

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

**Elementos claves para el diseño e implementación de un pago por el  
servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico en el municipio de  
Valle de Ángeles, Honduras**

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

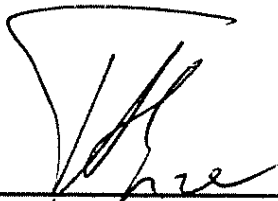
Milton Erasmo Alvarado Henríquez

Turrialba, Costa Rica, 2006

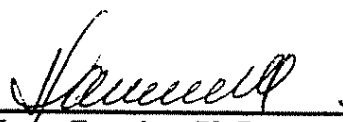
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

***Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental***

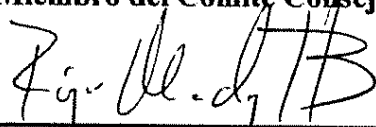
**FIRMANTES:**



Francisco Alpizar, Ph.D.  
**Consejero Principal**



Jorge Faustino, Ph.D.  
**Miembro del Comité Consejero**

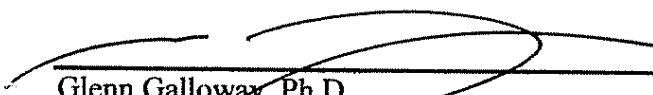


Roger Madrigal, M. Sc.  
**Miembro del Comité Consejero**



Cornelis Prius, M. Sc.  
**Miembro del Comité Consejero**

Jose Manuel Gonzalez, M. Sc.  
**Miembro del Comité Consejero**



Glenn Galloway, Ph.D.  
**Decano de la Escuela de Posgrado**



Milton Erasmo Alvarado Henríquez  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Manuel Antonio y María Adelina, quienes me enseñaron el respeto a las personas, el amor hacia el trabajo y a la vida y la dignidad que debemos tener todos los seres humanos. Ellos han sido un ejemplo digno de lucha y perseverancia a lo largo de sus vidas.

A mis hermanos Dulma Arely, Alba Delia, Melvin Omar, José Dario, Walter Aníbal, Manuel Antonio y Adonaldo por su apoyo y comprensión.

A mis sobrinos por sus sonrisas e inocencia.

A Wendy Gisselle por ser parte de este sueño, apoyarme en todo momento y siempre estar allí con la palabra adecuada en el momento oportuno, a ella muchas gracias.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso y a María la Virgen que me han permitido llegar hasta aquí e indicarme el camino correcto.

A mi familia y a mi novia que siempre me han apoyado, motivado y me han obsequiado el valor y la confianza para hacerle frente a los nuevos retos.

Al CATIE y a la Escuela de Posgrado por permitirme ser parte de esta gran familia. A Noily Navarro y al Dr. Pedro Ferreira por su apoyo en los momentos más difíciles.

A mi consejero principal Dr. Francisco Alpízar por confiar en mí y apoyarme a lo largo de la maestría y en la realización de este trabajo.

A los miembros de mi comité consejero, en especial al Dr. Jorge Faustino y Roger Madrigal que han sido mis guías en la realización de este trabajo.

De manera especial, a la oficina de FOCUENCAS II en Valle de Ángeles, al Ing. Jose Manuel Gonzalez (coordinador), Reynita y Raquel por toda su ayuda y confianza durante la realización del trabajo.

Al Consejo de Cuenca y a la municipalidad de Valle de Ángeles por el apoyo y por ser parte activa durante el proceso de investigación. De igual forma a los productores de la zona de trabajo.

De manera muy especial quiero agradecer la colaboración desinteresada de toda la promoción 2005 – 2006 de CATIE, a quienes debo mi estadía en este centro. Con personas diferentes a ustedes amigos, no lo hubiera logrado. Muchas gracias a todos y a todas los llevaré siempre en mis sentimientos.

También debo agradecer a mis amigos en Honduras que confiaron en mí y siempre me han tendido la mano en todo momento, ellos saben quienes y no necesito decirlo.

A mis amigos y amigas más cercanas en CATIE, quienes han sido mis hermanos y hermanas, quienes en cada momento de adversidad siempre estaban allí para apoyarme. A todos muchas gracias. De igual forma no necesito poner su nombre, ustedes saben quienes son. A todos ustedes les estoy profundamente agradecido.



## **BIOGRAFÍA**

El autor nació en El Rodeo Guarita, departamento de Lempira, Honduras el 19 de abril de 1976. Se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Nacional de Agricultura en 1998. En 1999 trabajó en la Institución “David Hércules Navarro” en Guarita Lempira, del cual alguna vez fue estudiante. En el 2000 laboró como profesional asociado en el Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) como facilitador en Morolica, Choluteca. Del 2002 al 2004 fungió como coordinador de campo de la Empresa Servicios de Información Geográfica y Manejo Ambiental (SIGMA- Consultores) en los municipios del sur del departamento de Santa Bárbara, en diferentes consultorías para el programa Nacional de Desarrollo Local (PRONADEL). En el 2005 entró a la maestría de Socioeconomía Ambiental en CATIE y se graduó en diciembre del 2006.

# CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
BIOGRAFÍA.....	V
CONTENIDO.....	VI
RESUMEN.....	X
SUMMARY.....	XI
ÍNDICE DE CUADROS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1    Objetivos del estudio.....	4
1.1.1    Objetivo General.....	4
1.1.2    Objetivos específicos.....	4
1.2    Preguntas de investigación.....	5
2. MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1    Las cuencas hidrográficas y sus beneficios.....	7
2.2    El uso de la tierra y el impacto en los recursos hídricos.....	8
2.3    El agua y su importancia.....	10
2.4    Servicios ecosistémicos.....	11
2.4.1    Pago por servicios ecosistémicos.....	12
2.4.2    Pagos por servicios ecosistémicos en paisajes intervenidos.....	14
2.4.3    Valoración de los servicios ecosistémicos.....	16
2.4.4    Métodos de valoración de los servicios ecosistémicos.....	17
2.4.4.1    Métodos de valoración económica de la demanda.....	17
2.4.4.1.1    Método de valoración contingente.....	17
2.4.4.2    Método de valoración de la oferta.....	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1    Ubicación y descripción del área de estudio.....	19
3.2    Aspectos biofísicos.....	20

3.2.1	Geología.....	21
3.2.2	Características del suelo.....	22
3.2.3	Uso actual del suelo.....	22
3.3	Aspectos socioeconómicos.....	22
3.3.1	Población.....	22
3.3.2	Educación.....	23
3.3.3	Salud.....	23
3.3.4	Servicios.....	23
3.3.5	Organizaciones locales.....	24
3.4	Sistemas de producción.....	25
3.4.1	Agricultura.....	25
3.4.2	Ganadería.....	25
3.5	Proceso metodológico.....	25
3.5.1	Selección y priorización de áreas críticas de intervención (objetivo 1).....	26
3.5.1.1	Identificación de las críticas.....	27
3.5.1.2	Georeferenciación de las fuentes de agua.....	29
3.5.2	Identificación y caracterización de los proveedores actuales del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 2).....	29
3.5.3	Identificación de prácticas de uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 3).....	30
3.5.4	Determinación de un monto de compensación por mantener o incrementar la oferta de servicios ecosistémicos (Objetivo 4).....	30
3.5.4.1	Áreas de bosques.....	30
3.5.4.2	Áreas intervenidas.....	31
3.5.5	Valoración de la demanda de un proyecto de protección del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 5).....	33
3.5.5.1	Determinación de la población y muestra.....	33
3.5.5.2	Diseño y validación de la encuesta.....	34
3.5.5.3	Validación de la encuesta.....	35

3.5.5.4	Selección y capacitación de los encuestados .....	36
3.5.5.5	Análisis de la encuesta .....	36
3.5.5.5.1	Análisis no paramétrico de los datos.....	37
3.5.5.5.2	Análisis paramétrico de los datos.....	38
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
4.1	Selección de áreas críticas y prioritarias para el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 1).....	40
4.1.1	Georeferenciación de las fuentes de agua.....	40
4.1.2	Identificación de áreas críticas.....	41
4.2	Identificación y caracterización de los proveedores actuales del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 2).....	45
4.2.1	Tenencia de la tierra.....	46
4.2.2	Uso de la tierra.....	47
4.2.3	Rendimiento de los cultivos.....	49
4.2.4	Prácticas actuales de conservación de suelos y aguas .....	51
4.2.5	Disposición de implementar prácticas de conservación de suelos y aguas .....	52
4.2.6	Variables socioeconómicas.....	53
4.3	Identificación de prácticas de uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 3).....	55
4.3.1	Costos de las prácticas de conservación de suelos y agua.....	56
4.4	Determinación de un monto de compensación por mantener o incrementar la oferta de servicios ecosistémicos (Objetivo 4).....	59
4.4.1	Valoración del costo de oportunidad de la tierra .....	59
4.4.1.1	Costo de oportunidad de la producción.....	59
4.4.2	Valoración de los costos de implementación de tecnologías de conservación de suelos y agua en las áreas prioritarias.....	60
4.5	Valoración de la demanda de un proyecto de protección del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 5).....	66
4.5.1	Abastecimiento del sistema de agua potable .....	66
4.5.1.1	Situación del acueducto .....	66
4.5.1.2	Administración del servicio de agua potable.....	67

4.5.1.3	Demanda física de agua .....	69
4.5.2	Definición del área de estudio .....	69
4.5.3	Análisis del los datos .....	70
4.5.3.1	Descripción de las variables principales .....	70
4.5.3.2	Análisis no paramétrico de los datos.....	75
4.5.3.3	Análisis paramétrico .....	77
4.6	Comparación de la valoración económica de la oferta y demanda del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico .....	79
5	Conclusiones y recomendaciones .....	81
5.1	Conclusiones .....	81
5.2	Recomendaciones .....	82
	Bibliografía .....	85
	ANEXOS .....	91

## RESUMEN

**Alvarado H, M.** 2005. Elementos claves para el diseño e implementación de un pago por el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico en el municipio de Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 124p.

**Palabras claves:** áreas críticas y prioritarias, costos de protección y mantenimiento, prácticas de conservación de suelos y agua, valoración contingente, voluntad de pago.

Esta investigación consintió en determinar los elementos claves para el diseño e implementación de un pago por el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico en el municipio de Valle de Ángeles, Honduras. El proceso metodológico consintió en el análisis biofísico de la provisión del servicio ecosistémico, la determinación de los costos de proveer ese servicio y la identificación y medición de la demanda efectiva de los servicios ecosistémicos según los beneficiarios potenciales, mediante el método de valoración contingente. Se trabajó con base en tres fuentes que abastecen el casco urbano municipal y se determinó un área crítica de  $\pm 25$  hectáreas, en donde se calcularon los costos de mantener las áreas de bosque ( $\pm 11$ ha) mediante el método costos de oportunidad de la tierra y se propuso un pago anual del 3,5% (US\$ 568) del costo de oportunidad. Mientras que para las áreas intervenidas (13 ha) se calcularon los costos de implementar prácticas de conservación de suelos y agua, en donde se propuso una combinación de obras físicas con medidas agronómicas y con base en el uso actual del suelo se diseñaron tres escenarios (cultivos anuales, perennes y pastos), determinándose un costo promedio de US\$ 760 anuales. Finalmente se determinó el costo total del esquema en US\$ 1328. Por otra parte, se calculó la voluntad de pago de los usuarios del sistema de agua por proteger la zona de recarga, en donde los resultados indican que existe una voluntad de pago promedio máxima de US\$ 0,99 por abonado/mes. Este monto representa un beneficio potencial para el esquema de pago por el servicio ecostémico de US\$ 6878,5 anuales con base en 579 abonados. Se estimó que con el 20% de la voluntad de pago promedio máxima de los demandantes es posible técnicamente la realización del proyecto, sin embargo será necesario establecer el marco institucional del esquema y conocer la voluntad política de la municipalidad que administra el sistema de agua.

## SUMMARY

**Alvarado H, M.** 2005. Key elements for the design and implementation of an ecosystem service payment to the protection of the water resources in Valle de Ángeles, Honduras. Thesis Mag, Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 124p.

**Keywords:** priority and critical areas, protection and maintenance costs, soil and water conservation practices, contingent valuation, willingness to pay.

The aim of the present research was to determine the key elements for the design and implementation of an ecosystem services payment for the water resource in Valle de los Angeles, Honduras. The methodological process consisted in a bio-physical analysis of the ecosystem service provided, the determination of the costs for providing this service and the identification and measurement of the effective demand of the ecosystemic services by potential beneficiaries, through a contingent valuation method. The work was based on three sources that provide the water for the urban area and a critical area of  $\pm 25$  hectares was determined, where the calculations were made from the costs to maintain the forest cover ( $\pm 11$ ha) using the land opportunity costs method, and an annual fee of 3,5% (US\$ 568) of the opportunity cost was proposed. While for the intervened areas (13 ha) the costs for the implementation of soil and water conservation practices were calculated, where the proposal was a combination of physical works with agronomic measures, and base the current land use three scenarios were designed (annual crops, permanent crops and pastures) and a mean annual cost of US\$ 760 was determined. Finally the total cost of the scheme was determined in US\$ 1328. On the other hand, we calculated the willingness to pay of the users of the water system to protect the recharge zones, where the results indicate that exist a highest average willingness to pay of US\$ 0.99 per user/month. This amount represents a potential benefit for the scheme of payment for ecosystem services of annual US\$ 6878.5, based on 579 users. We estimated that with 20% of the highest willingness to pay of the demanders the accomplishment of the project is technically possible, nevertheless will be necessary to establish the institutional frame of the scheme and to know the political will of the municipality that administrates the water resources.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores físicos de la microcuenca .....	20
Cuadro 2. Superficie en hectáreas de los grupos geológicos presentes en la microcuenca....	21
Cuadro 3. Usos del suelo en la microcuenca La Soledad.....	22
Cuadro 4. Organizaciones locales en el municipio.....	24
Cuadro 5. Categorías de pendientes del suelo .....	27
Cuadro 6. Reclasificación de la pendiente del terreno .....	28
Cuadro 7. Clasificación del uso de suelos en la zona de estudio.....	28
Cuadro 8. Estimación de los costos de oportunidad.....	31
Cuadro 9. Áreas prioritarias para un PSEH.....	44
Cuadro 10. Uso de suelos de la zona de estudio.....	47
Cuadro 11. Costos de producción (en lempiras) de los principales rubros cultivados en la zona de estudio .....	50
Cuadro 12. Costo de producción (en lempiras) sin considerar la mano de obra del productor	50
Cuadro 13. Género y estado civil de los entrevistados.....	53
Cuadro 14. Preselección de prácticas de conservación de suelos y agua .....	56
Cuadro 15. Costos de las prácticas de conservación de suelos y aguas seleccionadas para la valoración económica .....	58
Cuadro 16. Costos por hectárea para mantener la cobertura vegetal en la zona de estudio ...	59
Cuadro 17. Costos anuales (US\$) por mantener la cobertura vegetal .....	60
Cuadro 18. Estimación de costos para la implementación de prácticas en cultivos anuales para el primer año (US\$). Escenario 1.....	61
Cuadro 19. Estimación de los costos (US\$) de implementación de las prácticas propuestas para cultivos anuales proyectados a 10 años .....	62
Cuadro 20. Estimación de costos para la implementación de prácticas en cultivos perennes para el primer año (US\$) .....	62
Cuadro 21. Estimación de los costos (US\$) para la implementación de las prácticas propuestas para cultivos perennes, proyectados a 10 años .....	63



Cuadro 22. Estimación de costos (US\$) para la implementación de prácticas en sistemas silvopastoriles para el primer año. ....	63
Cuadro 23. Estimación de costos (US\$) de implementación de prácticas en sistemas silvopastoriles .....	63
Cuadro 24. Estimación de costos (US\$) del proyecto para 10 años .....	64
Cuadro 25. Resumen de la propuesta de PSEH.....	65
Cuadro 26. Caudales promedio de las fuentes de agua .....	66
Cuadro 27. Tarifas de agua potable por categorías en Valle de Ángeles .....	69
Cuadro 28. Número de entrevistas por categoría.....	70
Cuadro 29. Consideración de la calidad de agua por los encuestados.....	71
Cuadro 30. Respuestas afirmativas para el monto sugerido .....	73
Cuadro 31. Servicios básicos con que cuentan los hogares encuestados.....	75
Cuadro 32. Frecuencia relativa del ingreso promedio de las familias en Valle de Ángeles...	75
Cuadro 33. Calculo del promedio de la voluntad de pago mediante análisis no paramétrico	76
Cuadro 34. Descripción de las variables que intervinieron en el modelo paramétrico .....	77
Cuadro 35. Estadística descriptiva de las variables que intervienen en el modelo.....	77
Cuadro 36. Estadística y coeficientes calculados por medio del modelo PROBIT .....	78
Cuadro 37. Estimación de ingresos anuales potenciales del esquema de PSEH en Valle de Ángeles .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	20
Figura 2. Ubicación de las fuentes de agua en estudio .....	40
Figura 3. Zona de recarga hídrica superficial de las fuentes bajo estudio.....	42
Figura 4. Área de amortiguamiento con base en la ley.....	44
Figura 5. Ubicación de las áreas prioritarias .....	45
Figura 6. Distribución de frecuencias del tamaño de la finca de los productores entrevistados 47	
Figura 7. Usos del suelo de la zona de estudio .....	48
Figura 8. Principales cultivos explotados con base en el número de productores entrevistados 49	
Figura 9. Factores que influyen en la zona de estudio para lo no implementación de obras físicas de conservación de suelos y aguas .....	52
Figura 10. Grado de educación de los productores encuestados .....	54
Figura 11. Principales fuente de ingresos de los dueños del área bajo estudio. ....	54
Figura 12. Consideración de las tarifas de agua potable por los encuestados .....	71
Figura 13. Organismo que debería proteger las fuentes de agua.....	72
Figura 14. Razones para <b>NO</b> participar en el proyecto .....	73
Figura 15. Organismos que pueden manejar los fondos que se generen con el proyecto .....	74
Figura 16. Nivel educativo de los encuestados.....	74
Figura 17. Función de supervivencia a la aceptación del monto sugerido para el cálculo promedio de la voluntad de pago.....	76

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**°C:** Grados Centígrados

**CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

**CONABISAH:** Bienes y Servicios ecosistémicos en Honduras

**DAP:** Disponibilidad a pagar

**FOCUENCAS:** Proyecto sobre aprendizaje y comunicación para la gestión adaptativa de cuencas

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación

**Ha:** Hectáreas

**IGN:** Instituto Geográfico Nacional

**INE:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

**Km<sup>2</sup>:** Kilómetros cuadrado

**LUPE:** Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra

**MEA:** Millennium Ecosystem Assessment

**mm:** Milímetros

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas

**PASOLAC:** Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central

**PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**PSE:** Pago por servicios ecosistémicos

**PSEH:** Pago por servicios ecosistémicos de protección del recurso hídrico

**QQ:** Quintales

**SAG:** Secretaría de Agricultura y Ganadería

**SEBSA:** Socioeconomía de los Bienes y Servicios Ambientales

**T°:** Temperatura

**UNESCO:** Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

**UICN:** Unión Mundial para la Naturaleza

**WTP:** Voluntad de pago

**WWAP:** Programa Mundial para los Recursos Hídricos

# 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la conciencia de la población de Centro América por proteger los recursos naturales ha ido en aumento; probablemente porque el deterioro de estos recursos afecta cada vez más el bienestar de los habitantes de la región. La deforestación y las prácticas agropecuarias inadecuadas están causando la erosión del suelo y una disminución de la oferta hídrica en las cuencas (Pérez *et al.* 2002).

Por otra parte, la demanda del recurso hídrico aumenta con el crecimiento demográfico y el de áreas agrícolas bajo riego. Debido a ello, cada vez es más frecuente encontrar centros urbanos con limitaciones para el abastecimiento de agua potable. Entonces, el crecimiento demográfico, económico y la necesidad de mejorar la calidad de vida, ejercen una presión adicional sobre los recursos naturales, lo cual acelera los procesos de degradación, a menos que se le asigne un valor económico a estos recursos (Pérez *et al.* 2002).

El pago por servicios ecosistémicos (PSE) surge como una iniciativa encaminada a lograr la protección, manejo y sostenibilidad de los recursos naturales, y es definido como un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que consiste en un sistema de compensación a los proveedores de un servicio ecosistémico concreto, por parte de los usuarios de este servicio (FAO 2004; Campos *et al.* 2006).

Para diseñar un esquema de PSE es útil la valoración económica, la cual intenta asignarle un valor monetario a los bienes y servicios ecosistémicos que usualmente no tienen un valor de mercado, como punto de partida o criterio para la negociación entre los oferentes y demandantes. Además, es necesario caracterizar los oferentes y demandantes del servicio, la capacidad de pago de la población beneficiaria (demandantes) y las prácticas de manejo de suelos y agua que mejoren o mantengan los servicios ecosistémicos en las partes altas de las cuencas. Es decir, que un enfoque de PSE propone, a partir de una demanda de bienes y servicios ecosistémicos y una caracterización de la capacidad de oferta del agroecosistema, generar nuevas formas organizativas y de mercados para los servicios ecosistémicos dentro del sistema social y de un marco institucional adecuado, e intenta lograr una asignación más eficiente de los recursos naturales a nivel de cuenca (FAO 2006).

De esta forma, y a través del Programa de Fortalecimiento de la Capacidad Local en Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres Naturales (FOCUENCAS) se busca “*desarrollar y validar una metodología estandarizada para el diseño e implementación de un*

*sistema de pago por servicios ecosistémicos de protección del recurso hídrico a nivel local, adaptado a las condiciones biofísicas, socioeconómicas e institucionales representativas de las microcuencas de Centro América*” (SEBSA 2004) que orienten a un manejo sostenible de los recursos naturales. Con ese propósito se busca determinar los elementos claves de la demanda y oferta del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico para consumo humano en Valle de Ángeles, Honduras, sin tomar en cuenta el aspecto institucional para la implementación del proyecto.

### **Caracterización del problema**

El 87,7% (98.629 km<sup>2</sup>) del territorio hondureño es de vocación forestal y de esa área en la actualidad únicamente el 57,6% (56.810 km<sup>2</sup>) esta cubierta de bosques (CONABISAH 2005), lo que demuestra la presión que existe sobre estos recursos. Dicha presión se debe probablemente al crecimiento demográfico, económico y a la necesidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes, lo que compromete la sostenibilidad de estos recursos. Sin embargo se sigue considerando como un país con un enorme capital natural (CONABISAH 2004).

La presión sobre los recursos naturales es similar en gran parte de los municipios del país y Valle de Ángeles no es la excepción, en donde los recursos naturales están siendo deteriorados aceleradamente, lo cual se refleja en un aumento de la deforestación de las zonas de recarga hídrica superficial, teniendo como consecuencia un aumento de la vulnerabilidad social, económica y ambiental (Consejo de Cuenca 2005).

En 1998 con el paso del huracán Mitch quedó al descubierto lo frágil de los ecosistemas del país y especialmente del municipio de Valle de Ángeles, en donde se presentaron una serie de deslizamientos, derrumbes, sedimentación y contaminación de las fuentes de agua (CATIE 2001). En el 2000 FOCUENCAS inicia la intervención en el municipio con acciones orientadas a la producción sostenible, promoviendo prácticas adecuadas de manejo de suelos y aguas y fortaleciendo las capacidades locales, con ello se sientan las bases para un proceso de cogestión que permita un manejo sostenible de los recursos naturales.

