalpa. En Calico, hay 3.500 estudiantes aproximadamente entre primaria y secundaria. La tasa de analfabetismo alcanza el 53%.

3.1.3 Organizaciones locales

En el caso de Jucuapa, existe un comité de cuencas y seis organizaciones locales que acompañan pequeños proyectos. A nivel de las comunidades, existen comités de padres de familia, grupos religiosos, cooperativas y los comités de agua potable

En Calico no existe Comité de Cuencas y la mayoría de actividades son cogestionadas con el municipio –Comité de Desarrollo Municipal (CDM)- y existe una asociación local que aglutina a las organizaciones comunitarias, en la cual hay representación de todas las comunidades. Su principal función es la gestión de pequeños proyectos comunitarios. También existen cooperativas, muchas de ellas, para gestión de crédito.

En ambas subcuencas existen los Comité de Agua Potable, que es electo por la comunidad y está conformado por 4 a 5 miembros voluntarios, teniendo entre ellos un coordinador y responsable de las finanzas. Su principal función es la operación y mantenimiento del sistema de agua y la administración correcta de lo aportado por las familias beneficiadas en concepto de pago de tarifa por consumo de agua del sistema. El responsable financiero es capacitado para ejercer esta función, ya que tiene que organizar el cobro mensual del pago de tarifas y constituir un fondo con el cual dan mantenimiento al sistema de agua, ya sea pozo (excavado a mano o perforado) con bomba de mecate o un acueducto (por gravedad o por bombeo eléctrico). En el caso de Jucuapa, hasta el momento no se percibe ninguna relación entre el comité de cuencas y los comités de agua potable (CAP); el comité de cuencas apoya su trabajo en los líderes comunitarios, teniendo a dos de ellos como participantes permanentes dentro del Comité y actualmente están en el proceso de organizar comités locales a nivel de comunidad. Sin embargo, posiblemente sea importante que en el futuro inmediato, se considere trabajar con los CAP, en vista de los serios problemas que se presentan con la escasez y gestión del agua.

3.1.4 Principales problemas

A partir de la descripción de las zonas, se pueden identificar los principales problemas ambientales y socioeconómicos en las dos subcuencas.

a) Ambientales

- Calidad (nivel de contaminación) y cantidad de agua
- Manejo y gestión de agua
- Erosión de suelos
- Falta de cobertura vegetal del suelo
- Deforestación y quemas

b) Socioeconómicos

- Baja productividad (rendimientos)
- Poca diversificación de la producción
- Incidencia de enfermedades por mala calidad del agua y el ambiente y falta de infraestructura de salud
- Bajos niveles educativos
- Pobreza alta

c) Institucionales

- Falta de conocimiento e interpretación de leyes que tienen que ver con el manejo de recursos naturales, principalmente el agua. Capacitación debería empezar desde la municipalidad y/o el comité de cuencas
- Necesidad de fortalecimiento de la gestión de los comités de agua potable para el mantenimiento de los proyectos de agua
- Baja coordinación entre organizaciones a nivel de la subcuenca (Calico)
- Problemas políticos y de relación que dificultan la gestión de los delegados del alcalde en las comunidades (Jucuapa)

En el caso de Calico, posiblemente ha habido avances en la disminución de esta problemática por el trabajo continuado de organismos presentes en la zona desde hace algunos años. Tal es el caso de CIAT con el proyecto SOL (Supermercado de opciones de laderas) que ensaya nuevas y/o mejoradas tecnologías y variedades de cultivo con el apoyo de instituciones como el INTA y otros. Sin embargo, hace falta documentar los impactos de este trabajo hasta el momento.

3.1.5 Procedimiento metodológico

El elemento clave para poder conducir un esquema de PSA, es establecer una función de dosis-respuesta relacionando el uso y manejo de la tierra con la provisión de servicios ambientales (Alpizar, 2004). Las funciones dosis-respuesta son ampliamente usadas en las ciencias básicas; relacionan el cambio de un factor (dosis) con el efecto ocasionado por ese cambio en un punto receptor (respuesta).

Dada la complejidad de los ecosistemas, caracterizados por cambios de un estado a otro y exposición a eventos naturales inesperados, entre otras cosas, es muy probable que nunca se tenga la cantidad de información suficiente y la capacidad de análisis para establecer una clara relación dosis-respuesta (Alpizar, 2004). Sin embargo, nuestra meta con este tipo de investigación, debe ser actuar bajo un enfoque de precaución y la perspectiva de que la implementación de prácticas sostenibles, podrían potencialmente contribuir a incrementar la provisión de servicios ambientales clave, aún si la función dosis-respuesta no está claramente establecida.

El análisis de la oferta del servicio ambiental hídrico en este caso, tiene el objetivo de medir los costos in situ de proveer estos servicios, a través de las tecnologías valoradas en las propuestas de protección del SAH –que es nuestra dosis- y asumimos que éstas, realmente producen un beneficio⁵ en la conservación del agua y retención de la humedad en el suelo para mejorar los rendimientos productivos; aunque, no se tiene información cuantificada de ese beneficio, lo cual sería nuestra respuesta.

En la propuesta de protección valorada, lo que interesa son los beneficios sociales y no privados, los beneficios para mejorar el ambiente, pero si el productor mejora sus propios rendimientos productivos con la implementación de las tecnologías, eso es aún mejor para el proyecto de protección, en este caso del SAH. El esquema de la Figura 2, presenta la secuencia de etapas metodológicas del estudio de valoración del SAH:

⁵ Con base en la experiencia e información de estudios realizados



Figura 2. Esquema metodológico del estudio

A continuación se describe cada una de las etapas metodológicas, partiendo de la caracterización de las zonas que forma parte del diagnóstico de campo:

3.1.6 Caracterización general de las zonas

La caracterización de las zonas se hizo para tener conocimiento de las condiciones y premisas que existen para el objetivo del estudio. En el caso de las subcuencas Jucuapa y Calico, se contó con una caracterización y línea base por lo que se hicieron dos actividades puntuales:

- Revisión de las caracterizaciones, identificando vacíos de información para los objetivos del estudio que constituirían principalmente, datos de costos de producción y costos de

prácticas de conservación, de lo cual se tenía alguna información de Calico y se validó en Jucuapa, completando para realizar la valoración económica propuesta.

- Recopilación de información para llenar estos vacíos a través de: entrevistas con funcionarios de organismos presentes en la zona como alcaldía local, instituciones del estado y no gubernamentales y productores.

3.1.7 Selección y priorización de áreas de intervención

La provisión de servicios hídricos tiene sitio y usuarios específicos, por lo cual requiere una cuidadosa selección de áreas de intervención. Para el proceso de selección de áreas priorizadas en los sitios de investigación –Jucuapa y Calico- se utilizaron dos tipos de métodos que se muestran en el siguiente diagrama:

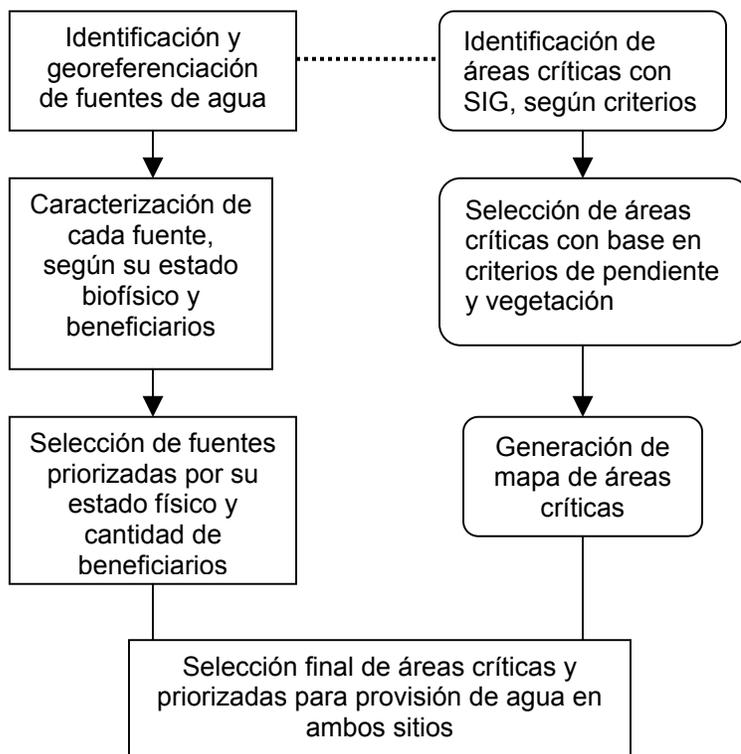


Figura 3. Proceso metodológico de selección de áreas prioritarias

El proceso anterior, permitió tener más criterios al momento de la selección de las áreas críticas, combinando o contrastando el estado de las fuentes de agua, incluyendo el río, con criterios biofísicos de pendientes y presencia de vegetación. En el siguiente apartado se explican cada uno de los procedimientos.

3.1.1.1 Georeferenciación y caracterización de las fuentes de agua de consumo humano

Con el apoyo de los pobladores de las zonas, se ubicaron y georeferenciaron con un GPS las fuentes de agua natural y construidas y se colocaron en el mapa de cada subcuenca. Las fuentes se clasificaron en tres tipos:

- Pozos naturales, que son ojos de agua y manantiales
- Pozos mejorados ó llamados pozos artesianos con bombas de mecate y
- Mini acueductos o proyectos de agua potable que distribuyen el agua desde una fuente hacia la comunidad a través de tubería y por gravedad
- El río en su parte baja, en el caso de Jucuapa

Además a la par de la georeferenciación, se caracterizó cada fuente con su estado actual, el número de beneficiarios y se identificó a los pobladores que colindan con ellas, quiénes son los dueños de las propiedades donde se ubica cada fuente y por ende, los proveedores potenciales del servicio ambiental hídrico. Para esta caracterización, se aplicó un formato para cada fuente de agua en las dos zonas que contiene esta información. (anexo 1).

3.1.1.2 Selección de fuentes de agua prioritarias.

Se analizó la información recogida en la caracterización de las fuentes y se tomó en cuenta su estado crítico y su importancia en la provisión de agua, es decir, la cantidad de beneficiarios, para contribuir a la priorización, lo cual se hizo a través de **tablas de contingencia**. El procedimiento estadístico tablas de contingencia crea tablas de clasificación doble y múltiple; en este caso se cruzaron dos variables –sitio o comunidad y condición o estado de la fuente de agua- con el fin de seleccionar por sitio/área las fuentes más importantes por cantidad de beneficiarios y las de peor condición. Previo a la generación de la tabla, las fuentes se clasificaron en siete tipos de condición recogidas de acuerdo a la información en el formato de caracterización de cada una:

- Sin protección⁶ alguna
- Con protección abundante
- Con protección escasa
- Sin protección y con cultivos cercanos
- Con protección y con cultivos cercanos

⁶ Protección se refiere a presencia de árboles, vegetación abundante o escasa alrededor de la fuente

- Con protección y con potreros cercanos
- Sin protección y con potreros cercanos

3.1.1.3 Identificación de áreas críticas con análisis de información geográfica. Se utilizó un sistema de información geográfica como herramienta para generar un mapa de áreas críticas para ambas subcuencas, lo cual implicó los siguientes pasos:

a) Conformación de base de datos inicial, utilizando datos de uso actual de la tierra y pendiente de los suelos

La base de datos de uso actual de la tierra presentaba más de 20 usos y para facilitar la combinación de los criterios en una sola base de datos, se reclasificaron tales usos en tres tipos:

Cuadro 4. Reclasificación de los usos del suelo en Jucuapa y Calico

Clasificación inicial	Reclasificación
Bosque bajo abierto	Bosque
Bosque bajo cerrado	Bosque
Café con sombra	Bosque
Cultivos anuales	Cultivo
Huertos	Cultivo
Café sin sombra	Vegetación estable
Maleza	Cultivo
Pasto y maleza	Vegetación estable
Pasto y árboles	Vegetación estable
Vegetación arbustiva	Vegetación estable

Las pendientes, se reclasificaron de la forma siguiente:

- a) <15%; b) >15%<30%; c) >30%

b) Diseño del proceso metodológico para la selección de áreas críticas

Para la generación del mapa de áreas críticas de las dos subcuencas, se utilizó el programa Arc View 3.3 y los pasos fueron los siguientes:

- Conformación de matriz de doble entrada (vegetación y rangos de pendientes)
- Construcción de criterios de selección de las áreas críticas con base en la matriz combinada de vegetación y pendiente.

Cuadro 5. Criterios de selección de áreas críticas en Jucuapa y Calico

Área estable	Área moderada	Área crítica
Bosque+pendiente < 15%	Bosque+pendiente >30%	Cultivos+pendientes >15<30%
Bosque+pendiente >15<30%	Veg. Estable+pendiente>15<30%	Cultivos+pendientes >30%
Veg. Estable+pendiente<15%	Veg. Estable+pendiente >30%	
	Cultivos+pendiente <15%	

El siguiente cuadro muestra un extracto, como ejemplo, de la matriz que se construyó con la combinación de criterios de uso de la tierra y pendientes y que generó el mapa de áreas críticas:

Cuadro 6. Extracto de la matriz de áreas críticas⁷

TIPO DE VEGETACIÓN	CÓDIGO	RANGO	CÓDIGO2	SÍMBOLO	AREAS CRÍTICAS	HECTAREAS
Bosques	1	Entre 15 y 30%	b	1b	Estables	0,244
Bosques	1	Menor de 15%	a	1a	Estables	1,055
Bosques	1	Entre 15 y 30%	b	1b	Estables	0,009
Bosques	1	Mayor de 30%	c	1c	Moderadas	0,001
Centros poblados	4	Entre 15 y 30%	b	4b	No Aplican	1,129
Centros poblados	4	Mayor de 30%	c	4c	No Aplican	0,041
Centros poblados	4	Menor de 15%	a	4a	No Aplican	0,047
Cultivos	3	Entre 15 y 30%	b	3b	Criticas	11,130
Cultivos	3	Mayor de 30%	c	3c	Criticas	1,312
Cultivos	3	Menor de 15%	a	3a	Moderadas	12,003
Vegetación Permanente	2	Entre 15 y 30%	b	2b	Moderadas	0,439
Vegetación Permanente	2	Mayor de 30%	c	2c	Moderadas	0,034

c) Diseño de los mapas de salida

Se diseñaron y generaron dos mapas, uno por cada una de las subcuencas, que identifica las áreas críticas en las dos zonas con base en los criterios mencionados. Además de diferenciar en los mapas las áreas en los tres tipos -críticas, moderadas y estables- se sobrepusieron las

⁷ La matriz original de Jucuapa tiene 583 registros y la de Calico, 5000

fuentes de agua georeferenciadas para ubicarlas en el contexto de vegetación y pendiente y comparar los resultados con ambos procedimientos.

d) Análisis de resultados

Con los mapas se procedió al análisis de la situación del recurso hídrico en las zonas y sus áreas de mayor vulnerabilidad.

3.1.8 Caracterización de los productores ubicados en las áreas priorizadas (Objetivo 2)

La caracterización de productores se hace con el fin de entender la motivación en las decisiones tomadas por el dueño de la tierra en relación a su uso. Una vez seleccionadas las áreas e identificados los productores que viven en ellas, se aplicó una entrevista diseñada para obtener información relacionada principalmente a los siguientes aspectos:

- Cantidad y uso de la tierra
- Tipo y rentabilidad (costos y beneficios) de la actividad productiva
- Tipo de derechos de propiedad (privada, comunal, etc)
- Formas de producir, rendimientos de cultivos y uso de prácticas de conservación de agua y suelo
- Acceso a financiamiento y capacitación
- Información socioeconómica referida a tamaño de la familia, nivel académico entre otros.
- Percepción del entrevistado sobre la conservación del agua y su voluntad de participar en un programa de PSA.

La entrevista (anexo 2) se aplicó a 23 productores en la subcuenca del río Calico y 17 productores en la subcuenca del río Jucuapa, los cuales están ubicados en las propiedades cercanas a las fuentes de agua y en las áreas importantes de provisión de agua y que constituyen los potenciales oferentes del servicio ambiental hídrico.

3.1.9 Selección y definición de costos de prácticas/tecnologías de conservación de agua para valorar la oferta hídrica

El siguiente paso, fue la identificación y selección de las tecnologías de conservación de agua y suelo, para lo cual se realizó una consulta con expertos, a través de un taller con técnicos y

organismos de la zona con experiencia en el trabajo de tecnologías de conservación de suelos y agua (CSA). Se preparó un formato con una lista inicial de prácticas y costos propuestos, con base en la Guía de Conservación de Suelos y agua (1999) de PASOLAC (Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central) y otras experiencias, para ser analizada y poder definir una lista final como parte de la valoración económica de la oferta ambiental hídrica. En el cuadro 7 se muestra la lista propuesta y que fue discutida en el taller:

Cuadro 7. Tecnologías propuestas a consulta con organismos expertos en la zona de Jucuapa y Calico

	Tecnología	Objetivo	Costo establecimiento US\$/Mz(MO+Ins)	Costo mantenimiento US\$/Mz (anual)
1	Acequias a nivel o zanja a nivel	Son zanjas para conservar agua y mejorar la infiltración	41,30	3,50
2	Cubetas individuales (árboles frutales o café)	Son zanjas pequeñas que se ubican bajo cada planta y sirven para Conservar e infiltrar agua	27,00	5,30
3	Diques de piedra (suelo pedregoso) o postes prendedizos (suelo franco-arcilloso)	Muros de piedra para retener agua y tierra y con el tiempo restablecer el cauce de las aguas; se mejora la retención e infiltración para proteger y recuperar las fuentes de agua	45,00	5,30
4	Manejo de rastrojos-no quema (combinar con rotación de cultivos)	Conservar el suelo, mejora fertilidad y aumenta infiltración de agua	10,00	10,00
5	Manejo de árboles al contorno de fuentes y rivera de río (bosque ripario)	Recuperar fuentes de agua	27,00	27,00
6	Barrera viva de gandul y/o madero negro	Reducir velocidad del agua y del viento; con el tiempo, forma terrazas, que conservan agua	14,00	1,80
7	Barrera muerta de piedra	Reducir velocidad del agua por cortar ladera en pendientes más cortas	143,00	7,00

Los participantes hicieron la revisión pertinente, así como sus contribuciones y observaciones a la propuesta. Se obtuvo una lista de técnicas, en la cual se eliminó la práctica número 2 por ser muy individual y se agregaron la plantación forestal y la regeneración natural, como se podrá

ver en el capítulo de resultados; así mismo, se convirtieron los costos por manzana a costos por hectárea.

3.1.10 Valoración económica de las prácticas de protección del recurso hídrico y estimación del monto de compensación a productores (objetivo 3)

La valoración económica para el mantenimiento y/o incremento de la oferta de agua como servicio ambiental, se hizo utilizando los métodos de cambios en la productividad y costo de oportunidad⁸.

Las prácticas valoradas fueron: cambio de uso de la tierra de cultivos a forestal y obras físicas y coberturas vivas como prácticas de conservación de suelos y agua. En todos los casos, la estimación de los costos se realizó por hectárea y por año y para un período de 10 años.

3.2.5.1 Valoración del cambio del uso de la tierra

El cambio del uso de la tierra, se propuso para las áreas críticas que están cerca de los cauces principales de los ríos de cada una de las subcuencas y de fuentes de agua clave para las zonas. Esta propuesta se diseñó, considerando que al menos en el caso de Jucuapa, el río es la principal fuente de consumo humano para los que viven en la parte baja y éste no tiene agua en época seca. Los costos se calcularon por hectárea y por año, de cambiar uso de cultivo (maíz y frijol) para convertir a uso forestal. La estructura de valoración incluyó los siguientes componentes:

- a) Costos de la inversión inicial:** implica la suma de los costos de insumos, herramientas y mano de obra y cualquier otro costo en que se incurra para el establecimiento de la reforestación para una hectárea. Estos costos se presentan en el año 1.
- b) Costos de mantenimiento:** es decir el costo pagado cada año (insumos + mano de obra) por conservar el nuevo sistema de uso; éste es a partir del año 2 y hasta el año 10.
- c) Costo de oportunidad de la producción:** se calculó con base en la rentabilidad o ingreso neto del sistema al que se renuncia por el cambio de uso de la tierra; en este caso, del cambio de uso del sistema de cultivo maíz y frijol por el uso forestal. Para obtener este

⁸ Ver definiciones en el marco conceptual

costo de oportunidad, se aplicó el análisis costo-beneficio de los sistemas mencionados con base en la venta de la producción total de un año a precios de mercado, asumiendo un rendimiento promedio de 30 quintales de maíz/ha y 20 quintales de frijol/ha; menos los costos de producción, compuestos por los costos de los insumos más los costos de la mano de obra.

d) Costo de oportunidad del trabajo: es el ingreso por concepto de pago de la jornada laboral en la zona –que es lo que el productor ganaría por dejar de trabajar su tierra y trasladarse a otro sitio (u otro trabajo)- y éste se restó al costo total por el cambio de uso de la tierra.