En ese proceso se detectan diferentes problemas a lo interno de la cuenca como: el deterioro de los recursos naturales (agua, suelo, bosque) principalmente en las zonas altas de la cuenca, en donde la frontera agrícola avanza aceleradamente y por ende la disminución de la cobertura vegetal, lo que trae como consecuencia la pérdida de la biodiversidad, la

sedimentación y contaminación de las fuentes de agua y una mayor vulnerabilidad a derrumbes y deslizamientos (CATIE 2001). Es por ello, que surge la iniciativa de proteger las zonas prioritarias para conservar y mejorar la calidad del agua para consumo humano, con la búsqueda de alternativas sostenibles con las cuales se evite el deterioro y se pueda revertir tal situación. Además de buscar la implementación de un proceso integral de manejo de la cuenca con un enfoque participativo con equidad (CATIE 2003).

Existe una gama de alternativas que puedan contribuir a la sostenibilidad de los recursos naturales, dentro de las cuales el pago por servicios ecosistémicos de protección del recurso hídricos (PSEH) puede dar resultados favorables para la protección de las zonas de recarga hídrica y de esa forma asegurar la calidad y disponibilidad de agua para consumo humano.

### **Justificación**

La protección de los recursos hídricos y de los ecosistemas que los producen reviste singular importancia en el municipio de Valle de Ángeles; especialmente en la Subcuenca La Soledad. Esta es una zona privilegiada para la producción de agua y abastece tanto a los habitantes del municipio como también a parte de la población de las ciudades cercanas de San Juan de Flores, Santa Lucía, Villa de San Francisco, Morocelí y la ciudad capital de Honduras, Tegucigalpa (Consejo de Cuenca 2005).

A pesar de que en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín, en 1992, se considera el agua como un recurso que tiene valor económico y que debería reconocerle como un bien económico (ONU/ WWAP 2003); en este municipio no se reconoce como tal, y se le asigna un valor que obedece únicamente al abastecimiento del agua a los hogares, siendo este un precio simbólico sin considerar los costos de proteger los ecosistemas que lo producen. Esta situación podría ser una causa para que los oferentes de los servicios ecosistémicos no tengan motivación económica en la preservación de los ecosistemas, lo que podría dar lugar al descuido de los mismos.

En el último año el Consejo de Cuenca<sup>1</sup> del Río La Soledad, observa la importancia que reviste esa región en la provisión del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico a las ciudades aledañas y la necesidad de garantizar la demanda creciente de este recurso. En ese sentido, se reconoce que la zona cuenta con un potencial importante para gestionar el PSE, tanto para la compensación interna como para la negociación con municipios vecinos que utilizan el recurso hídrico que provienen de fuentes ubicadas en la microcuenca (Consejo de Cuencas 2005).

Con el objetivo de contar con las herramienta necesarias para la implementación de un PSEH, se determinaron los elementos claves de la demanda y oferta de los servicios ecosistémicos de protección del recurso hídrico para consumo humano en Valle de Ángeles, en donde se realizó una caracterización socioeconómica de los usuarios del sistema de agua potable, y se determinó la voluntad a pagar por un proyecto de protección del servicio ecosistémico; así como, la priorización de las áreas críticas para protección del recurso ambiental y el monto de compensación a los proveedores de estos servicios.

## **1.1 Objetivos del estudio**

### ***1.1.1 Objetivo General***

Determinar los elementos claves de la demanda y oferta de los servicios ecosistémico de protección del recurso hídrico para consumo humano generados por la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas en Valle de Ángeles, Honduras.

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

- Seleccionar y priorizar áreas críticas para la provisión del servicio ecosistémico de protección de agua para consumo humano en la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas en Valle de Ángeles.

---

<sup>1</sup>Unidad administrativa especializada en el manejo de cuencas hidrográficas orientadas a la gestión sostenible de las mismas, en el contexto del desarrollo regional y nacional de un país. Estos organismos buscan regular, controlar y monitorear la demanda y oferta de los recursos en las cuencas mediante la asignación de formas eficientes de uso utilizando criterios sociales, económicos y ambientales (Otero *et al.* 2004).

- Identificar y caracterizar a los proveedores actuales del servicio ecosistémico de protección de agua para consumo humano, ubicados en la zona de la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas en Valle de Ángeles.
- Identificar prácticas para el uso apropiado de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico.
- Determinar un monto de compensación a los productores involucrados en la protección del recurso hídrico para consumo humano ubicados en la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas
- Estimar la voluntad a pagar por un proyecto de protección del recurso hídrico entre los usuarios del sistema de agua en el casco urbano de Valle de Ángeles.

## **1.2 Preguntas de investigación**

- ¿Cuál es el área crítica para la provisión del servicio ecosistémico de protección de agua para consumo humano en la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas?
- ¿Cuál es la percepción de los proveedores del servicio ecosistémico de protección de agua para consumo humano, con respecto a los problemas ambientales de la zona? ¿Cuales son los factores que inciden en los productores para definir sus unidades de explotación (uso del suelo)?
- ¿Cuáles son las prácticas apropiadas para el uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección de agua para consumo humano?
- ¿Cuáles son los costos económicos asociados a la introducción de tecnologías de conservación de agua y suelo? ¿Cuál es el monto requerido por hectárea para que los proveedores del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico adopten



prácticas sostenibles de uso de la tierra? ¿Cuál es costo por hectárea por un cambio de uso del suelo en la zona de la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas?

- ¿Cuál es la percepción de los usuarios del sistema de agua potable con respecto a los problemas ambientales de la zona? ¿Cuál es el nivel de satisfacción actual con el servicio de agua?
  
- ¿Existe disposición de pago de los pobladores beneficiarios del sistema de agua potable por un proyecto de protección del servicio ecosistémico hídrico? ¿Cuánto están dispuestos a pagar? ¿Cuáles factores influyen en la disponibilidad a pagar por una mejora en el servicio ecosistémico de protección de agua para consumo humano?

## **2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Las cuencas hidrográficas y sus beneficios**

Una cuenca hidrográfica es una unidad natural, morfológicamente superficial, delimitada por la divisoria geográfica de las aguas, “parteaguas”, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un lago y/o mar (Jiménez 2005), mientras que una cuenca hidrológica, son unidades morfológicas integrales que además de abarcar la parte superficial “hidrográfica” toma en cuenta todo el contexto hidrogeológico subterránea del acuífero como un todo (Villón 2004).

La zona cabecera de las cuencas hidrográficas garantiza la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores. De esta forma, los procesos en las partes altas de las cuencas invariablemente tienen repercusiones en la parte baja dado el flujo unidireccional del agua (Jiménez 2005). Es así como las cuencas hidrográficas cada día revisten mayor importancia en América Latina, producto de los múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales que producen (FAO 2003).

Por otra parte, Faustino (2005) sugiere que las cuencas deben ser consideradas como una unidad de planificación que no solo considere el límite de la divisoria de las aguas, si no que integra el entorno, los ámbitos municipales, las zonas de intercuencas y las zonas costeras y marina en caso de cuencas que lleven sus aguas a un mar u océano. En ese proceso el hombre juega un papel fundamental para lograr un proceso sostenible. De esta forma las cuencas hidrográficas pueden ser una unidad adecuada para la gestión ambiental, siempre y cuando se concerté y se logre compatibilizar el interés de todos los actores presentes en la cuenca (Faustino 2005).

Las cuencas hidrográficas generan servicios ecosistémicos para la sociedad, los cuales han sido clasificados por Faustino y Jiménez (2005) de la siguiente forma:

- 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, desintoxicación 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.

## **2.2 El uso de la tierra y el impacto en los recursos hídricos**

Se estima que las prácticas de uso de la tierra tienen impactos importantes tanto en la disponibilidad como en la calidad de los recursos hídricos; los cuales pueden ser tanto positivos, como negativos. Los beneficios en el manejo de la tierra, o los costos asociados a los impactos negativos por un uso inadecuado podrían repercutir no solo en los usuarios del agua que los causan sino también en la población que vive en la parte baja de la cuenca (Kiersch 2002?, Jiménez 2005).

Según la FAO (2000) los eventos extremos como los huracanes y las fuertes lluvias después de periodos de sequía, son quizás los que producen los impactos más significativos sobre el uso de la tierra. Por ejemplo, *“la mayor parte del transporte de sedimentos procedentes de la erosión y de sustancias contaminantes tienen lugar durante grandes tormentas o fenómenos climáticos extremos”*. Estos impactos se hacen más negativos debido a la complejidad de los procesos en laderas, los cuales tienen repercusiones significativas en la población, especialmente en la que se ubica en las partes bajas de las cuencas y que tienen una dependencia significativa de los recursos naturales para el sostenimiento de sus hogares.

Según Pérez *et al.* (2002) en el caso de Centro América, la deforestación y las prácticas agrícolas inadecuadas tienen un impacto directo en la reducción de la oferta hídrica en las cuencas. De igual forma Kiersch (2002?) afirma que las actividades agropecuarias y las explotaciones forestales tienen impactos significativos en el recurso hídrico. Existen además otras actividades que afectan negativamente el recurso hídrico, entre las cuales se destacan la actividad minera y el desarrollo urbanístico e industrial. Estos impactos dependen de un conjunto de factores naturales y socioeconómicos, como el clima, la precipitación, el tipo de vegetación, la topografía y la estructura del suelo, además de la capacidad económica y la sensibilización de los agricultores, así como de las prácticas de manejo del suelo y del desarrollo de la infraestructura.

Por otra parte las prácticas de uso de la tierra tienen efectos sobre las aguas superficiales y pueden afectar la disponibilidad de agua en general, la escurrentía media anual y la distribución estacional del agua (FAO 2000). La agricultura y ganadería, pueden conducir a un incremento de nitrógeno en el agua, como resultado de la aplicación de fertilizantes y estiércol de ganado, entre otros. De igual forma la aplicación de altas cantidades de cloruro de potasio puede conducir a contaminación de las aguas subterráneas. La ganadería puede ser la fuente principal de fósforo en las aguas; además, las malas prácticas en este rubro como el sobre pastoreo pueden causar la compactación del suelo, lo que afectaría la infiltración de agua. Además la alta aplicación de pesticidas que es una práctica común en los suelos de laderas de Honduras tiende a contaminar las aguas superficiales y subterráneas, debido a la toxicidad y persistencia de los mismos (Kiersch 2002?). Sin embargo, diferentes estudios demuestran que los suelos cubiertos con pastos y/o vegetación arbustiva, disminuyen el impacto de las gotas de lluvia y por ende reducen la erosión de los suelos y mantienen altas tasas de infiltración (Foth 1992, Stadtmüller 1994). Lo cual esta en dependencia también del tipo de suelo.

Los suelos cubiertos de bosques naturales tropicales generalmente garantizan los más altos requerimientos de calidad de agua, comparados con otros usos de la tierra. Adicionalmente, son eficientes en proteger el suelo contra erosión superficial; a pesar del alto potencial erosivo de la lluvia. Sin embargo, el manejo inadecuado de los bosques como las prácticas inadecuadas de aprovechamiento forestal, la deforestación y quema, pueden modificar el balance hidrológico de las cuencas, debido a que los bosques tropicales muestran altas tasas de evapotranspiración (Stadtmüller 1994).

Diferentes estudios confirman que los bosques tropicales no tienen influencia sobre la precipitación bruta y se ha probado la hipótesis que la cobertura vegetal no tiene influencia sobre la producción de agua, lo que demuestra que terrenos cubiertos por bosques producen menos agua que los mismos terrenos en barbecho, pasto o cultivos pequeños (Hewlett 1970; Bosh y Hewlett 1982; Hamilton *et al.* 1985; citado por Stadtmüller 1994).

Sin embargo, esta realidad probada científicamente no ha sido aceptada totalmente, pero en varios países se han emitido leyes, decretos y guías de manejo orientadas con estas investigaciones en donde en ciertas áreas de poca precipitación prohíben reforestar (Inglaterra y Sudáfrica); o en áreas boscosas de recarga para acuíferos para agua potable, los planes de

manejo prescriben mantener una cobertura boscosa poco densa, pero con alta capacidad de protección del suelo (Alemania) (Hewlett 1982; citado por Stadtmüller 1994).

### **2.3 El agua y su importancia**

Según la UICN (2005) el planeta Tierra está cubierto en un 70% por agua, de la cual aproximadamente el 3% es agua dulce. De esta el 70% se encuentra congelada, el 29% en el suelo y subsuelo y apenas el 1% está al alcance directo del ser humano. Se estima que en los próximos 20 años el mundo necesitará un 17% más de agua para cultivar alimentos, en ese mismo periodo el total de agua utilizada en el planeta aumentaría 40%. Con base en ello, se estima que se necesita el 13% de la superficie actual del suelo para proteger las fuentes de agua.

Por otra parte la ONU (2003) en el informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos, asegura que ha existido un aumento en el consumo (demanda) per cápita de agua producto del crecimiento demográfico y de la mejora de los niveles de vida. Sin embargo, la disponibilidad ha disminuido y la cantidad de agua existente para todos los usos está comenzando a escasear lo que puede resultar en una crisis de agua.

En esa medida, diferentes organismos internacionales realizan muchos esfuerzos por conservar este recurso y preservar las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, buscando adaptar las actividades humanas dentro de los límites de la capacidad de los ecosistemas y de esta forma asegurar un suministro de agua adecuado y de buena calidad para la población del planeta (Agenda 21 1992, citado por la UNESCO 2005).

En la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín, en 1992, se establecen cuatro principios sobre los cuales se han basado diferentes políticas y estrategias para la gestión de dicho recurso:

- a) El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- b) El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.
- c) La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.

- d) El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos y debería reconocérsele como un bien económico (ONU/WWAP 2003).

Con base en estos principios se considera que el ser humano desempeña actualmente un papel importante en el ciclo hidrológico y central en el manejo y gestión del agua (ONU/WWAP 2003).

## 2.4 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son definidos como “*las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los integran, sustentan y satisfacen la vida humana*” (Daily 1997), es decir, los servicios ecosistémicos son producto de las funciones del ecosistema que generan beneficio y bienestar a la humanidad (Pérez et al 2002, MEA 2005). El concepto de servicios ecosistémicos surgió de la necesidad de enfatizar que el bienestar de las poblaciones humanas dependen del flujo de servicios que los ecosistemas brindan, de igual manera, este flujo depende de la forma como los ecosistemas son afectados por las actividades humanas (MEA 2005).

Por otra parte las funciones son definidas como las “*características intrínsecas del ecosistema que permiten que el ecosistema mantenga su integridad*” (MEA 2005). Entre ellas se encuentran la descomposición, el flujo de nutrientes, energía, entre otras, sin las cuales los servicios ecosistémicos no existirían (Campos et al. 2006).

Según Campos *et al.* (2006) La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) reconoció cuatro grupos de servicios: provisión (alimentos, madera y fibra); regulación (clima, inundaciones, enfermedades y calidad del agua); culturales (valores espirituales, estéticos, recreación y educación) y de apoyo (formación de suelos, producción primaria y reciclaje de nutrientes). La sociedad hace uso de los cuatro tipos de servicios y el uso de uno puede influir en la disponibilidad del otro, especialmente en los servicios de provisión que se ve afectado por los otros tres tipos. Estos servicios pueden darse en cualquier parte, sin embargo no necesariamente brindan beneficios y servicios de la misma calidad o cantidad en todas las partes (Campos *et al.* 2006).

Por otra parte, a pesar de los múltiples servicios que los ecosistemas brindan, muchas veces el valor de estos han sido ignorados o han perdido importancia (Daily *et al.* 1997), sin tomar en cuenta la alta dependencia de la humanidad de estos servicios, en donde se antepone

las fuerzas económicas como unas de las principales causantes de esas pérdidas (Nielsen y Rice 2004, citado por Campos *et al.* 2006). El uso de instrumentos de mercado como medio para incorporar el valor económico de los ecosistemas al proceso de toma de decisiones financieras de los productores y consumidores es un herramienta reciente para resolver fallas de mercado de muchos años, las cuales han producido fallas de mercado indeseables (Rojas y Alward 2003, citado por Campo *et al.* 2006).

### **2.4.1 Pago por servicios ecosistémicos**

La protección de los ecosistemas ha sido considerada como un costo para la sociedad y no como una inversión que contribuye a mejorar o mantener su calidad de vida y por lo que generalmente se ha cargado al productor con estos costos. Por otra parte, la falta de incentivos para preservarlos, es decir, que al no recibir ninguna compensación económica por los servicios ecosistémicos que sus predios generan, los productores carecen de motivación para tomarlos en cuenta al momento de decidir como utilizar sus áreas (FAO 2004).

De allí, surge la necesidad de intervenir en la actividad económica de los productores a fin de potenciar las actividades positivas y/o reducir el impacto ambiental que estas producen. Las formas de intervención se pueden clasificar en dos tipos: (1) regulación de tipo "comando y control", (2) incentivos económicos el cual logra internalizar las externalidades que produce el medio ambiente por medio de las señales adecuadas de precios y sistemas de incentivos, que pueden incluir subsidios, política fiscal, creación de mercados para las emisiones de contaminantes y otras (Kolstad 2000).

El pago por servicios ecosistémicos es un instrumento de mercado mediante el cual los beneficiarios de los servicios ecosistémicos pagan o compensan a los proveedores el esfuerzo realizado por brindarlos (FAO 2004; Mayrand y Paquin 2004; Campos *et al.* 2006). El principio básico que respalda el PSE es que los usuarios de recursos y las comunidades que están en posición de proporcionar servicios ecosistémicos deben recibir compensación por los costos de dicha oferta y quienes se benefician de dichos servicios deben pagar por ellos, con lo cual se internalizan dichos beneficios. En ese sentido el enfoque de PSE es similar al principio de que "el *que contamina, paga*", en este caso "*quien se beneficia paga*" al crear incentivos positivos para la protección ambiental y la conservación (Mayrand y Paquin 2003).

Por otra parte, a través del arreglo institucional del PSE entre oferentes y demandantes, se pretende influir en la rentabilidad relativa de los diferentes usos del suelo, de tal forma que

el productor (oferente) reciba una compensación monetaria por aquellas actividades que generan beneficios ecosistémicos para la sociedad (Campos *et al.* 2006).

Según Campos *et al.* (2005) existen tres características claves que definen un PSE:

- a) El condicionamiento de los pagos: una característica que distingue a un PSE de programas tradicionales de subsidios ambientales es que el pago es condicionado a un conjunto de obligaciones por parte del productor en procura de la provisión de uno o varios servicios ecosistémicos.
- b) La relación contractual: se establecen contratos para la prestación de servicios ecosistémicos para dar credibilidad al cumplimiento de dichas obligaciones, el cual debe ser complementado por un programa de adecuado de monitoreo y sanciones en caso de incumplimientos.
- c) La existencia de acuerdos voluntarios: los productores que se someten a un PSE lo hacen de manera voluntaria, atraídos por los incentivos del programa.

Existen diferentes esquemas de PSE, los cuales se pueden caracterizar de acuerdo al modelo de gestión, el tipo de mercado, el objetivo buscado y el mecanismo de cobro y pago. En cuanto al modelo de gestión existen desde los administrados por el estado, la gestión municipal, modelos privados hasta combinaciones de ambas alternativas. El tipo de mercado en el cual la participación depende del tipo de servicio ecosistémico que se defina como prioritario en el esquema, por ejemplo, si la intención principal es la regulación del ciclo hidrológico en una microcuenca, la dimensión del mercado es local, si por el contrario el interés es el de contribuir a la mitigación del cambio climático, el tipo de mercado será global. En cuanto a los mecanismos de cobro y pago también difieren por el tipo y magnitud de los mismos, para el cobro hay distintas alternativas como cánones o tarifas específicas, los impuestos directos y la retribución mediante fuerza laboral. Por otro lado, el pago puede darse por área o puede variar por el tipo de práctica que se quiera implementar (Campos *et al.* 2005).

Por otra parte, existen varias limitaciones para valorar los servicios ecosistémicos y una de las principales es la falta de información apropiada y suficiente sobre los distintos procesos ecológicos que sirvan de base para la provisión de estos servicios (Barbier; Knowler y Acreman 1997). En tal situación, se debe tener claro que la valoración económica no origina estimaciones reales de los servicios ecosistémicos.



La implementación efectiva y permanente de un esquema de PSE debe reflejar un proceso continuo y adaptativo de identificación de ajustes necesario y definición de pasos para hacer esos ajustes. Además previo al diseño se debe evaluar las zonas por las cuales se desea desarrollar un esquema de este tipo y adicionalmente deben existir una serie de condiciones del entorno que favorezcan este tipo de esquemas. Algunas de ellas son: a) “*la existencia de un entorno legal apropiado que facilite, o al menos no impida, el desarrollo del PSE en la escala deseada; b) la ausencia de políticas públicas que generen incentivos contrarios al PSE; c) la seguridad en la tenencia de la tierra; d) la disponibilidad de información relevante; e) la capacidad de gestión y negociación*” (Campos *et al.* 2005).

Campos *et al.* (2006) propone una metodología estandarizada para diseñar un esquema de pago por servicios ecosistémicos con base en muchos experimentos documentados en diferentes países, aunque hace hincapié en que esta metodología es mas apropiada para iniciativas locales o regionales y no para programas nacionales. La metodología consiste de cuatro componentes básicos: 1) análisis biofísico de la provisión de servicios ecosistémico; 2) identificación y medición de la demanda efectiva de los servicios ecosistémicos según los beneficiarios potenciales; 3) determinación de los costos de proveer el servicio ecosistémico; 4) definición de un marco operativo apropiado para la escala de intervención seleccionada.

#### ***2.4.2 Pagos por servicios ecosistémicos en paisajes intervenidos***

Según Campo *et al.* (2005) la mayor parte de los PSE han sido orientados hacia la conservación de bosques naturales y al uso sostenible de plantaciones forestales. Sin embargo se ha reconocido la capacidad de algunos paisajes intervenidos para proveer servicios ecosistémicos, además la necesidad de realizar una distribución mas justa de los costos y beneficios de la oferta de estos servicios, ha motivado una mayor disposición de fondos para promover sistemas de producción agrícola y silvopastoriles que generen mayor cantidad de estos servicios.

Por su parte Pagiola *et al.* (2005) argumenta que debido a la restricción y degradación de los ecosistemas se ha iniciado a dar más atención a los paisajes intervenidos; en donde por ejemplo señala que la adopción de mejores prácticas silvopastoriles en pasturas degradadas puede resultar en beneficios ambientales tanto a nivel local como global, pero debido a los altos costos iniciales de estas prácticas no son atractivas para los usuarios de las tierras. Por ende se deben buscar alternativas para que los productores sean compensados por los servicios

ecosistémicos que generan, y que las prácticas que implementan les resulten de fácil adopción y adaptación y, a la vez, les generen beneficios económicos.

La búsqueda de alternativas se hace a diferentes niveles, tal es el caso en América Latina las políticas ambientales están cambiando, mientras que antes se fomentaba la deforestación para la extracción de madera y la conversión de áreas boscosas en pasturas y cultivos, con créditos subsidiados, precios sostenidos y otros incentivos, ahora se está apuntando a proteger o recuperar estas áreas (Pagiola *et al.* 2004); muchas veces vía incentivos económicos para ello.

Para el caso de países como Costa Rica, Nicaragua y Colombia existen experiencias en donde se está pagando a los productores por la implementación de prácticas silvopastoriles, que generan muchos beneficios a nivel local, como la productividad de las pasturas, reciclaje de nutrientes entre otros, y bienes ambientales como por ejemplo madera y leña, además, de los beneficios a la biodiversidad como conexión de áreas protegidas, supervivencia y refugio de especies, mayor tasa de propagación de plantas forestales entre otros, fijación de carbono (Pagiola *et al.* 2004). Además, existen experiencias en Honduras, El Salvador y Costa Rica sobre PSE en agua para consumo humano, en donde se compensa a los productores de las partes altas de las cuencas por realizar prácticas de conservación de suelos y aguas (Barrantes 2002, PASOLAC 2005).

Con respecto a la contribución que tienen los paisajes intervenidos o bosques con el ciclo hidrológico Alpizar y Madrigal (2005) argumentan que aún no se cuenta con el nivel de información necesario que permita establecer con certeza la forma en la cual estos intervienen en la satisfacción de los demandantes de agua en términos de disponibilidad, calidad y regularidad, y si esta incertidumbre se relaciona con la oferta del servicio ecosistémico complica el establecimiento de esquemas de PSE. Los autores aseguran “*que el problema radica en que si los incentivos ofrecidos bajo estos arreglos de mercado no están en función de la contribución marginal de los usos del suelo para la oferta hídrica, se cometen dos tipos de errores: la falta de precisión en la internalización de las externalidades y una baja efectividad del esquema en términos de costo-beneficio*”. El elemento central del componente biofísico de la propuesta de PSE es una función dosis respuesta. Con la que se busca determinar o conocer la ‘*forma en la cual un determinado uso del suelo o un cambio en el mismo (dosis) se traduce en una determinada cantidad de servicios ecosistémicos de*

*protección del recurso hídrico para una población de beneficiarios en un período determinado (respuesta)” (Alpizar y Madrigal 2005).*

### **2.4.3 Valoración de los servicios ecosistémicos**

Mediante la valoración económica se estima el valor que la sociedad le da a los servicios ecosistémicos los cuales históricamente se han considerado como bienes públicos (Herrador y Dimas 2000, Pérez et al. 2002). Aunque no existen reglas claras para establecer mercados donde se puedan intercambiar los servicios ecosistémicos, debido a que el sistema de precios para éstos falla y por ende no provee información certera acerca de la correcta asignación de los recursos disponibles. Para la producción de bienes y servicios ecosistémicos en la mayoría de casos, sólo se consideran los costos de restaurar el bien y no los beneficios percibidos, sin ahondar en los costos privados de producción. Obviamente, el hecho de que no exista un precio de mercado no significa que el valor del medio ambiente sea cero (Alpizar 2005). Las fallas de estos mercados pueden deberse a diversos factores como: externalidades, bienes públicos, recursos comunes o de libre acceso. La valoración económica contribuye sustancialmente con criterios económicos para la determinación del monto de pago por servicios ecosistémico, comparar decisiones alternas o complementarias que hagan explícitos los beneficios monetarios producidos por dichos servicios. La implementación de esquemas novedosos de gestión que simultáneamente conjugan objetivos económico-productivos, ambientales y sociales, permiten la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos (Herrador y Dimas 2000).

Valorar los servicios ecosistémicos como el agua que se produce en un ecosistema dado o en un área en particular resulta cada vez más compleja, por qué es necesario considerar que el uso que se le de a esa área puede afectar los beneficios sociales y privados, por ejemplo, si un dueño de un área forestal decide cambiar el uso actual por otro, esta decisión podría ser correcta desde su punto de vista privado, pero podría no serlo desde una perspectiva social (Campos et al. 2005). De esta forma, las decisiones sobre uso o preservación de los servicios ecosistémicos implican balancear los beneficios sociales y privados (Baltodano 2005).

Por otra parte, un estudio de valoración económica no siempre arroja automáticamente el monto a pagar a los productores por los servicios ecosistémicos que producen (Herrador y Dimas 2000). Desde punto de vista económico, el monto de pago por servicios ecosistémicos debe ser, por un lado, lo suficientemente elevado para asegurar que el productor no sufra

pérdidas económicas al cambiar sus prácticas (si ese fuera el caso), y por el lado de quienes pagarán, lo suficientemente moderado, que logre representar el beneficio generado por los servicios ecosistémicos (Herrador y Dimas 2000).

#### ***2.4.4 Métodos de valoración de los servicios ecosistémicos***

La economía ambiental busca lograr un equilibrio entre los objetivos ambientales, económicos y de tipo social, donde los costos y beneficios se miden por los cambios en el excedente del consumidor y productor (Francke 1998, Kolstad 2001). Existen varios métodos para valorar la demanda y oferta de los servicios ambientales. Según Bishop (1999), citado por Herrador y Dimas (2000) estos pueden ser clasificados de la siguiente forma: i) métodos de valoración a precios de mercado incluyendo la estimación de beneficios de consumo y producción de subsistencia; ii) métodos de mercados sustitutos, incluyendo el modelo del costo de viaje, modelo hedónicos y modelos de bienes sustitutos; iii) método de la función de producción, los cuales se centran en relaciones biofísicas entre las funciones ambientales y las actividades de mercado; iv) métodos de preferencias expresadas, principalmente el método de valoración contingente y sus variantes; y v) métodos basados en costos, incluyendo el método de los costos de reposición y gastos defensivos.

##### **2.4.4.1 Métodos de valoración económica de la demanda**

###### ***2.4.4.1.1 Método de valoración contingente***

El método de la valoración contingente busca obtener la valoración que otorga un individuo ante un cambio en el bienestar, como producto de una modificación en las condiciones de la oferta de un bien, como podría ser el bien ambiental (Mora 2002). *“El método de valoración contingente (VC) o de mercados hipotéticos es el más conocido de los métodos directos de valoración. Estos métodos son atractivos porque: en muchos de los casos son los únicos disponibles para valorar un bien, debido a que cambios en un bien ambiental no se reflejan en mercados existentes de manera directa (naturaleza pública del bien) o de manera indirecta (funciones de utilidad)”* (Mitchell y Carson 1989).

La encuesta es la herramienta que utiliza el método de VC para obtener las preferencias de los consumidores por un bien público, en la cual se consulta por la disponibilidad a pagar por mejoras en el bien. Con este método se pretende encontrar la voluntad de pago medida en

unidades monetarias, además el *método elude la falta de mercados para bienes ambientales mediante la creación de mercados hipotéticos, donde los consumidores tienen la oportunidad de “comprar” la mejora del bien en cuestión* (Mitchell y Carsson 1989).

#### **2.4.4.2 Método de valoración de la oferta**

**Cambios en la productividad:** se estima que la provisión del servicio ecosistémico podría requerir cambios en la tecnología de producción y en la combinación de insumos que resultarían en cambios en la productividad. Los que pueden ser valorados usando precios de mercado para los insumos y el producto final y darnos una medida de costos incurridos en la producción del servicio ecosistémico (Freeman 1992).

**Costo de oportunidad:** Mide los costos del mejor uso alternativo, es decir, la realización de una posibilidad excluye la realización de la otra. Baltodano (2005) hace referencia a este término como el costo de utilizar recursos para otros propósitos que no tienen precio de mercado, el cual puede estimarse utilizando el ingreso dejado de percibir por la actividad alternativa que pueda competir con el uso actual. El método de costos de oportunidad se debería usar cuando hay un cambio en el uso de la tierra a favor de prácticas amigables con el medio ambiente, como una medida de los potenciales beneficios de un cambio en el uso del suelo (Freeman 1992).

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación y descripción del área de estudio**

El municipio de Valle de Ángeles pertenece al departamento de Francisco Morazán, Honduras, según criterios administrativos y políticos; se encuentra ubicado a 22 Km de Tegucigalpa. Su extensión territorial es de 107,2 Km<sup>2</sup> y colinda al norte con el Distrito Central; al este limita con los municipios de San Juan de Flores y Morocelí, al oeste con el municipio de Santa Lucía y, al Sur con el municipio de San Antonio de Oriente (FOCUENCAS 2001). Dentro del municipio de Valle de Ángeles se ubica gran parte de la microcuenca La Soledad, la cual pertenece a la subcuenca del Río Yesguare que corresponde a la parte alta de la cuenca del Río Choluteca. Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas 87°0'3" a 87°5'40"W y 14°7'15" a 14°11'22"N (FOCUENCAS 2001, Cardona 2003). La importancia de la microcuenca radica en la producción de agua para consumo humano, tanto para Valle de Ángeles como para los municipios vecinos (Consejo de Cuenca 2005).

El trabajo de investigación se desarrolló específicamente en las zonas prioritarias de La Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas; y 16 barrios que se abastecen de agua potable de estas fuentes; en donde se estima se benefician unos 2.900,00 habitantes del municipio, y a unas 12.000,00 personas que visitan el lugar los fines de semana (Consejo de Cuencas 2005).

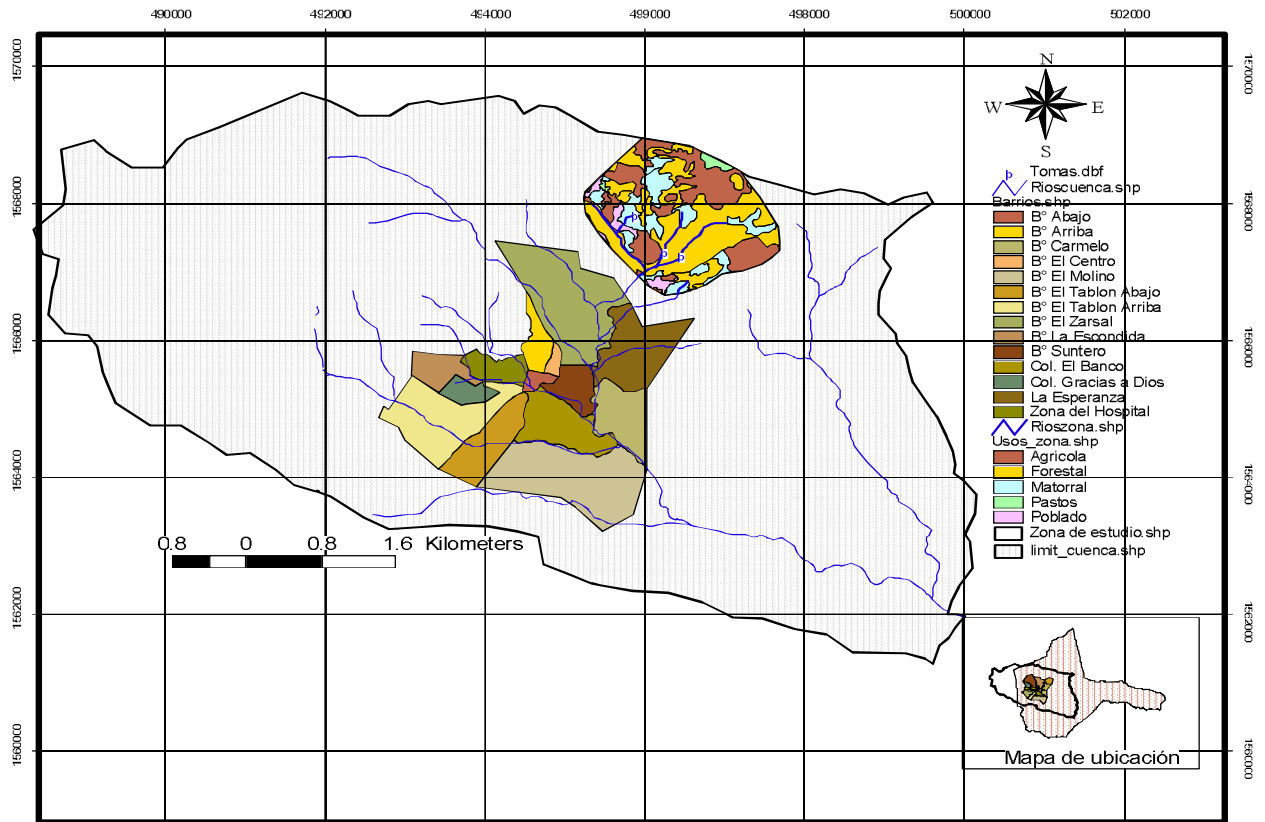


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

### 2.3 Aspectos biofísicos

El área de la microcuenca La Soledad es de aproximadamente 29,22 K<sup>2</sup> (Rivera 2001) unas 4.603,01 ha, y se ubica en los municipios de Santa Lucía, Distrito Central y Valle de Ángeles en su mayor parte. Algunas características biofísicas se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicadores físicos de la microcuenca

Alturas (msnm)	Precipitación media anual en mm	T <sup>o</sup> media anual	Humedad relativa	Evapotranspiración potencial promedio/mes
1.224 – 2.200	1500 – 2500	18 °C	84%	55 mm

Fuente: Rivera (2002); Cardona (2003).

La topografía de la microcuenca corresponde a zonas montañosas, y más del 60% de las tierras son de laderas, sin pedregosidad superficial. Las partes planas, onduladas o casi planas se ubican por lo general en las márgenes de los ríos y quebradas (FOCUENCAS 2001, Rivera 2002).

### 3.2.1 Geología

En la microcuenca La Soledad, *“afloran rocas volcánicas cineríticas y lávicas, de composición mayormente ácida y con altos índices de mineralización de tipo hidrotermal, presumiblemente la presencia de mineralización favorece una mayor intemperamiento y en consecuencia, más erosión en las zonas montañosas”* (PMDN-CATIE 2002, citado por Rivera 2002).

Según un estudio realizado por Cardona (2003), se determinó que en la microcuenca predominan seis grupos geológicos: un primer grupo, Valle de Ángeles (y que constituye la mayoría), perteneciente a la formación Villa Nueva (Kvn), *“el cual son rocas del cretácico que incluyen estratos siliciclasticos de grano grueso, conglomerados de cuarzo y clastos de rocas metamórficas, volcánicas y calizas”*. Se caracteriza además por incluir areniscas de color rojo claro y algunas tobas volcánicas; pertenecientes a este mismo grupo, se pueden encontrar formaciones Río Chiquito; *“constituidas principalmente por lutitas, limonitas y areniscas rojas y rosadas y pocas capas de conglomerados de cuarzo”*. Cerca del cerro La Chanchera, en la parte alta de la microcuenca, es posible encontrar rocas calizas, calcilulitas y conglomerados calcáreos o afloramientos calizos (Kc).

El grupo geológico Padre Miguel (Tpm); constituye toda la parte del Cerro La Chanchera y Cerro El Granadillo, las cuales *“son rocas del período terciario que incluyen una secuencia de Ignimbritas, principalmente tobas riolíticas, dacíticas, y andesíticas de varios colores con cristales de cuarzo, feldespato, sanidita, biotita y líticos de pómez y algunas rocas sedimentarias de clastos volcánicas y tobas bien estratificadas”* (Rogers y O’conner 1993, citado por Cardona 2003). La zona más baja de la microcuenca, está formada por depósitos recientes de aluvión (Qal), pero en su mayoría por *“depósitos antiguos de arena, grava, guijarros de terraza y abanico aluviales (Qe)”* (Cardona 2003).

Cuadro 2. Superficie en hectáreas de los grupos geológicos presentes en la microcuenca

<b>Grupo geológico</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Formación Villa Nueva (Kvn)	3.084	67
Formación Río Chiquito (Krc)	135	2,9
Afloramiento calizos (Kc)	15	0,3
Secuencia ignimbríticas (Tpm)	956	20,8
Deposito aluvial reciente (Qal)	100	2,2
Deposito aluvial antiguo (Qe)	312	6,8
<b>Total</b>	<b>4.604</b>	<b>100,0</b>



### **3.2.2 Características del suelo**

Los suelos son medianamente fértiles, franco arcillosos, pH ligeramente ácido, húmedos y son predominantemente de vocación forestal, aunque en las partes bajas de pendientes suaves son aptos para agricultura (FOCUENCAS 2001, Rivera 2002). Una característica predominante de los suelos de las microcuencas, sobre todo en laderas, es su fragilidad e inestabilidad (FOCUENCAS 2001).

### **3.2.3 Uso actual del suelo**

La mayor parte del territorio de la microcuenca esta cubierto de bosque (72,69%), una baja cantidad de pastos (0,95%) y áreas desnudas (0,99%) (Cuadro 3), considerándose una zona de vocación forestal.

Cuadro 3. Usos del suelo en la microcuenca La Soledad

<b>Usos</b>	<b>Área en Ha</b>	<b>Porcentajes</b>
Pobladros	547	12
Bosque	3.346	73
Matorral	271	6
Cultivos	350	7
Pastos	44	1
Áreas desnudas	46	1
<b>Total</b>	<b>4.604</b>	<b>100</b>

## **3.3 Aspectos socioeconómicos**

### **3.3.1 Población**

Según el último censo poblacional realizado por el INE (2001), Valle de Ángeles cuenta con 10.454,00 habitantes de los cuales el 50,64% son mujeres y un 49,36% hombres alcanzando una esperanza de vida de 70,2 años y una tasa de crecimiento de 3,5%, en donde el 44,6% vive en el área urbana y el 55,4% en el área rural (INE 2001, Fundación VIDA 2004; PNUD 2006). El índice de desarrollo humano para el municipio se estima en 0,689 y se calcula que solo el 40% de la población alcanza un nivel de vida digno (PNUD 2006).

### **3.2.3 Educación**

El porcentaje de alfabetización del municipio alcanza el 81% (PNUD 2006), presentando mayores problemas de analfabetización en las áreas rurales. Se estima que el 59% de toda la población ha cursado la primaria, sin embargo, de este total solo el 19% logra pasar al nivel de secundaria (Fundación Vida 2004).

### **3.3.3 Salud**

Se estima que las diarreas y las infecciones respiratorias agudas son las enfermedades más comunes en niños y adultos, aunque no se manejan cifras de la incidencia de las mismas, las cuales podrían estar relacionadas con la calidad de agua ya que solo el 29% de la población no tiene acceso a agua de buena calidad (Consejo de cuencas 2005, PUD 2006). Entre otras enfermedades que son menos frecuentes esta el cáncer, infartos, SIDA tienen altas incidencia (Consejo de Cuencas 2005). Por otro lado, la desnutrición es un problema grave en el municipio, según el PNUD (2006), el 51% de los niños menores de 5 años padecen de desnutrición.

### **3.3.4 Servicios**

En cuanto al servicio de agua, el 75% del total de viviendas del municipio se abastecen de sistemas públicos o privados y un 26% la obtiene de ríos o arroyos, el resto de pozos u otras fuentes. Además, se estima que la compra de agua embotellada va en aumento. Mientras que el alcantarillado sanitario y el drenaje solo cubren el 12% y 24% de las viviendas del área urbana respectivamente (Fundación Vida 2005).

No se cuenta con un dato exacto de la población que cuenta con otros servicios básicos, pero se calcula que, en el casco urbano del municipio el 62% cuenta con teléfono fijo, 54% celular, 98% energía eléctrica y un 49% tiene televisión por cable; cabe destacar que muchos de estos servicios no se encuentran en el área rural.

### 3.3.5 Organizaciones locales

Existen varias organizaciones locales en el municipio que van desde un Consejo de Cuencas hasta grupos de productores que contribuyen de alguna forma con el desarrollo local (Cuadro 4).

Cuadro 4. Organizaciones locales en el municipio

<b>Organización</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Actividades</b>
Comité de cuencas	1	Cuenca La Soledad, pero con un impacto municipal	Cogestión de cuencas <sup>2</sup>
Juntas de Agua	19	Casco urbano y en aldeas	Manejo de acueductos
Comités ambientales	8	Municipal	En proceso
Grupo de maestros ambientalistas	1	Municipal	Educación ambiental y manejo de desechos sólidos
Sociedad civil	1	Municipal	Transparencia institucional
Patronatos comunitarios	13	Todo Municipio	Campañas de limpieza, reforestación, educación ambiental, elaboración de viveros, limpieza de solares <sup>3</sup>
Grupo de productores	2	Municipal	Producción de hortalizas

Fuente: Fundación Vida (2004), Consejo de Cuenca (2005)

Además, existen varias organizaciones e instituciones que orientan sus esfuerzos en favor del manejo ambiental sostenible de los recursos naturales del municipio como: CATIE/ASDI – FOCUENCAS, Fundación Vida/PRRAC-LD, CARITAS, COPECO, AMITRIGRA, FORCUANCAS entre otras.

<sup>2</sup> Cogestión de cuencas: Gestión conjunta, compartida y colaborativa mediante la cual diferentes actores integran esfuerzos, recursos y experiencias para desarrollar procesos orientados a lograr impactos favorables y sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y ambiente en las cuencas hidrográficas, en el corto, mediano y largo plazo (Faustino 2005).

<sup>3</sup> Consejo de Cuencas (2005)

### **3.4 Sistemas de producción**

#### **3.4.1 Agricultura**

Los sistemas de producción están basados en su mayoría en granos básicos y hortalizas en las partes altas. En estas áreas se estima que el 80% de los productores practican la quema en el proceso de preparación del suelo para la siembra; mientras que el 20% han adoptado prácticas más conservacionistas, como la chapia, no quemas y aradura (utilizando tracción animal). Sin embargo, la agricultura migratoria esta avanzando por el incentivo del cultivo de la papa protagonizado por los grupos de agricultores presentes en la subcuenca (Consejo de Cuenca 2005).

Los rendimientos en granos básicos (maíz especialmente) son bajos y oscilan alrededor de 20 a 45 qq/ha en las zonas más productivas. Mientras que las hortalizas presentan rendimientos más altos, en papa por ejemplo alcanzan alrededor de los 285 qq/ha. Además, se cultivan y se adaptan bien a la zona el repollo, la zanahoria, chile, brócoli y remolacha. Por otra parte, el cultivo de café esta tomando auge en las zonas altas del municipio, en donde alcanza rendimientos aproximados de 40 qq/ha con un manejo semi tecnificado (Fundación Vida 2004).

#### **3.4.2 Ganadería**

La ganadería no es un rubro explotado en la zona, pero se encuentran pequeñas explotaciones manejadas de forma extensiva con animales de doble propósito (leche y carne), baja implementación de sistemas silvopastoriles, sin la utilización de pasturas mejoradas y con una carga animal de tres cabezas por hectárea aproximadamente (Fundación Vida 2004).

### **3.5 Proceso metodológico**

La investigación se enmarcó dentro del objetivo del proyecto FOCUENCAS para la segunda fase que consiste en: *“Desarrollar y validar una metodología estandarizada para el diseño e implementación de un sistema de pago por servicios ecosistémicos de protección del recurso hídricos a nivel local, adaptado a las condiciones biofísicas, socioeconómicas e institucionales representativas de América Central; de manera que el conocimiento y*

*experiencias generadas sean útiles en iniciativas similares en otros países de la región”* (SEBSA 2004).

El estudio se desarrolló mediante la metodología diseñada por Alpizar y Madrigal (2005), la cual es utilizada por el proyecto FOCUENCAS en sus diferentes zonas de influencia. La metodología implica varios aspectos como la realización de un diagnóstico socioeconómico de la población beneficiaria del sistema de agua potable, la determinación de la voluntad de pago (demanda) de la población por una mejora en el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico, la priorización de áreas críticas para la provisión del servicio ecosistémico, la determinación de un monto de compensación para los proveedores (oferentes) del servicio ecosistémico y la identificación y/o definición de un marco institucional que maneje un posible proyecto de PSE. Este último aspecto no era objeto de estudio en esta investigación porque primero se pretendía conocer si existía voluntad de los demandantes y oferentes de participar en el proyecto.