En resumen, los costos anuales por 10 años del cambio de uso de la tierra de cultivo a uso forestal, se establecieron así:

Cuadro 8. Estructura de costos para el cambio de uso de la tierra por 10 años

Año 1	Años 2 – 10 y más
+ Inversión inicial	+ costo de mantenimiento
+ costo de oportunidad de la producción	+ costo de oportunidad de la producción
- costo de oportunidad del trabajo	- costo de oportunidad del trabajo
= costo del año 1 del nuevo sistema	= costo anual del nuevo sistema hasta el año 10

3.2.5.2 Valoración de las tecnologías de conservación de agua y suelo

En el caso de las tecnologías de conservación de agua y suelo, se valoraron obras físicas y coberturas vivas y se calcularon costos individuales por técnica y por combinaciones de técnicas, debido a que en ambas zonas es muy común encontrar estas prácticas implementadas de forma combinada.

Obras físicas⁹: Se valoraron tres tipos de obras físicas para conservación de suelo y agua:

- Acequias o zanjas a nivel, cuyo objetivo es conservar agua y mejorar la infiltración en el suelo.

⁹ La información para obras físicas fue tomada de la “Guía técnica de conservación de suelos y agua”, PASOLAC, 1999

- Diques de piedra, retienen agua y tierra y con el tiempo pueden restablecer el cauce de las aguas. Mejoran la infiltración y retención para proteger y recuperar fuentes de agua.
- Barreras muertas de piedra, retienen suelo y agua que se infiltra y con el tiempo hacen terrazas para retener agua.

Debido a los altos costos de inversión, los cálculos económicos se hicieron con base en un costo promedio de los tres tipos de obras físicas, asumiendo que un productor no puede implementar las obras físicas juntas –y talvez no se requiera- amén de que la mayoría de ellos no tiene capacidad económica para hacerlo.

Coberturas vivas¹⁰: Se valoraron tres tipos de coberturas vivas que mejoran la infiltración de agua en el suelo y lo protegen de la erosión hídrica.

- Incorporación de rastrojos y no quema, es una técnica combinada, ya que una está estrechamente ligada a la otra; mejoran la fertilidad del suelo porque conservan humedad.
- Barreras vivas de gandul y madero negro, reducen velocidad del agua y del viento y con el tiempo forman terrazas que conservan agua.
- Cultivos de cobertura, dependiendo del tipo de cultivo, permiten diferentes grados de protección y conservación de humedad en el suelo.

La estructura para establecer los costos de las tecnologías de conservación de agua suelo, comprendió los siguientes parámetros:

- a) Costos de la inversión inicial, insumos y mano de obra aplicados a precios de mercado de la zona. Estos costos se presentan en el año 1.
- b) Costos de mantenimiento, insumos y mano de obra, para darle mantenimiento a las técnicas a través del tiempo. Se presentan a partir del año 2 y hasta el año 10.

El costo anual de la implementación de las tecnologías de conservación de suelo se presenta así:

- Año 1: Inversión inicial (insumos y mano de obra)
Año 2-10: Mantenimiento (insumos y mano de obra)

3.2.5.3 Análisis de sensibilidad

¹⁰ La información para coberturas vivas fue tomada de la “Guía técnica de conservación de suelos y agua”, PASOLAC, 1999

Se realizaron cinco tipos de análisis de sensibilidad para evaluar el cambio en los costos de diferentes combinaciones, tanto de uso de la tierra como de tecnologías de conservación de agua y suelo; así mismo, los cambios por diferentes tamaños de áreas a intervenir, incluyendo las 470 ha y para 350, 300, 250 y 200 ha. En todos los casos, la valoración se hizo para 10 años. Para el cambio de uso de la tierra se valoró la combinación de la reforestación y la regeneración natural. En el cuadro 9, se muestran las combinaciones valoradas para prácticas de conservación de agua y suelo, así como los % de área que se proponen implementar por cada práctica en una hectárea:

Cuadro 9. Opciones de combinación de tecnologías CSA para valorar económicamente

Tecnologías	% de área por hectárea
Combinación 1	
Cobertura vegetal	100
CSA físicas	25
CSA vivas	25
Agroforestal	50
Combinación 2	
Cobertura vegetal	100
acequia	50
b. viva gandul	50
Combinación 3	
Cobertura vegetal	100
diques de piedra	50
agroforestal	50
Combinación 4	
Cobertura vegetal	100
diques de piedra	50
acequia	50

3.2.5.4 Talleres de validación con productores de las áreas críticas y potenciales proveedores del SAH

Se realizaron dos talleres de validación –uno en cada zona- con los productores dueños de las propiedades donde están ubicadas las fuentes de agua y de las áreas críticas identificadas. El objetivo de cada taller fue validar las tecnologías propuestas en la valoración, así como sus costos y al mismo tiempo, evaluar la disponibilidad y capacidad de los proveedores de implementar las tecnologías propuestas y participar en un sistema de PSA. Los talleres se desarrollaron de la siguiente manera:

- Una introducción describiendo la situación actual del agua en la zona y los principales resultados generales del trabajo de la presente tesis.

- Presentación de las tecnologías propuestas, cambio de uso de la tierra y prácticas de CSA, con sus costos y áreas a intervenir.
- Discusión plenaria sobre el punto anterior, posibles alternativas, comprensión y capacidad de los productores para su implementación. Este punto de discusión fue guiado por cinco preguntas para asegurar obtener la información que se planteó el objetivo.
- Evaluación y cierre

En el taller de la subcuenca del río Jucuapa participaron 21 productores, lo cual fue el 100% de los invitados. En el taller de la subcuenca del río Calico, participaron 18 productores, que constituye el 80% de los invitados. La información en detalle de ambos talleres se presenta en las actas respectivas en el anexo 3.

3.2.5.5 Sondeo de la disposición a pagar por el agua a través de grupos focales en Jucuapa

Con el fin de tener una idea preliminar de la disposición a pagar (DAP) de los usuarios del agua en Jucuapa y ver si esto podría constituir una fuente de fondos para un pago por servicio ambiental, se aplicó una entrevista a grupos focales, incluyendo personas de todas las comunidades. Se realizaron 29 entrevistas al azar en 7 comunidades y aunque esto no puede ser analizado estadísticamente, sí da una tendencia de las posibilidades de pago –donde este pago no existe- y de un incremento donde ya pagan una tarifa que como se mencionó antes, es prácticamente simbólica. Los resultados se presentan en el capítulo de resultados y discusión.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Selección de áreas críticas y prioritarias para la provisión de agua

4.1.1 Georeferenciación de fuentes de agua

Se georeferenciaron un total de 24 fuentes de agua de consumo humano en Jucuapa, incluyendo la parte baja del río principal, las cuales comprenden 9 pozos naturales, llamados “ojos de agua” que no tienen ningún tipo de construcción; 8 pozos artesianos y 6 mini acueductos o proyectos de agua con tubería que baja por gravedad y que no necesariamente es agua potable, más el río. En la subcuenca del río Calico, se ubicaron 106 fuentes, de las cuales 61 son pozos naturales, 19 pozos mejorados y 26 son mini acueductos. Todos ellos benefician un mínimo de cinco familias, aparte de los que abastecen a toda la comunidad o comunidades.

Los siguientes mapas de las dos subcuencas, muestran la distribución en ambos sitios¹¹:

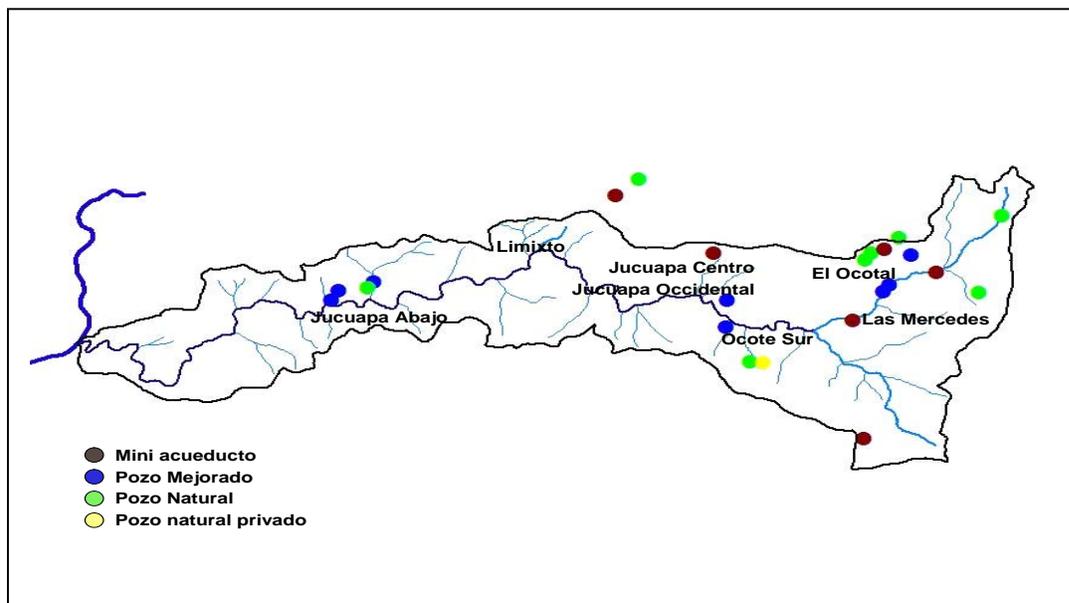


Figura 4. Ubicación de fuentes de agua de consumo humano en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua

¹¹ Las coordenadas de las fuentes se presentan en el anexo 5

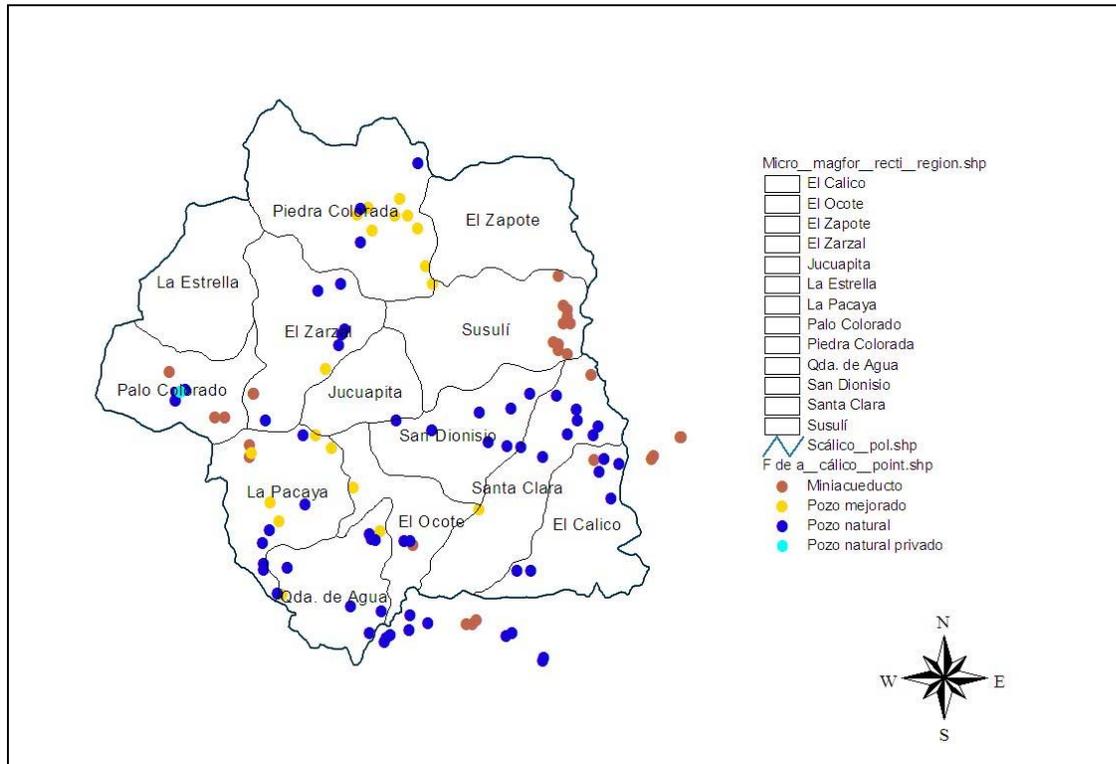


Figura 5. Ubicación de fuentes de agua de consumo humano en la subcuenca del río Calico, Nicaragua

En Jucuapa Abajo como se ve, no hay mini acueductos o proyectos de agua por tubería, sino solo fuentes naturales y pozos; en esta zona, la principal fuente de consumo humano es el río Jucuapa. El mini acueducto de Jucuapa Centro abastece a parte de la comunidad de Limixto y Jucuapa Occidental. En la parte alta, se encuentran los tres tipos de fuentes y en ellas, el agua es permanente todo el tiempo.

En Calico puede observarse que la mayoría son pozos naturales, sin embargo los mini acueductos que están al este de la subcuenca en la comunidad de Susulí, abastecen a casi cuatro comunidades, por lo cual es un área de protección importante.

La distribución de los tipos de fuentes en ambas subcuencas se presenta en las figuras 6 y 7:

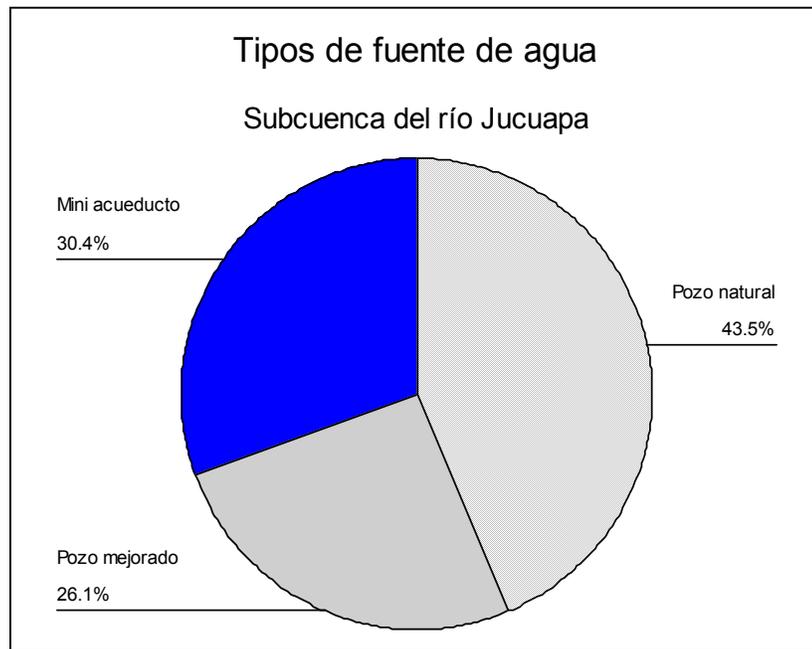


Figura 6. Distribución de tipos de fuentes de agua en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua

En Jucuapa, los pozos naturales son la mayoría y se concentran en la parte baja de la subcuenca, pero los mini acueductos son predominantes por la cantidad de beneficiarios que abastecen. También hay que señalar, que en algunos sectores aún cuando su fuente primaria de abastecimiento es el mini acueducto, también utilizan el pozo natural para proveerse en tiempos en que a veces el agua no llega por la tubería y en el caso de Jucuapa Abajo, su fuente principal de consumo es el río. Esta, es más o menos la situación de la fuente de Jucuapa Centro, donde el agua ya no es constante como era hasta hace poco tiempo; y por lo tanto, la oferta de agua ha disminuido en relación a la demanda. No se profundizó en las razones de este cambio, pero los pobladores aducen que la protección ha disminuido y el comité de agua potable ha negociado la compra de pequeñas áreas alrededor de la fuente que actualmente tienen cultivos, para dejarlas con árboles y vegetación.

La distribución de los tipos de fuentes en Calico, se muestra en la figura siguiente:

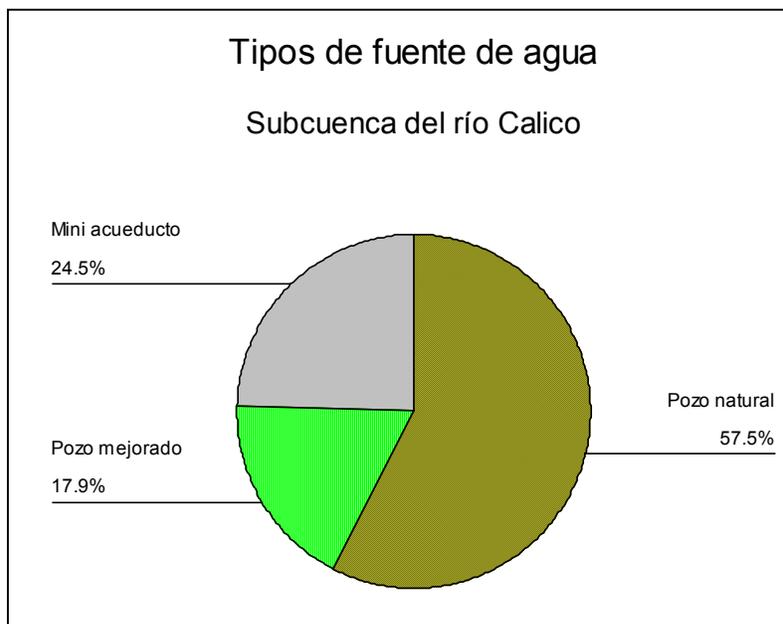


Figura 7. Distribución de tipos de fuentes de agua en la subcuenca del río Calico, Nicaragua

Al igual que en Jucuapa, la fuente más usada en la subcuenca del río Calico son los pozos naturales u “ojos de agua”. Sin embargo, a pesar de que los mini acueductos no aparecen numerosos como tal, los que existen, abastecen a más de una comunidad, por tanto si son importantes en cuanto a número de beneficiarios.

La caracterización de las fuentes implicó clasificarlas en siete tipos de condición, como se menciona en la metodología, para facilitar la selección de las prioritarias. En Jucuapa, el resultado de esta clasificación se muestra en la siguiente tabla de contingencia¹² que combina las comunidades con los tipos de fuentes y este procedimiento facilitó la selección de las prioridades:

¹² Ver definición de tabla de contingencia en el capítulo de metodología

Cuadro 10. Clasificación de las fuentes de agua según el tipo de cobertura vegetal y protección en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua

COMUNIDAD	condición de la fuente					Total
	Sin protección árboles/vegetación	Con protección árboles/vegetación abundante	Con protección escasa	Sin protección, y con cultivos cercanos (Granos Basicos,café)	Con protección y con cultivos cercanos	
El Ocotal	0	1	1	0	0	2
Jucuapa Abajo	3	0	0	1 (río)	1	5
Las Mercedes	1	3	1	0	4	9
Jucuapa Centro	0	0	1	1	1	3
Limixto	0	0	0	1	1	2
Ocote Sur	0	1	0	1	1	3
Total	4	5	3	4	8	24

Los números en el cuadro indican la cantidad de fuentes en la comunidad y con el tipo de condición descrito en la primera fila. Así, en la comunidad El Ocotal hay una fuente con protección escasa y una con protección abundante. La condición de protección con cultivos es la que predomina con 8 de las 24. Esto es posiblemente algo esperado, ya que con el bajo promedio de tenencia de tierra y la agricultura como principal actividad, parece lógico que se encuentre esa combinación con más frecuencia.

De los siete tipos de condición que se definieron según la caracterización de las fuentes, en Jucuapa se encuentran con más frecuencia los cinco tipos, que muestra el cuadro. No significa que los otros dos tipos –protección con y sin potreros- no existan, sino que al analizar las modas, éstos son los predominantes por comunidad.

Especial atención se dio a la parte baja del río Jucuapa que es fuente de consumo humano en la zona y donde se concentra parte del área desprotegida o con protección escasa, pudiendo ser esta una de las causas de que no haya agua durante la época seca. Fue priorizada como fuente de agua principal y vulnerable.

En la subcuenca del río Calico la situación es la siguiente:

Cuadro 11. Clasificación de las fuentes de agua según el tipo de cobertura vegetal y protección en la subcuenca del río Calico, Nicaragua

Comunidad	condición de la fuente							Total
	sin protección árboles/vegetación	con protección árboles/vegetación abundante	con protección escasa	sin protección con cultivos cercanos (GB,café)	con protección y con cultivos cercanos	con protección con y potreros cercanos	sin protección y con potreros cercanos	
Corozo	0	1	0	0	1	0	0	2
Carrizal	0	¹³ 3	4	0	1	0	0	8
El Cóbano	0	0	1	1	1	0	1	4
El Jícaro	1	2	4	0	0	0	0	7
El Zarzal	1	2	0	0	2	1	0	6
La Cañada	0	1	1	0	4	0	0	6
Las Cuchillas	0	5	2	0	0	0	3	10
Limonos	0	4	0	1	1	1	2	9
Ocote Abajo	0	2	3	1	0	0	0	6
Ocote Arriba	0	4	5	0	0	0	0	9
Piedra Colorada	6	3	2	1	0	0	0	12
Piedras largas	1	6	0	0	0	1	2	10
Susuli	0	¹⁴ 9	0	0	1	0	0	10
Wibuse	1	1	0	1	4	0	0	7
Total	10	43	22	5	15	3	8	106

El hecho de que la condición predominante es la de protección abundante, se debe a que las fuentes son en su mayoría las que están en la parte alta de la subcuenca y que abastecen los mini acueductos, como es el caso de la comunidad de Susulí que aparece con nueve fuentes que están en la montaña alta y que no tienen ningún tipo de cultivo cerca, sino solo la vegetación y los árboles; igual situación presenta Carrizal y Las Cuchillas. Es válido señalar que al ser tomadas todas las fuentes de agua en la subcuenca, se encuentran igual las que benefician a una cantidad importante de consumidores, así como las que benefician un mínimo de cinco familias y que éstas pueden o no estar protegidas.