Se consultó información secundaria el municipio y la microcuenca como: el Diagnostico Ambiental Municipal y Plan de Acción (Fundación Vida 2004), Diagnostico y Línea Base de la microcuenca del Río La Soledad (FOCUENCAS 2001), los documentos del Proyecto FOCUENCAS I y II, Plan de Cogestión de la microcuenca (Consejo de Cuencas el 2005) y diferentes tesis realizadas en la zona, además, de visitar y revisar información en entidades del estado como la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), Instituto Nacional Agrario (INA), el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INE), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), entre otros; esto permitió un mayor conocimiento del contexto de la zona, de esa forma se recopiló información que resultará relevante para cumplir con los objetivos del estudio, especialmente los aspectos socioeconómicos y biofísicos del municipio.

### ***3.5.1 Selección y priorización de áreas críticas de intervención (objetivo 1)***

Se estima que la provisión de los servicios ecosistémicos de protección de los recursos hídricos tiene oferentes y demandantes específicos; por lo tanto, requiere una cuidadosa selección de las áreas de críticas de intervención que suministran el servicio ecosistémico (Baltodano 2005). Para la selección y priorización de las áreas críticas para la provisión del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico, se consideraron las áreas aledañas a las fuentes que abastecen a gran parte del casco urbano municipal, especialmente las que se

encuentran en la Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas, las cuales se definieron utilizando como herramienta los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y criterios como pendiente y uso del suelo.

### 3.5.1.1 Identificación de las críticas

La zona de recarga hídrica superficial o zona crítica de intervención se determinó tomando como criterio principal la pendiente del terreno y a partir de allí se definió el área de estudio, apoyándose en las curvas de nivel para delimitar dicha área. Para definir las áreas prioritarias dentro del área crítica se pretendía generar un mapa a través de la combinación de diferentes criterios como: pendiente, geología, cobertura del suelo, geomorfología y precipitación, utilizando como herramienta el SIG, pero debido a la poca información del lugar y el tamaño del área de estudio, en donde por ejemplo, solo existe un tipo de roca (IGN) y no se cuenta con estaciones meteorológicas cercanas, se optó por combinar únicamente el uso del suelo con la pendiente del terreno y con ello se determinaron las áreas prioritarias de la zona crítica.

Para el aspecto de pendiente se tomó como base los criterios de clasificación descritos por Cubero (2001), en donde clasifica la pendiente en siete categorías en función del relieve (Cuadro 5) y a partir de esto y para facilitar la combinación con los usos del suelo se reclasificó en cinco categorías (Cuadro 6).

Cuadro 5. Categorías de pendientes del suelo

<b>Categoría</b>	<b>Rango de pendiente</b>
Plano o casi plano	0 a 3%
Ligeramente ondulado	3 a 8%
Moderadamente ondulado	8 a 15%
Ondulado	15 a 30%
Fuertemente ondulado	30 a 50%
Escarpado	50 a 75%
Fuertemente escarpado	Más de 75%

Cuadro 6. Reclasificación de la pendiente del terreno

Reclasificación	Pendiente	Indicador
Plano a ligeramente ondulado	0 a 8%	10
Moderadamente ondulado	8 a 15%	20
Ondulado	15 a 30%	30
Fuertemente ondulado	30 a 50%	40
Escarpado	> de 50%	50

Para los usos del suelo se tomo como base la información generada por Pinedo (2006) en el ordenamiento territorial del municipio, en donde clasifiqué el uso del suelo en cinco categorías (Cuadro 7).

Cuadro 7. Clasificación del uso de suelos en la zona de estudio

Clasificación	Indicador
Forestal	100
Agrícola	200
Pastos	300
Poblados	400
Matorral	500

Se combinaron ambos criterios en *ArcView GIS 3.2* y se generó una matriz de información, posteriormente se categorizaron las áreas prioritarias dentro del área crítica definida para un PSEH en cuatro categorías (alta, media, baja y no aplica). En donde por ejemplo al combinar las áreas forestales (100) con pendientes de 0 a 8% (10) da como resultado un valor de 110 al cual se le dio una calificación de **baja prioridad**, dado que interesa mejorar calidad y disponibilidad de agua y tomando en cuenta que actualmente esas áreas están bien protegidas no serían prioridad en el corto plazo, además la ley prohíbe un cambio de uso de suelos en las áreas boscosas cercanas a las fuentes de agua. Por otro lado, para el caso de las combinaciones de las áreas pobladas se le asignó una categoría de **no aplica** por qué no sería prioridad para un PSEH por la dificultad de competir con ese rubro por los altos costos si se propone un cambio de uso del suelo. Por otra parte aunque las zonas pobladas resulten importantes para un manejo de cuencas se debería dar prioridad a satisfacer los servicios sanitarios básicos como el manejo adecuado de las aguas servidas (en fosas sépticas y/o alcantarillados sanitarios) y agua potable, para disminuir los focos de contaminación de aguas abajo. Finalmente se diseñó un mapa de áreas críticas con base en la información antes mencionada.

### **3.5.1.2 Georeferenciación de las fuentes de agua**

Con el apoyo de los fontaneros municipales, se identificaron y georeferenciaron las fuentes de agua haciendo uso de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y SE proyectaron en el mapa de la microcuenca. Además, se obtuvo información como: el estado actual de la fuente, el número de beneficiarios, barrios que abastece, colindancias, dueños de propiedad y tipo de tenencia, entre otras. Debido a la relevancia de esta información para definir los proveedores actuales y potenciales del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Baltodano 2005).

### ***3.5.2 Identificación y caracterización de los proveedores actuales del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 2)***

Una vez identificadas las áreas prioritarias para la provisión del servicio ecosistémico o zonas de recarga superficial, se procedió a identificar y caracterizar a los dueños dichas áreas; con el objetivo de entender la motivación que impulsa para la toma de decisiones en relación al uso de la tierra. Para este aspecto se aplicó una encuesta semi estructurada (Anexo 1), la cual permitió obtener la siguiente información:

- a) Tenencia de la tierra (ejidal, privada, comunal, entre otros)
- b) Tamaño de la finca y uso de la misma
- c) Tamaño de la familia y número de personas que trabajan (en finca y fuera de finca)
- d) Sistemas de producción (rendimientos de cultivos, uso de prácticas de conservación de suelos y agua)
- e) Rentabilidad de las actividades productivas (costo e ingresos)
- f) Percepción del productor sobre la conservación de suelos y agua y la voluntad de participar en una programa de pago por el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico.

La encuesta semi estructurada se aplicó a 28 productores ubicados en las propiedades cercanas a las fuentes de agua, considerados potenciales oferentes del servicio ecosistémico. En este aspecto se pretendía hacer uso de información secundaria, como por ejemplo el catastro municipal, el cual nos permitiera dilucidar dudas sobre la tenencia de la tierra, pero dicha herramienta no se ha implementado en el municipio.



### ***3.5.3 Identificación de prácticas de uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 3)***

La identificación de prácticas de uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad a los recursos hídricos se realizó con base en juicios de expertos; para ello se hizo un taller con profesionales y productores de la región con experiencia en el tema.

En el taller se realizaron cuatro presentaciones sobre:

- Experiencias proyectos de desarrollo en el país en manejo de suelos y aguas.
- Dos presentaciones sobre las prácticas más adoptadas y adaptadas por los productores en el país; que según expertos y productores han dado los mejores resultados desde el punto de vista de conservación y que se pueden difundir, adoptar y adaptar por los productores de las áreas prioritarias.
- Calculo de costos de instalación y mantenimiento de dichas prácticas.

Se motivó a una discusión entre expertos y productores, lo que permitió confrontar los diferentes puntos de vista y lograr obtener un listado preliminar de las prácticas que se pueden implementar en la zona. Además, para complementar este objetivo se realizaron entrevistas personales a expertos en manejo de suelos y aguas, que no fue posible llevarlos al taller.

### ***3.5.4 Determinación de un monto de compensación por mantener o incrementar la oferta de servicios ecosistémicos (Objetivo 4)***

Tomando en cuenta el uso actual del suelo en la zona de estudio, en donde existe un área intervenida (dedicada a la agricultura) y otra parte cubierta de bosque, se plantean dos escenarios generales. El primer escenario consistió en calcular un monto de compensación a los productores por mantener las áreas boscosas y el segundo en la incorporación de prácticas de conservación de suelos y aguas.

#### **3.5.4.1 Áreas de bosques**

El monto de compensación a los productores se calculó mediante el método **costos de oportunidad**, el cual mide los costos del mejor uso alternativo, es decir, se compara con la oportunidad más rentable posible que se puede generar en esas áreas (Baltodano 2005). Para

determinar el monto de compensación a los productores se valoraron los costos usando precios de mercado de los insumos y del producto final, con la finalidad obtener el monto que se deja de percibir por mantener esa área completamente para protección.

- a) Costo de inversión inicial: que consisten en el costo de la implementación de la nueva tecnología, lo que se calcula solo para el primer año. Para este caso específico se considera como costo de inversión inicial la cerca del bosque y las rondas corta fuego (para todos los años), debido a que el área ya se encuentra con cobertura vegetal y la finalidad es que esta se mantenga.
- b) Costos de mantenimiento: que consisten en los costos que se incurren por mantener la nueva tecnología anualmente (insumos + mano de obra). Se estimó el mantenimiento de la cerca y la realización de rondas corta fuego.
- c) Costo de oportunidad de la producción: se realizó con base en una sumatoria de los rubros que más se explotan en la zona, a saber granos básicos (maíz) y hortalizas. El productor una vez que cosecha el cultivo de maíz siembra hortalizas.

Es decir, que para obtener el costo de oportunidad de la producción, se aplicó un análisis costo beneficio de los cultivos antes mencionados, con base en la sumatoria de la producción total de un año a precios de mercado, en donde se estimó un ingreso neto por hectárea de US\$1.837<sup>4</sup>.

Cuadro 8. Estimación de los costos de oportunidad

Año 1	Año 2
+ costo de inversión inicial	+ costo de mantenimiento
+ costo de oportunidad de la producción	+ costo de oportunidad de la producción
<b>= Costo de compensación para el primer año</b>	<b>= Costo de compensación para los años siguientes</b>

### 3.5.4.2 Áreas intervenidas

**Valoración de tecnologías de conservación de agua y suelo:** la valoración de estas prácticas se realizó con base en los costos de inversión y costos de mantenimiento; en la estimación de los costos de inversión inicial en algunas prácticas como por ejemplo: las acequias de infiltración en donde los costos se incrementan por el uso de mano de obra, se

<sup>4</sup> Ingreso neto de una hectárea de maíz (-\$176,11) más lo ingresos netos de una hectárea de hortalizas (\$2.012,81).

valoró como alternativa el uso de la tracción animal, debido a que la mayor parte de los productores en la zona utilizan este recurso y disminuyen considerablemente los costos.

Se utilizó como punto de partida las prácticas de conservación de suelos enlistadas en el taller, mientras que los costos se calcularon y validaron mediante visitas de campo y prácticas con productores, de igual forma se revisó información secundaria de proyectos que han trabajado sobre el tema en el país como el Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra (LUPE) y Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC).

Dentro de las tecnologías de conservación de suelos y aguas, se consideraron algunas obras físicas y medidas agronómicas; no se consideró un cambio de uso de la tierra de cultivos a forestal, debido a que según los expertos y productores resulta muy difícil un cambio de uso del suelo en la zona, por el aspecto cultural del productor y el tamaño del área de estudio y de las fincas, que resultan pequeñas para la implementación de plantaciones forestales por ejemplo. Además en la valoración económica para estas áreas no se consideró el costo de oportunidad de la producción por que se parte del supuesto que el cambio en la producción es cero. Adicionalmente es de señalar que no se consideraron los riesgos de destrucción de las obras, debido a que la zona tiene cierta vulnerabilidad a deslizamientos.

**Obras físicas:** son consideradas las que más contribuyen a la conservación de suelos y agua, sin embargo, también son consideradas las menos adoptados por los productores debido al alto costo de implementación, además, de limitar el uso del suelo para pastoreo después de las cosechas. Se valoró un tipo de obra física para conservación de aguas y suelos las acequias de infiltración, cuyo objetivo es la acumulación del agua y mejorar la infiltración, además, contribuye a la conservación del suelo en combinación con otras prácticas como las barreras vivas (LUPE 1998; PASOLAC 1999; PASOLAC 2005).

**Medidas agronómicas:** entre las medidas agronómicas valoradas se incluyen, manejo de rastrojos y no quema, barreras vivas (Valeriana, Espada de San Miguel, Agapanto y barreras vivas mixtas), estas medidas previenen la erosión y aumentan la humedad del suelo; además, de mejorar la producción y productividad de la finca a largo plazo. Cada uno de los costos de las prácticas se calculó por hectáreas por año y en el caso de las obras físicas se tomo en cuenta la pendiente del terreno para proponer el número y la distancia entre estructuras. Para el establecimiento de dichos criterios se tomaron como base los recomendados por el proyecto LUPE (1998) y PASOLAC (1999). Para los **Sistemas**

**agroforestales y silvopastoriles** se tomó en cuenta en la valoración las cercas vivas, cultivos bajo sombra, árboles dispersos en potreros y pasturas mejoradas.

Para las áreas intervenidas se realizaron tres escenarios con una combinación de prácticas para cada escenario de acuerdo a cada uso del suelo, es así, como se definió un escenario para cultivos anuales, cultivos bajo sombra y para sistemas silvopastoriles. Una vez realizado todo este proceso se realizó un taller con los productores oferentes del servicio ecosistémico hídrico, para conocer la voluntad de participar en un programa de PSEH bajo los montos estipulados.

### ***3.5.5 Valoración de la demanda de un proyecto de protección del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 5)***

La valoración de la demanda del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico en el casco urbano municipal, se realizó mediante el método de Valoración Contingente o de Mercados Hipotéticos, el cual utiliza una encuesta para conocer o estimar la voluntad de pago de los usuarios por una mejora hipotética del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico en la zona productora de agua.

Se siguieron los pasos siguientes:

- Determinación de la población y muestra
- Diseño y validación de la encuesta
- Selección y capacitación de los encuestadores
- Aplicación de la encuesta
- Análisis de la encuesta y determinación del monto promedio a pagar

#### **3.5.5.1 Determinación de la población y muestra**

Se tomó como población objetivo los beneficiarios del sistema de agua potable que se abastecen de las fuentes de El Suizo, Las Martitas y La quebrada San Francisco. Debido a la poca información existente en la entidad encargada de administrar el acueducto (La Municipalidad) fue necesario levantar un censo de los abonados del sistema de agua potable y con base en él, se definió la muestra a ser encuestada. El tamaño de la muestra se determinó partiendo la premisa que la voluntad de pago es una variable dependiente

(dicotómica) que puede ser representada en proporciones (Alpizar 2005); en donde se pueden tener las mismas posibilidades de obtener un SI o NO como respuestas.

El tamaño de la muestra se definió de la siguiente manera:

$$p = \% \text{ dispuestos a pagar } (0,50)$$

$$q = 1-p = \% \text{ no dispuestas a pagar } (0,50)$$

$$\sigma = p * q$$

$$\sigma = 0,50 * 0,50 = 0.25$$

$$n = \frac{N * \sigma^2}{(N-1) * \left(\frac{\beta}{4}\right)^2 + \sigma^2} \quad (1.1)$$

n = tamaño de la muestra

N= número de abonados

$\sigma$  = desviación estándar

$\beta$  = error de estimación (5%) (Scheaffer, Mendenhall y Otto 1990).

### 3.5.5.2 Diseño y validación de la encuesta

La encuesta se diseñó con base en la realizada y aplicada por Alpizar y Madrigal (2005) en estudios anteriores<sup>5</sup>. La encuesta se estructuró en tres secciones con el objetivo de obtener toda la información posible de los usuarios del sistema y por ende realizar una buena caracterización de los mismos, de tal forma que resulte sencilla y fácil de ser comprendida por el encuestado al momento de ser aplicada (Anexo 2).

**Sección I:** esta sección se orientó a recopilar información referente a datos generales del servicio de agua potable. Se realizaron preguntas relacionadas con el tipo de tarifa, frecuencia y días en la semana que recibe agua, la percepción de los usuarios con respecto a la calidad del servicio de agua potable, los costos (tarifas) mensuales para el hogar por recibir ese servicio, la calidad del servicio que reciben, entre otras.

**Sección II:** se realizó una descripción del proyecto que se busca implementar y se consultó sobre el interés del usuario de participar en el proyecto, además de incluir preguntas relacionadas con la disponibilidad a pagar o la voluntad de pago de los usuarios por implementar un proyecto orientado a proteger los recursos naturales en la zona de la

---

<sup>5</sup> En Esparza, Costa Rica; El Quindío, Colombia; Copán Ruinas, Honduras.

microcuenca productora de agua; haciendo énfasis en que el objetivo fundamental del estudio era para la protección de las fuentes de agua que alimentan al sistema de agua potable y no para efectuar mejoras en el acueducto. De igual forma, se obtuvo la percepción de los usuarios de la entidad que consideran más adecuada para el manejo del fondo.

**Sección III:** se orientó para obtener información concerniente a los aspectos socioeconómicos de los usuarios del sistema de agua potable que puedan explicar el por qué de la disponibilidad de pago. Se obtuvo información referente al número de personas que viven en el hogar, el número de personas que tienen un salario, la ocupación y/o oficio, el ingreso anual promedio, los servicios con que cuentan y la propiedad de la vivienda, entre otros.

Para el diseño de la encuesta se utilizó el formato binario o tipo referéndum en donde se le pregunta al encuestado si estaría dispuesto o no a pagar un precio determinado por el proyecto. Una ventaja de este método es que los encuestados simulan mejor las decisiones que se toman en los mercados reales. Según Arrow *et al.* (1993) este método es recomendado como fórmula razonable de calcular el valor de no uso; además, el del panel de expertos de la NOAA (Nacional Oceanic and Atmospheric Administration) de los Estados Unidos recomiendan el método.

La encuesta se estructuró de tal forma que se pudiera realizar un análisis de los datos categorizados (Tablas de frecuencias), y de Regresión (probit). Además, para completar la caracterización de los usuarios del sistema de agua potable se hizo mediante la recolección de información secundaria de diferentes estudios del municipio, reuniones con organizaciones locales y grupos focales de beneficiarios del sistema.

### **3.5.5.3 Validación de la encuesta**

Con la encuesta ya estructurada se procedió a validarla y/o ajustarla y obtener una aproximación de los vectores de pago, para ello se realizó un taller con un grupo focal (siete personas) identificado en la zona de estudio, en donde tuvo representación de los diferentes estratos sociales de los usuarios del sistema de agua. Además se realizó una prueba piloto de 25 encuestas en los distintos barrios del casco urbano municipal con el objetivo de conocer la comprensión de la encuesta por parte de la población objetivo y definir y afinar los vectores de pago. De esa forma se determinaron cinco montos a sugerir entre la muestra seleccionada (5, 10, 15, 20 y 25 lempiras) los cuales se asignaron al azar entre todos los encuestados.

#### **3.5.5.4 Selección y capacitación de los encuestados**

Seguidamente se seleccionó el personal de apoyo para la aplicación de las encuestas, con base en algunos criterios establecidos por Whittington (2002): apariencia física (que inspire confianza y que sea miembro del grupo a entrevistar), manejo del idioma (dicción y acentos), escolaridad, interés en el estudio, disponibilidad de tiempo y género (preferiblemente mujeres). La capacitación de los encuestadores es fundamental para lograr éxito con el Método de Valoración Contingente (MVC), debido a que contar con un equipo bien entrenado nos permitirá disminuir los sesgos que puedan causar distorsiones en las respuestas obtenidas (Whittington 2002). En la capacitación se hizo hincapié en que el encuestador no debía improvisar, que debía leer exactamente las preguntas como se formularon y que lo hiciera lento para que el encuestado entendiera la pregunta y debía repetirla si fuese necesario, que esperará las respuestas, que debía mantenerse neutral (no se trata de vender un SI), nunca debía sugerir una respuesta, que debía realizar la encuesta en privado y que respondiera las preguntas adecuadamente (Whittington 2002).

Una vez realizado todo este proceso se procedió a seleccionar del listado general (Censo) la muestra a encuestar, para ello se aleatorizó (Excell) el censo de beneficiarios y se ordenó de forma ascendente. Se trabajó con una muestra de 250 abonados del sistema de agua potable, la cual fue dividida en cinco percentiles, debido a que se consideraron cinco montos a sugerir (5, 10, 15, 20 y 25). Las encuestas se realizaron en horas de la tarde y fines de semana, con la finalidad de encontrar al jefe o jefa de hogar seleccionado; durante este proceso se mantuvo un continuo monitoreo de los encuestadores y una tabulación diaria de los datos, para conocer la tendencia de la curva de la demanda.

#### **3.5.5.5 Análisis de la encuesta**

Se realizó un análisis con estadística descriptiva (especialmente tablas de frecuencias) de todas las variables que se consultaron en la encuesta, con base en el programa estadístico InfoStat. Posteriormente se procedió a seleccionar las variables que pudieran influir en la voluntad de pago de la población.

El cálculo del monto promedio de la voluntad a pagar se realizó de dos formas: no paramétrico (usando como estimador la interpolación lineal y el método Kaplan- Meier – Turnbull) y el paramétrico (a través de modelos de regresión no lineal *Probit*) usando para ello el programa estadístico *LIMDEP*. La regresión *Probit* permite modelar la relación entre una

variable respuesta de naturaleza *dicotómica* con relación a una o más variables explicativas. Los coeficientes de la combinación lineal que modela esta relación permiten estimar la razón de productos cruzados (*odd ratio*) para cada variable regresora. El modelo de regresión logística puede ser usado para predecir la probabilidad ( $p_i$ ) que la variable de respuesta asuma un valor determinado, por ejemplo, probabilidad de éxito ( $y=1$ ) en una variable dicotómica que asume los valores 0 y 1 (Di Rienzo *et al.* 2004).

Finalmente con el monto promedio calculado se procedió a determinar el fondo inicial del proyecto, con base en el número de abonados de los acueductos estudiados.

### 3.5.5.5.1 *Análisis no paramétrico de los datos*

Es un análisis no restringido y sin supuestos en el cual para conocer la voluntad de pago solo se utiliza la respuesta positiva del entrevistado y el monto sugerido por el encuestador (Cisneros 2005). Según Alpizar (2005) los montos o vectores de pago son asignados de forma aleatoria a toda la muestra, en donde se estima que la voluntad de pago (WTP) es una variable aleatoria con distribución acumulada de probabilidad dada por  $F_{wtp}$  (WTP). La probabilidad de que un individuo cualquiera tenga una voluntad de pago mayor al monto sugerido ( $t_j$ ) y por ende responda afirmativamente a la pregunta esta dada por:

$$Prob(si) = P( \tag{1.2}$$

Consecuentemente, la probabilidad de obtener un NO a un monto sugerido ( $t_j$ ) esta dada por:

$$Prob(no) = P(WTP_i < t_j) = F_{wtp}(t_j) \tag{1.3}$$

El área bajo la curva determina el valor promedio de la voluntad de pago que se desea conocer, esta puede ser calculada mediante:

#### **Estimación de la media según Kaplan – Meier – Turnbull (KMP)**

$$E[WTP] = \sum_{j=1}^J bid_j (P_j - P_{j+1}) \tag{1.4}$$

Donde  $P_j$  es la proporción que dijo sí al  $bid_j$ .

#### **Estimador de la media según interpolación lineal**



$$E[WTP] = \sum_{j=1}^J \frac{(bid_j + bid_{j+1})(P_j - P_{j+1})}{2} =$$

$$WTP_{KMT} + \sum_{j=1}^J \frac{(bid_{j+1} - bid_j)(P_j - P_{j+1})}{2} \quad (1.5)$$

El estimado KMT es un límite inferior. Nótese que en el caso de la interpolación lineal se asume que:  $bid_0 = 0$ ,  $P_0 = 1$  y  $bid = WTP_{max}$ ,  $P = 0$  (Alpizar 2005).

### 3.5.5.5.2 Análisis paramétrico de los datos

Para realizar el análisis paramétrico se relaciona la variable dependiente (dicotómica) con las variables independientes que pueden ser discretas o continuas y que expliquen el modelo desarrollado. En donde se supone que el cambio en la utilidad indirecta que percibe un individuo sobre un bien público, sometido a una mejora, es el valor marginal del bienestar que este cambio le brindaría (Cisneros 2005). Entonces, la utilidad indirecta  $\mu_i$  (variable dependiente) es función del precio que pague el individuo para que se produzca la mejora y de los ingresos del mismo entre otras variables que se pueden considerar. Sin embargo, existe cierto margen de error, debido probablemente a los problemas con los datos e incertidumbres entre otros, por lo tanto se incluye un término aleatorio que asuma los posibles errores aditivos  $\varepsilon_i$  (Alpizar 2005).

Si la función de utilidad aleatoria se analiza como una función lineal, la expresión sería la siguiente:

$$\mu_i = \beta' x_i + \varepsilon_i \quad (1.6)$$

Es decir, la utilidad de  $i$  depende de una serie de variables aleatorias  $X$  y de una variable aleatoria, denotada  $\varepsilon_i$  (Alpizar 2005). Como no se observa la utilidad y si no solamente la decisión tomada, en donde:

$$\delta_i = 1 \text{ si } \Delta\mu_i > 0$$

$$\delta_i = 0 \text{ si } \Delta\mu_i \leq 0$$

Se asume que la probabilidad de observar un  $\delta_i = 1$  esta dado por:

$$P(\Delta\mu > 0) = P(\beta' x + \varepsilon_i > 0) = P(\varepsilon_i > -\beta' x) \quad (1.7)$$

Según Alpízar (2005), se debe asumir que los errores  $\varepsilon$  se distribuyen de manera normal, independiente e idéntica, por lo tanto se puede emplear un algoritmo tipo *probit* para el cálculo de los parámetros estadísticos. Por lo general resulta, más sencillo trabajar con funciones de probabilidad acumulada, si llamamos  $F_{\varepsilon}$  a la función de probabilidad acumulada del error, entonces la probabilidad de  $\delta_i = 1$ , es decir, de la voluntad de pago  $> 0$  esta dada por:

$$P(V > 0) = F_{\varepsilon}(\beta \cdot x) \quad (1.8)$$

Finalmente para calcular la voluntad de pago, se asume que el modelo es simétrico y de distribución normal, entonces la media y la mediana de la voluntad de pago son las mismas con respecto a las preferencias aleatorias (Cisneros 2005).

Para el análisis paramétrico de los datos en LIMDEP y cálculo de la voluntad de pago se siguió el procedimiento utilizado por Cisneros (2005):

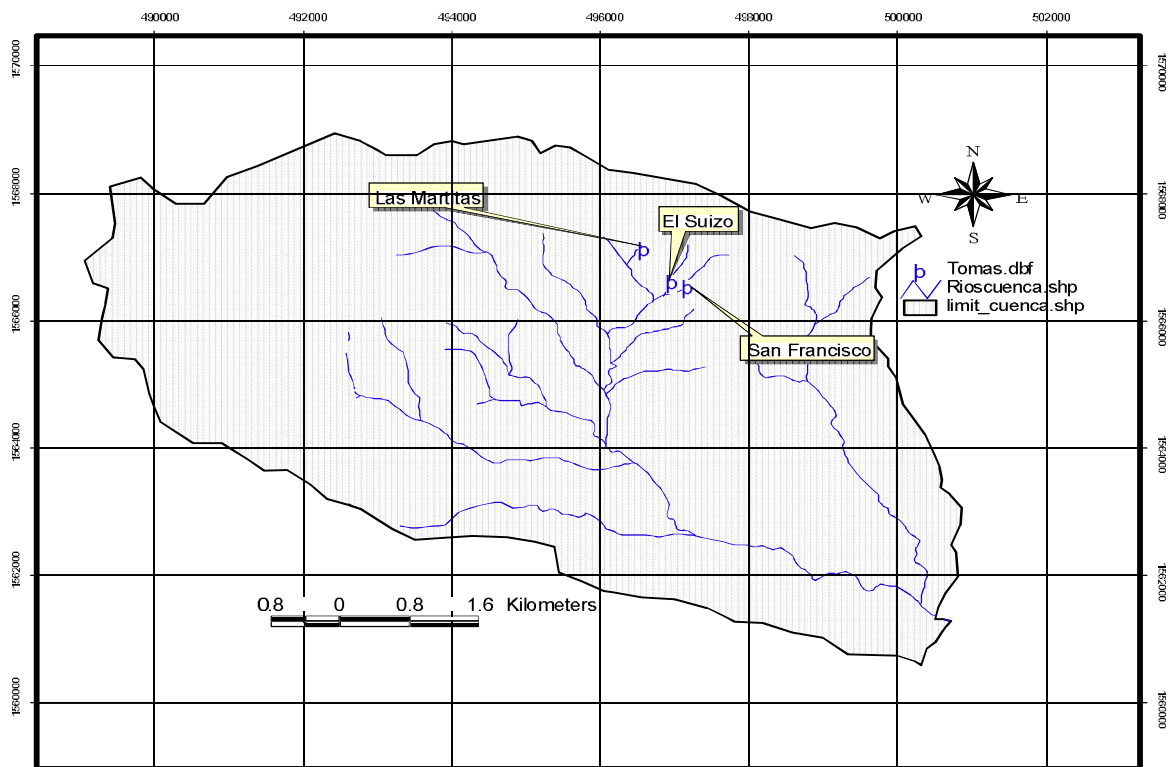
- a) Se codificaron las respuestas dicotómicas sí/no de la pregunta sobre voluntad de pago con 1/0 respectivamente, eliminando las respuestas protestas y valores vacíos.
- b) Se seleccionaron las variables independientes, que puedan inferir en la voluntad de pago, incluyendo el monto sugerido.
- c) Se formuló la  $H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_j = 0$ , es decir que todos los coeficientes de las variables son iguales a 0.
- d) Se procedió a correr el modelo PROBIT, relacionando las respuestas de voluntad de pago y las variables explicativas seleccionadas.
- e) Se realizó la prueba estadística entre los índices del log máxima similitud sin y con restricción ( $LR = -2 * [ \ln Lr - \ln Lu ]$ ), verificando si el chi cuadrado calculado es menor al chi cuadrado restringido, de acuerdo al número de grados de libertad disminuido.
- f) Se verificaron las estadísticas en  $P[|Z| > z]$  en cada una de las variables explicativas, el valor debe  $\sim 0$  para ser significativas al 95% de confianza del modelo y rechazar la  $H_0$ .
- g) Se revisaron los signos y los valores de los coeficientes e interpretaron de acuerdo a conceptos económicos.
- h) Se calculó la *WTP* para la media y mediana.
- i) Se compararon y analizaron los resultados.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Selección de áreas críticas y prioritarias para el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 1)

#### 4.1.1 Georeferenciación de las fuentes de agua

La microcuenca del Río La Soledad es la principal productora de agua para los municipios aledaños y para las comunidades de Valle de Ángeles. Se aprovechan 11 fuentes de agua para consumo humano, varias de las cuales se ubican dentro del Parque Nacional La Tigra. Para efectos del estudio se consideraron tres fuentes que abastecen al casco urbano municipal y que están fuera del régimen de protección del Parque Nacional La Tigra. La georeferenciación de estas fuentes se realizó con un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) (Figura 2) (Anexo 1).



*Figura 2. Ubicación de las fuentes de agua en estudio*

Estas fuentes revisten importancia porque abastecen a 17 barrios del casco urbano municipal (76% de abonados del municipio) y forman dos acueductos diferentes, el que se

abastece de las fuentes de agua de Las Martitas y El Suizo y el de la Quebrada San Francisco. Las áreas aledañas a las fuentes presentan cierto grado de deterioro, especialmente Las Martitas, donde en la parte alta de la toma existen áreas de cultivos, lo que puede disminuir la calidad y disponibilidad de agua, por el uso de agroquímicos y la disminución de la cobertura vegetal.

La fuente con mayor protección es la quebrada San Francisco probablemente porque se ubica en terreno municipal, en donde existe buena presencia de bosque alrededor de la misma, sin embargo, la presencia de bosque no siempre garantiza que en esa zona habrá mayor disponibilidad de agua debido a la alta evapotranspiración de las plantas, si se compara con terrenos en barbecho, pastos o cultivos pequeños bien manejados, en los cuales se estima que las pérdidas por evapotranspiración son menores (Foth 1992; Stadtmüller 1994).

Se ha demostrado que no son los árboles grandes del bosque tropical los que tienen el papel principal en la protección del suelo sino el sotobosque (Stadtmüller 1994), por lo tanto, en esta área sería necesario mantener una cobertura boscosa (árboles grandes) poco densa, pero con diferentes estratos, con alta capacidad de protección del suelo y que se facilite la infiltración de agua; además, es necesario un manejo del bosque mediante la tala de árboles que presenten algún tipo de daño, sin que se vaya a propiciar un cambio de uso del suelo, lo que sería perjudicial para la protección de la quebrada.

Es necesario mantener el área de bosque (árboles grandes) para que reduzca el riesgo de erosión en masas y mejore la infiltración, y con un sotobosque que proteja el proceso de erosión y mejore la infiltración de agua. por otra parte, es importante considerar que según expertos en las partes más altas de la microcuenca, existe un bosque nublado, y según (Kerfoot 1968; Stadtmüller 1987; Stadtmüller y Agudelo 1990; citado por Stadtmüller 1994), estos bosques a través de mecanismos de condensación y captación directa de humedad de las nubes (precipitación horizontal) pueden aumentar la precipitación bruta, a pesar de ello, esta es el área de la microcuenca más deforestada si es comparada con el área aledaña a la quebrada San Francisco.

#### ***4.1.2 Identificación de áreas críticas***

Con base en las pendientes del terreno se definió el área que probablemente es la zona de recarga hídrica superficial de las fuentes bajo estudio. Tomado en cuenta que, una cuenca hidrográfica es una unidad natural, morfológicamente superficial, cuyos límites quedan

definidos por la divisoria geográfica de las aguas de las precipitaciones también conocidos como "parteaguas" (Faustino 2005). "El "parteaguas" es una línea imaginaria que une los puntos de mayor altura relativa entre dos laderas adyacentes, pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona más baja lo cual permite configurar una red de drenaje superficial" (Jiménez 2005).

Las zonas de recarga hídrica de una fuente superficial pueden ser las áreas que se ubican hacia arriba de ella, es decir, en la cabecera de la cuenca, subcuenca o microcuenca donde fluye el agua principalmente por escorrentía hacia una fuente superficial. De tal forma que cualquier intervención en las zonas de recarga hídrica superficial tienen efectos en las zonas bajas, los que pueden ser positivos y negativos, teniendo repercusiones directas en los seres humanos (Faustino 2005). Con base en lo anterior se definió el área de estudio o zona de recarga hídrica superficial de las fuentes bajo estudio (Figura 3), la cual asciende a aproximadamente 25,34 ha; que sería el área preliminar para un posible PSEH.

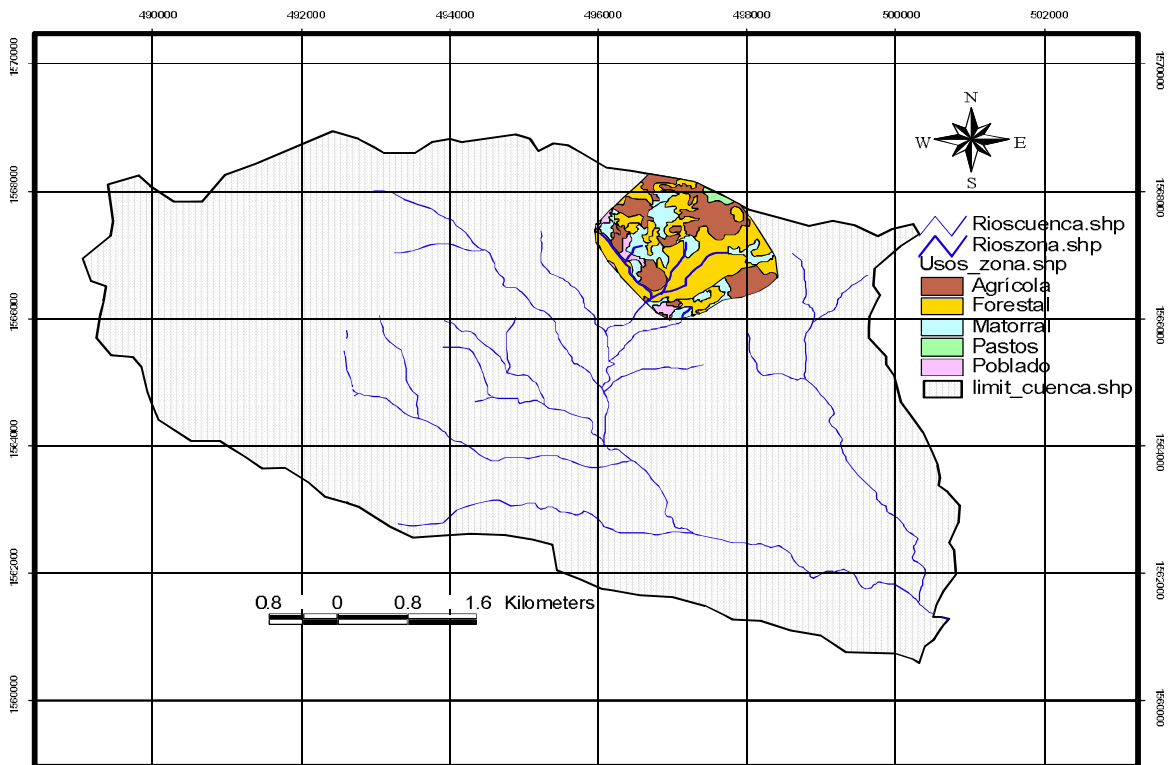


Figura 3. Zona de recarga hídrica superficial de las fuentes bajo estudio

La ley de 1972 establece en el Capítulo VIII concierne a conservación de suelos y aguas, y específicamente en el Artículo 64 "Se prohíbe en toda la República cortar, dañar,

*quemar o destruir los árboles y arbustos y en general los bosques, dentro de 250 metros alrededor de cualquier nacimiento de agua y en una faja de 150 metros a uno y otro lado de todo curso de agua permanente, laguna o lago, siempre que este dentro del área de drenaje de la corriente. Cuando la corriente de agua sirva para abastecimiento de poblaciones, la faja de protección del curso de agua será la que corresponde al área de drenaje a uno y otro lado, hasta 100 metros debajo de las presas de captación, incluyendo las aguas drenadas por los afluentes...”*

Con base en lo anterior se definió un área de amortiguamiento (*buffers*) alrededor de las quebradas, tomas (fuentes) y nacientes de agua que haciende a 12,46 ha (Figura 4), la cual debería estar protegida. Sin embargo, esta situación es hipotética porque generalmente la ley no se cumple y la frontera agrícola está en aumento; no obstante, en la Quebrada San Francisco existe una buena cobertura vegetal, y parte de ella probablemente se debe al interés de la municipalidad por proteger esa área, debido a la importancia que representa para la provisión de agua para el casco urbano municipal. Además la municipalidad tiene particular interés en la conservación de los recursos naturales de toda la microcuenca La Soledad por qué esta abastece de agua a parte de los municipios aledaños y en un futuro esperan una compensación económica por el servicio que brinda su territorio.

El PSEH busca complementar las iniciativas del productor y de las autoridades municipales para la protección y conservación de los recursos naturales, por lo tanto las áreas que según la Ley deberían estar protegidas, pueden ser consideradas en un proyecto de este tipo, además son áreas importantes que deberían siempre estar en cualquier proyecto de protección de recursos hídricos por la cercanía a las quebradas y los procesos de contaminación por escorrentía que se pueden dar.

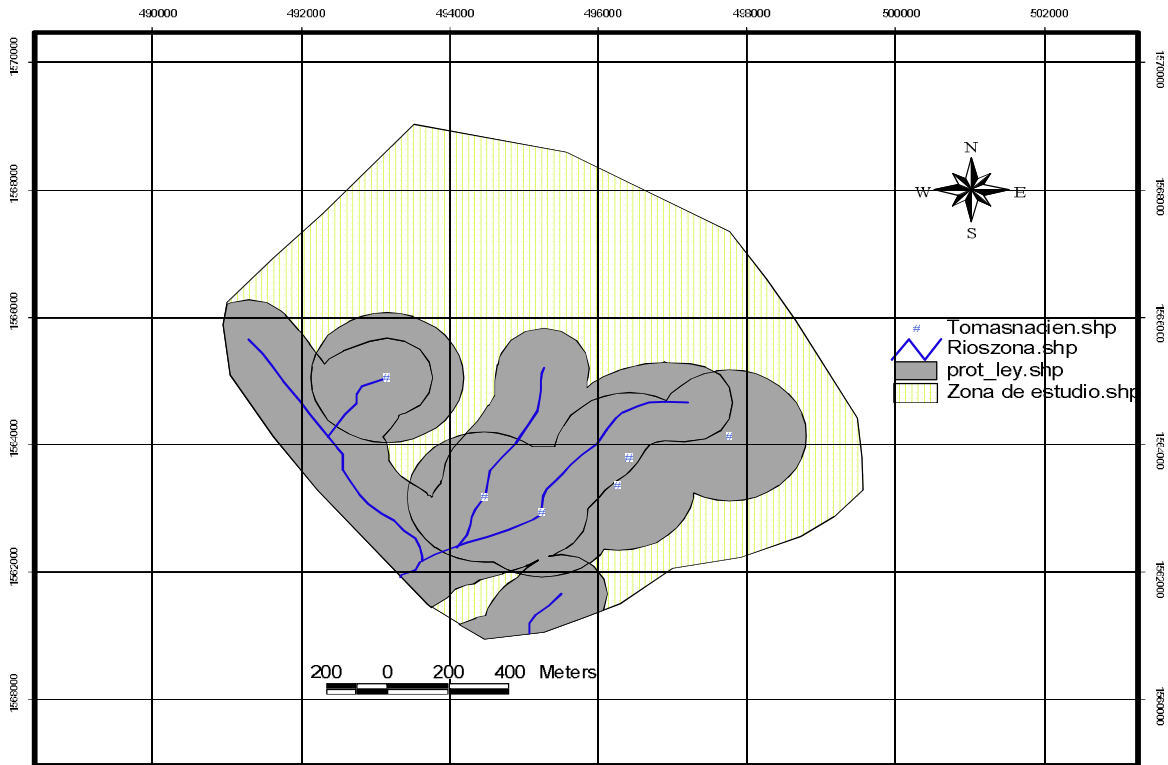
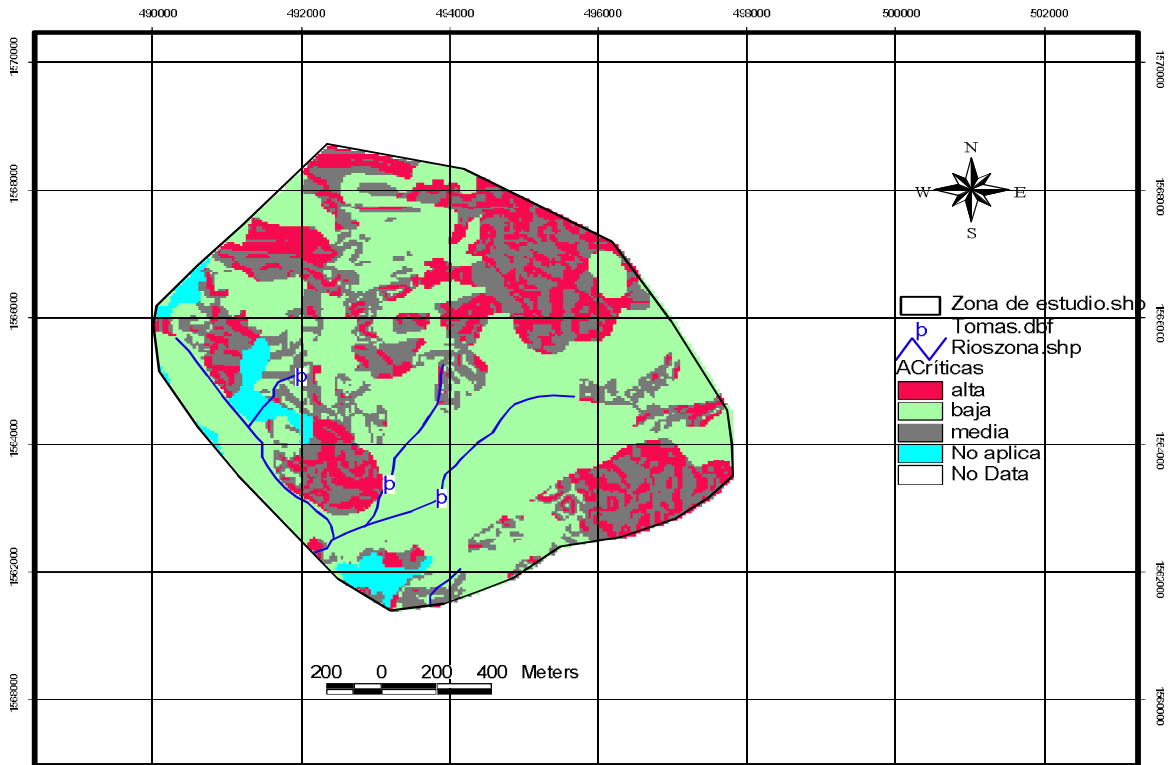


Figura 4. Área de amortiguamiento con base en la ley

Las áreas priorizadas se presentan en la Figura 5, para ello se realizaron cuatro categorías (alta, media, baja y no aplica), dando mayor importancia para un posible PSEH en las áreas agrícolas con pendientes fuertes que, entrarían en la categoría de alta prioridad, mientras que, las zonas pobladas se consideraron como no aplica por la dificultad para competir con este rubro. Las áreas para esas categorías se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Áreas prioritarias para un PSEH

Categoría	Número de hectáreas
Alta	4,5
Media	6,0
Baja	14,0
No aplica	0,9
Total	25,4



*Figura 5. Ubicación de las áreas prioritarias*

## 4.2 Identificación y caracterización de los proveedores actuales del servicio ecosistémico de protección del recuso hídrico (Objetivo 2)

Se entrevistaron 28 productores (Anexo 2) que cuentan con áreas aledañas a las fuentes de agua, de los cuales tres mujeres (11%) que viven en esas áreas. Aproximadamente seis de estos productores tienen viviendas en las partes altas de la microcuenca que no cuentan con los servicios básicos como: agua potable y letrinas, las cuales pueden ser un foco de contaminación debido a la cercanía a las quebradas.