En las siguientes figuras, se muestran las modas o concentración de tipos de condición por comunidad, en Jucuapa y Calico:

¹³ Beneficia el área urbana de la subcuenca Calico

¹⁴ Beneficia a 3 comunidades, además de Susulí

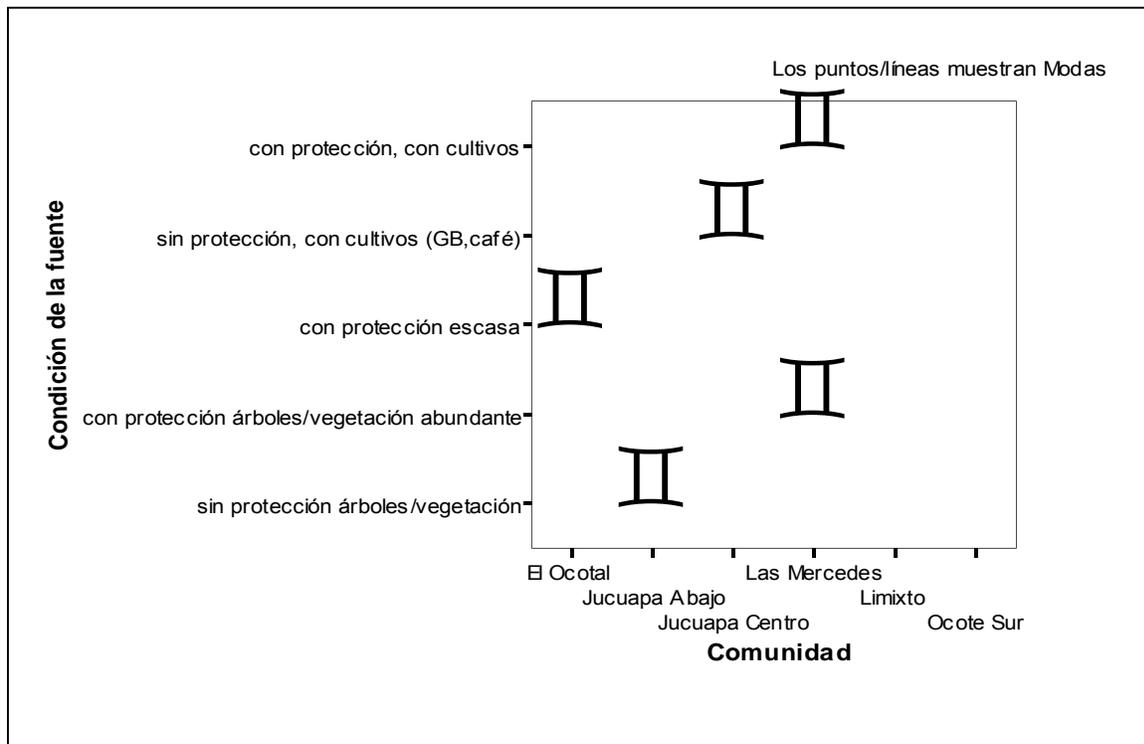


Figura 8. Moda de los tipos de cobertura vegetal y protección de fuentes de agua por comunidad en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua

Las fuentes con menos protección y por tanto, mayormente vulnerables, se concentran en la parte baja de la subcuenca, incluyendo aquí el río. En la parte alta, comunidades de las Mercedes y Ocotal, se encuentran fuentes con protección abundante y aquellas también rodeadas de cultivos, principalmente granos básicos y café; en esta zona, como ya mencionábamos, el agua es permanente todo el año.

En Jucuapa Centro, se concentran fuentes sin protección y con cultivos, lo cual puede ser una de las causas de que este mini acueducto –como se menciona antes- esté gradualmente perdiendo la constancia en la cantidad de agua, provocando que las comunidades consumidoras ya no tengan agua todo el tiempo, sino cada dos o tres días. En esta situación, es cuando hacen uso de las fuentes naturales o simplemente almacenan el agua para poder tener cuando falta.

La subcuenca Calico muestra una distribución de los tipos de condición, un poco más homogénea, es decir, que se encuentran los diferentes tipos en casi todas las comunidades, como se puede ver en la figura 9:

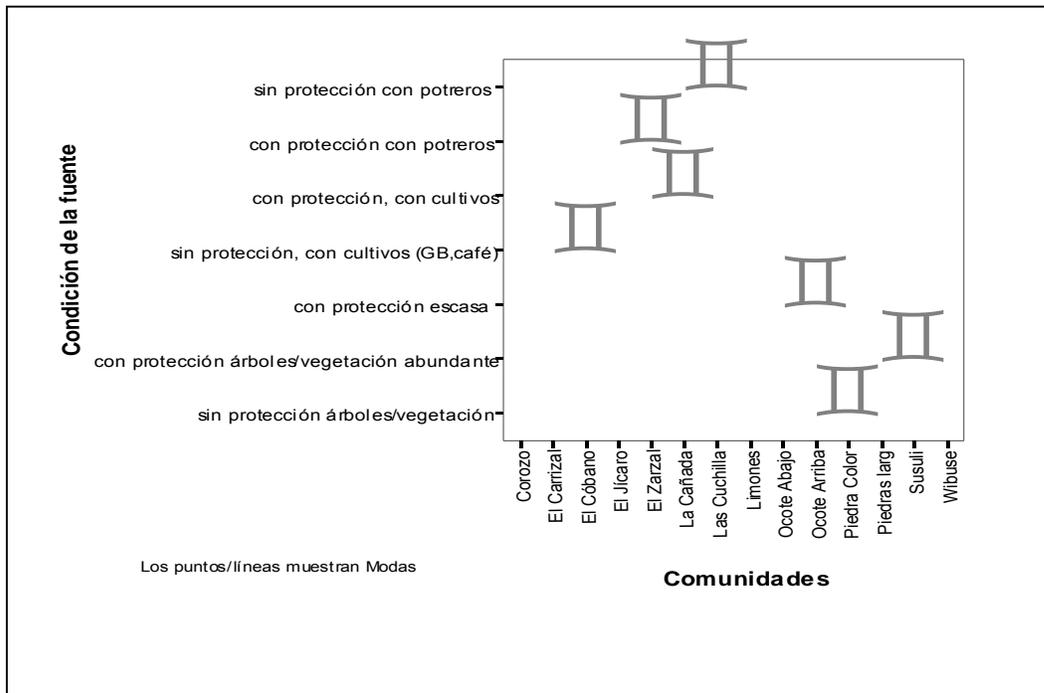


Figura 9. Moda de los tipos de cobertura vegetal y protección de fuentes de agua por comunidad en la subcuenca del río Calico, Nicaragua

La figura ofrece una clara evidencia de la ubicación de las fuentes mejor protegidas y las que necesitan más atención, por el grado de vulnerabilidad, en la subcuenca Calico. Así, en la comunidad Las Cuchillas hay concentración de fuentes sin protección y con potreros; igualmente, la comunidad de El Cóbano, que presenta la condición sin protección y con cultivos. En algunas comunidades que no aparecen con presencia de ningún tipo de fuente, es porque las fuentes son muy pocas y de varios tipos y este análisis de valor modal no las recoge, pero si tienen y algunas en estado de cuidado. Estas, están registradas en la tabla de contingencia y fueron tomadas en cuenta al seleccionar dentro de las áreas prioritarias. Es el ejemplo de la comunidad de Ocote Abajo.

Las fuentes de agua llamadas pozos naturales u ojos de agua, en ambos sitios, además de ser las más numerosas, representan una alternativa cuando el mini acueducto no funciona; pero, la mayoría tienen una pequeña dimensión que son útiles a un número no mayor de ocho familias. Los mini acueductos son fuentes naturales también que están en las zonas altas de la subcuenca y que por la cantidad de agua que producen, han sido habilitados como proyectos de agua por tubería que bajan el agua a las comunidades por gravedad y que en su mayoría están protegidas, salvo algunas excepciones que fueron identificadas.

Una vez que se realizó todo el análisis anterior, se seleccionaron las fuentes más importantes por provisión de agua a cantidad de beneficiarios y las que están en estado crítico, según los criterios de estado físico (protección). La selección para Jucuapa quedó finalmente como indica el cuadro 12.

Cuadro 12. Selección final de fuentes de agua priorizadas en la subcuenca del río Jucuapa

Código fuente	Comunidad	Tipo	Familias beneficiadas
1004	El Ocotal	Mini acueducto	45
1002 1006	Las Mercedes	Pozo natural Mini acueducto	12 60
5026	Limixto	Mini acueducto	50
3018	Jucuapa Centro	Mini acueducto	84
6032	Jucuapa abajo	Pozo natural	6
6034	Jucuapa Abajo	Río (parte baja)	130

Cabe señalar que en estas seis fuentes seleccionadas, se encuentran **todas** las que tienen una cantidad alta de beneficiarios, incluyendo a más de una comunidad.

4.1.2 Identificación de áreas críticas mediante la herramienta de sistema de información geográfica

El segundo procedimiento para la selección de áreas, fue la combinación de los datos de uso de la tierra y pendiente usados para definir áreas críticas, dando como resultado una matriz que generó el mapa de áreas críticas en las dos subcuencas. Se generaron dos mapas, uno por cada subcuenca, que permitieron analizar principalmente el estado de áreas vulnerables con base en los criterios definidos y por lo tanto, que pueden ser objeto de intervención. Los mapas se muestran en las figuras 10 y 11.

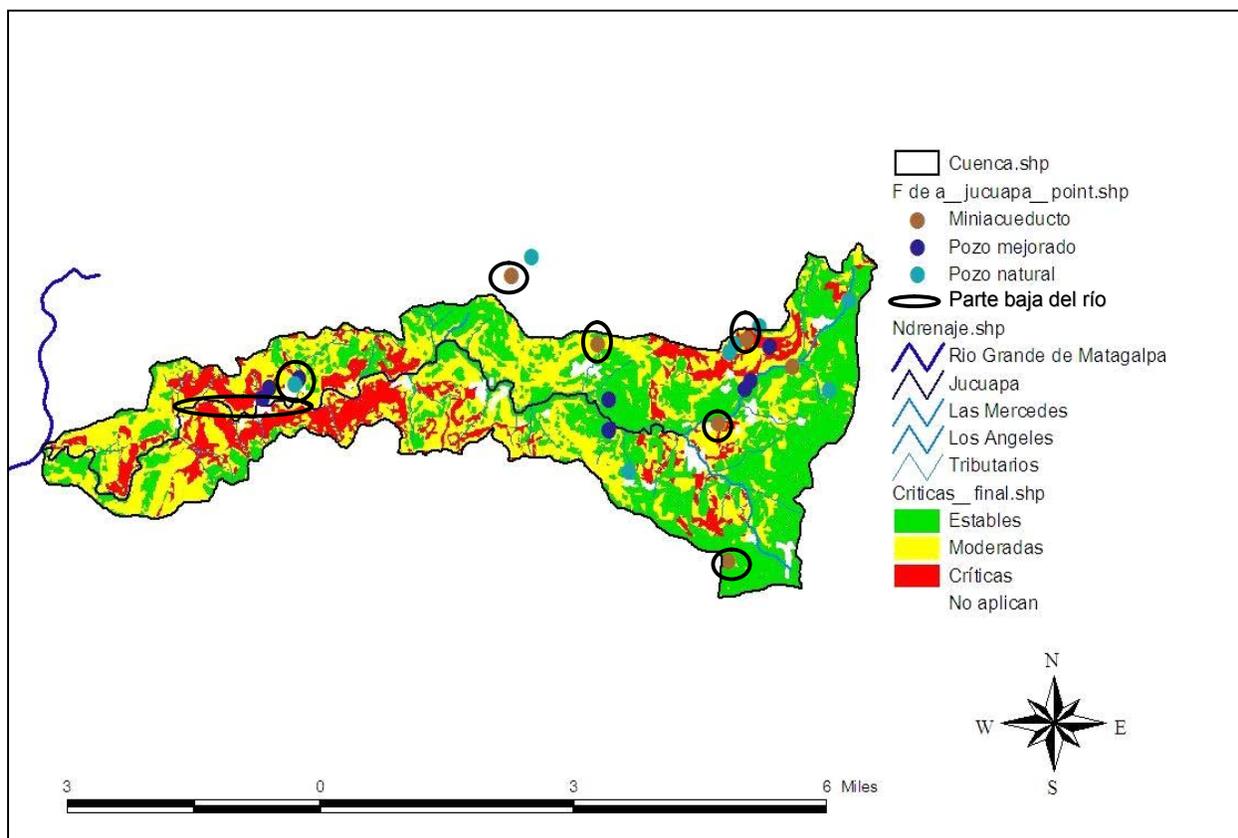


Figura 10. Ubicación de las áreas críticas seleccionadas en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua (Mapa escala 1:50000)

Las áreas críticas en Jucuapa se presentan en color rojo y como se observa, se concentran en la parte baja de la subcuenca y principalmente, bordeando el cauce principal del río. Totalizan 620 hectáreas (15%) de 4.000 que tiene toda la subcuenca. De estas 620 ha, 313 se localizan en Jucuapa Abajo y 307 en la parte alta, en las comunidades de El Ocotál y Las Mercedes.

El mapa tiene sobrepuestas las fuentes de agua georeferenciadas de las cuales, como se ha dicho, se seleccionaron seis –encerradas en círculos- que coinciden así: el área baja del río¹⁵ más uno de los pozos naturales; el mini acueducto de Jucuapa Centro que aparece ubicado en un área moderada, pero que está perdiendo gradualmente su cantidad de agua y además abastece a dos comunidades; y tres mini acueductos de la parte alta, de los cuales dos están sobre área moderada, pero se encuentran en una parte de posible recarga hídrica y son importantes en cuanto al abastecimiento de cantidad de beneficiarios.

¹⁵ El río es fuente principal de los habitantes de Jucuapa Abajo

En relación con la coincidencia de la selección de fuentes con la selección de áreas críticas con los criterios de uso de tierra y pendiente, se puede decir que las fuentes coinciden con áreas prioritizadas en un 90%; sin embargo, podría haber cierta área en la parte alta donde no hay presencia física de fuentes de agua, pero que podría estar en estado vulnerable por la falta de cobertura que hay. Estas se observan en el mapa como pequeñas áreas rojas y suman aproximadamente 12 hectáreas. La subcuenca del río Calico, tiene 17.000 hectáreas y las áreas críticas y prioritarias (área roja) totalizaron 6.000 (35%), distribuidas en toda la subcuenca como se puede ver en el mapa de la figura 11.

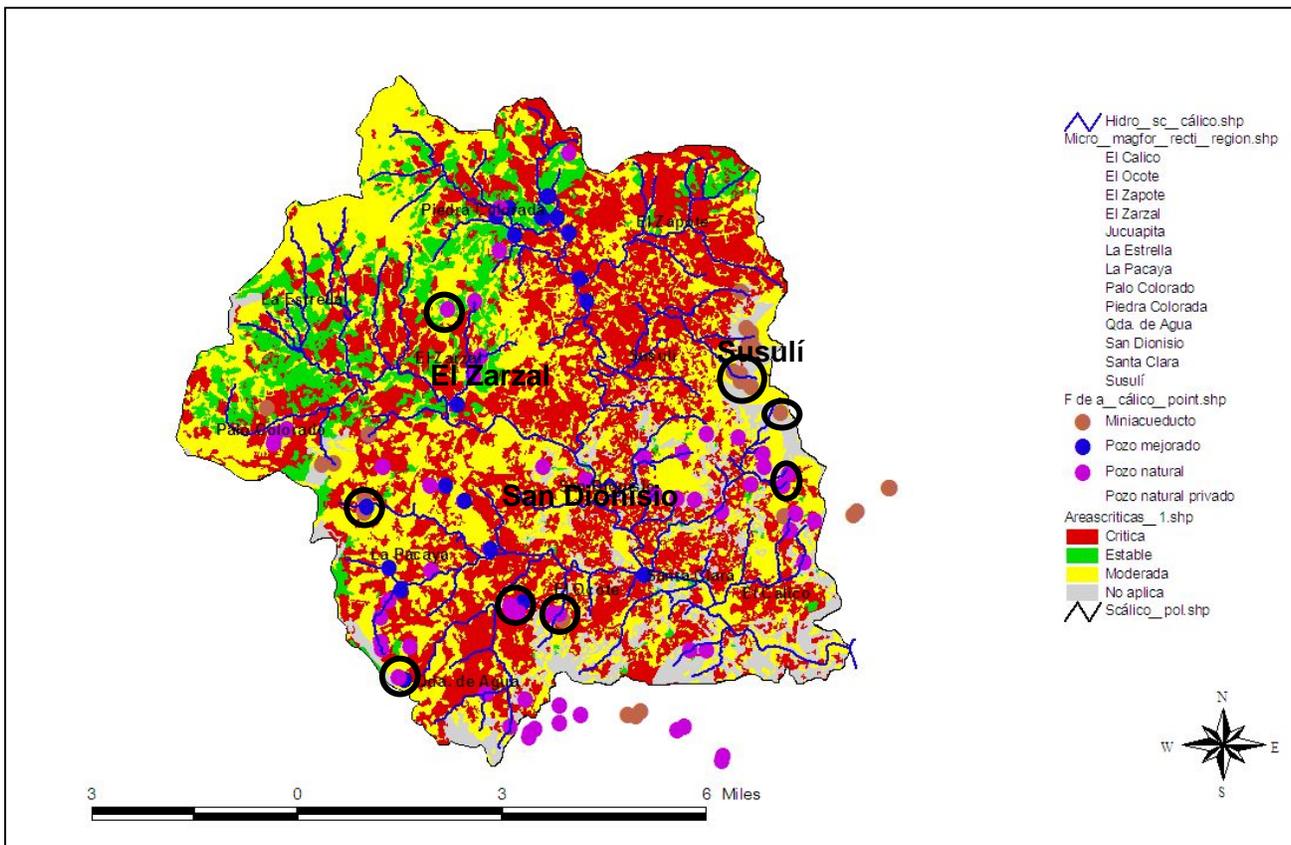


Figura 11. Ubicación de las áreas críticas seleccionadas en la subcuenca del río Calico, Nicaragua (Mapa escala 1:25000)

En la subcuenca del río Calico, las áreas críticas se concentran en el noroeste de la parte alta, pero no así donde están los mini acueductos principales que dan agua a varias comunidades. También en la parte baja y el área que rodea el río principal. Encerradas en círculos, están las fuentes que fueron seleccionadas, en su mayoría pozos naturales y mini acueductos, los cuales son más importantes para los habitantes de esta subcuenca. Al igual que en la subcuenca del río Jucuapa, los criterios que pesaron en esta selección fueron el estado de las fuentes y la

cantidad de beneficiarios que abastecen. Como se observa en el mapa, no todas coinciden con las áreas críticas como tal, hablando de su presencia física; sin embargo, por ejemplo el área de San Dionisio (área urbana de la subcuenca) que se ve rodeado de partes críticas, es abastecido por la fuente ubicada al norte arriba en la comunidad del El Carrizal (cerca de El Zarzal), la cual si fue seleccionada por esa razón. San Dionisio tiene poco más de 3,000 habitantes.

Ese es el mismo caso de los mini acueductos seleccionados en la parte alta de la comunidad de Susulí, los cuales dan agua a las comunidades de Susuli, Zapote, Piedra Colorada y El Jícaro¹⁶ y como se ve, tienen una condición protegida en cuanto a presencia de árboles y vegetación, pues es montaña alta, aún cuando los sitios que abastecen, estén en estado crítico debido a falta de cobertura del suelo y altas pendientes.

El procedimiento de ubicación de fuentes de agua y posterior priorización aplicado en conjunto con el método de selección de áreas críticas con un sistema de información geográfica, permitió visualizar zonas vulnerables en ambas subcuencas combinando varios criterios; además de ubicar áreas riesgosas por falta de cobertura vegetal y peligrosidad de la pendiente, se pudo integrar fuentes de agua importantes por la provisión de agua y cantidad de beneficiarios –no necesariamente en estado crítico- que podían no ser consideradas en las áreas críticas. El poder hacer esta confrontación –por decirlo así- de los resultados de la selección de áreas prioritarias en ambas subcuencas con ambos procedimientos, es talvez la principal utilidad de esta combinación y facilita el análisis y la toma de decisiones sobre qué hacer en cada caso, según las características del área y/o fuente priorizada.

4.2 Caracterización de productores ubicados en áreas priorizadas

En Jucuapa se caracterizaron 17 productores que tienen propiedades colindantes con las fuentes de agua y en Calico fueron 23. Se presenta el análisis de resultados de las variables más relevantes para ambos grupos. Cabe decir, que la situación es muy similar en los dos sitios en relación a estas variables y que los niveles de pobreza, de manera general, son altos. Así mismo, las fuentes de ingreso principales vienen de la agricultura de granos básicos y café.