Aproximadamente el 35% de los productores entrevistados están bajo la línea de pobreza, especialmente aquellos que se dedican a cuidar y manejar fincas, sin ser dueños de las tierras, actividad que es característica en la zona, obteniendo sus ingresos principalmente del cultivo de granos básicos y hortalizas, dado que no reciben salario por el cuidado de la finca, más que el arrendamiento gratis para la siembra de sus cultivos para consumo familiar, pero se consideran importantes por qué toman las decisiones de producción en esas fincas.

El 54% de los productores entrevistados poseen sus áreas en la parte alta, mientras que el 46% en la zona media del área de recarga hídrica superficial determinada para las fuentes



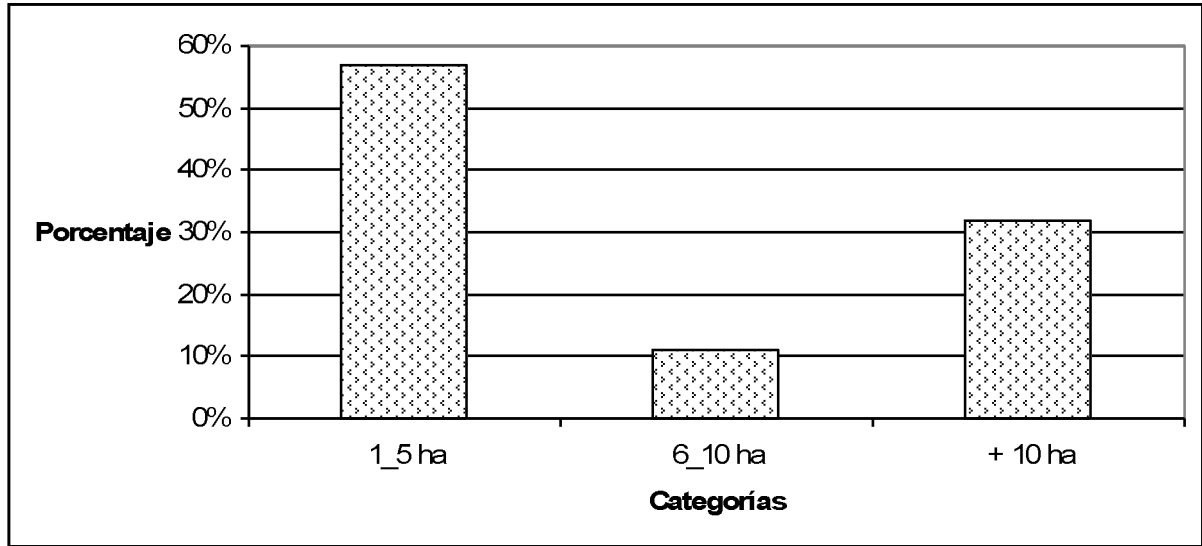
bajo estudio. La decisión de seleccionar esta área es debido a que nos interesa para un posible PSEH las áreas que se encuentran hacia arriba de las tomas de agua; las que pueden ser las generadoras del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico.

#### ***4.2.1 Tenencia de la tierra***

A los encuestados se consultó sobre la tenencia de la tierra, con base en el tipo de tenencia que existe en el país: dominio útil, dominio pleno y ejidal - municipal. En donde la mayoría de los productores (69%) tienen pleno poder sobre sus tierras y un 30% posee dominio útil, mientras que solo existe un (1%) de área ejidal que es manejada por la municipalidad. El alto porcentaje de tierra con dominio pleno puede ser un factor en contra para que la municipalidad o cualquier otro ente pueda influir directamente en el uso de esas áreas, lo que generalmente se registrará por las motivaciones del productor, de allí, la importancia de entrar en negociación con los propietarios, en donde el pago o compensación por los servicios ecosistémicos que brinden sus áreas puede ser una alternativa.

Por otra parte, el ordenamiento administrativo con base en la tenencia de la tierra no es el adecuado, a tal grado que la municipalidad no cuenta con un catastro rural que permitiría una información fidedigna y los registros del Instituto Nacional Agrario (INA) son obsoletos. Debido que al tratar de triangular la información de tenencia de la tierra brindada por los productores y los registros de la municipalidad y el INA, no era posible por qué no existían datos en estas instituciones y los que existían estaban obsoletos.

En cuanto al tamaño de las fincas se consultó sobre tres categorías: a) de una a cinco hectáreas, b) de seis a 10 hectáreas y c) más de 10 hectáreas. Es así que el 57% de las fincas de la zona de estudio se clasifican dentro de la primera categoría, es decir, con áreas que van desde una a cinco hectáreas, mientras que las fincas de seis a 10 hectáreas (categoría b) representan solo el 11% (Figura 6). Se nota que muchas de estas fincas solo tienen pequeños lotes dentro del área definida como zona de recarga hídrica superficial. Si se establece un proyecto de PSEH se debería pagar algún monto por las áreas que quedan fuera de la zona definida y de esa forma evitar los incentivos perversos que se podrían generar, como el manejo inadecuado de las áreas por las cuales no recibe ningún pago.



*Figura 6. Distribución de frecuencias del tamaño de la finca de los productores entrevistados*

Se consultó fue sobre el tiempo de tenencia y de utilizar esos predios, en donde la media es de 25,4 años, con una desviación estándar de 19,3, moda de 20 años y un rango de ½ a 81 años, lo cual podría ser un indicador que varias de las propiedades han sido herencias familiares, esto probablemente asegure la estabilidad en la tenencia y facilite posibles arreglos institucionales para la protección de la cuenca.

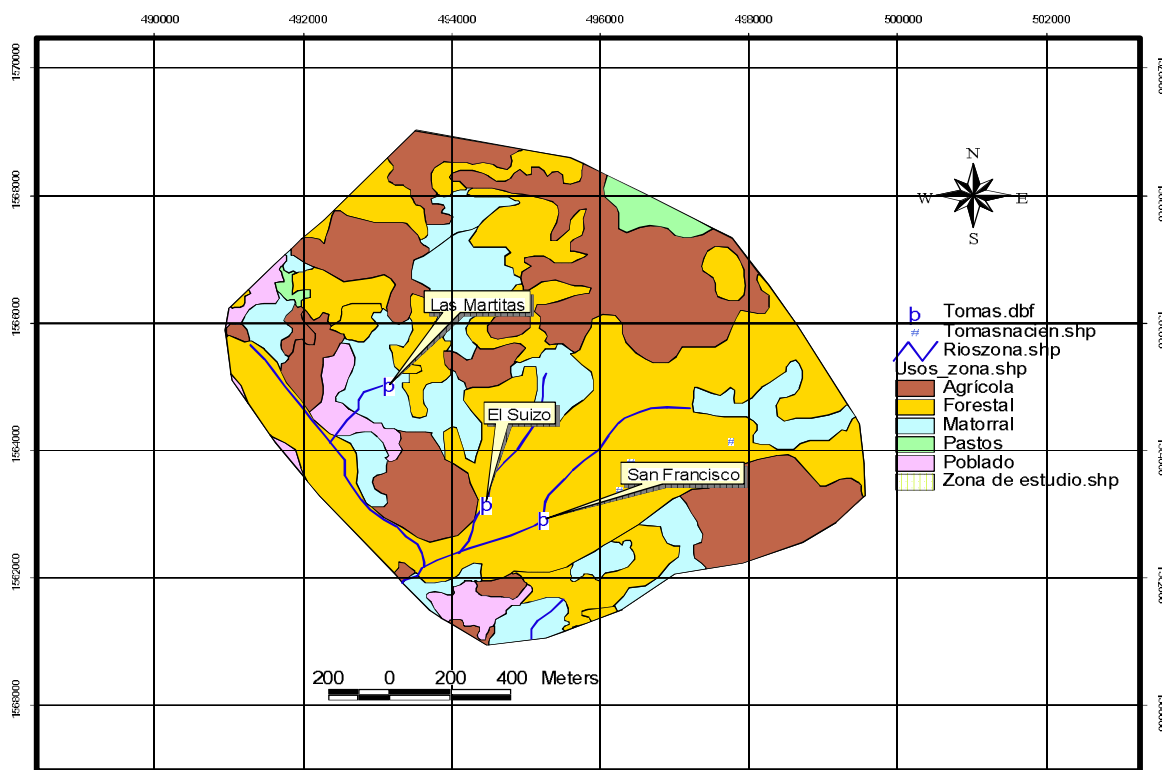
#### **4.2.2 Uso de la tierra**

Con base en los sistemas de información geográfica y con una fotografía aérea del 2003 se determinó los diferentes usos del suelo en la zona de estudio (Cuadro 10), la mayor área (33,20%) corresponde a bosque denso (mixto, ralo).

Cuadro 10. Uso de suelos de la zona de estudio

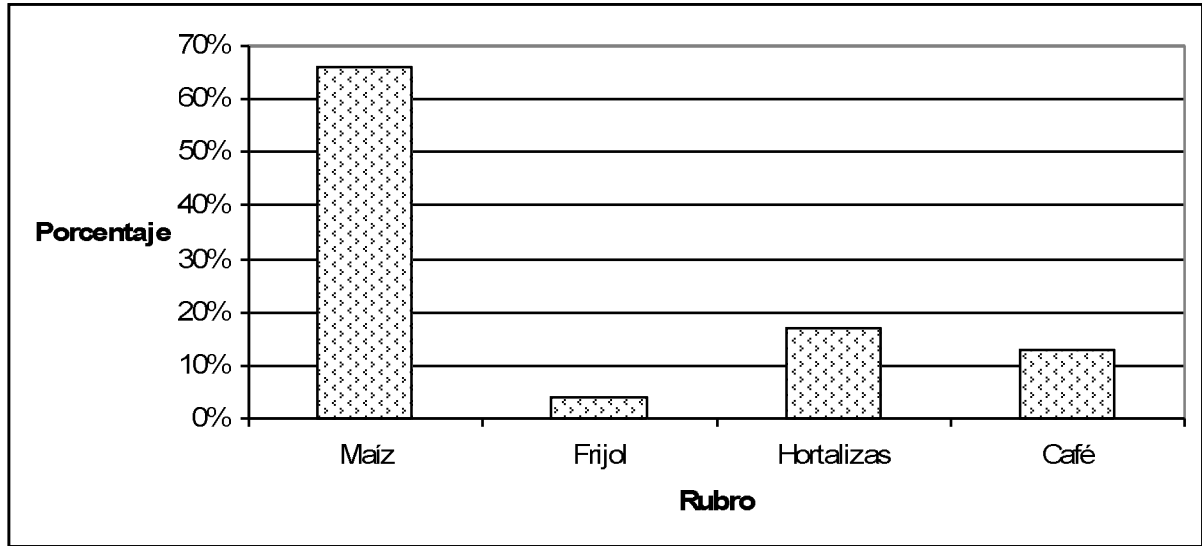
Uso	Área en hectáreas	Porcentaje
Poblado	0,9	3,6
Pastos	0,4	1,6
Bosque ralo	3,4	13,6
Pino denso	8,4	33,2
Cultivo	7,6	30,0
Matorral	4,6	18,0
<b>Total</b>	<b>25,3</b>	<b>100.0</b>

En la Figura 7 se muestran los usos del suelo de la zona de estudio, en donde se rescata la presencia de bosque alrededor de las fuentes de agua de El Suizo y La Quebrada San Francisco, mientras que en las áreas aledañas a la fuente de Las Martitas sobresalen los matorrales y la agricultura, por lo que se le deberá dar mayor atención en el corto plazo.



*Figura 7. Usos del suelo de la zona de estudio*

Por otra parte, dentro de las áreas agrícolas de los productores encuestados, los rubros que más sobresalen con base en área cultivada y número de productores es el maíz (66%), seguido por las hortalizas (repollo, zanahoria y papa) (Figura 8). Las hortalizas se cultivan muchas veces bajo un sistema de rotación de cultivos en los mismos predios donde se siembra maíz u/o otros rubros que permiten esta práctica. El café es un cultivo que está adquiriendo relevancia en la zona, en donde se está iniciando con el establecimiento de pequeñas plantaciones que van desde una a tres hectáreas con edades que oscilan entre uno y cuatro años.



*Figura 8. Principales cultivos explotados con base en el número de productores entrevistados*

Por lo general las áreas destinadas a la producción agrícola son utilizadas además para el pastoreo de ganado bovino, actividad que se realiza una vez que termina el ciclo de producción agrícola. Esto sin embargo sería una limitante para la práctica de agricultura conservacionista con obras físicas de conservación de suelos y agua, debido a que el pastoreo de los animales tiende a dañar las obras de conservación.

#### **4.2.3 Rendimiento de los cultivos**

El maíz es el principal cultivo en el área de estudio, seguido de las hortalizas, las cuales presentan una mayor rentabilidad. La media de producción del maíz es de 21,24 qq/ha, la cual esta por debajo del promedio nacional (25,43 qq/ha) (INE 2005), con estos rendimientos el productor obtiene pérdidas si se contabiliza la mano de obra (Cuadro 11), sin embargo se continua cultivando probablemente por costumbre y por seguridad alimentaria. Los cultivos más rentables económicamente según la encuesta aplicada son las hortalizas (Zanahoria y Papa), en las cuales se reducen los costos porque muchas veces no se invierte en preparación de suelos y se reduce el uso de agroquímicos, debido a que, se utiliza el sistema de rotación de cultivos.

Cuadro 11. Costos de producción (en lempiras<sup>6</sup>) de los principales rubros cultivados en la zona de estudio

<b>Cultivo</b>	<b>Costo de prod.</b>	<b>Rendimientos qq/ha</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Ingreso bruto</b>	<b>Ingreso neto</b>	<b>RBC<sup>7</sup></b>
Maíz	7.066	21	175	3.675	-3.391	0,52
Frijol	4.386	17	500	8.500	4.114	1,94
Hortalizas	48.640	442	197	87.074	38.434	1,79
Café <sup>8</sup>	41.267	30	1.500	45.000	3.733	1,09

Un aspecto importante que se debe considerar es que probablemente los productores no cuantifican el aporte de la mano de obra familiar (Cuadro 12), lo cual disminuye los costos de producción y de esta forma da mayor importancia a la seguridad alimentaria y emocional de su familia, además, el costo de oportunidad puede ser mayor si se compara con un productor que no tiene trabajo, especialmente en un mercado laboral en donde la oferta de trabajo es baja.

Cuadro 12. Costo de producción (en lempiras) sin considerar la mano de obra del productor

<b>Cultivo</b>	<b>Costo de proa.</b>	<b>Rendimientos qq/ha</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Ingreso bruto</b>	<b>Ingreso neto</b>	<b>RBC</b>
Maíz	2.041	21	175	3.675	1.634	1,8
Frijol	3.026	17	500	8.500	5.474	2,8
Hortalizas	42.495	442	197	87074	44.579	2,1
Café	32.148	30	1.500	45.000	12.852	1,4

La recolección de información sobre los costos y rendimientos de los rubros explotados en la zona se dificulta por que los productores manejan muy pocos registros de sus sistemas productivos, a la vez las unidades de medida utilizadas en el lugar (medidas) dificultan la conversión a qq/ha. Por otra parte el rango de producción en la zona de estudio oscila entre 8,6 qq/ha a 28,6 qq/ha, esta variabilidad entre los rendimientos se puede deber a que algunos productores han sido capacitados por proyectos de desarrollo en la implementación de una agricultura semi tecnificada. En especial se destacan algunos miembros de grupos organizados que tienen acceso a semilla mejorada, fertilizantes y probablemente realizan mejores prácticas de conservación de suelos y aguas.

<sup>6</sup> El cambio actual es de 19,0275 Lempiras por un US\$

<sup>7</sup> Relación beneficio costo

<sup>8</sup> Se han considerado los ingresos a partir de tercer año de producción

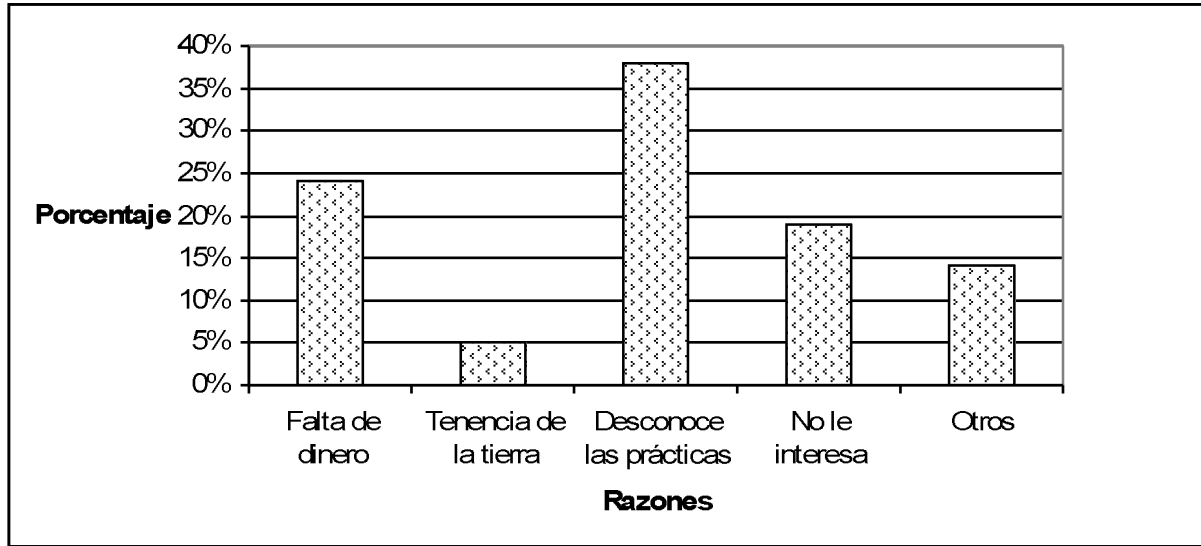
#### ***4.2.4 Prácticas actuales de conservación de suelos y aguas***

Con base en la discusión del taller con expertos, las obras físicas de conservación de suelos y aguas son las que más contribuyen a la protección del suelo contra la erosión y la retención de agua. A largo plazo estas obras pueden generar mayores rendimientos y por ende mayores ingresos para el productor. No obstante, el proyecto LUPE (1998) asegura que las obras físicas juegan un papel secundario en la nueva estrategia de protección de suelos de la ladera, debido a los altos costos de mano de obra para su construcción y mantenimiento y sus funciones pueden ser desempeñadas por medidas agronómicas como barreras vivas y cultivos en callejones entre otras, siempre y cuando las pendientes del terreno lo permitan debido que en pendientes mayores del 12% será necesario la implementación de al menos una obra física.

En la década de los 90 existió en el municipio un proyecto que estaba orientado a la realización de obras de conservación de suelos y agua, vía incentivos; sin embargo, la adopción y adaptación de las obras en la zona fue muy baja. Las que se adoptaron no perduraron en el tiempo, producto talvez de la baja concienciación que se realizó en los productores y ha que el incentivo era para la construcción de las obras y no se premiaba el mantenimiento. Además, es importante considerar que las obras físicas limitan el uso del suelo (solo para agricultura) y el productor de la zona una vez que saca la cosecha aprovecha el rastrojo para pastoreo.

Con la finalidad de conocer si el productor actualmente realiza algún tipo de obra y/o práctica de conservación de suelos y agua, se consultó sobre tres categorías de prácticas de conservación de suelos y aguas: a) obras físicas de conservación de suelos y agua, b) medidas agronómicas y, c) prácticas agroforestales y silvo pastoriles.

Apenas el 25% de los productores cuentan con alguna obra física de conservación de suelos, de los cuales el 29% han recibido capacitación para la implementación de esas prácticas y el 71% de las prácticas realizadas han sido financiadas por los productores. Al consultar el por qué no se implementan obras físicas de conservación de suelos en sus fincas, el 38% respondió que la razón principal se debe al desconocimiento de las prácticas (Figura 9). Dichos resultados no son consistentes con la presencia de vestigios de obras físicas en algunas fincas y con la experiencia en el municipio de proyectos orientados a la conservación de suelos que apoyaban la construcción de obras físicas y medidas agronómicas.



*Figura 9. Factores que influyen en la zona de estudio para lo no implementación de obras físicas de conservación de suelos y aguas*

De las tres categorías evaluadas, las medidas agronómicas son las que con mayor frecuencia el productor desarrolla en su finca (Ver Anexo 4.2), y dentro de estas la siembra contra la pendiente, uso de rastrojos y la no quema. Esto probablemente se deba a la facilidad para la realización de estas prácticas y a los bajos costos que representa su implementación. Por otro lado las prácticas agroforestales y silvopastoriles representan una baja adopción en la zona (Ver Anexo 4.3), es decir, los productores las aplican con baja frecuencia y con excepción de casos esporádicos especialmente en café.

#### ***4.2.5 Disposición de implementar prácticas de conservación de suelos y aguas***

Además se consultó sobre la disponibilidad de adoptar obras y/o prácticas de conservación de suelos y aguas, de igual forma las obras físicas son las que despiertan menos interés por parte de los productores, lo cual se puede deber al alto costo de construcción y mantenimiento. Se consultó por seis obras físicas (acequias de ladera, terrazas individuales, terrazas de banco, terrazas angostas, barreras de piedra y diques de piedra) y ninguna resultó atractiva para los productores (Ver Anexo 5.1).

Por otra parte, las medidas agronómicas despertaron mayor interés por los productores. Entre estas se pueden mencionar las barreras vivas, la no quema, la siembra contra la pendiente, el uso de rastrojos y la rotación de cultivos, las cuales anduvieron arriba del 60% de aceptación (Ver Anexo 5.2). Las medidas agronómicas contribuyen especialmente a la

retención de humedad y a mejorar la infiltración del agua en el suelo, además de que el costo es menor si se compara con las obras físicas (LUPE 1998, PASOLAC 1999, Baltodano 2005), por estas razones estas prácticas pueden ser una alternativa viable para un PSEH.

En cuanto a las prácticas agroforestales y silvopastoriles se consultó sobre cultivos con árboles, cultivos bajo sombra, árboles dispersos en potreros, cercas vivas, reforestación y regeneración natural. Los cultivos con árboles y cercas vivas fueron las prácticas más atractivas para los productores (Ver Anexo 5.3).

#### **4.2.6 Variables socioeconómicas**

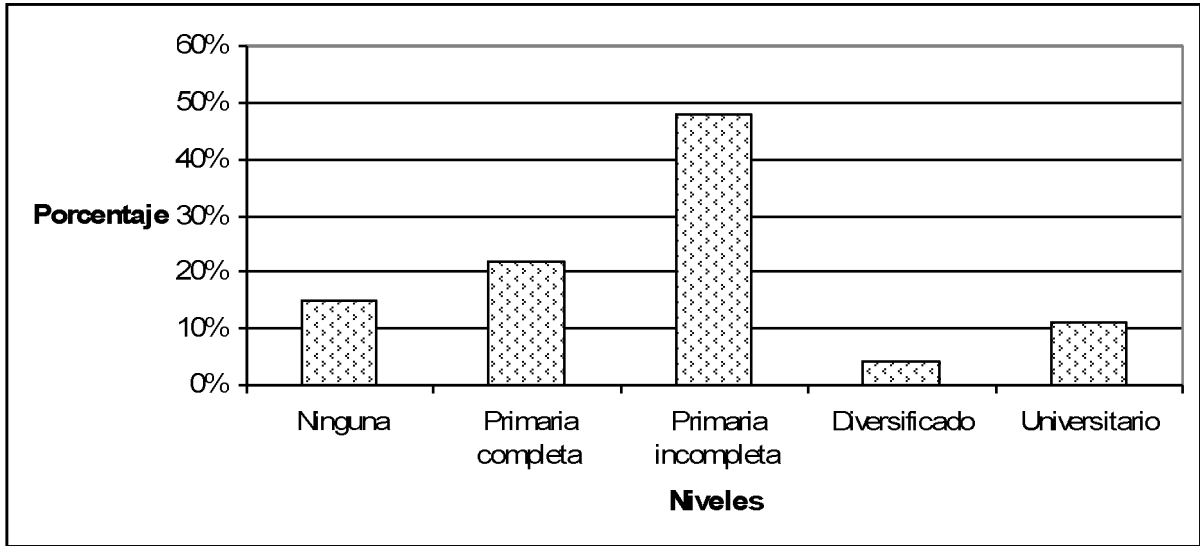
El 89% de los entrevistados eran hombres y un 11% mujeres, de los cuales el 50% cuentan con una familia estable y un 32% son solteros (Cuadro 13).