¹⁶ Esta comunidad no se ve en el mapa, pero está cerca de San Dionisio (centro)

4.2.1 Uso de la tierra

El uso de la tierra en ambos sitios es muy coincidente en cuanto sistemas de producción presentes como se puede ver en las figuras 12 y 13:

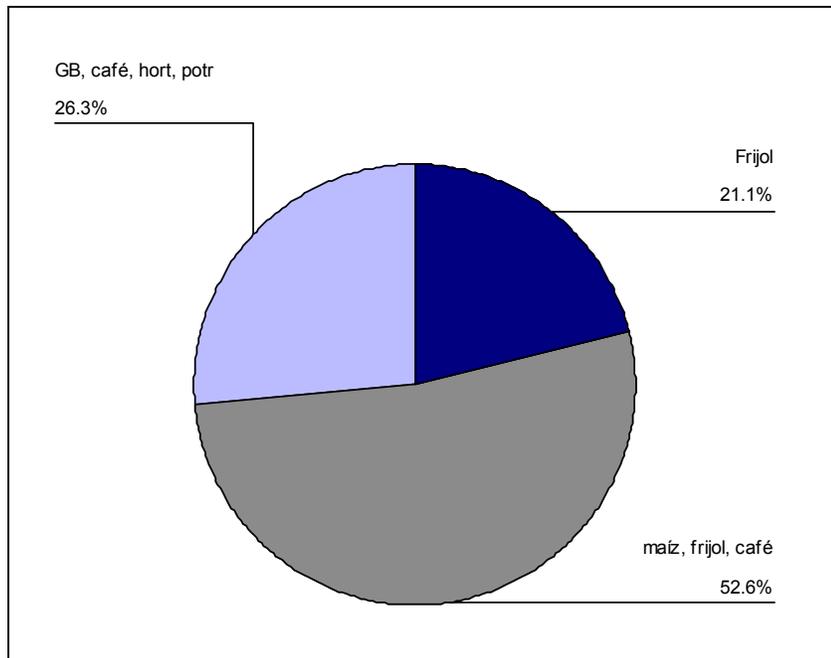


Figura 12. Uso de la tierra de en las fincas de productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa y cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano

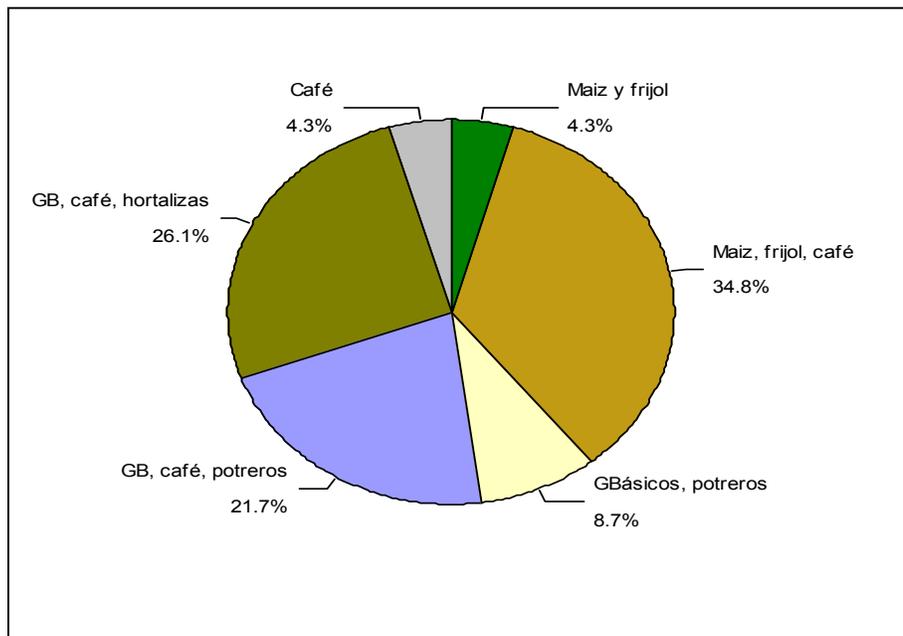


Figura 13. Uso de la tierra de en las fincas de productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa y cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano

El sistema de mayor presencia en ambos sitios, como se esperaba, es el de granos básicos – maíz y frijol- combinados en muchos casos con café, ya que una buena parte de los entrevistados son de la parte alta –donde se siembra café- sobretudo en Calico, donde la mayoría de fuentes de agua priorizadas son los mini acueductos que se ubican en la zona alta y que abastecen a comunidades de la parte baja. No hay mucha diversificación de la agricultura y siendo que su principal fuente de ingresos viene de esta actividad, son comprensibles los altos niveles de pobreza (80%).

4.2.2 Área de tenencia de la tierra

La figura 14 muestra la distribución de la tenencia de tierra en la subcuenca del río Calico:

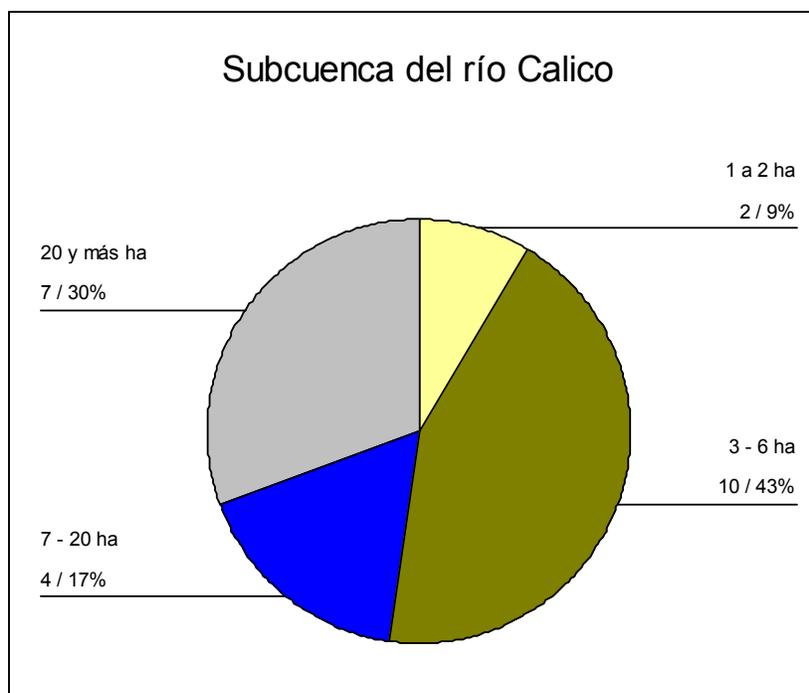


Figura 14. Distribución de frecuencias del área de tenencia de tierra de productores entrevistados en la subcuenca del río Calico, cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano

Según se observa en la figura anterior, la mayoría de los productores entrevistados en la subcuenca del río Calico (43%) dueños de propiedades con las fuentes de agua, tienen un área de tierra entre 3 y 6 ha¹⁷, lo cual coincide de alguna manera con el promedio de tenencia en la

¹⁷ En anexo # 6 se presenta cuadro con la tenencia de tierra exacta de cada productor entrevistado en ambas subcuencas

subcuenca que es de 3 a 4 ha. Sin embargo, a este estrato le van muy de cerca los que tienen más de 30 ha (26%). El resto tienen porcentajes iguales con cinco casos cada uno.

Vale destacar que en este grupo los datos son dispersos, ya que el mínimo de tenencia es 1 y el máximo es 167ha, de manera que solamente es una caracterización de los proveedores potenciales del SAH y permite ver también si hay áreas alrededor de las fuentes de agua que son importantes en cuanto a extensión. Esta característica puede facilitar la intervención con diferentes alternativas, desde el cambio de uso de la tierra hasta la implementación de tecnologías de conservación de agua y suelo, dependiendo de la disposición de los dueños.

En Jucuapa, la situación es un poco diferente, como se observa en la figura 15:

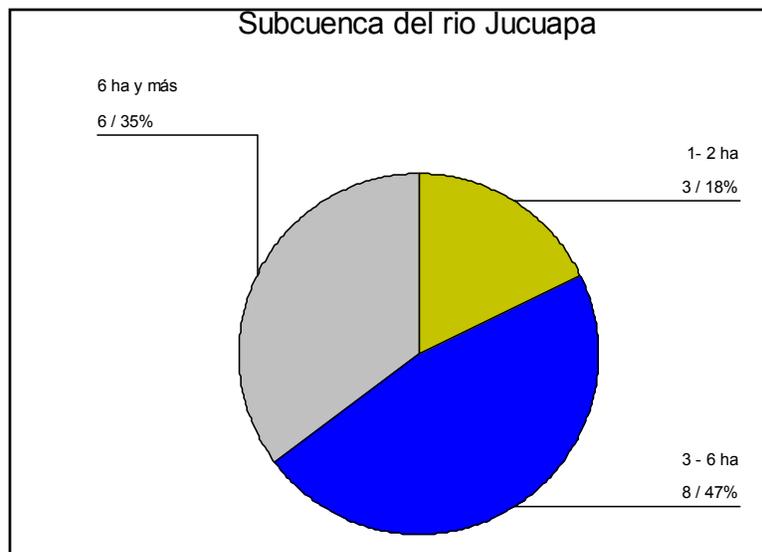


Figura 15. Distribución de frecuencias del área de tenencia de tierra de productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa, cuyas fincas limitan con fuentes de agua de consumo humano

El área predominante de los 17 productores entrevistados en Jucuapa –el 47%– está entre 3 y 6 hectáreas, por lo que se puede decir que éstos sí representan al promedio de tenencia de la subcuenca. Con áreas de tenencia de tierra en pequeñas proporciones (1 a 2 ha), se dificulta la participación en un programa de cambio de uso de la tierra –por ejemplo– ya que los productores no quieren sacrificar áreas de cultivo por dejarla en protección. Sin embargo, solo se presentan 3 casos con esta cantidad de área.

Los datos tienen una dispersión similar a los de Calico, ya que el mínimo de tenencia es 1ha y el máximo es 269ha, con dos casos arriba de 200 ha. Es válido mencionar también, que los productores con éstas extensiones superiores a 200ha, se encuentran en la parte alta de la subcuenca, rodeando fuentes importantes y que por lo que se pudo ver, dejan un área en bosque alrededor de dichas fuentes. Esta condición implicaría proponer y valorar el mantenimiento de la condición actual de protección del agua. La siguiente variable importante en la caracterización son los rendimientos productivos, de los cuales depende el grupo para su sostenimiento económico.

4.2.3 Rendimientos productivos del sistema principal maíz y frijol

Los estadísticos para rendimientos de maíz y frijol en Calico y Jucuapa se muestran en los cuadros 13 y 14.

Cuadro 13. Datos de rendimientos promedio de maíz y frijol (qq / Mz) en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua*

Descriptor estadístico	Rendimiento del cultivo maíz	Rendimiento del cultivo frijol
N		
Válidos	13	14
Perdidos	5	4
Media	27.23	15.93
Mediana	30.00	14.50
Moda	40	8(a)
Desviación estándar	12.417	9.025
Mínimo	3	7
Máximo	40	40

a Existen varias modas, se indica el menor de los valores
* 0.06 toneladas por ha

Cuadro 14. Datos de rendimientos promedio de maíz y frijol (qq / Mz) en la subcuenca del río Calico, Nicaragua*

Descriptor estadístico	rendimiento del cultivo maíz	rendimiento del cultivo frijol
N		
Válidos	22	22
Perdidos	1	1
Media	29.59	17.00
Mediana	30.00	15.00
Moda	30	20
Desviación estándar	11.987	6.914
Mínimo	10	6
Máximo	60	40

Las tablas indican que los rendimientos en ambos cultivos y ambos sitios, son muy variables, principalmente en frijol, si se observan los mínimos y los máximos, con algunas ligeras diferencias entre los dos sitios y a pesar de que las medias se ven consistentes con la moda. Debido a que la agricultura es su principal actividad económica, esto es muy significativo al momento de analizar la rentabilidad económica y probablemente en el futuro, corresponda hacer un análisis particular, de acuerdo a cada condición. Para fines de la valoración económica en este estudio, se ha tomado una media de rendimientos para maíz de 30 qq/ha y de 20 qq/ha para frijol, sobre la base de que la variabilidad de los rendimientos, obliga a calcular los pagos por encima del costo de oportunidad promedio. Esto garantiza una mayor participación que resulta fundamental en el tema del SAH. Cabe señalar que la irregularidad en los períodos de lluvia que caracteriza a las dos zonas, puede ser un factor que explique la variabilidad de los rendimientos y siempre se tendrá que considerar esa limitación al diseñar cualquier tipo de programa de pago por servicio ambiental.

Algunos productores que tienen altos rendimientos, de 40 y hasta 60 quintales por hectárea, también tienen una forma de cultivar que no es la más común, es decir, que usan semilla mejorada, fertilizantes y posiblemente no queman el terreno. Sin embargo, la mayoría de los productores en ambas zonas, no tienen esta forma de cultivar por falta de recursos económicos, por lo cual, la disponibilidad financiera podría ser otra razón que influencia los rendimientos.

Con esta caracterización de los productores que viven cerca de las fuentes de agua, potenciales proveedores del SAH, se tiene una idea clara de las condiciones que pueden favorecer o dificultar un espacio de negociación por el manejo y pago del servicio ambiental hídrico en cada zona.

4.2.4 Comportamiento de otras variables socioeconómicas

En los cuadros siguientes, se muestra el comportamiento presentado por otras variables que dan una idea de las características socioeconómicas de los productores entrevistados.

Cuadro 15. Datos socioeconómicos de los productores de Jucuapa

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Grado educación	14	0	6	3,57	2,277
Tiempo de tenencia de la tierra (años)	14	1	60	27,04	19,887

Mano de obra	El 39% usa mano de obra familiar y el 22%, usan familiar y contratada
Insumos de producción	El 72% usa insumos químicos comprados
Protección del suelo	El 44% tiene algún tipo de protección del suelo
Razones de no protección	El 80% de los que no protegen, dice no tener dinero, ni tiempo

Como se puede ver, el grado de educación promedio es de cuarto año de primaria y el máximo es de sexto. Según otros estudios realizados en la zona, esta es una de las causas principales del nivel alto de pobreza. El tiempo de tenencia de la tierra, es muy significativo y aunque es muy variado, hay un promedio alto que señala que en este grupo, probablemente no han sido determinantes los problemas de propiedad de la tierra y que esto puede favorecer las propuestas de protección del SAH. El resto de indicadores pueden reflejar también esta situación, como es que la mayoría usa mano de obra familiar y a veces combinada con la contratada, cuando es muy necesario. Las razones de la no protección del suelo fueron apuntadas hacia la falta de dinero y a veces de tiempo, aún cuando casi la mitad tiene alguna práctica; sin embargo, éstas no tienen mantenimiento en su mayoría.

El uso de insumos es principalmente químico, lo cual no es tanto una cuestión de dinero, sino de cultura y puede indicar una tradición muy fuerte que, combinada con los problemas económicos, dan una idea de por qué la situación ambiental no ha cambiado mucho con el tiempo y también puede dar una perspectiva de las condiciones que se necesitan para implementar sistemas de conservación de suelo y agua. Esto quiere decir, que hay que tomar en cuenta que al ser una tradición fuerte en este sentido, posiblemente se necesiten incentivos y mucho seguimiento a la implementación de las prácticas de protección.

Los datos de Calico presentan algunas diferencias mínimas con los de Jucuapa, pero hay que tomar en cuenta que el grupo es un poco más grande.

Cuadro 16. Datos socioeconómicos de los productores de Calico

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
tiempo de tenencia de la tierra	21	2	60	23,90	17,708
grado educación	21	0	15	3,36	2,379

Mano de obra	El 73% usa mano de obra familiar y contratada
Insumos de producción	El 86% usa insumos químicos comprados
Protección del suelo	El 62% tiene algún tipo de protección del suelo
Razones de no protección	El 37% dice no conocer las técnicas y 24% por falta de dinero y tiempo

El grado de educación en Calico es el mismo de Jucuapa, lo cual no es de extrañarse, ya que ambos sitios, han tenido más o menos el mismo tratamiento en relación a la educación; sin embargo, se encuentra en el grupo un nivel universitario, ingeniero agrónomo y que vale decir, es dueño de propiedad con fuente de agua y tiene protección abundante. Esto respalda que la educación es un elemento aliado en la implementación de los programas de protección.

Otro de los indicadores que cambia un poco en relación a Jucuapa, es el uso de la mano de obra, posiblemente porque en Calico hay un poco más de disponibilidad de mano de obra asalariada. El uso de insumos químicos se mantiene, como decíamos, más por tradición y porque el hecho de no usar con frecuencia los insumos orgánicos, parece que no permite observar sus beneficios. Es general, la apreciación en el grupo es que los químicos son los que dan mejores resultados en los rendimientos y ese es su objetivo principal en la producción.

Se observa un mayor porcentaje de productores usando prácticas de protección de suelo y agua; más sin embargo, prevalece también en este sitio el problema del mantenimiento de las mismas, lo cual no deja ver en el largo plazo los cambios en la producción y en el suelo y agua. El 37% dice no conocer las técnicas, lo cual no es consistente con la razón que generalmente se conoce en la subcuenca, ya que otro estudio mostró que sí las conocen, pero no las implementan por motivos económicos y el hecho de que los beneficios se observen a largo plazo.

4.3 Determinación de los costos asociados al uso de prácticas necesarias para incrementar el servicio ambiental hídrico en las zonas prioritarias

4.3.1 Selección de tecnologías de conservación de agua y suelo

Según lo indicado en la metodología, el primer paso para la determinación de costos asociados al uso de prácticas de conservación de agua fue someter a un grupo de expertos una lista

inicial de este tipo de tecnologías con sus costos individuales¹⁸ que han sido implementadas por otros organismos, ya sea en las zonas de estudio o en otras similares.

Como se dijo anteriormente, esta consulta con expertos se hizo a través de un taller, el cual dio como resultado una lista final de las prácticas que entraron en la valoración económica.

La lista obtenida se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 17. Tecnologías seleccionadas para la valoración económica

Tecnología	Costo establecimiento US\$ (MObra+Insumos)/ha	Costo mantenimiento US\$ (MObra+Insumos)/ha
acequias a nivel o zanja a nivel	58.70	4.98
diques de piedra (suelo pedregoso) o postes prendedizos (suelo franco-arcilloso)	273.20 64.00	9.90 7.50
incorporación de rastrojos-no quema (combinar con rotación de cultivos)	23.00	23.00
manejo de árboles al contorno de fuentes y rívera de río (bosque ripario)	38.00	38.00
Barrera viva de gándul y/o madero negro	19.90	2.50
barrera muerta de piedra	203.50	9.90
cultivo de cobertura con canavalia	34.00	12.20
sistema agroforestal ¹⁹	144.00	20.00
plantaciones forestales	159.00	20.00
regeneración natural	147.00	5.00

Según la discusión en el taller, las obras físicas que se presentan son las que retienen mayores cantidades de agua y suelo, aunque son las más caras; al igual, las coberturas vivas contempladas son entre las que se conocen con mejores efectos sobre la conservación de suelo y por ende, de humedad. Los costos por manzana que se presentaban en la lista inicial, fueron convertidos a costos por hectárea, siendo los valores que se presentan en el cuadro.

A partir de esta lista con sus costos individuales, se calcularon los montos a proponer en la valoración económica del incremento de la oferta de agua, definiendo además, los componentes que formaron parte del cálculo de este monto. De esta forma, se analizaron dos tipos de propuesta para la valoración como lo menciona la metodología: un cambio de uso de la

¹⁸ La información de lista y costos propuestos fue tomada de la Guía de conservación de suelos y agua, PASOLAC, 1999

¹⁹ Los costos presentados son con base en montos pagados por el Programa Socioambiental Forestal (POSAF-MARENA) de Nicaragua

tierra para las áreas más críticas de las dos zonas (cerca de los cauces principales de los ríos Jucuapa y Calico) y la implementación de las tecnologías de protección de agua y suelo.

4.3.2 Valoración del cambio de uso de la tierra en áreas críticas

Aparte de los costos de la inversión inicial y el costo de mantenimiento anual que se presentan en el cuadro 17, en este caso de la plantación forestal y la regeneración natural que son los cambios propuestos del uso de tierra, la determinación de los costos totales para este sistema, implicó estimar el costo de oportunidad de la producción y el costo de oportunidad del trabajo.

4.3.2.1 El costo de oportunidad de la producción

Es la rentabilidad del sistema maíz y frijol en un año y que el productor dejará de percibir por hacer un cambio de uso de su tierra en una hectárea y dejarla en forestal en vez de cultivos. Con base en los datos de estudios anteriores (CIAT, 2001) y en las entrevistas a productores, el cálculo para ambos cultivos maíz y frijol en ambos sitios se realizó de la forma que sigue:

$\Sigma(\text{ingresos/ha/año}) - (\text{costos/ha/año}) = \text{rentabilidad del sistema}$ $\$1.159^{20} - 420^{21} = \739

Este valor es el costo de oportunidad de la producción que se utilizó en toda la valoración económica para determinar el costo total del cambio de uso de tierra.

4.3.2.2 El costo de oportunidad del trabajo o de la jornada laboral

Se calculó con base en lo que el productor ganaría dejando de trabajar su tierra (al dejarla en uso forestal) y laborando en otra parte. Se utilizó el precio de la jornada laboral en la zona, que son \$2.00 y la suma de los días hábiles en un año. El resultado fue el siguiente:

$260 \text{ días hábiles} * \$2 = \$520$
--

Este valor se restó al costo de oportunidad de la producción, lógicamente porque es una ganancia que tiene el productor y de no sustraerse, se estaría doblando el monto a pagar, desde el punto de vista económico. Una vez especificados los componentes de la estimación del costo por el cambio de uso de tierra se obtuvo el siguiente resultado:

²⁰ 30 qq promedio/Mz maíz * \$7/qq más 20 qq/Mz promedio frijol * \$30/qq, convertidos a costos/ha
²¹ sumatoria de costos de producción de maíz y frijol (insumos, materiales y mano de obra)

Cuadro 18. Costo total (US\$/ha) del cambio de uso de la tierra por hectárea

Concepto	Monto (US\$/ha) Año 1	Monto (US\$/ha) Año 2
Inversión inicial (sólo año 1)	159 ²²	0
Mantenimiento (año 2 y mas)	0	20
Costo de oportunidad de la producción	739	739
(Menos) costo de oportunidad del trabajo	-520	-520
Total	378	239

Los costos totales presentados en el cuadro 18 son los montos de compensación a productores en áreas críticas, en este caso, limítrofes a los cauces de los ríos principales de las subcuencas del estudio, los cuales reducen fuertemente su caudal en la época seca y forman parte de la propuesta del cambio de uso de la tierra en 150 ha para Jucuapa y 300 ha para Calico.

La propuesta reflejada en el siguiente cuadro (cuadro 19), implica realizar el cambio de uso de la tierra en Jucuapa en 15 hectáreas por año hasta completar 150 al año 10. Los montos fueron calculados por año y a 10 años en un pago anual a los productores dueños de las 150 ha, área que constituye el 50% de las 313 ha críticas de la parte baja de Jucuapa. De manera que, el monto anual incluye en el año 1 (t=1), el costo de inversión inicial (\$378) por 15 ha y cada año siguiente, el costo de inversión inicial de 15 ha y el costo de mantenimiento (\$239) de todas las anteriores acumuladas hasta ese año. Se incluye el año 11, con el fin de observar el monto que finalmente costaría cada año el mantenimiento del área total en uso forestal.

Cuadro 19. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de tierra de cultivo a forestal, subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua, 2005

Costos/ha/año		t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11 +
Inicial	378											
Anual	239	5670	9255	12840	16425	20010	23595	27180	30765	34350	37935	35850

La lógica de esta propuesta se apoya en el razonamiento de que 313 ha de área crítica en la parte baja (en total son 620 ha, el 15% del área total de la subcuenca) es una cantidad considerable para las posibilidades de financiamiento que pueden haber para la zona, por lo cual se está proponiendo el 50% de éstas. De igual manera, es sensato pensar que, ya que

²² Este valor es el costo de reforestar una hectárea (insumos, materiales y mano de obra) y se tomó un promedio de varias fuentes de proyectos en Nicaragua.

150 ha sigue siendo una cantidad importante de área, es más factible plantearse cambiar 15 ha por año hasta completarlas en 10 años, que proponer hacer el cambio de todas al mismo tiempo. Por esta razón, los montos fueron calculados por año. Otro de los aspectos analizados fue que para los productores ubicados en éstas áreas que al igual que en toda la subcuenca viven de la agricultura, no será sencillo asumir un cambio total de uso de su tierra y buscar donde producir, aún cuando este costo de oportunidad está incluido en el costo o monto de compensación. Sin embargo, esta propuesta fue validada en un taller con todos los involucrados; los detalles de esta consulta se presentan en el capítulo 4.3.5.

En relación a esta primera valoración, también se contempló un segundo escenario que sería reforestar el 50% del área propuesta (75 ha) y mantener el otro 50% (75 ha) en regeneración natural, cambiando 7,5 ha por año hasta completar al año 10 las 150 ha, opción que baja un poco los costos²³. Los resultados se muestran en el cuadro 21:

Cuadro 20. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de la tierra a forestal y con regeneración natural, subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua 2005

Actividad	No. ha a intervenir por año	Costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11+
Reforestación	7,5	378	2835	4628	6420	8213	10005	11798	13590	15383	17175	18968	17925
		239											
Regeneración natural	7,5	366	2745	4388	6030	7673	9315	10958	12600	14243	15885	17528	16425
		219											
Total reforestación + regeneración natural (costo anual)			5580	9015	12450	15885	19320	22755	26190	29625	33060	36495	34450

La estimación de esta opción se basa sobre la misma lógica de la anterior, salvo que la parte de reforestación es ahora para 7,5 ha/año. En la parte de regeneración natural, el monto de t=1 incluye la inversión inicial (\$147) de 7,5 ha; a partir de t=2 y hasta t=10, el cálculo es la inversión inicial de 7,5 ha de cada año más el costo de mantenimiento (\$5.00) de las anteriores acumuladas a cada año. El monto del año 11, es lo que finalmente costaría mantener cada año, esta forma de uso de la tierra.

En la subcuenca del río Calico, la cantidad de área en estado crítico es de 6.000 ha, de un total de 17.000 (35%), según los criterios utilizados para definirlos. Tomando en cuenta que el área es mucho más grande, se ha propuesto un cambio de 300 ha (circundantes al río), aún cuando

²³ Los costos de regeneración natural incluyen la protección física del área, alambrados, postes, grapas, ronda corta fuego.

no estén claras las fuentes de financiamiento; sin embargo, en este sitio se ven más posibilidades institucionales y fondos por el lado de la disposición a pagar por el agua de parte de los usuarios²⁴. Para estimar los montos anuales basta hacer un análisis de sensibilidad a los cálculos anteriores y cambiar de 15 a 30 ha a intervenir por año, hasta completar 300 al año 10, ya que los costos de inversión inicial y mantenimiento son los mismos para ambas zonas. Los resultados del cambio de 300 ha a uso forestal en Calico se presentan en el cuadro 21:

Cuadro 21. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de tierra de cultivo a forestal, Calico

# ha a intervenir por año	costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11+
30	378	11340	18510	25680	32850	40020	47190	54360	61530	68700	75870	71700
	239											

En el escenario de la combinación de reforestación con regeneración natural para 150 ha a intervenir con cada sistema (300 ha en total), los resultados para la subcuenca del río Calico se presentan en el cuadro 22:

Cuadro 22. Costos anuales (US\$) del cambio de uso de la tierra a forestal en y con regeneración natural subcuenca del río Calico

Actividad	# ha a intervenir por año	costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11
Reforestación	15	378	5670	9255	12840	16425	20010	23595	27180	30765	34350	37935	35850
		239											
Regeneración Natural	15	366	5490	8775	12060	15345	18630	21915	25200	28485	31770	35055	32850
		219											
Total reforestación + Regeneración natural (costo anual)			11160	18030	24900	31770	38640	45510	52380	59250	66120	72990	68700

En esta propuesta de valoración del cambio de uso de la tierra de cultivos a forestal, es necesario subrayar que se está asumiendo el supuesto de que el bosque es un sistema capaz de retener y conservar agua más que el sistema de cultivos agrícolas con mal manejo.

La presentación de los costos estimados a 10 años y con dos escenarios, da la posibilidad de seleccionar la mejor estrategia de implementación del cambio de uso de tierra, de acuerdo a las posibilidades de financiamiento, analizando diferentes opciones, como la cantidad de área a intervenir o haciendo una particularización, según las condiciones y el tipo de productores que estén dispuestos a formar parte de la propuesta.

²⁴ Esta parte se explica en el capítulo de los mecanismos institucionales

4.3.3 Valoración de los costos de implementación de tecnologías de conservación de agua y suelo en las áreas priorizadas

La segunda parte de la valoración económica es la implementación de tecnologías de conservación de suelo y agua en el resto de las áreas críticas y priorizadas por importancia en la recarga de agua. Según otros estudios en la zona, se sabe que las tecnologías de conservación de suelo y agua se presentan en la mayoría de los casos, de forma combinada, siendo las principales las barreras muertas de piedra y las barreras vivas de gandul (*Cajanus cajan*) o madero negro (*Glyciridia sepium*). De acuerdo a la tabla de costos individuales de las técnicas, las obras físicas: acequias, barreras muertas y diques de piedra, son las más caras, pero también las más efectivas en la conservación de agua y deben ser acompañadas de las coberturas vivas: barreras vivas, cultivos de cobertura, manejo de rastrojos, para disminuir la velocidad del agua y del suelo²⁵.

Con base en este conocimiento, la propuesta de valoración en el caso de Jucuapa, contempla varios escenarios de combinación de obras físicas y coberturas vivas y está diseñada para las 470 ha priorizadas restantes que no están en la propuesta de cambio de uso de la tierra. Los costos se proyectaron a 10 años, asumiendo la implementación de las tecnologías en 47 ha por año, hasta completar 470 al final del año 10. También se realizaron análisis de sensibilidad al cambio en la cantidad de área a intervenir.

La primera estimación y punto de partida calcula los montos anuales, incluyendo un costo promedio de las obras físicas (acequias, barreras y diques de piedra) más un costo promedio de las coberturas vivas (barreras vivas, manejo de rastrojos-no quema y sistema agroforestal) más el costo del cultivo de cobertura, el cual se presenta en todos los escenarios, ya que según los expertos, el efecto de cualquier tecnología es mínimo si el suelo no tiene buena cobertura.

En el cuadro 23 se muestran los resultados de esta estimación.

²⁵ ver tabla de objetivos/funciones de cada técnica en procedimiento metodológico e información resultado del taller con expertos

Cuadro 23. Estimación de costos anuales (US\$) de implementación de tecnologías de CSA- Primera combinación

Tecnología	(A) % por Ha	(B) Inversión inicial	(A)*(B)	(C) Manteni- miento	(C)*(A)								
Cobertura vegetal	100	34	34	12	12								
CSA físicas	25	287	72	15	4								
CSA vivas	25	172	43	44	11								
agroforestal	50	144	72	20	10								
Total/ha			221		37	Monto de compensación para el productor/ha							
No. ha a intervenir	No. ha a intervenir/año	costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11+
470	47	221	10375	12103	13830	15557	17284	19012	20739	22466	24193	25921	17273
		37											

Esta primera estimación propone la implementación combinada de cultivo de cobertura en toda la hectárea; obras físicas en el 25%; coberturas vivas en el 25% y sistema agroforestal en el 50% y los cálculos están hechos con base en los costos de inversión inicial de cada sistema²⁶ y los costos de mantenimiento multiplicados por el porcentaje propuesto para cada uno, como muestra el cuadro. Como ya se mencionó, en los cálculos por año (t), se calculan los costos de inversión inicial para 47 ha, más el costo de mantenimiento para las que van acumuladas a cada año. Los costos por ha/año, representan los montos que habría que darle al productor oferente de agua (221 inicial y 37 anual), dependiendo de cuantas hectáreas entrarían en la propuesta de protección.

Como se ve en el cuadro 23, en el año 10 se necesitarían casi US\$26.000 y luego, a partir del año 11, el costo de mantener el sistema propuesto es de US\$17.273. Cabe decir, que este es el diseño más caro, debido a que tiene un promedio de todas las obras físicas que son las que tienen los costos más altos. Sin embargo, los mismos productores opinaron que podría hacerse tomando en cuenta las condiciones físicas de cada terreno; es decir, las barreras muertas y vivas, por ejemplo son más efectivas en terrenos muy inclinados porque retienen suelo y por ende, humedad. De la misma manera, se pueden analizar las condiciones más adecuadas a cada tecnología, dando un tratamiento más o menos diferenciado en la implementación. Las siguientes propuestas tienen la misma lógica de combinación (obras físicas y vivas) y el mismo tipo de estimación de los costos y montos anuales.

²⁶ El caso de las tecnologías CSA, son costos promedio

Cuadro 24. Estimación de costos para implementación de tecnologías de CSA – Segunda combinación (US\$)

Tecnología	(A) % por Ha	(B) Inversión inicial	(A)*(B)	(C) Manteni- miento	(C)*(A)								
Cobertura vegetal	100	34	34	12	12								
Acequia	50	58	29	5	3								
B. viva gandul	50	29	15	2.5	1								
Total/ha			78		16								
No. ha a intervenir	No. ha a intervenir/año	costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11
470	47	78	3643	4383	5123	5863	6604	7344	8084	8824	9565	10305	7403
		16											

Cuadro 25. Estimación de costos para implementación de tecnologías de CSA – Tercera combinación (US\$)

Tecnología	(A) % por Ha	(B) Inversión inicial	(A)*(B)	(C) Manteni- miento	(C)*(A)								
Cobertura vegetal	100	34	34	12	12								
Diques de piedra	50	273	137	10	5								
Agroforestal	50	144	72	20	10								
Total/ha			243		27								
No. ha a intervenir	No. ha a intervenir/año	costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11
470	47	243	11398	12667	13936	15205	16474	17743	19012	20281	21550	22819	12690
		27											

Cuadro 26. Estimación de costos para implementación de tecnologías de CSA – Cuarta combinación (US\$)

Tecnología	(A) % por Ha	(B) Inversión inicial	(A)*(B)	(C) Manteni- Miento	(C)*(A)								
Cobertura vegetal	100	34	34	12	12								
Diques de piedra	50	273	137	10	5								
Acequia	50	58	29	5	3								
Total/ha			200		20								
No. ha a intervenir	No. ha a intervenir/año	costos/ha/año más 1	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11
470	47	200	9377	10293	11210	12126	13043	13959	14876	15792	16709	17625	9165
		20											

La forma de estimación de las propuestas anteriores, es la misma que la primera, es decir, la implementación en un % del área y de costos por cada una de las tecnologías en toda la

hectárea. Son 47 hectáreas por año hasta completar 470 al año 10. Como se puede observar, la estimación menos costosa es la segunda combinación, debido a que solo incluye una obra física, que es la acequia y llega a poco más de US\$10.000 en el año 10. Es válido mencionar que la acequia, según los expertos es muy útil en la conservación de agua en tierras muy secas y la barrera viva, disminuye la posibilidad de que se llene de tierra. Es más recomendable en terrenos con una pendiente moderada.

Es interesante también la última combinación que contiene dos obras físicas, pero siempre con el cultivo de cobertura y el costo al año 10, es casi un valor promedio de los cuatro diseños. Estos escenarios permiten tener opciones de decisión en cuanto a la implementación de las tecnologías, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Se trabajó también un análisis de sensibilidad de los cambios en los costos a diferentes áreas de intervención, aparte de las 470 ha de la propuesta principal, con las mismas combinaciones de tecnologías CSA. Los resultados se muestran en los cuadros 27 al 31:

Cuadro 27. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la primera combinación de tecnologías de CSA (US\$)

Combinación 1: cobertura vegetal, CSA físicas, CSA vivas, s. agroforestal				
AÑO	No. de hectáreas a intervenir			
	Total 350	Total 300	Total 250	Total 200
	35 ha/año	30 ha/año	25 ha/año	20 ha/año
1	7726	6623	5519	4415
2	9454	8350	7246	6142
3	11181	10077	8973	7870
4	12908	11804	10701	9597
5	14635	13532	12428	11324
6	16363	15259	14155	13051
7	18090	16986	15882	14779
8	19817	18713	17610	16506
9	21544	20441	19337	18233
10	23272	22168	21064	19960
11	12863	11025	9188	7350

Lógicamente los montos van disminuyendo según disminuye el área a intervenir. La utilidad de este análisis es que facilita seleccionar una opción que vaya acorde con el tipo de financiamiento que se puede obtener y la capacidad local para implementar las técnicas de protección.

Cuadro 28. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la segunda combinación de tecnologías de CSA (US\$)

Combinación 2: cobertura vegetal, acequia, barrera viva gandul				
AÑO	No. de hectáreas a intervenir			
	Total 350	Total 300	Total 250	Total 200
	35 ha/año	30 ha/año	25 ha/año	20 ha/año
1	2713	2325	1938	1550
2	3453	3065	2678	2290
3	4193	3806	3418	3031
4	4933	4546	4158	3771
5	5674	5286	4899	4511
6	6414	6026	5639	5251
7	7154	6767	6379	5992
8	7894	7507	7119	6732
9	8635	8247	7860	7472
10	9375	8987	8600	8212
11	5513	4725	3938	3150

Cuadro 29. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la tercera combinación de tecnologías de CSA (US\$)

Combinación 3: cobertura vegetal, diques de piedra, s. agroforestal				
AÑO	No. de hectáreas a intervenir			
	Total 350	Total 300	Total 250	Total 200
	35 ha/año	30 ha/año	25 ha/año	20 ha/año
1	8488	7275	6063	4850
2	9757	8544	7332	6119
3	11026	9813	8601	7388
4	12295	11082	9870	8657
5	13564	12351	11139	9926
6	14833	13620	12408	11195
7	16102	14889	13677	12464
8	17371	16158	14946	13733
9	18640	17427	16215	15002
10	19909	18696	17484	16271
11	9450	8100	6750	5400

Cuadro 30. Análisis de sensibilidad a cantidad de hectáreas a intervenir con la cuarta combinación de tecnologías de CSA (US\$)

Combinación 4: cobertura vegetal, diques de piedra, acequia				
AÑO	No. de hectáreas a intervenir			
	Total 350	Total 300	Total 250	Total 200
	35 ha/año	30 ha/año	25 ha/año	20 ha/año
1	6983	5985	4988	3990
2	7899	6902	5904	4907
3	8816	7818	6821	5823
4	9732	8735	7737	6740
5	10649	9651	8654	7656
6	11565	10568	9570	8573
7	12482	11484	10487	9489
8	13398	12401	11403	10406
9	14315	13317	12320	11322
10	15231	14234	13236	12239
11	6825	5850	4875	3900

La intervención en diferentes cantidades de área, probablemente dependería de las posibilidades de financiamiento; en este caso al tomar una decisión sobre esto, convendría hacer una segunda priorización en sitios realmente en estado vulnerable, en cuyo caso, los análisis anteriores ayudan mucho porque ya se contaría con los costos y posibles compensaciones a los involucrados.

En resumen, las combinaciones y los análisis de sensibilidad ofrecen diferentes opciones en relación a los costos, principalmente y facilitan decisiones cuando éstas dependen de factores importantes, tales como:

- Financiamiento
- Disposición de los productores a participar en el sistema (unos querrán hacerlo, otros no)
- Capacidad institucional y de gestión local
- Capacidad de monitoreo y seguimiento a todo el sistema

Limitaciones en el proceso de valoración económica de las propuestas de protección

Es necesario mencionar que la determinación de parámetros para hacer la valoración económica, enfrentó algunas limitaciones, tales como:

- Se asumen supuestos conocidos en cuanto a los sistemas que retienen agua (plantación forestal), aún cuando hay una discusión sobre la efectividad del bosque en esta función.

- Los costos resultan elevados cuando se han incluido componentes como el costo de oportunidad de la producción que está basado en la rentabilidad del sistema maíz y frijol. En este caso, la variabilidad de los rendimientos es una limitante que indujo a utilizar el *promedio* de producción para calcular la rentabilidad de la actividad. Sin embargo, como se ha dicho, en caso de implementar un sistema de compensación se deben hacer negociaciones directas con los involucrados en la protección. También hay que señalar que algunas otras experiencias de PSA no incluyen en sus pagos el costo de oportunidad de la producción, lo cual en este caso no sería correcto si se pretende que el productor deje su tierra en protección sin percibir el ingreso que le da su producción agrícola y siendo esta, la actividad principal en las zonas de estudio.
- En el caso del componente de costo de oportunidad del trabajo, se han estimado 260 días de trabajo efectivo al año por un costo de la jornada laboral de C\$35,00 ó US\$2,00 por día. Sin embargo, hemos asumido en este caso que solo trabaja una persona en la familia rural, cuando eventualmente podría ser más de una, lo cual aumentaría el costo de oportunidad del trabajo. Por otro lado, el supuesto de 260 días laborados a US\$2,00/día, no toma en cuenta las fluctuaciones estacionales en la demanda de mano de obra. Es razonable pensar que durante ciertas épocas, se trabaja más. Este supuesto entonces debe ser refinado y podría reducir el costo de oportunidad del trabajo.

Estas propuestas, tanto el cambio de uso de la tierra como la implementación de tecnologías, como se mencionó antes, fueron validadas en un taller con los involucrados en la protección de fuentes de agua (que fueron caracterizados) en cada sitio y los resultados se resumen en el apartado 4.3.5.

4.3.4 Resumen de la consulta a grupos focales en Jucuapa sobre disposición a pagar (DAP) por el agua

Se entrevistaron 29 personas al azar en grupos focales de 4 a 6 personas en cada una de las siete comunidades de Jucuapa. El objetivo era conocer la tendencia en relación a la disposición a pagar por el agua, tanto por incremento para los que ya pagan una tarifa, como un pago para los que no lo hacen. El problema con éstos últimos es que son usuarios de fuentes naturales (ojos de agua, manantiales, río) y aunque la pregunta fue “estaría dispuesto a pagar por un programa de protección de fuentes de agua....y cuanto”, la percepción es que con el incremento de la tarifa, tendrán un mejor servicio –y por tubería- de agua a corto plazo, lo cual

es otro elemento que considerar en el análisis en cuanto a las posibilidades de infraestructura de la institución local del agua. Las respuestas de las entrevistas indican lo siguiente:

- a) La calidad del agua calificada como “buena” es un 69% y está relacionada con los mini acueductos; la de “mala” calidad es un 10% y viene principalmente de los pozos naturales.
- b) La cantidad de agua fue calificada como “poca” en un 76% y está relacionada principalmente con la que viene de los mini acueductos. El 24% restante calificada como mucha, viene también de los mini acueductos de la parte alta.
- c) La disposición a pagar (DAP) de manera general, parece estar relacionada con la calidad del agua y el tipo de fuente; el promedio de pago mensual es de C\$10,00 córdobas (US\$0,58). El mayor promedio de pago es de C\$18,00 córdobas mensuales (US\$1,05) y está en Jucuapa Abajo, lo que permite concluir que los que tienen menos agua, son los que están dispuestos a pagar más. El menor promedio de pago mensual es de 5 y 8 córdobas (US\$0,29 y 0,47) y se dio en las comunidades de la parte alta. El máximo pago mensual es de C\$30,00 (US\$1,76) y el mínimo es de C\$5,00 (US\$0,29), cantidad que ya se paga en algunas comunidades, pero éste mínimo fue expresado por los que actualmente pagan C\$2,00 (US\$0,11). Los incrementos en la DAP para los que ya pagan, fue aproximadamente de un 50% de manera general y hubo dos entrevistados con DAP=0.
- d) Si se usa esta tendencia promedio para calcular un fondo total y dado que hay un estimado de 616 familias, eso daría un total de US\$357 mensuales y US\$4287 anuales a nivel de la subcuenca del río Jucuapa. Sin embargo, parece ser más conveniente usar los promedios por comunidad, ya que son diferentes las razones que han influenciado esa disposición a pagar, hablando principalmente del área más crítica, en términos de falta de agua, que es Jucuapa Abajo y que son los que están dispuestos a pagar más. Mientras tanto, los de la zona alta están dispuestos a pagar muy poco debido a que tienen agua todo el tiempo.