Cuadro 13. Género y estado civil de los entrevistados

<b>Variable</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
Genero	Hombre	89%
	Mujer	11%
Estado civil	Casado	50%
	Soltero	32%
	Otro	18%

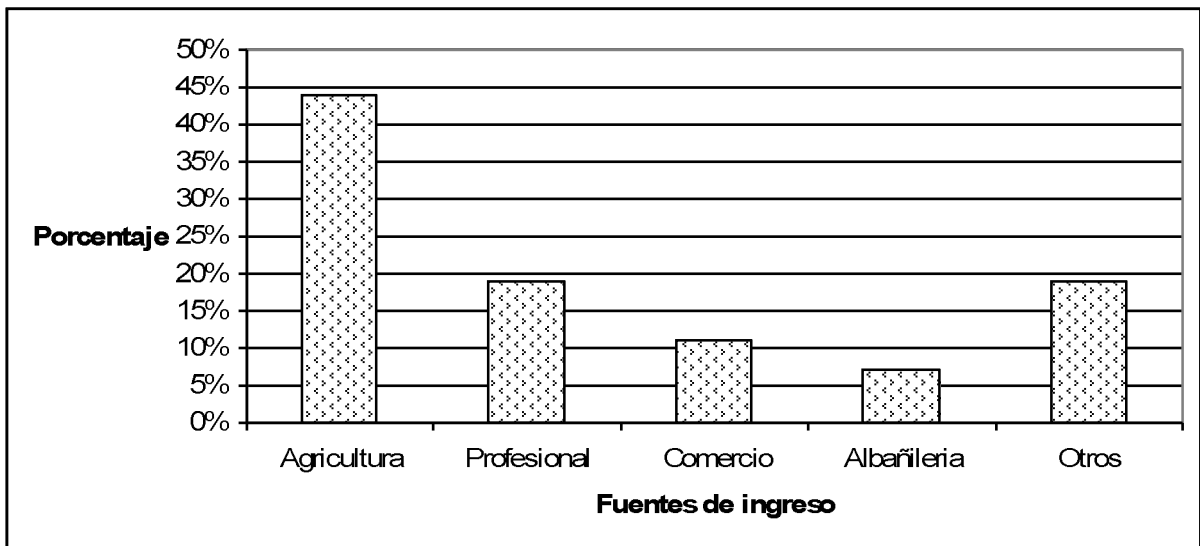
En cuanto al nivel de educación, el 47% de los productores entrevistados no han completado el nivel básico de educación primaria (Figura 10), lo que podría ser una causa de los niveles de pobreza imperantes en la zona y del proceso de degradación de la microcuenca; esto podría dificultar la propuesta de PSEH, dado que según Baltodano (2005) el nivel educativo influye directamente con la conciencia hacia la protección y conservación de los recursos naturales.





*Figura 10. Grado de educación de los productores encuestados*

Apenas el 70% de los productores entrevistados cuentan con agua potable, 82% con letrinas y un 61% con energía eléctrica. La falta de agua potable, de letrinas y la cercanía en que viven estos productores de las fuentes de agua pueden ser algunos factores que aumentan los riesgos de contaminación de estas. Por otra parte la principal fuente de ingresos para el 44% de los productores de la zona de estudio es la agricultura, seguida por los que cuentan con trabajos fijos (profesionales) y otros (vigilantes y asalariados) (Figura 11).



*Figura 11. Principales fuente de ingresos de los dueños del área bajo estudio.*

Referente a la utilización de mano de obra, el 74% de los productores utilizan mano de obra familiar en sus fincas, mientras que el 85% del total de los encuestados, contrata

esporádicamente ese servicio cuando es necesario; por otra parte el 16% cuentan con personal que cuida la finca.

Los productores en su mayoría utilizan agroquímicos y algunas prácticas tradicionales para el manejo agronómico de los cultivos, lo cual se debe probablemente a cuestiones culturales arraigadas que, asociados con los problemas económicos, aceleran el deterioro de los recursos naturales. Lo que sería un impedimento para implementar un programa conservación de suelo y agua, a menos que se generen incentivos para el productor y se brinde monitoreo, capacitación y seguimiento constante para la implementación de las prácticas de protección.

### **4.3 Identificación de prácticas de uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 3)**

Según lo planteado en la metodología, la identificación de prácticas de uso de la tierra orientadas a dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico se realizó con base en juicios de expertos. Para ello se sometió a un grupo de productores y profesionales de las ciencias agrícolas a discutir sobre las distintas prácticas u/o obras que se consideran las más apropiadas para tal fin.

Se realizaron cuatro exposiciones sobre el tema y se clasificaron las diferentes prácticas u/o obras en tres categorías: a) las obras físicas b) medidas agronómicas y c) prácticas agroforestales y silvopastoriles. Según los expertos y productores, la selección de determinada práctica de conservación de suelos esta dada por las condiciones agroecológicas, el tipo de suelo, la geología, la pendiente y la disponibilidad del productor de adoptar la práctica. Además podría estar directamente relacionada con las condiciones socioeconómicas del productor, lo que esta acorde con lo estipulado por el proyecto LUPE y PASOLAC en 1998 y 1999 respectivamente.

Por otra parte se hizo mucho hincapié por parte de los expertos que se debe potenciar la capacidad del productor y de la unidad productiva de tal forma que puedan generar no solo servicios ambientales sino también beneficios económicos para el productor debido a que al incrementar estos últimos es posible que incremente la conciencia por proteger las microcuencas. Por lo tanto no se dió un paquete tecnológico específico de prácticas que se deberían usar en la zona, pero si los lineamiento técnicos necesarias para seleccionar las más

adecuadas de acuerdo a las características agroecológicas del lugar y al nivel socioeconómico de los productores. En el Cuadro 14 se muestra una preselección de prácticas.

Cuadro 14. Preselección de prácticas de conservación de suelos y agua

Obras físicas	Medidas agronómicas	Prácticas agroforestales y/o silvopastoriles
Acequias de ladera Terrazas individuales	Labranza mínima Manejo de rastrojos y no-quema Barreras vivas <sup>9</sup> Siembre contra la pendiente Distanciamientos de siembra	Cultivos bajo sombra Cercas vivas Árboles dispersos en potreros

Dentro de las **obras físicas** las acequias de ladera pueden contribuir tanto para retener como para drenar el agua, sin embargo esto dependerá de los fines que persiga el productor, de las condiciones climatológicas y del tipo de suelo de la zona (LUPE 1998; PASOLAC 1999), además. En este estudio en particular en donde se busca que las prácticas seleccionadas conserven el agua, nos interesan las acequias de infiltración es decir las que su objetivo principal es la retención de agua.

Es importante considerar que muchas veces las **medidas agronómicas** son complementarias entre ellas así como de algunas obras físicas (LUPE 1998; PASOLAC 1999). Por esta razón se debe adecuar un paquete tecnológico que asegure la protección del suelo y la infiltración del agua, para tratar de ser efectivo en mejorar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

#### 4.3.1 Costos de las prácticas de conservación de suelos y agua

Para valorar estas prácticas se consideraron los costos de implementación y mantenimiento (mano obra, tracción animal, insumos y/o materiales; todos a precios de mercado)<sup>10</sup> y se restaron los ingresos por la venta de algún producto que la práctica pueda generar como en el caso de las barreras vivas (flores y/o producto).

Los costos para la implementación de las prácticas de conservación de suelos y aguas (Cuadro 15), se calcularon tomando en cuenta las recomendaciones de los expertos y los productores además de la gama de alternativas dentro de las tres categorías (obras físicas,

<sup>9</sup> Algunos autores las clasifican dentro de obras físicas, pero debido a la similitud con las medidas agronómicas se clasifican dentro de este grupo.

<sup>10</sup> No se considero el costo de las herramientas

medidas agronómicas y sistemas silvopastoriles y/o agroforestales), por ejemplo dentro de las obras físicas, a pesar de que contribuyen directamente con la protección de suelos y agua, solo se considero las acequias de infiltración.

Para el cálculo de los costos de las acequias de infiltración, se tomó en cuenta el establecimiento de cinco acequias por hectárea, es decir con un distanciamiento de 20 m entre cada una. Este distanciamiento se considera como el mínimo según los expertos debido a las pendientes del terreno, y con esto se podría asegurar una mayor infiltración de agua y una reducción de la escorrentía. Por otro lado, la apertura del suelo se plantea realizar con tracción animal, esto porque en la zona la mayor parte de los productores utiliza este recurso y esto disminuye considerablemente los costos si se compara con una realización manual.

Las medidas agronómicas que se consideraron (Cuadro 15) son las que en combinación con medidas complementarias como la siembra en contorno (siembra contra la pendiente) y los distanciamientos de siembra mejoran la infiltración de agua (LUPE 1999; PASOLAC 1999). No se considera la labranza mínima como una medida agronómica porque en pendientes elevadas (que es el caso de la zona) y altas precipitaciones puede acelerar la degradación de los suelos y la disminuir la calidad del agua.

En pendientes pronunciadas donde se siembra de granos básicos, la cero labranza acompañado de otras tecnologías como siembra en contorno, no-quema y manejo de rastrojos como cobertura han dado buenos resultados en el control de la erosión y en mejorar la infiltración del agua, debido a que se disminuye el efecto directo de las gotas de lluvia y de la escorrentía sobre el suelo. Adicionalmente estas prácticas protegen la estructura y la macro fauna del suelo (PASOLAC 2005).

Se plantea como alternativa la implementación de barreras vivas mixtas las cuales son prácticas en donde se considera sembrar dentro de una barrera densa un cultivo que le genere algún beneficio económico al productor. Como cultivos que se podrían plantar se consideran las musáceas, el durazno, la manzana, el aguacate entre otros, que pueden adaptarse a las condiciones agroecológicas de la zona. En este caso se calculo el ingreso que puedan generar estos cultivos y se restó al costo de implementación, por qué de no hacerlo de esa forma se estaría premiando doble al productor con un posible PSEH.

Cuadro 15. Costos de las prácticas de conservación de suelos y aguas seleccionadas para la valoración económica

Tipo	Tecnología	Costo estab. US\$/Ha	Costo de mant. US\$/Ha (año)
Obras físicas	Acequias de infiltración*	48,4	21,0
Medidas agronómicas	Manejo de rastrojos y no quemas	25,0	
	Barreras vivas (Valeriana)	73,6	8,5
	Barreras vivas (Agapanto)	29,0	8,5
	Barreras vivas de espada de San Miguel	101,0	8,5
	Barrera mixta	45,2	8,5
Prácticas agroforestales y silvopastoriles	Cultivos bajo sombra	56,8	8,5
	Cercas vivas**	64,0	9,0
	Pasturas mejoradas***	76,8	56,8
	Árboles dispersos en potrero****	48,4	14,7

\*Se consideran cinco acequias por hectárea, distanciadas a 20 m entre cada una.

\*\**Liquidambar styraciflua* (Cercas vivas)

\*\*\**Brachiaria*

\*\*\*\**Alnus acuminata* (40 árboles por hectárea)

En las prácticas agroforestales y silvopastoriles se contempló la implementación de pasturas mejoradas debido a que se estaría disminuyendo el tiempo de pastoreo y con ello la compactación del suelo, por ende se mejoraría la infiltración del agua. Diferentes estudios han demostrado que las pasturas densas mantienen altas tasas de infiltración debido a que absorben el impacto de las gotas de lluvia (Foth 1992; Stadmüller 1994).

Por otra parte, las cercas vivas y los árboles dispersos en poteros son prácticas que han sido poco difundidas en la zona. La altura sobre el nivel del mar no hace posible la adaptación de especies que han dado buenos resultados en zonas bajas y que contribuyen a la protección de los suelos y agua. Según Barrance *et al.* (2003) para esas alturas se puede implementar como cercas vivas el *Liquidambar styraciflua* que es una especie adaptada a la zona y que posee raíces profundas que mejoría la infiltración de agua y además puede servir como leña, considerando también que la madera es utilizada en carpintería y ebanistería. Para árboles dispersos en potreros se puede utilizar el *Alnus acuminata* (Ilamo, Jaúl) que además de adaptarse bien a las condiciones del lugar puede ser utilizado para postes, leña, y la madera para fines comerciales (Barrance *et al* 2003).

## 4.4 Determinación de un monto de compensación por mantener o incrementar la oferta de servicios ecosistémicos (Objetivo 4)

### 4.4.1 Valoración del costo de oportunidad de la tierra

La valoración del costo de oportunidad de la tierra se realizó en un área que esta cubierta de bosque, por lo que no se consideraron los costos de inversión para plantaciones forestales y/o regeneración natural y no se esta proponiendo un cambio de uso del suelo sino mantener lo situación actual. En donde solo se estimó una inversión inicial consistente en la cerca de la zona.

#### 4.4.1.1 Costo de oportunidad de la producción

Es la rentabilidad del maíz y hortalizas que el productor percibiría si realizara un cambio de uso del suelo. Con base en las encuestas realizadas a los productores y en estudios anteriores (base de datos INE 2005), se realizó el cálculo para determinar los costos e ingresos de estos cultivos y de allí la rentabilidad de los mismos, de la forma siguiente:

$$\sum (\text{ingresos} / \text{ha} / \text{año}) - (\text{costos} / \text{ha} / \text{año}) = \text{rentabilidad}$$

$$\$4.765,53 - 2.928,84 = \mathbf{1,836.69}$$

El costo de oportunidad de la producción que se utilizó en la valoración para mantener el uso actual del suelo es de **\$1,836.69**.

En el Cuadro 16 se presentan los costos por hectárea en que incurren los productores por mantener las áreas con cobertura vegetal en la zona de estudio y especialmente en los predios aledaños a las quebradas y fuentes de agua.

Cuadro 16. Costos por hectárea para mantener la cobertura vegetal en la zona de estudio

Concepto	Monto año 1 (US\$/ha)	Monto año 2 (US\$/ha)
Inversión inicial	153,0	0,0
Mantenimiento	0,0	16,8
Costo de oportunidad de la producción	1.836,7	1.836,7
<b>Total</b>	<b>1.989.7</b>	<b>1.853,5</b>

En el Cuadro 17 se presenta la propuesta para mantener la cobertura vegetal del área (11 ha) que actualmente esta cubierta por bosque (8 ha privadas y 3 ejidales). La propuesta consiste en el pago de US\$ 70 por hectárea en el primer año y US\$ 65 por hectárea para los años siguientes, lo que corresponde al 3,5% del costo de oportunidad de la tierra debido a que

según la ley forestal no se permite un cambio de uso en las áreas aledañas a las fuentes de agua para consumo humano y con esto se esta incentivando al productor para que las mantenga el bosque.

Cuadro 17. Costos anuales (US\$) por mantener la cobertura vegetal

Área ha/año	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	560,0	520,0	520,0	520,0	520,0	520,0	520,0	520,0	520,0	520,0
3	25,2	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5	50,5
<b>Total</b>	<b>585,3</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>	<b>570,5</b>

#### ***4.4.2 Valoración de los costos de implementación de tecnologías de conservación de suelos y agua en las áreas prioritarias***

Para la valoración económica de las obras de conservación de suelos se parte de la premisa que el productor continuará haciendo lo que actualmente realiza y que no habrá ningún cambio de uso del suelo, por lo tanto, se propone una compensación por la implementación y mantenimiento de las prácticas de conservación de suelos, destinadas a conservar la calidad del agua superficial.

Diversos estudios realizados en el país por el proyecto LUPE (1998) y PASOLAC (2005), demuestran que los mejores resultados para la conservación de suelos y aguas lo brinda una combinación de tecnologías entre obras físicas y medidas agronómicas, esto debido a que las obras físicas son las que más pueden contribuir a la protección pero no son las más adoptadas por los productores, y en muchos casos se ha optado por las medidas agronómicas debido a los bajos costos de implementación y otros beneficios adicionales. De tal forma que se propone solo una obra física (acequias de infiltración) porque es una de las prácticas que más contribuye con la infiltración de agua y su costo es relativamente bajo.

Con los costos de implementación de las prácticas de conservación de suelos y agua calculados anteriormente (Cuadro 15) y con base en las observaciones de campo de los usos de suelo de la zona de estudio, se plantearon tres escenarios a) para cultivos anuales b) cultivos perennes c) sistemas silvopastoriles. Se consideró el área de cada uno de los escenarios y se propone la implementación del 20% por año de las prácticas económicamente más costosas de tal forma que al año cinco estuvieran realizadas todas las obras y/o prácticas propuestas. En la primera estimación se calculan los montos anuales, incluyendo los costos de

las acequias y un costo promedio de las barreras vivas, más el manejo de rastrojos y no quema. Las dos últimas prácticas se proponen para los primeros escenarios, es decir para los cultivos anuales y perennes debido a la importancia para la retención de humedad y para el amortiguamiento de las gotas de lluvia.

El Cuadro 18 corresponde al escenario diseñado para cultivos anuales. En este caso se propone la siembra de cinco acequias de ladera acompañadas con igual número de barreras vivas, esto con el fin de garantizar una buena protección de la acequia y una mayor eficiencia de las prácticas. Adicionalmente es necesario que estas obras sean acompañadas de medidas agronómicas complementarias como la siembra en contorno y distanciamientos de siembra adecuados, por las cuales no se propone pago alguno, debido a que son prácticas que no requieren gastos adicionales y solamente es necesario orientar al productor para su realización.

Se estimó que las acequias de infiltración y las barreras vivas son las prácticas más caras por lo que se propone realizar una por año (20% por año) de tal forma que a los cinco años se haya completado la implementación de cinco obras por hectárea y de allí en adelante pagar solamente mantenimiento (Cuadro 19).

Cuadro 18. Estimación de costos para la implementación de prácticas en cultivos anuales para el primer año (US\$). Escenario 1.

<b>Práctica</b>	<b>I. %/ha</b>	<b>II. Inversión inicial</b>	<b>(I*II)</b>	<b>III. Mantenimiento</b>	<b>(III*I)</b>
Acequias de infiltración	20	48,4	9,7	21,0	4,2
Barreras vivas	20	62,2	12,4	8,5	2,0
Manejo de rastrojos y no quema	100	25,0	25,0	0,0	0,0
<b>Total / Ha</b>			<b>47,1</b>		<b>6,2</b>

En el Cuadro 19 se presenta la propuesta de compensación para los productores que se encuentren dentro del escenario uno, en donde por la implementación del paquete de prácticas del Cuadro 19 se propone pagar US\$ 50 por hectárea/año para la implementación y US\$ 6 por hectárea/año por mantenimiento para los primeros cinco años y US\$ 50 por hectárea para los años siguientes por mantenimiento de las obras y el manejo de rastrojos. Además se proyectan los costos totales a 10 años que sería el costo de la propuesta por año para dicha área.



Cuadro 19. Estimación de los costos (US\$) de implementación de las prácticas propuestas para cultivos anuales proyectados a 10 años

Área ha/año	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50,0	56,0	62,0	68,0	74,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
7	350,0	392,0	434,0	476,0	518,0	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0

Para las áreas con cultivos perennes (Escenario 2) que asciende ha aproximadamente tres hectáreas, se propone la implementación de sombra, barreras vivas y el manejo de rastrojos. Los costos en que incurriría el productor para la implementación y mantenimiento de esas prácticas se presentan en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Estimación de costos para la implementación de prácticas en cultivos perennes para el primer año (US\$)

Práctica	I. %/ha	II. Inversión inicial	(I*II)	III. Mantenimiento	(III*I)
Cultivos bajo sombra	20	56,8	11,4	9,0	1,8
Barreras vivas de espada de San Miguel	20	101,0	20,2	8,5	1,7
Manejo de rastrojos	100	17,0	17,0	0,0	0,0
<b>Total / Ha</b>			<b>48,6</b>		<b>3,5</b>

Con base en los datos anteriores se realizó la propuesta de compensación para los productores que cuenten con cultivos perennes, en donde por implementar el paquete de prácticas del Cuadro 20 se le estaría pagando un monto de US\$ 55 por hectárea por año, haciendo el 20% de dichas prácticas cada año de tal forma que al año cinco se haya terminado de realizar las obras y a partir de ese año pagar solamente mantenimiento. En los primeros cinco años se propone pagar un monto por mantenimiento de US\$ 6 por hectárea/año y a partir del año seis se estaría compensando con US\$ 40 por hectárea/año por mantenimiento y el manejo de rastrojos. El objetivo de pagar más que los costos de implementación de las prácticas es para enviar señales al mercado de los sistemas de explotación que más interesan para conservar la calidad del agua.

Cuadro 21. Estimación de los costos (US\$) para la implementación de las prácticas propuestas para cultivos perennes, proyectados a 10 años

Área ha/año	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	55,0	61,0	67,0	73,0	79,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
3	165,0	183,0	201,0	219,0	237,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0

El escenario tres consiste en la implementación de prácticas para las áreas donde existe ganadería, en donde se propone la implementación de pasturas mejoradas, cercas vivas y árboles dispersos en potreros, con la finalidad de hacer más eficiente el sistema y contribuir a la conservación de suelos y aguas. En el Cuadro 22 se detallan los costos de implementación de estas prácticas por hectárea de terreno, proponiendo que las cercas vivas y pasturas mejoradas se implementen el 20% de la hectárea / año.

Cuadro 22. Estimación de costos (US\$) para la implementación de prácticas en sistemas silvopastoriles para el primer año.

Práctica	I. %/ha	II. Inversión inicial	(I*II)	III. Mantenimiento	(III*I)
Cercas vivas	20	64,0	12,8	9,0	1,8
Pasturas mejoradas	20	76,8	15,4	56,8	11,4
Árboles dispersos en potreros	50	48,4	24,2	14,7	7,4
<b>Total / Ha</b>			<b>52,4</b>		<b>20,6</b>

En el Cuadro 23 se presentan los costos de implementación en el tiempo del paquete de prácticas propuestas para los sistemas silvopastoriles, en los cuales igual que en los otros escenarios se propone la implementación de un porcentaje del área en los primeros cinco años.

Cuadro 23. Estimación de costos (US\$) de implementación de prácticas en sistemas silvopastoriles

Área ha/año	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	55	75	65	70	81	66	66,0	66,0	66,0	66,0
3	165,0	225,0	195,0	210,0	246,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0

Los tres escenarios diseñados son congruentes con el uso de suelo observado en la zona de estudio, en donde existen 13 hectáreas que han sido intervenidas y se propone que el productor continúe haciendo las mismas actividades. Mientras que para las áreas cubiertas de bosque (11 hectáreas) se plantea que se pague por conservación. En el Cuadro 24 se muestra la estimación de los costos anuales totales para los tres escenarios, en donde se necesitaría

aproximadamente un monto promedio de US\$ 1.328 por año para la implementación de las prácticas planteadas para la zona de recarga hídrica superficial.