En este trabajo se planteó la hipótesis de que los beneficios sociales totales a largo plazo del proyecto de conservación de suelo y agua dirigido a proveer servicios ambientales hídricos eran mayores que los costos de las prácticas de conservación. La mayor parte de la investigación estuvo dirigida al cálculo de los costos de dichas prácticas. Sin embargo, con base en información secundaria en consulta con grupos focales se realizó un análisis preliminar de los beneficios de uso directo que podrían lograrse gracias a las prácticas de CSA.

Debido al extremo nivel de pobreza de los potenciales beneficiarios, se determinó que los beneficios de uso directo logrados por la protección del recurso hídrico eran menores que los costos calculados. Este resultado por si solo no es suficiente para rechazar o no rechazar la hipótesis. La figura 16 muestra la definición económica del valor total.

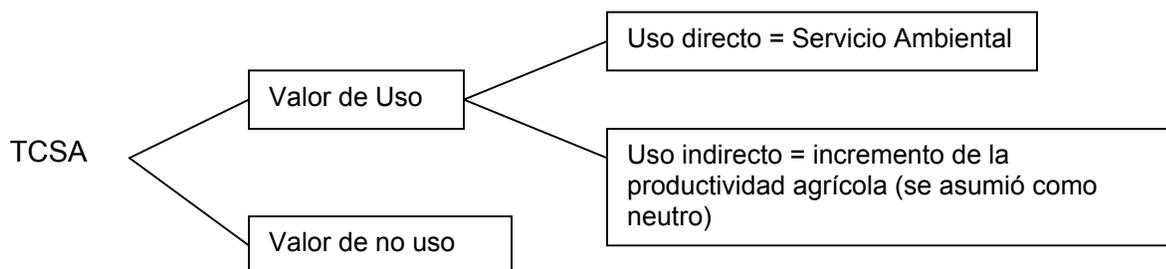


Figura 16. Esquema económico del valor total aplicado a las tecnologías de conservación de suelos y agua (TCSA)

Como se observa, el sondeo realizado mide solo una fuente de valor. Tenemos entonces que:

$$V. \text{ uso directo (SA)} + V. \text{ uso indirecto} + V. \text{ no uso} < \text{costos CSA}$$

Pero, no tenemos información sobre el valor total que nos indique si:

$$V. \text{ uso directo (SA)} + V. \text{ uso indirecto} + V. \text{ no uso} > \text{costos CSA}$$

O de otra forma,

$$V. \text{ uso directo (SA)} + V. \text{ uso indirecto} + V. \text{ no uso} < \text{costos CSA}$$

Dado lo anterior, no podemos rechazar o no rechazar la hipótesis²⁷

Cabe agregar que las circunstancias de pobreza y degradación ambiental en la zona son tales, que no permiten abandonar el proyecto propuesto con base en los resultados obtenidos. En este sentido, continuar con la propuesta a pesar de que el valor de uso directo es menor a los costos implica de hecho no rechazar la hipótesis planteada; esto implica asumir que los beneficios indirectos y de no uso son suficientemente altos como para justificar el proyecto.

²⁷ Si, valor de uso directo > costos CSA, entonces la hipótesis nula no se rechazaría de ninguna manera

4.3.5 Costos de mantenimiento de infraestructura de captación y distribución de agua

Es un punto clave a considerar que a los costos de protección del SAH, se deben agregar los costos de mantenimiento de la infraestructura de las fuentes de agua, ya sean pozos mejorados o mini acueductos. La importancia de este aspecto es que, mejorar las condiciones de producción de agua en una cuenca, por ejemplo, no garantiza que esa agua llegue a la población si no hay un sistema de distribución que pueda posibilitar eso. Es decir, si la infraestructura existente en las zonas no es suficiente o está deteriorada.

Por consiguiente, tampoco se podría concebir un sistema de PSA hídrico donde la gente no puede pagar por un servicio que no recibe. En el caso de los pozos mejorados y los mini acueductos, la institución local del agua calculó la tarifa mensual por familia por debajo de la cual, se está pagando actualmente el agua en la zona rural. Los datos son los siguientes:

Pozos:

El costo de operación y mantenimiento anual de los pozos mejorados (artesianos) es de C\$6.524 ó **US\$383,76**. Este valor dividido entre 12 meses del año da un costo mensual que se divide entre la cantidad de familias usuarias del agua en un sitio específico. Para el caso de ambos sitios estudiados, la tarifa para uso de pozos es de C\$8,49 ó US\$0,49 y por ahora se paga un máximo de C\$5,00 (US\$0,29), donde se paga.

Mini acueductos

El costo de operación y mantenimiento anual de los mini acueductos es de C\$61.636 ó **US\$3.625,66** y la tarifa mensual por familia debería ser de C\$14,27 ó US\$0,83. Actualmente, pagan los mismos C\$5,00 máximo que se pagan por el uso del pozo y solo en la mitad de las comunidades, en el caso de Jucuapa; la diferencia es de US\$0,54 más la diferencia en la tarifa de los pozos, resultan US\$0,74 por las 616 familias rurales, se están dejando de percibir **US\$455,84**, de lo que debería recaudarse, sin mencionar las comunidades que no pagan nada. Sin embargo, estas comunidades que no pagan toman el agua de pozos naturales u ojos de agua y no van a pagar por un servicio que no llega.

4.3.6 Resultados de los talleres de validación de la propuesta de costos e implementación de protección del SAH

Subcuenca del río Jucuapa

Participaron 21 dueños de propiedades de fuentes de agua que también fueron caracterizados. La discusión fue guiada por cinco preguntas y los comentarios principales presentados son de los asistentes:

- En general opinaron que las técnicas son adecuadas, pero se podría hacer una diferenciación por tipos de condición, como el ejemplo de las acequias que convienen más en zonas muy secas y con pendiente moderada.
- Algunos consideran que hay capacidad para implementarlas, pero con ayuda, además de que la ley obliga a reforestar. Otros expresaron que es un obstáculo el hecho de que se hace una retención de agua para regar en la parte alta de la subcuenca y que debería haber una ordenanza municipal para regular esta situación. Vale decir que de este punto, no hay ninguna comprobación técnica que respalde esta afirmación, por lo que hasta ahora es una suposición de la población.
- Opinaron que es un reto para el comité de cuencas tratar de minimizar el problema del agua en Jucuapa Abajo y la contaminación del río que hacen los pobladores de la parte alta.
- Sobre la propuesta del cambio de uso de la tierra, 12 personas de 20, opinaron que es posible hacerlo, siempre y cuando haya otra alternativa para los dueños de la tierra, ya que ellos tienen una producción de subsistencia y ésta es su prioridad.
- A la pregunta de que si hubiera un fondo para cubrir parte de los costos de protección del agua, de 20 personas 16 dijeron estar dispuestos a colaborar. Es decir, que 16 personas estarían dispuestos a asumir el compromiso de proteger y recibir compensación con las exigencias que este proyecto implica como contratos, metas establecidas por año, etc. y que se podría diseñar con base en otras experiencias que ya existen en Nicaragua.
- A la pregunta de que si se tuvieran que priorizar más las fuentes de agua, la mayoría respondió que seleccionarían el río en Jucuapa Abajo; dos fuentes de la parte alta (Las Mercedes y la Pintada) y la fuente de Jucuapa Centro que beneficia a dos comunidades.

A manera de conclusión, se puede decir que sí habría disposición de participar en un programa de protección de fuentes o áreas, pero con apoyo económico y talvez a pequeña escala, ya que como se dijo en la discusión, están acostumbrados a tener siempre ayuda para implementar este tipo de programas.

Habría que diseñar un sistema permanente de monitoreo, seguimiento y acompañamiento no sólo por el trabajo que hay que hacer, sino por las lecciones que va dejando un proceso de este tipo y que habría que documentar, sobre todo en cuanto a construcción de capacidades, el fortalecimiento de la gestión local y la institucionalidad.

Subcuenca del río Calico

Participaron 18 personas (de 23 invitados) dueños de propiedades con fuentes de agua y la dinámica fue la misma del taller de Jucuapa. En este sitio, existe un área urbana donde los pobladores ya pagan una tarifa por el agua que se considera cara y además les llega dos veces a la semana solamente. Algunos de los que tienen propiedad con fuente de agua, viven en la parte urbana, de manera que asumen el costo de la protección y también pagan el uso del agua. Los principales comentarios de los participantes fueron:

- Conocen el recurso agua como servicio ambiental y la importancia de cuidar los recursos naturales, pero no tienen incentivos económicos para preservarlos.
- Hay desprotección por el exceso de despale y nadie regula eso
- También se presentan problemas de retención de agua del río para regar
- En relación al cambio de uso de la tierra, si los que siembran café tuvieran que quitarlo, ¿quién le paga por eso?²⁸
- Se pueden dejar áreas de protección, pero habría que compensar económicamente. No creen que las personas que tienen poca tierra²⁹, puedan hacerlo.
- Otra opción es que compren la tierra de protección o se pague al dueño por usarla
- Hay que tomar en cuenta las condiciones más específicas de las fuentes y simplificar las áreas priorizadas. Si tuvieran que priorizar más, seleccionarían El Carrizal porque abastece el área urbana; Las Cuchillas porque es muy seco; Ocote Abajo porque no hay agua y Susulí porque tiene los mini acueductos que dan agua a varias comunidades³⁰
- En la comunidad de Las Cuchillas no hay demasiado despale, pero no hay agua porque llueve muy poco; ¿qué se hace en ese caso?
- Se necesita apoyo también para el mantenimiento de la infraestructura del agua potable, ya que hay tubos quebrados donde se escapa el agua y no llega hasta abajo.
- Si hubiera un fondo para cubrir parte de los costos de protección de fuentes y áreas, participarían 9 de los 18.

²⁸ En la clasificación de uso de la tierra, el café se consideró como vegetación estable y no forma parte del área crítica sino de área moderada; sin embargo, habría que ver que hacer si está sembrado a orillas del río

²⁹ Poca tierra, significan dos a tres manzanas (1 a 2 ha)

³⁰ Todas estas fuentes están priorizadas con el método usado en este trabajo de tesis

En conclusión: Parece haber un poco más de reservas en este sitio para la participación, talvez porque han habido muchos programas que han realizado acciones en este sentido y cuando se van, no hay más incentivos para seguir. Es igual que Jucuapa, están acostumbrados a ser ayudados siempre. Sin embargo, aquí puede haber más posibilidades institucionales para el diseño de un programa por el hecho de tener la estructura municipal dentro de la subcuenca. Es claro que en ambos sitios hay que poner atención a la parte de infraestructura del sistema de agua por tubería, ya que esto convierte la falta de agua en un problema de distribución y no tanto de disponibilidad.

4.1 Propuesta de mecanismos de implementación y sostenibilidad de la protección del SAH en las subcuencas Calico y Jucuapa

Después de definir y valorar económicamente formas de protección del servicio ambiental hídrico en dos sitios y validar las propuestas con la gente local, corresponde en esta parte proponer los mecanismos o alternativas que se visualizan, tanto para la implementación de las tecnologías de protección, incluyendo aquí el cambio de uso de la tierra, como para el sostenimiento de un esquema que sea viable económica e institucionalmente. La situación de partida se presenta así:

Subcuenca del río Jucuapa

Desde el punto de vista **económico**, el análisis de grupos focales da una idea de que por el lado de la disposición a pagar de los usuarios del agua, es difícil pensar que se pueda crear y mantener un fondo con esa fuente, tomando en cuenta que la implementación de las tecnologías de protección tiene costos elevados si se quiere implementar en todas las áreas críticas. De todas las propuestas de protección del SAH presentadas en este trabajo, con US\$4287 que daría la recaudación de usuarios, solo se podría financiar el cambio de uso de la tierra en regeneración natural y con cualquier otra de las demás combinaciones de tecnologías de CSA, no podría financiar más de un año.

El nivel de pobreza de la zona es alto y los ingresos vienen de la agricultura, cuya situación ya fue analizada. También hace falta conocer la oferta de agua y los costos de provisión por m³. Los fondos tendrían que venir de fuentes externas, tomando en cuenta además que la ejecución de un sistema de PSA, si fuera el caso, implica costos de transacción y costos administrativos relacionados con el plan de inversión proyectado a 10 años.

Desde el punto de vista **institucional**, los elementos que se consideran importantes para la implementación de los mecanismos de pago por el SAH, son los siguientes:

- a) Debido a la escala del sitio, puede representar un obstáculo el que no hay una figura institucional (municipalidad) en el propio lugar y que ésta se encuentra en la cabecera departamental (Matagalpa) y habría que considerar el nivel de prioridad que Jucuapa tiene para ellos. El problema de la retención de agua del río para riego en la parte alta de la subcuenca, mencionado en los talleres, es un tema que no es nuevo y sin embargo, la municipalidad no ha intervenido para una posible solución o al menos un tipo de negociación entre los afectados, una vez comprobados los efectos en la parte baja. Otra situación en este aspecto, es la presión sobre el agua que se da con el establecimiento de un asentamiento en la parte alta de la subcuenca –posibles áreas de recarga hídrica- y donde la municipalidad ni el comité de cuencas fueron tomados en cuenta en las decisiones y ubicación (ASDI, 2005).
- b) Hay debilidades en el conocimiento y la aplicación de las leyes que protegen los recursos naturales, sin hablar de servicios ambientales, ya que no existe una ley para eso, pero la parte de protección de la orilla de los ríos, por ejemplo, si está regulada por ley y no se está manejando ni aplicando.
- c) Los comités de agua potable (CAP) que son los responsables del mantenimiento de los proyectos de agua, están debilitados en la parte de gestión y, en el caso de Jucuapa Abajo, enfrentan problemas políticos y de relación con la población. Este sería un aspecto de primera prioridad a tratar, antes de pensar en el diseño de un esquema de PSA o de negociación entre usuarios y proveedores del agua. Si no hay una estructura institucional fortalecida, es difícil el manejo de un esquema de este tipo y esto podría representar un reto para el comité de cuencas.

Propuesta

Con base en la situación anterior, por ahora no se ven condiciones en Jucuapa para implementar un sistema de pago por el servicio ambiental hídrico tal y como éste está concebido, donde participan los demandantes o usuarios y los proveedores u oferentes. Sin embargo, es válido contemplar la posibilidad de la creación de un fondo ambiental que de alguna forma compense a los proveedores, en este caso a los dueños de fuentes de agua y de áreas de recarga que hagan la protección y participen en las propuestas planteadas en este

estudio y cuyos montos de compensación están definidos. El fondo debería ser administrado por la secretaría ambiental de la municipalidad de Matagalpa en conjunto con el comité de cuencas con la ventaja de que el responsable de dicha secretaría es también el presidente de este comité.

Debería ser diseñada una estrategia de implementación del sistema por las estructuras indicadas (comité de cuenca y secretaría ambiental), señalando los elementos necesarios para mantenerlo en el largo plazo, principalmente institucionales; así mismo, estudiar la localización de posibles instituciones, agencias internacionales de cooperación u otros organismos que puedan colaborar con el fondo, presentando a ellos una propuesta muy concreta y específica en sus acciones con áreas y costos bien definidos y claros. Así mismo, definir el marco legal que protegería el funcionamiento de este fondo.

Subcuenca del rio Calico

En Calico la situación es un poco diferente, debido también a la escala del sitio, y ya que hace algunos años se realizó un estudio de la demanda con el método de valoración contingente (Johnson y Baltodano, 1998), el cual estimó una disposición a pagar de los usuarios por el agua que podría contribuir a la creación de fondo para el servicio ambiental hídrico.

Desde el punto de vista **económico**, en el año 98 se manifestó una disposición a pagar de parte de los usuarios del agua, de C\$4,00 (US\$0,40 de ese tiempo) mensuales, lo que a este tiempo son C\$7,5 (US\$0,44) y dado el cálculo por el total de la población de familias rurales de Calico que son 2800, totalizarían C\$21.000 mensuales (US\$1235) y cuyo valor anual es de C\$252.000 (US\$14.832,5) cantidad que puede contribuir significativamente al mantenimiento de un fondo ambiental. Contrastado este valor con los costos estimados de las propuestas de protección del SAH, se puede decir que ayudaría al financiamiento de las siguientes opciones:

- El 100% de los costos por año del cambio de uso de la tierra con la opción 50% reforestación y 50% regeneración natural para 150 ha hasta el año 7 y, el 84%, 75% y 69% de los costos anuales para los años 8, 9 y 10 respectivamente.
- Diez años de la implementación de tecnologías de la cuarta combinación propuesta (cultivos de cobertura, diques de piedra y acequia) en 300 hectáreas y posteriormente, el mantenimiento anual de cualquiera de las combinaciones, según el plan de inversión propuesto.

La estimación para estas opciones tiene un margen libre, tomando en cuenta que con este fondo se tiene que financiar el mantenimiento de los proyectos de agua potable y los pozos mejorados; es decir, la infraestructura de distribución del agua.

Desde el punto de vista **institucional**, Calico tiene también problemas de coordinación institucional, pero cuenta in situ con la estructura municipal y su secretaría ambiental, aunque no tiene comité de cuenca; así mismo, tiene ciertas organizaciones locales que son facilitadoras de la gestión a nivel de proyectos comunitarios. Los comités de agua potable, al igual que en Jucuapa, necesitan fortalecerse en la parte de gestión, pero no se observan problemas políticos o conflictos de relación, con el énfasis que se dan en Jucuapa.

Propuesta

Con las condiciones descritas arriba, en Calico podría ser viable la implementación de un programa piloto de pago por el SAH, teniendo como insumos los costos estimados en este trabajo y los análisis de sensibilidad a diferentes tamaños de área a intervenir, tanto para un cambio de uso de tierra, como para la implementación de las tecnologías de CSA. Al igual que en Jucuapa, es recomendable que la municipalidad diseñe una estrategia para evaluar la implementación y el sostenimiento del sistema para los 10 años de inversión, en conjunto con las organizaciones presentes en la zona que trabajan en el manejo de recursos naturales y de las cuales, algunas están representadas en el consejo de desarrollo municipal. Debe considerarse también el estado de la infraestructura de distribución del agua, ya que no se puede pensar en la protección del SAH sin mejorar esto, porque los usuarios no pagarían por un servicio que no les llega. Esto es igual de válido para Jucuapa.

En ambos sitios, es importante definir un mecanismo para evitar incentivos a destruir áreas que no están dentro del plan de inversión. Lo recomendable sería definir una línea base al inicio del programa de intervención sobre el estado del área y así poder medir al final contra esa misma situación. También es necesario definir el sistema de monitoreo y seguimiento de manera constante, con el fin de corregir errores a tiempo y documentar las lecciones.

4.4 Sistematización de lecciones aprendidas en el proceso de este estudio

La premisa de que la metodología para la realización de un estudio depende mucho de las condiciones específicas del sitio seleccionado se confirmó, y permitió tener la flexibilidad de ajustar en el camino los procedimientos empleados. A continuación se detallan algunas de las lecciones aprendidas en este proceso.

- Las características agroecológicas, el estado de los recursos naturales y el ambiente y las condiciones socioeconómicas en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, presentaron una situación similar. No así las estructuras institucionales y los niveles de gestión local, relacionados principalmente con el agua que difieren un poco en su desarrollo, lo cual ha permitido enriquecer el análisis al momento de proponer los pasos siguientes al finalizar el estudio.
- Es esencial no tomar la parte de georeferencia de fuentes de agua como una simple ubicación geográfica de las mismas en el mapa. Es de mucha utilidad hacer una caracterización del contexto y el estado biofísico de éstas, que posteriormente facilite la definición de criterios de priorización. Aún cuando esto no se tenía claro al inicio del trabajo, esta información facilitó reconocer la vulnerabilidad que presentan las fuentes en cuanto a cantidad y calidad del agua y su importancia en relación a beneficiarios; así como, aquellas que no están en estado riesgoso, pero que son precisamente importantes de conservar por la cantidad de beneficiarios que tienen. Al mismo tiempo, permitió la identificación de los dueños de propiedades de fuentes de agua que luego facilitó su caracterización. Establecer la conexión entre las distintas fases del método, hace más creíbles los resultados de la valoración.
- La definición de criterios para la priorización de áreas es un paso que no es sencillo y debe hacerse con base en una serie de indicadores estandarizados que requiere de la participación de organismos/personas que tienen experiencia en el tema. El contraste entre dos métodos, georeferencia y caracterización de fuentes con selección de áreas críticas con SIG, fue una forma útil de complementar los criterios de selección. Pueden afinarse aún más estos pasos con el fin de que los resultados en la selección final de áreas sea coincidente en una buena parte. La caracterización de los productores que están en las fuentes y áreas críticas debería hacerse después del proceso de selección con los dos métodos, para asegurarse de tomar a todos los que corresponde, incluyendo los que están cerca del río cuando éste es una fuente principal de abastecimiento humano.
- En la medida de lo posible, es mejor tener identificadas también áreas de recarga hídrica en la zona, por un especialista en el tema y poder incluirlas en la selección; aunque en este caso se asumieron por la ubicación física.

- En el caso de la provisión de agua, además del problema del manejo de los recursos naturales que hay en las zonas rurales, es importante el aspecto de la infraestructura de distribución por parte de la institución local. Se notaron muchos casos de escasez de agua por este problema, de manera que es necesario tomar en cuenta en la cuantificación de la oferta de agua. De no contemplar este aspecto se desmejora cualquier propuesta de protección que se haga, ya que como hemos apuntado, la gente no va a pagar por un servicio que no recibe.
- La selección de tecnologías que entran en la valoración y el tipo de valoración económica que se realizó ofrece opciones y escenarios que son muy útiles en la toma de decisiones y fue fundamental la consulta de las propuestas con los involucrados, instituciones y organismos con experiencia, ya que eso ha dado soporte y credibilidad a los resultados y puede garantizar que en los pasos siguientes al estudio se pueda contar con la participación de personas y organismos importantes.
- La valoración económica se hizo con base en combinaciones de técnicas de CSA, lo cual facilitó en gran medida la estimación de los costos y este procedimiento puede resultar de mucha utilidad no solo desde el punto de vista económico sino técnico para el diseño de futuras propuestas de protección.
- Como se dice al inicio de este apartado, es sumamente válido someter a consulta local las propuestas diseñadas. En este caso, la implementación de las tecnologías de protección del agua y sus costos fueron validados en un taller con los posibles participantes en un esquema de PSAH y fue valiosa la colaboración de la municipalidad, que pudo en ese momento discutir las inquietudes de la gente local y los posibles obstáculos que podrían presentarse y que corresponde a la institución y en este caso, junto al comité de cuencas, tratar de solventar. Este procedimiento disminuye el riesgo de plantear o proyectar algo que no se adecua a las condiciones de los sitios o que no va a lograr la participación de las personas y organismos involucrados. Por esta razón, hubo pasos en el proceso que fueron definidos en el sitio y esa flexibilidad en la metodología enriquece los resultados.

- El haber trabajado en dos sitios de diferentes tamaños de escala, aunque fue a veces complicado y costoso, permitió reconocer las dificultades y facilidades, tanto en el proceso de investigación, como al momento de definir las propuestas para cada sitio. A la vez, fue muy útil poder validar la información no presente en un sitio para utilizarla en el otro. Es posible, incluso, que esto genere un análisis en relación a los aspectos institucionales que se encontraron con cierto grado de diferencia y aprovechar las lecciones, sobre todo referido a la no existencia de un comité de cuencas en Calico.

- Fue muy importante la interacción con los comités de agua potable que existen en los dos sitios del estudio, ya que permitió reconocer que muchos de los problemas de acceso al agua ya no son por falta de disponibilidad o por problemas de distribución, sino por gestión, manejo y cumplimiento de leyes y programas que en este caso, estos organismos asesorados por las instituciones correspondientes, son responsables de conducir. También se puede ver que actualmente los CAP, no tienen un apoyo y seguimiento de ningún organismo de gestión ambiental y este punto es esencial al momento de hacer una propuesta de protección y manejo de agua. Vale decir que evaluar este aspecto fue uno de los elementos planteados en la justificación de este trabajo y por lo tanto, se obtuvo una conclusión al respecto.

- Es importante profundizar más en la relación entre los dueños de propiedades de fuentes de agua, ya que algunos tienen mucha receptividad al problema del agua y disponibilidad de colaborar y otros no. Esto se puede explorar más al momento de las negociaciones con ellos en un programa de protección y compensación.

5. CONCLUSIONES

- De manera general, la falta de agua para consumo humano y otros usos en las dos zonas de estudio, incluyendo fuentes principales como los ríos que son fuentes de consumo humano en las dos subcuencas, mostró que hay desprotección en las fuentes de agua. Según la caracterización en Jucuapa aproximadamente un 50% de fuentes pueden estar en estado vulnerable, incluyendo la parte baja del río. En Calico, un 40% de las fuentes caracterizadas tienen protección; de manera que, es de poner atención al 60% restante por la falta de vegetación y la cercanía de áreas de cultivo y potreros. Esta situación permite aceptar la primera hipótesis que se planteó este trabajo de que el uso actual de la tierra no está favoreciendo el manejo y uso sostenible del recurso hídrico.
- El problema de la implementación de las prácticas de protección tiene que ver con disponibilidad económica, aún cuando en Calico un 60% de los entrevistados reportó tener algún tipo de protección. El problema en estas zonas no es el establecimiento de las tecnologías, sino el mantenimiento, sin el cual no se pueden ver los beneficios o el impacto ambiental. El no mantenimiento de las prácticas, además de las razones expuestas en las entrevistas, induce a pensar que los proveedores no se sienten incentivados para proteger fuentes de beneficio público. No son todos los casos, pero sí la mayoría, y esto permite también aceptar la segunda hipótesis planteada de que no se identifican incentivos que estimulen la adopción de prácticas sostenibles de cultivo y de protección *permanente* del recurso hídrico.
- Debido al alto nivel de pobreza de los potenciales beneficiarios en ambas zonas, se determinó que los beneficios de uso directo logrados con la protección del recurso hídrico eran menores que los costos; pero tomando en cuenta que no se tiene información de los datos de *valor total* (uso directo y no uso), se concluyó que no se puede rechazar o no rechazar la hipótesis planteada en este sentido y se asumió que dadas las condiciones de degradación y pobreza en las zonas, es conveniente mantener el proyecto de protección, lo que implica aceptar que los beneficios indirectos y de no uso son suficientes para justificar el proyecto.

- La metodología utilizada permitió obtener productos importantes como la identificación de áreas críticas y prioritarias en los dos sitios del estudio, lo cual no existía y por si solo este resultado es muy útil no solo para el SAH, sino para tomar decisiones en otros aspectos del manejo de los recursos naturales y servicios ambientales.
- La valoración económica mostró que las prácticas de protección, es decir la oferta del SAH, tiene costos elevados y que es necesario una estrategia de largo plazo con el concurso de instituciones, proveedores y usuarios del agua y que ésta debe incluir el fortalecimiento de la gestión local y la institucionalidad.
- Existen problemas de infraestructura y distribución de agua en ambos sitios, que tienen que tratarse a la par de las propuestas de protección o de lo contrario, no es viable ningún sistema de pago por el SAH, aún con la disposición de la gente.
- El sondeo de la DAP con grupos focales en Jucuapa, mostró una clara tendencia de que las comunidades que menos agua tienen, son las que están dispuestas a pagar más y que el hecho de que en la parte alta nunca falta el agua disminuye las posibilidades de incrementar una tarifa simbólica que ya pagan.
- Existe aceptación a participar en un programa de protección del SAH en ambos sitios, siempre y cuando se ofrezcan alternativas de compensación, ya que la pobreza y una actividad económica de sobrevivencia que depende de la agricultura, características de estas zonas, dificultaría la participación si no hubiera compensación.
- Es posible el diseño de un esquema de PSAH en la subcuenca del río Calico con la participación de las organizaciones y municipalidad y utilizando la disposición a pagar de los usuarios como fuente de fondos, aunque se deben localizar otras fuentes. En Jucuapa, se puede diseñar por el lado de la compensación a los proveedores e identificando fuentes de financiamiento, pero se necesita resolver los problemas políticos y los conflictos socio ambientales que se presentan con el uso del agua en las partes alta y baja de la subcuenca. Esta conclusión permite aceptar la última hipótesis del estudio en relación a que el PSA puede ser una alternativa para incentivar la protección del agua.

- Los comités de agua potable pueden ser un valioso instrumento de gestión y ejecución local, si se invierten esfuerzos en su fortalecimiento y capacitación y tienen un seguimiento y apoyo más cercano por parte de las municipalidades y el comité de cuencas.

- El presente estudio mostró alternativas y escenarios técnicos y económicos que pueden facilitar la toma de decisiones en relación al manejo del SAH, y que pueden ser muy útiles a las municipalidades y al comité de cuencas en el caso de Jucuapa.

- El comité de cuencas tiene un reto en Jucuapa en cuanto al manejo del problema de escasez de agua, principalmente en la parte baja. Esto fue demandado por los dueños de propiedades con fuentes de agua, quienes también son usuarios, por lo que deben tomarse en serio las alternativas que puedan implementarse.

6. RECOMENDACIONES

- El problema del uso y manejo del agua, principalmente en Jucuapa, debería tratarse como una alta prioridad tanto por el comité de cuencas como por la municipalidad y diseñarse una estrategia en ambos sitios que identifique los pasos necesarios para tratar los obstáculos institucionales y de gestión local que están dificultando la implementación de la protección del SAH.
- Proponer y diseñar un proyecto de desarrollo como resultado de los aspectos identificados en relación al agua, el cual se percibe como uno de los problemas más sentidos afectando el bienestar de la población.
- Identificar posibles fuentes de financiamiento y presentar un plan muy concreto y creíble de intervención en áreas específicas, costos y acciones claras, aún cuando haya que hacer una segunda priorización, que de hecho, fue manifestada en los talleres de validación de las propuestas de protección de ambas subcuencas.
- Contemplar la posibilidad de enfocar las tecnologías de protección tomando en cuenta las condiciones biofísicas de áreas específicas, (ejemplo, obras físicas donde es más conveniente según la pendiente, etc.) lo cual fue recomendado en los talleres de validación con productores y podría facilitar el proceso y bajar los costos estimados.
- En la medida de lo posible, particularizar el tipo de protección o mantenimiento según la condición de cada fuente o área de recarga, con el fin de evitar implementar técnicas y/o medidas que no sean efectivas en el mediano plazo y que no correspondan al tipo de problema que se presenta.
- Tratar de involucrar desde el inicio en el diseño de una estrategia o implementación de acciones referidas a la protección del agua, a la empresa local del agua en Matagalpa, ya que como se concluyó, no se puede lograr una disposición a pagar de los usuarios si el servicio no tiene perspectivas de mejorar en el tiempo, junto con la conservación y manejo del recurso.

- Antes de implementar un sistema de pago de incentivos a proveedores de agua, debería levantarse una línea base de la situación de partida y poder contrastar los avances con relación a esta misma situación; esto puede evitar que se destruyan áreas adicionales con el fin de recibir el incentivo.
- Cualquier tipo de plan que se decida implementar, debería ir acompañado de un sistema de monitoreo y seguimiento eficiente que permita prevenir errores y aprovechar las lecciones aprendidas en el proceso, tanto desde el punto de vista metodológico como de resultados.

Aspectos principales sugeridos para el diseño de un plan de desarrollo a partir de los resultados del presente trabajo en las subcuencas Jucuapa y Calico

Objetivo

Mejorar la conservación del agua en las subcuencas Calico y Jucuapa a través de la implementación de tecnologías de CSA y/o cambios de uso de tierra.

Participantes

Organismos impulsores tales como El CATIE a través del programa FOCUENCAS y el CIAT, Secretaría Ambiental y Municipalidad de Matagalpa, Comité de Cuencas de Jucuapa, Secretaría Ambiental y Municipalidad de San Dionisio (Calico), comités de agua potable locales de ambos sitios, productores dueños de propiedades de fuentes de agua con disposición a participar.

Contenido principal del Proyecto

En el caso de Jucuapa, proponer un sistema de compensación a productores proveedores de agua que acepten formar parte del programa de protección de fuentes de agua para beneficio social; así como, de la implementación de prácticas *combinadas* de conservación de suelo y agua (CSA) en las tierras de cultivo. En el caso de Calico, proponer un esquema piloto de PSAH, con base en los resultados de disposición a pagar por el agua de los usuarios de las áreas rurales y los costos de la oferta presentados en este trabajo. Contemplar la disposición de los usuarios a contribuir al pago del agua con días de trabajo, ya que este es un elemento característico de los diferentes proyectos que se han impulsado en estas zonas.

Monto US\$: Aproximadamente \$40.000 de inversión. Evaluar la mejor opción económica³¹, según las posibilidades de financiamiento analizadas ex ante.

Posibles organismos interesados (fuentes de financiamiento) en Nicaragua:

- Fondo de pequeños proyectos del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente de Nicaragua (MARENA)
- Programa Socio-Ambiental Forestal (POSAF), quienes ya han apoyado algunas iniciativas en este mismo aspecto, salvo que trabajan con restricciones geográficas.
- Fondos de FUNICA, que son fondos para la investigación que se abren para aplicación de proyectos cada año.
- Secretaría ambiental de la agencia de cooperación canadiense (ACDI) que apoya propuestas con enfoque de cuencas (recientemente abrió una licitación a la cual CIAT aplicó)
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) de Nicaragua, que son fondos gubernamentales que financian proyectos en las áreas rurales.
- Otras agencias de cooperación con sede en Nicaragua que han apoyado este tipo de proyectos y que habría que localizar para someter el proyecto.

³¹ Pueden ser útiles los escenarios presentados en este trabajo

7. BIBLIOGRAFIA

- Foro Regional sobre Sistemas de Pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. 2003. Arequipa, Perú. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile, 2004. 54p.
- Barrantes, G.; Vega, M. 2002. El Servicio ambiental hídrico: Aspectos biofísicos y económicos. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). Costa Rica, 2002. 56p.
- CATIE, Focucenas II. 2004. Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas. Propuesta para una segunda fase. Turrialba, CR. 76p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Proyecto Comunidades y Cuencas. 2001. Línea Base del sitio de referencia, sub cuenca río Calico, San Dionisio, Matagalpa, Nicaragua. Ed. Baltodano, M.E. Nicaragua. 41p.
- Morales, J. 2003. Caracterización de la sub cuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. 58p.
- Kiersch, B. 2000. Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: una revisión bibliográfica. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. Roma, Italia. 12p.
- Corredor Biológico Mesoamericano, 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Ed. R. Barzev. Serie técnica 04. Managua, Nicaragua. 149p.
- Bassi, L. 2002. Valuation of land use and management impacts on water resources in the Leseado Sao José micro-watershed, Chapecó, Santa Catarina State, Brazil. FAO, Land-water linkages in rural watershed. Case Study Series. 18p.
- Dourojeanni, M. J. 1982. Recursos Naturales y Desarrollo en América Latina y el Caribe. Universidad de Lima, Perú. 420p.
- García, L. E. 1998. Manejo integrado de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Informe técnico. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C. 82p.
- Alpizar, F. 2004. Propuesta de una metodología estandarizada para el diseño e implementación de un esquema de PSA a nivel local. El caso del servicio de protección del recurso hídrico. 29p.
- Echavarría, M. 2002. Water user associations in the Cauca Valley, Colombia: A voluntary mechanism to promote upstream-downstream cooperation in the protection of rural watersheds. FAO, Land-water linkages in rural watershed. Case Study Series. 14p.
- The cost-effectiveness of conservation payments. Abstract. s.f. 39p.
- Pagiola, S. 2001. Payments for Environmental Services. Environmental department, The World Bank. 35p.

- Stephen, C.F.; Constanza, R.; Matthew, A.W. 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economic* 41 (2002). 375-392.
- Rogers, P.; Bhatia, R.; Huber, A. 2001. El agua como un bien económico y social: Cómo poner los principios en práctica. *Tac Background papers no.2*. Asociación Mundial del Agua (GWP). 42p.
- Stadtmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales, medidas para mitigarlo. *Colección silvicultura y manejo de bosques naturales no.10*. CATIE. 62p.
- Alpizar, F. 2004. *Materiales Curso de Valoración Económica del ambiente*. CATIE.
- Jiménez, F. 2004. *Materiales Curso de Manejo Integrado de Cuencas*. CATIE.
- Gutiérrez Barrera, J. 2002. Valoración económica del servicio ambiental hídrico en las subcuencas Molino Norte y San Francisco, y propuesta para su incorporación en la tarifa hídrica, Matagalpa, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, CR, CATIE. 117p.
- Boardman, A.E., D.H. Greenberg, A.R. Vining y D.L. Weimer. 2001. *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*; Prentice may, 2da. Edición
- Freeman, A.M. 1992. *The Measurement of Environmental and Resource Values, Theory and Methods*, Resources for the future.
- Navarro, Guillermo. 2004. *Materiales Curso de Economía Forestal*. CATIE
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central, NI) 1999. *Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua*. 1ra. Edición, San Salvador.
- Pérez, C.; Barzev, R.; Rojas, L.; Aburto, E.; Rodríguez, R. 2001. Implementación de una acción piloto de pagos por servicios ambientales en la microcuenca del río Achupita, Nicaragua. 26p.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central, NI). 2003. Seguimiento a la acción de PSA con énfasis en el manejo de los RRNN y los esfuerzos realizados por la alcaldía de San José de Achupapa, Nicaragua, para darle continuidad. Informe. 22p.
- Azqueta, D.O (XXX). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill.
- Campos, J.J., Alpizar F., Louman, B. and Parrotta, J. 2005. An Integrated Approach to Forest Ecosystem Services. In Mery, G., Alfaro, R., Kanninen, M. and Lobovikov, M.(Eds.) 2005. *Forests in the Global Balance - Changing Paradigms*. IUFRO World Series Voume. 17, Helsinki, Pp. 97-116.
- MARENA-POSAF (Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente-Programa Socioambiental Forestal, Nicaragua) 2005. *Costos de los sistemas productivos promovidos por MARENA-POSAF II*.

ANEXO 1. Registro de ubicación y caracterización de fuentes de agua

Coordenadas – ubicación con GPS

Descripción del contexto de la fuente

No. De fincas en el entorno (casas/familias ubicadas cerca de la fuente)

No. de beneficiarios de la fuente (familias y/o comunidades)

Definición de fuente

Quebrada, manantial u otra fuente superficial aprovechada para uso doméstico
Pozo o proyecto de tubería

Entorno

Propiedades colindantes con la fuente de agua

ANEXO 2. Formato de entrevista a proveedores del SAH en Jucuapa y Calico

Caracterización de productores en áreas priorizadas

1 I - Datos generales

Nombre del productor(a) _____ Edad _____ dueño de fuente de agua; si _____, no _____

Sexo F ___ M ___

Comunidad _____; ubicación en la microcuenca _____

Nivel de educación

Primaria ___ grado aprobado _____

Secundaria ___ año aprobado _____

Técnico ___ título _____

Ninguno ___

No. de personas viviendo en la casa _____

Mujeres ___ Varones _____

2 II- Datos de la finca

Área total de la finca (Mz)

Menos de 1 mz _____

Entre 1 y 3 mz _____

Más de 3 mz _____

Tipo de propiedad;

privada ___ cooperativa ___ otra, especifique _____

Familiar ___ alquilada _____

Tiempo de tener la propiedad (años) _____

Sistemas de producción – Uso de la tierra

Cultivo/uso	Área (Mz)	Rendimiento promedio (QQ)	Destino de la producción		Costo total (C\$/Mz)
			Consumo (%)	Venta (%)	
Maiz					
Frijol					
Café					
Hortalizas					
Potreros/# cabezas de ganado					
Bosque					
Otros:					
Total finca					

Tipo de mano de obra

Familiar ____ cuantos? _____

Contratada ____ cuantos? _____ época _____ tarea(s) _____

Disponibilidad de mano de obra

Escasez si _____, en qué tiempo _____

No _____

Origen de los insumos

De la finca _____, regalados o compartidos con vecinos _____

Comprados _____; donde _____

Realiza otro tipo de actividad no agrícola?

Si _____, especifique _____ tiempo dedicado _____

No _____

Tiene algún tipo de protección del suelo y/o retención de agua?

Si _____

No _____

Si es si, de que tipo

Marcar X	Tipo de protección	Material
	Barrera muerta	
	Barrera viva	
	Terrazas /acequias	
	Manejo de rastrojos	
	No quema	
	Otro:	

Recibió capacitación formal para la implementación de estas prácticas,
 si ____; no ____

Cómo financió la construcción de las obras de protección?

Propio ____ donación ____
 Préstamo ____ proyecto comunitario ____ otro (especifique) _____

Si es no, porqué no tiene ninguna protección de suelo y agua?

Falta de dinero ____
 La tierra no es mía ____
 No conoce las técnicas de protección ____
 Otro (especifique) _____

Si es falta de dinero, qué ha hecho para recibir apoyo económico?

Solicitud de crédito en bancos y/o instituciones financieras formales,
 si ____, no ____
 Solicitud de crédito en instituciones informales; si ____, no ____
 Se aceptaron ____ se rechazaron ____ por qué? _____

Le gustaría implementar algún tipo de protección? De qué tipo?

Obras físicas (barreras muertas, terrazas, acequias) _____
 Barreras vivas ____ de qué? _____
 Otras: _____ Ninguna _____

III- Disponibilidad y uso de agua

De dónde toma el agua para su uso doméstico (beber, bañar, lavar)

Fuente natural (pozo, manantial, quebrada o río) _____,

Proyecto de agua potable _____

Otro _____ especifique _____

La fuente está dentro de la comunidad _____ fuera de la comunidad _____
dónde? _____

Hay una tarifa para el su consumo de agua;

si _____, de cuánto? C\$ _____

no _____

(Sólo para el dueño de la fuente de agua)

La fuente tiene algún tipo de protección; si _____, no _____

Si es si, que tipo de protección

Árboles alrededor _____

Arbustos/vegetación _____

Otro (especifique) _____

Cuánto le cuesta esa protección

Insumos	
Mano de obra	
Total	C\$

Otro tipo de costo: no corta los árboles _____

deja terreno de siembra con árboles _____

Si es no, por qué no protege la fuente

No sabe como hacerlo _____

Falta de tiempo _____

Falta de tierra _____

Otro (especifique) _____

(Para todos los entrevistados)

Qué cree que necesitaría para tener mayor cantidad y calidad de agua?

Considera que la forma en que cultiva tiene que ver con su tipo de suelo y disponibilidad de agua?
Por qué?

Que estaría dispuesto a hacer para mejorar la protección de su finca en general y del agua en particular?

ANEXO 3. Talleres de validación de técnicas de conservación de agua y cambio de uso de la tierra y sus costos en las subcuencas Jucuapa y Calico

Objetivo:	Validar las técnicas y los costos de protección del agua que se han propuesto para las áreas críticas de Jucuapa y obtener una priorización con base en la disposición y capacidad de los productores para implementarlas
Lugar:	Jucuapa Abajo (escuela) y oficina CIAT en San dionisio
Fecha:	13/julio/2005 y 21/julio/2005
Asistentes:	21 (Jucuapa) y 18 (Calico) dueños de propiedades con fuentes de agua de beneficio público, ubicadas en áreas priorizadas previamente; en Jucuapa, participó el representante de la secretaría ambiental de la alcaldía de Matagalpa y presidente del comité de cuenca de Jucuapa (Emilio Salazar), INTA (Luis Urbina) y CATIE-Focuencias II (Isidro Salinas); en Calico, gente del proyecto Comunidades y Cuencas de CIAT
Duración:	3 horas (10am a 1pm)

Los talleres iniciaron con la presentación de los resultados generales del trabajo de tesis de Ma. Eugenia Baltodano en relación a:

- ubicación y georeferenciación de las fuentes en la subcuenca (presentación de mapa)
- priorización y selección de áreas críticas e importantes en la producción de agua (presentación de mapa impreso en grande)
- definición de técnicas de conservación de agua/suelo y sus costos, tanto individuales como combinados a 10 años, presentando las opciones propuestas para las áreas críticas (en papelógrafos)

Se dio lugar a comentarios de los asistentes a la presentación de las técnicas y los costos de conservación de agua y se culminó con la discusión sobre cinco preguntas dirigidas a obtener la información que se requería.

Comentarios generales

Jucuapa

- En la subcuenca no hay cobertura de agua permanente y la más afectada es la parte baja
- Los ojos de agua y afluentes han quedado sin agua por la extracción humana en la parte alta
- A pesar de su boscosidad, Jucuapa abajo no posee agua; no saben por qué.
- Se necesitan hechos y no palabras, la gente está cansada de asistir a reuniones que no tienen fruto
- Según la Alcaldía, ha habido acciones concretas para la reforestación, pero no han cuidado los árboles.

Calico

- No dejan las orillas de los ríos en protección, por eso nada se regenera

- Se conoce lo que son los servicios ambientales, pero no se dan incentivos para conservarlos
- El agua en San Dionisio se comercializa muy cara (para el área urbana)
- En Nov. Y Dic., personas que viven a la orilla de los ríos hacen regadíos y el agua no llega más abajo

Respuestas a las preguntas

1. Son adecuadas las técnicas presentadas para la conservación de agua/suelo y para las zonas?
 - En ambos sitios se consideran que son adecuadas, pero se podría hacer una diferenciación por zonas. Por ejemplo, las acequias se pueden hacer en zonas muy secas para recoger agua y definir igual para las demás.
 - Otra alternativa, es construir lagunetas en invierno para tener agua en el verano (Jucuapa).
 - Es difícil la implementación en áreas pequeñas, ya que es lo que tienen para cultivar.
2. Habría capacidad de implementarlas por parte de los dueños de propiedades de las fuentes, cuáles serían los obstáculos?
 - Es posible porque es un deber conservar y porque la ley obliga a reforestar
 - En Jucuapa, hay que hacer una resolución por la vía judicial para evitar el almacenamiento de agua para riego en la parte alta de la cuenca. En esto se debería involucrar la municipalidad a través de una ordenanza que regule estas retenciones de agua que reducen su cantidad en la parte baja.
 - El reto del comité de cuenca en Jucuapa es tratar de minimizar el problema de agua en Jucuapa Abajo y la contaminación del agua hacia el río por parte de los pobladores de la parte alta.
 - El obstáculo principal es económico, las técnicas de protección cuestan y por eso no se hacen (Calico)
3. Es posible un cambio de uso de la tierra en la parte baja del río o habría otra alternativa?
 - En Jucuapa, de 20 personas, 12 coincidieron en que es posible hacer un cambio de uso de la tierra. En Calico, de 18 estuvieron de acuerdo, 9 personas.
 - No se puede sembrar árboles a la orilla de los ríos y quitar los cultivos que existen porque los productores priorizan su subsistencia.
 - En los dos sitios, opinaron que a los dueños tendría que dárseles otra alternativa para cultivar en otro lugar. Tendrían que compensar a dueños de tierra por cambiar el uso, más a los que tienen café.
 - Se podría comenzar con pequeñas áreas, muy específicas, ya que la propuesta está bien amplia.

- Si tiene una fuente en un potrero, tendría que dejar de usar el potrero para proteger la fuente....?
4. Si existiera un fondo para cubrir una parte de los costos de protección del agua, quienes estarían dispuestos a participar? Por qué si o por qué no?

En Jucuapa, de 20 personas, 16 estarían dispuestas a colaborar; en Calico, de 18, personas, 12 estarían dispuestas. El resto dice: "Qué pasaría cuando se acabe el fondo y no les ayuden más, que podría ser después de los 10 años calculados en los costos? Se contestó que si no están dispuestos a asumir los costos de sus propios beneficios (el agua), entonces quién lo haría y si están dispuestos a perder el agua que hubieran recuperado en ese tiempo. No se puede mantener la protección siempre con apoyo externo sin tomar nunca un compromiso de los interesados e involucrados en el sostenimiento del beneficio del agua como servicio ambiental o natural.

5. Qué fuentes de agua priorizarían ellos?

En Jucuapa

- En Jucuapa Abajo, el río
- Dos fuentes en la parte alta: Las Mercedes y La Pintada
- La única fuente de Jucuapa Centro que beneficia una importante cantidad de personas, no sólo de Jucuapa centro, sino de Jucuapa Occidental

En Calico

- Fuente de El Carrizal, abastece el área urbana de San Dionisio
- Las Cuchillas, porque es muy seco
- Ocobte Abajo, porque es un sector de lo más seco
- Susulí, porque están los mini acueductos que abastecen a 5 comunidades

Comentarios finales de los facilitadores del taller con base en la discusión

- Tanto el cuidado de las fuentes de agua como el mantenimiento de la infraestructura de los proyectos de agua potable, tienen que ir acompañados de capacitación y permanente monitoreo.
- El hecho de que la disposición a pagar por el agua de parte de los pobladores es muy baja en Jucuapa, no posibilita que por esta vía se pueda mantener un fondo de PSA y habría que buscar otros fondos externos, talvez de FISE o IDR. La actual tarifa ni siquiera paga los costos de infraestructura del agua, menos los costos de protección de las fuentes; tendrían que redefinirse estos pagos. En Calico por la cantidad de habitantes, se podría evaluar con la municipalidad y la secretaría ambiental, ya que ya hay un estudio de la disposición a pagar y habría que actualizarlo para diseñar un plan.
- Especial atención debe ponerse al fortalecimiento de la gestión local, ya sea de los comités de agua potable (CAP) u otra forma, debido a que se notan debilitados y no se puede mantener un fondo sin una base local organizada y de gestión. Esto se da más en Jucuapa que en Calico.

- En Jucuapa, el comité de cuenca tendría que asumir el reto de buscar soluciones al problema de escasez de agua.

ANEXO 4.1**Georeferencia y caracterización de fuentes de agua, subcuenca del río Calico**

Comunidades	Tipo	Coordenadas	Familias beneficiarias
Wibuse	pozo natural	648482 -1412544	12
Wibuse	pozo natural	628626 -1412812	17
Wibuse	pozo natural	627754 -1412575	7
Wibuse	pozo natural	626454 -1413685	12
Wibuse	pozo natural	628032 -1412983	10
Wibuse	mini acueducto	628434 -1414278	
Wibuse	pozo natural	628009 -1413308	10
El Jícaro	pozo natural	627048 -1411932	14
El Jícaro	pozo natural	626417 -1412229	5
El Jícaro	pozo natural	626000 -1412255	10
El Jícaro	pozo natural	625473 -1412350	10
El Jícaro	pozo natural	626131 -1413335	7
El Jícaro	pozo natural	626675 -1413762	4
El Jícaro	pozo natural	625222 -1413217	8
Ocote Abajo	pozo natural	623149 -1409507	8
Ocote Abajo	pozo natural	622243 -1409555	
Ocote Abajo	pozo natural	622011 -1409575	
Ocote Abajo	mini acueducto	623237 -1409488	
Ocote Abajo	pozo natural	622119 -1409617	
Ocote Abajo	pozo mejorado	622362 -1409797	
La Cañada	pozo natural	616487 -1413544	10
La Cañada	pozo natural	616490 -1413555	10
La Cañada	mini acueducto	616327 -1414388	
La Cañada	pozo natural	616788 -1413877	4
La Cañada	pozo natural	616619 -1413799	1
La Cañada	pozo natural	616534 -1413781	1
El Carrizal	pozo natural	618734 -1413744	5
El Carrizal	mini acueducto	617637 -1413057	6
El Carrizal	mini acueducto	617908 -1413069	4
El Carrizal	pozo mejorado	618668 -1412042	6
El Carrizal	mini acueducto	618628 -1411984	
El Carrizal	mini acueducto	618629 -1412264	4
El Carrizal	pozo natural	619073 -1412993	20
El Carrizal	mini acueducto	618734 -1413761	45
El Zarzal	pozo natural	621379 -1415605	3
El Zarzal	pozo natural	621258 -1415468	5
El Zarzal	pozo natural	621195 -1415141	3
El Zarzal	pozo natural	621243 -1416907	9
El Zarzal	pozo natural	620596 -1416695	6
El Zarzal	pozo mejorado	620819 -1414469	13
Susuli	mini acueducto	627711 -1414887	
Susuli	mini acueducto	627468 -1415128	
Susuli	mini acueducto	627443 -1415145	

Comunidades	Tipo	Coordenadas	Familias beneficiarias
Susuli	mini acueducto	627370 -1415184	
Susuli	mini acueducto	616619 -1413799	36
Susuli	mini acueducto	627739 -1416087	36
Susuli	mini acueducto	627737 -1416121	36
Susuli	mini acueducto	627830 -1415759	
Susuli	mini acueducto	627643 -1415766	
Susuli	mini acueducto	627488 -1417135	
Las Cuchillas	pozo natural	619000 -1409456	16
Las Cuchillas	pozo mejorado	619528 -1408023	6
Las Cuchillas	pozo natural	619431 1408021	6
Las Cuchillas	pozo natural	610012 -1408859	6
Las Cuchillas	pozo natural	619035 -1408778	5
Las Cuchillas	pozo natural	619692 -1408759	3
Las Cuchillas	pozo natural	619196 -1409843	3
Las Cuchillas	pozo mejorado	619480 -1410098	9
Las Cuchillas	pozo natural	620216 -1410562	6
Las Cuchillas	pozo mejorado	619215 -1410614	10
El Cóbano	pozo mejorado	620989 -1412200	8
El Cóbano	pozo mejorado	620533 -1412551	7
El Cóbano	pozo natural	620169 -1412557	7
El Cóbano	pozo mejorado	621596 -1411043	4
Corozo	pozo natural	622823 -1412981	10
Corozo	pozo natural	623853 -1412696	11
Ocote Arriba	pozo natural	622417 -1407511	5
Ocote Arriba	pozo natural	622516 -1406741	5
Ocote Arriba	pozo natural	621514 -1407646	4
Ocote Arriba	pozo natural	622507 -1406702	5
Ocote Arriba	pozo natural	622065 -1406870	4
Ocote Arriba	pozo natural	622564 -1406827	2
Ocote Arriba	pozo natural	623210 -1406947	4
Ocote Arriba	pozo natural	623735 -1407147	3
Ocote Arriba	pozo natural	623237 -1407377	3
Limones	pozo natural	628992 -1410748	11
Limones	pozo natural	628645 -1411512	4
Limones	mini acueducto	628525 -1411839	25
Limones	pozo natural	628786 -1411880	4
Limones	pozo natural	629235 -1411724	6
Limones	mini acueducto	631019 -1412499	25
Limones	mini acueducto	630995 -1412491	
Limones	mini acueducto	630151 -1411866	
Limones	mini acueducto	630228 -1411950	56
Piedras largas	pozo natural	626151 -1406882	4
Piedras largas	pozo natural	625988 -1406798	3
Piedras largas	pozo natural	627066 -1406172	5
Piedras largas	pozo natural	627050 -1406076	5
Piedras largas	pozo mejorado	625228 -1410434	15
Piedras largas	mini acueducto	625080 -1407217	85

Comunidades	Tipo	Coordenadas	Familias beneficiarias
Piedras largas	mini acueducto	625007 -1407178	
Piedras largas	mini acueducto	625027 -1407170	
Piedras largas	pozo natural	626291 -1408659	2
Piedras largas	pozo natural	626683 -1408676	2
Piedra Colorada	pozo mejorado	623689 -1417430	6
Piedra Colorada	pozo mejorado	623450 -1418511	8
Piedra Colorada	pozo mejorado	623181 -1418876	9
Piedra Colorada	pozo mejorado	622805 -1418871	6
Piedra Colorada	pozo mejorado	622942 -1419358	8
Piedra Colorada	pozo mejorado	622020 -1419100	8
Piedra Colorada	pozo mejorado	621714 -1418903	11
Piedra Colorada	pozo mejorado	622158 -1418452	8
Piedra Colorada	pozo mejorado	623872 -1416904	12
Piedra Colorada	pozo natural	623454 -1420385	10
Piedra Colorada	pozo natural	621817 -1419080	7
Piedra Colorada	pozo natural	621806 -1418093	2

ANEXO 4.2**Georeferencia y caracterización de fuentes de agua, subcuenca del río Jucuapa**

Comunidades	Tipo	Coordenadas	Familias Beneficiarias
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	pozo mejorado	617539 - 1422764	1
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	pozo natural	617254 - 1423387	4
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	pozo mejorado	617512 - 1422726	1
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	mini acueducto	617519 - 1423650	45
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	mini acueducto	618370 - 1423060	60
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	mini acueducto	616965 - 1422051	20
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	pozo natural	619462 - 1424256	8
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	pozo natural	617293 - 1423430	3
Jucuapa Arriba/Las Mercedes	pozo natural	619067 - 1422648	17
El Ocotal	pozo mejorado	617940 - 1423427	1
El Ocotal	pozo natural	617610 - 1423696	1
Jucuapa Centro	pozo mejorado	614863 - 1421916	7
Jucuapa Centro	pozo mejorado	614881 - 1422483	6
Jucuapa Centro	mini acueducto	614661 - 1423470	84
Ocote Sur	pozo natural	615333 - 1421182	30
Ocote Sur	pozo natural	615389 - 1421186	5
Ocote Sur	mini acueducto	617145 - 1419581	70
Limixto	mini acueducto	613023 - 1424681	50
Limixto	pozo natural	613400 - 1425029	10
Jucuapa Abajo	pozo mejorado	608971 - 1422834	7
Jucuapa Abajo	pozo natural	608910 - 1422785	
Jucuapa Abajo	pozo mejorado	608397 - 1422637	
Jucuapa Abajo	pozo mejorado	608321 - 1422548	6

ANEXO 5.1. Distribución de la tenencia de tierra de los productores entrevistados, en la subcuenca del río Calico (Hectáreas)

Área en hectáreas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	4.3	4.3	4.3
	1	1	4.3	4.3	8.7
	3	1	4.3	4.3	13.0
	4	4	17.4	17.4	30.4
	6	5	21.7	21.7	52.2
	11	1	4.3	4.3	56.5
	12	1	4.3	4.3	60.9
	15	2	8.7	8.7	69.6
	35	1	4.3	4.3	73.9
	36	1	4.3	4.3	78.3
	44	1	4.3	4.3	82.6
	51	1	4.3	4.3	87.0
	87	1	4.3	4.3	91.3
	145	1	4.3	4.3	95.7
	167	1	4.3	4.3	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

ANEXO 5.2. Distribución de la tenencia de tierra de los productores entrevistados en la subcuenca del río Jucuapa (Hectáreas)

Area en hectáreas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	.73	1	5.3	5.6	5.6
	1.45	2	10.5	11.1	16.7
	1.82	1	5.3	5.6	22.2
	2.90	1	5.3	5.6	27.8
	3.63	3	15.8	16.7	44.4
	4.36	2	10.5	11.1	55.6
	5.08	1	5.3	5.6	61.1
	5.81	1	5.3	5.6	66.7
	11.62	1	5.3	5.6	72.2
	15.97	1	5.3	5.6	77.8
	21.78	1	5.3	5.6	83.3
	43.56	1	5.3	5.6	88.9
	217.80	1	5.3	5.6	94.4
	268.62	1	5.3	5.6	100.0
	Total	18	94.7	100.0	
Perdidos	Sistema	1	5.3		
Total		19	100.0		

ANEXO 6. Formato de entrevista para grupos focales

Sondeo de la tendencia de disposición a pagar (DAP) para la protección del recurso hídrico en zonas prioritarias de recarga. Entrevista a grupos focales, sub cuenca del río Jucuapa

CUESTIONARIO #:	Tipo de entrevistado: • Productor	Comunidad:
-----------------	--------------------------------------	------------

Parte A:

Agua

<p>A.1. Actualmente, de donde toma el agua que consume:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> pozo natural <input type="checkbox"/> proyecto de agua potable <input type="checkbox"/> pozo mejorado
<p>A.2 ¿Como es la cantidad y calidad de agua en la fuente que usa?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Calidad.....Buena_____Regular_____Mala_____ <input type="checkbox"/> Cantidad.....Mucha_____Poca_____ <input type="checkbox"/> Frecuencia.....Regular_____Irregular_____ <input type="checkbox"/> Otro:_____
<p>A.3. ¿Usted paga el agua que consume?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<p>A.4. ¿Cuanto paga por el agua al mes?</p>

Parte B: Disposición a pagar

<p>B.1 Si se diera la posibilidad de implementar un programa de protección de fuentes de agua para asegurar la provisión de agua potable para el futuro es decir, prever la escasez, aumentar la cantidad a través de un adecuado manejo de la cuenca; ¿Desearía usted apoyar este programa aunque tuviera que pagar más de lo que paga ahora?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Si (<i>pasar a B3</i>) <input type="checkbox"/> No (<i>pasar a B2</i>)
<p>B.2 ¿Cual es la razón para decir NO en la pregunta anterior?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> No cree que lo hagan <input type="checkbox"/> no tiene dinero para pagar más <input type="checkbox"/> no le afecta el problema <input type="checkbox"/> Otra: _____

B.3 En la actualidad, la tarifa de agua que paga solo cubre en **una parte** de los gastos para mantener el sistema de agua y que ésta llegue a la llave. Lo recaudado no cubre la protección de fuentes de agua y zonas de recarga, ya que esto solo sería posible si se tuvieran más fondos para esto.

Un programa de este tipo le traería a usted beneficios en el futuro como una mejor calidad de agua y un flujo más estable en la llave.

¿Votaría usted a favor de un programa de protección de fuentes de agua, si esto le costara un aumento de lo que ahora paga por el agua, por mes?

Si _____

No _____

B.4 ¿Cuanto estaría usted dispuesto a pagar mensualmente para implementar el programa de protección de fuentes de agua en zonas de recarga, lo que posiblemente en el futuro permitiría aumentar la cantidad de agua?

B.5 Que forma de pago preferiría?

- cobro adicional al mes
- cobro adicional al año
- deducido de un impuesto (si paga impuesto)
- otro _____

Parte C: Socioeconómicas

C.1 ¿La casa en que usted vive es?

- Propia
- Alquilada
- Prestada
- Propia pero la está pagando
- Otro: _____

C.2 ¿Sus ingresos vienen de :

- agricultura
- Comercio
- Servicios
- asalariado
- Otro: _____

C.3 ¿Cuántas personas viven en su casa? _____

C.4 ¿Cuántas de las personas que viven en su casa tienen trabajo asalariado actualmente?

C.5 ¿Cuál es su nivel de estudio?

- Primaria
- Secundaria incompleta
- Secundaria completa
- Universitaria

C.6 ¿Podría mencionar su edad? _____

C.7 ¿Género?

- Femenino
- Masculino