Cuadro 24. Estimación de costos (US\$) del proyecto para 10 años

Año	Escenarios			Total
	Conservación	Cultivos anuales	Cultivos perennes	
1	585,3	350,0	165,0	1.265,3
2	570,5	394,0	183,0	1.372,5
3	570,5	434,0	201,0	1.400,5
4	570,5	476,0	219,0	1.475,5
5	570,5	518,0	237,0	1.571,5
6	570,5	350,0	120,0	1.238,5
7	570,5	350,0	120,0	1.238,5
8	570,5	350,0	120,0	1.238,5
9	570,5	350,0	120,0	1.238,5
10	570,5	350,0	120,0	1.238,5

En el Cuadro 25 se presenta un resumen de la propuesta de pagos por servicios ecosistémicos en la zona de recarga hídrica superficial de Las Martitas, El Suizo y La Quebrada San Francisco.

Cuadro 25. Resumen de la propuesta de PSEH

<b>Área de bosques</b>	<b>Cultivos anuales</b>	<b>Cultivos perennes</b>	<b>Pastos</b>
Por mantener la cobertura actual, realizar cercas y rondas corta fuegos.	Por hacer una acequia de infiltración, con una barrera durante los primeros 5 años y manejo de rastrojos y no quema.	Por hacer una barrera viva cada año hasta completar 5/ha, siembra de árboles y manejo de rastrojos.	Por la siembra del 20%/ha cada año de pastos mejorados, cercas vivas y árboles dispersos en potreros.
US\$ 70/ha para el primer año y US\$ 65/ha para los años siguientes	US\$ 50/ha/año hasta el año 5, más US\$ 6 por mantenimiento a partir del año 2 hasta el año 5 incrementales cada año.  US\$ 50/ha/año por mantenimiento a partir del año 6.	US\$ 55/ha/año hasta el año 5, más US\$ 6 por mantenimiento hasta el año 5 incrementales cada año.  US\$ 40/ha/año por mantenimiento para los años siguientes	Un promedio de US\$ 72,2 /ha/año hasta el año 5.  US\$ 66/ha/año a partir del año 6.

Con los montos descritos anteriormente se realizó un taller con el 32% de los productores que tienen sus fincas en la zona de recarga hídrica superficial, con la finalidad de sondear la disponibilidad de los finqueros a participar en un proyecto de PSEH, en el cual rescató que existe disponibilidad de participar con los montos calculados, a pesar de ello los consideraban bajos para la implementación de las prácticas que requieren una alta inversión inicial como las pasturas y las cercas. Sin embargo se mostraron anuentes para entrar en un proceso de negociación para cubrir los costos iniciales de la implementación de las prácticas más costosas. Plantearon como alternativa que el organismo encargado del proyecto facilite en un inicio los insumos necesarios para implementar las prácticas y este valor se reste al monto que se le pagará anualmente al productor.

## 4.5 Valoración de la demanda de un proyecto de protección del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico (Objetivo 5)

### 4.5.1 Abastecimiento del sistema de agua potable

Como se ha señalado anteriormente el abastecimiento de agua del 76% (579 abonados) de la población del casco urbano de Valle de Ángeles (Municipalidad 2006) viene de las presas ubicadas en la quebrada San Francisco, El Suizo y las Martitas, las cuales son accesibles fácilmente. Las áreas aledañas a estas quebradas se caracterizan por presentar pendientes fuertes y un bosque latifoliado, especialmente en la quebrada San Francisco y El Suizo, dado que las zonas aledañas a Las Martitas están deforestadas y se destinan a la explotación agropecuaria.

Las tres fuentes utilizadas son superficiales y el tipo de extracción de agua es por gravedad, los caudales promedios en período de lluvia y en época seca se presentan en el Cuadro 26. Según la investigación desarrollada por Reyes (2006) referente a la calidad de agua de las fuentes, se destaca la presencia de coliformes fecales, debido probablemente a la cantidad de materia orgánica en la zona, no obstante, los demás parámetros están dentro de norma establecida por el Ministerio de Salud (Anexo 6).

Cuadro 26. Caudales promedio de las fuentes de agua

Fuente	Caudal en l/seg. en época de lluvia	Caudal en l/seg. en época seca
San Francisco	15,5	12,3
El Suizo	4,1	5,8
Las Martitas	4,0	4,0

Fuente: Reyes 2006

#### 4.5.1.1 Situación del acueducto

Las presas no reciben un mantenimiento constante, con excepción de la que se encuentra en la quebrada San Francisco, la cual es frecuentemente lavada y ha sido cercada para evitar la entrada de animales y personas. La presa de Las Martitas también cuenta con una cerca perimetral de aproximadamente 20 metros de radio.

Por otra parte, el componente de conducción del acueducto de la quebrada San Francisco está conformado por una red de tubería de de 641,34 m de largo, distribuidos en 31,04 m de HG SCH-40 de 6" de diámetro y 610,30 m de PVC RD-32,5 de igual diámetro.

Dicho sistema data del año 1960 (Municipalidad 2006), de tal forma que se podría calificar este componente de regular a malo, partiendo de que la vida útil de las tuberías de PVC es de 20 años.

Para el acueducto de Las Martitas, la línea de conducción tiene una longitud de 1.270,8 m, distribuidos de la siguiente forma: 60,42 m de tubería HG SCH-40 de 3" de diámetro y 40 m de HG SCH-40 de 2" de diámetro, 36,90 m de HG SCH-40 de 1½" de diámetro, 475,58 m de PVC RD-26 de 3" de diámetro y 231,05 m de PVC RD-26 de 2" de diámetro y finalmente 426,85 m de PVC RD-26 de 1½" de diámetro. Mientras que el acueducto de El Suizo hasta la unión con el de Las Martitas, posee una longitud de 720,9 m, distribuidos así: 54,7 m de HG SCH-40 de 4" de diámetro, 104,07 m de HG SCH-40 de 3" de diámetro; 48,97 m de HG SCH-40 de 2" de diámetro y 512,98 m de PVC RD-32.5 de 2" de diámetro (Municipalidad 2006). Ambos sistemas de conducción son deficientes.

**Almacenamiento y tratamiento del agua:** el almacenamiento de agua es una de los componentes del acueducto más deteriorado, a tal grado que solo existen dos tanques en mal estado con capacidad para: a) 235.340 L y b) 210.310 L, que almacenan el agua que viene de la presa de la quebrada San Francisco. El Suizo y Las Martitas forman un acueducto diferente y no cuenta con tanques de almacenamiento y el agua va directa a los abonados. El agua de los tanques de la quebrada San Francisco es tratada semanalmente con hipoclorito de calcio, sin embargo, el agua de Las Martitas y El Suizo no recibe ningún tipo de tratamiento y posee un tanque que no es utilizado por estar a un nivel más bajo que la población que abastecería (Municipalidad 2006).

**Distribución del agua:** la red de distribución es deficiente, y se utiliza tubería de PVC de 6", 4", 3", 2", 1,5" y 1" de diámetro; el sistema carece de válvulas que permitan hacer una distribución equitativa del agua y la tubería de conducción y la red de distribución están en mal estado. Los desperfectos mecánicos son frecuentes producto tal vez de que la vida útil de la tubería ha finalizado, además se tienen problemas con el abastecimiento en ciertos barrios donde el agua llega pocas horas al día, especialmente en los barrios de El Zarzal y El Carmelo.

#### **4.5.1.2 Administración del servicio de agua potable**

La Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento (2005) faculta a las municipalidades para la toma de decisiones con el manejo de los acueductos de su territorio, dicha ley establece en el capítulo IV correspondiente a la prestación de servicios y específicamente en el artículo

16.- que las municipalidades en su carácter de titulares de los servicios de agua y saneamiento, podrán disponer la forma y condiciones de dichos servicios en su jurisdicción y además en el Artículo 19.- establece que las municipalidades podrán asociarse entre sí para prestar servicios a comunidades ubicadas en uno o más términos municipales.

La misma Ley establece que los ingresos derivados de los servicios de agua potable y saneamiento se invertirán en actividades relacionadas con el mantenimiento, mejoramiento y ampliación del sistema y el manejo de cuencas. Las tasas a incluir en las tarifas para el manejo y protección de cuencas hidrográficas se realizarán vía valoración económica del agua, actividad que estará a cargo del Consejo Nacional de Agua y Saneamiento (CONASA); en donde se dará prioridad a las cuencas que abastecen a mayores poblaciones o donde la calidad y cantidad del recurso estén más deteriorados o bajo amenaza.

Sin embargo, este es un proceso nuevo en el país y se deberán crear las bases institucionales para su implementación; en el municipio por ejemplo, a pesar que la ley establece los fines de las tarifas de agua, no se tiene claro el destino de esos fondos, debido que el pago por servicio de agua potable se realiza de forma conjunta con los bienes inmuebles y no se tiene cuentas separadas para cada rubro; por lo tanto se podría decir que el sistema de administración del servicio es deficiente; actividad que es desarrollada por la tesorería municipal.

Por otro lado, no se cuenta con un sistema de micro medición de agua potable, que sería una buena medida ha implementar para forzar un buen manejo y un pago justo, a pesar de ello y en consultas realizadas a algunos dueños de restaurantes se constato que existe oposición para implementar dicha medida.

En el Cuadro 27 se muestran las tarifas diferenciadas que se aplican en el municipio, las cuales están clasificadas en siete categorías; en donde el total de abonados de los acueductos municipales asciende a 761 abonados, de los cuales el 76% es abastecido por las fuentes bajo estudio (Municipalidad 2006); siendo este el punto de partida para el estudio de valoración.

Cuadro 27. Tarifas de agua potable por categorías en Valle de Ángeles

<b>Categoría</b>	<b>Tarifa mensual en Lps.</b>	<b>Número de abonados</b>
Especial	0,0	0,0
Habitacional	32,0	459,0
Negocio, pulpería, comedor	37,0	67,0
Residencia con cisterna	70,0	24,0
Restaurante	70,0	23,0
Residencia con piscina sin tratamiento	120,0	5,0
Parques de recreación	4.700,0	1,0
<b>Total</b>		<b>579,0</b>

Fuente: municipalidad Valle de Ángeles (Enero 2006)

#### **4.5.1.3 Demanda física de agua**

Se estima que el requerimiento de agua por persona por día es de 200 litros (Ministerio de Salud Pública 1995) y el número de pobladores actuales que se benefician del sistema se calcula en 2.900 personas. Con una tasa de crecimiento de la población de 3,6% (INE 2001), se estima que para el año 2010 habrá un déficit de agua de 3.766.498,6 litros si se mantienen los acueductos actuales y no se mejora la eficiencia del sistema.

Actualmente existe la cantidad de agua disponible que es necesaria para cubrir la demanda de la población, sin embargo se tienen problemas de fugas en los acueductos y por ende con el abastecimiento a los hogares, a tal grado que existe inconformidad de ciertos abonados especialmente en los barrios de El Zarzal y El Carmelo debido al poco tiempo del servicio.

El agua es utilizada principalmente para labores domésticas y aseo personal. Según la encuesta aplicada a la muestra de 250 abonados, el 39% compra al menos un botellón de agua purificada de 18,9 litros semanalmente, esto genera un egreso de 100 lempiras mensuales en aproximadamente 226 abonados. Los egresos de dinero por la compra de agua purificada (para beber) triplica la tarifa común de 32,0 lempiras de una familia promedio, dinero que los hogares podrían utilizar en otros rubros si se tuviera la certeza o convicción que el agua que genera la microcuenca es de buena calidad.

#### **4.5.2 Definición del área de estudio**

El área de estudio corresponde a los barrios que se benefician (Anexo 8) de los acueductos que se abastecen de La Quebrada San Francisco, El Suizo y Las Martitas. Para



definir el número de beneficiarios con el apoyo de los fontaneros municipales se realizó un censo de los abonados del sistema de agua potable. Se censaron 579 abonados de los cuales se seleccionó una muestra de 237 con base en la ecuación (1.1) descrita en la metodología. Debido a que se trabajó un vector con cinco entradas (cinco montos de pago) se amplió la muestra a 250 esto con el fin de tener igual número de entrevistas por monto propuesto. La selección de los entrevistados se realizó mediante un proceso de aleatorización, en donde 81% de los entrevistados fueron de la categoría habitacional (Cuadro 28).

Cuadro 28. Número de entrevistas por categoría

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
Habitacional	81%
Negocio (Pulpería, comedor)	14%
Residencia con cisterna	2%
Restaurante	1%
Residencia con Piscina	2%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### ***4.5.3 Análisis del los datos***

#### **4.5.3.1 Descripción de las variables principales**

Con el programa estadístico InfoStat se obtuvo la estadística descriptiva de las principales variables que se consultaron en la encuesta, lo cual nos permitió conocer algunos aspectos de la población de Valle de Ángeles y su visión sobre el recurso hídrico del lugar, además de algunos datos generales del sistema de abastecimiento de agua potable.

La primera sección de la encuesta estaba orientada a conocer los datos generales del sistema, de esta forma el número de días promedio a la semana que los abonados reciben agua es de 6,64 días y el 81% lo hace todo el día (es decir en las horas diurnas), mientras que el 18% solo por la mañana. Generalmente por la noche se corta el servicio en casi todos los barrios. El promedio de horas al día en que la población recibe agua es de 15,72 (desviación estándar de 6,69), sin embargo el rango es amplio y va de una a 24 horas.

En cuanto a la calidad del agua, el 54% de la población entrevistada considera que el agua que recibe es de buena calidad, las razones y los porcentajes por las cuales los encuestados consideran que el agua que se recibe no es de buena calidad se presentan en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Consideración de la calidad de agua por los encuestados

Característica	Frecuencia relativa
Mal sabor	2%
Turbia	94%
Otro	4%

Por otra parte, a pesar que la municipalidad maneja un sistema de tarifas el 27% de los encuestados desconoce cuánto paga por el agua y el 73% respondió que paga de Lps 10 a 200 mensuales, sin embargo las tarifas reales oscilan en un rango que va Lps 32 a 120 mensuales, con excepción del parque de recreación (parque obrero) (Cuadro 27). La media de las respuestas de los encuestados a la consulta de ¿cuanto paga por agua mensualmente? asciende a Lps 32,2 y la mediana coincide con el que debería ser el dato normal de Lps 32,0. La razón principal del desconocimiento de los abonados de cuanto pagan por el agua mensualmente se debe probablemente a que se hacen pagos anuales en la misma cuenta de bienes e inmuebles.

Al consultar si como considera las tarifas mensuales de agua, el 72% de los encuestados consideran que las tarifas que se aplican son justas, mientras que el 4% la estiman como muy alta (Figura 12).

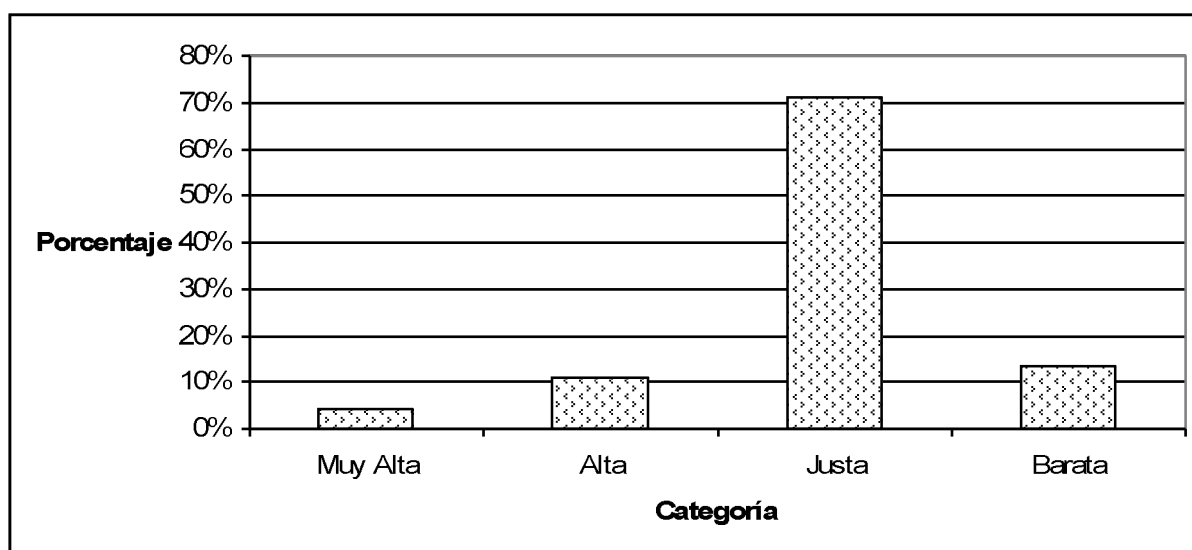
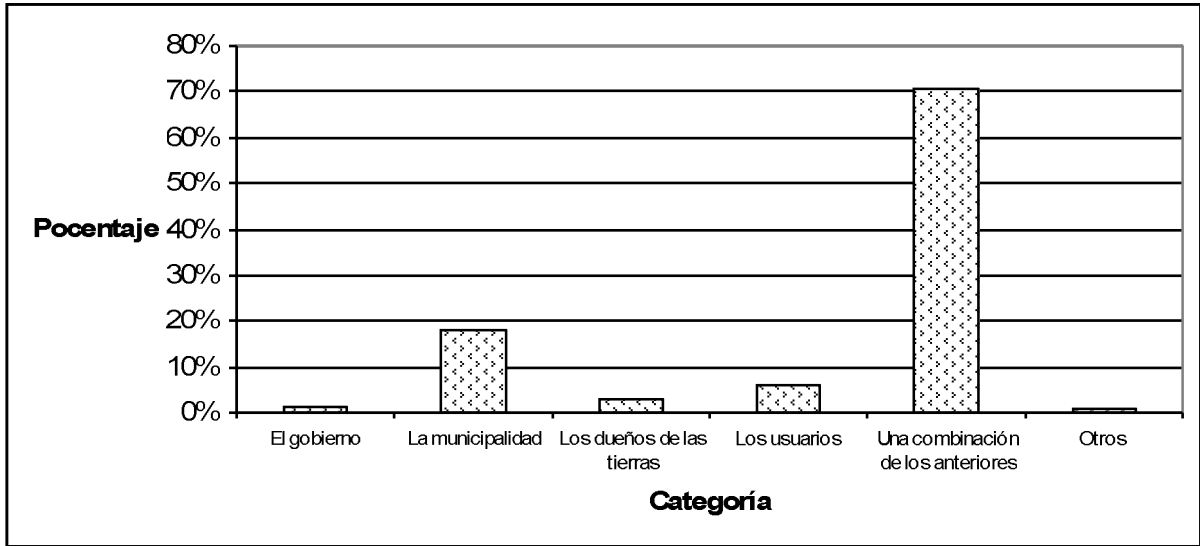


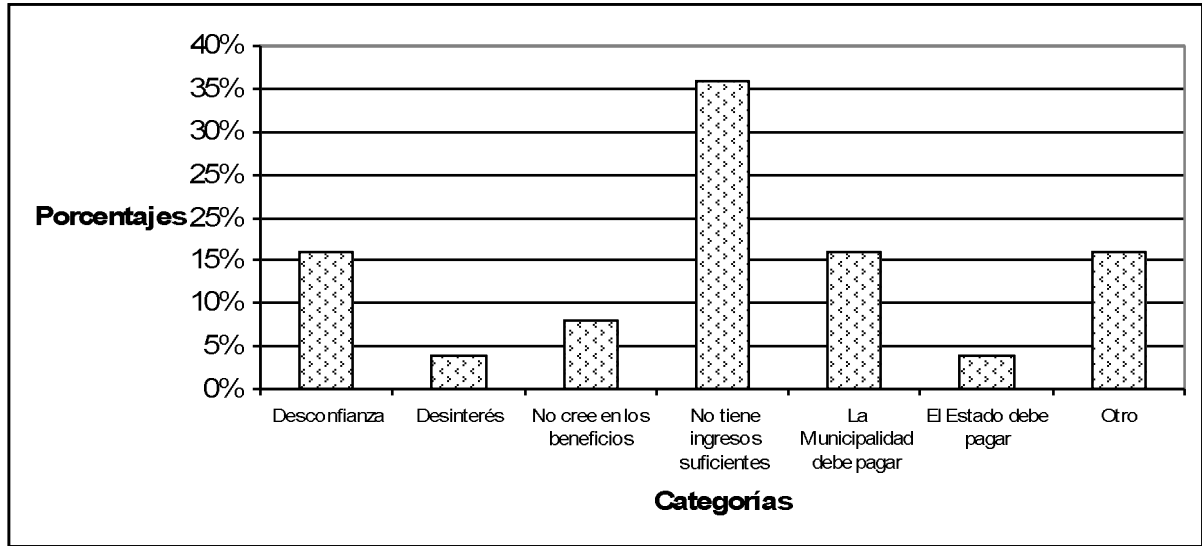
Figura 12. Consideración de las tarifas de agua potable por los encuestados

Por otra parte, el 73% de los encuestados considera que el bosque es muy importante para la protección de las fuentes de agua. En cuanto al organismo que debería velar por la protección de las fuentes, el 71% opina que es una responsabilidad compartida entre el gobierno, la municipalidad, los dueños de las tierras y los usuarios (Figura 13).



*Figura 13. Organismo que debería proteger las fuentes de agua*

La segunda parte de la encuesta consistía en la descripción del proyecto que se pretende implementar y se consulto por la disposición a participar por un proyecto de protección de las zonas de recarga hídrica aunque tuviera que pagar un lempira adicional en su tarifa de agua mensual. El 90% de los encuestados respondieron afirmativamente. Del 10% (4% de la muestra) que no están dispuestos a participar en el proyecto el 36% argumenta que no tienen los ingresos suficientes para hacerlo, el 16% tiene desconfianza y el mismo porcentaje considera que la municipalidad debe pagar los costos de proteger las zonas de recarga (Figura 14). Adicionalmente el 64% se pueden considerar como respuestas protestas, ya que los encuestados manifestaron algún tipo disconformidad o desconfianza con el manejo o ejecución del proyecto, estas respuestas (16) fueron eliminadas del análisis para evitar distorsión en la estimación de la voluntad de pago.



*Figura 14. Razones para NO participar en el proyecto*

En el Cuadro 30 se resumen las proporciones de aceptación para los diferentes montos sugeridos de manera aleatoria entre los entrevistados. Los montos de mayor aceptación como se esperaba, son los más bajos (5 y 10 lempiras respectivamente).

Cuadro 30. Respuestas afirmativas para el monto sugerido

Monto sugerido	# de encuestas por monto	# de SÍ	Porcentaje de SÍ para cada monto
L. 5,0	46	40	87
L. 10,0	50	35	70
L. 15,0	45	29	64
L. 20,0	47	22	47
L. 25,0	48	11	23
<b>Total</b>	<b>236</b>	<b>137</b>	

Cuando se consulto por la organización que debería manejar el fondo que se generaría con el proyecto, el 39% considera que una organización del municipio sería lo más conveniente mientras que el 34% estima que la municipalidad (Figura 15), por lo cual no existe un claro favorito para manejar el fondo y lo más conveniente sería optar por una organización del municipio dada la diferencia porcentual del 5% entre ambas alternativas.

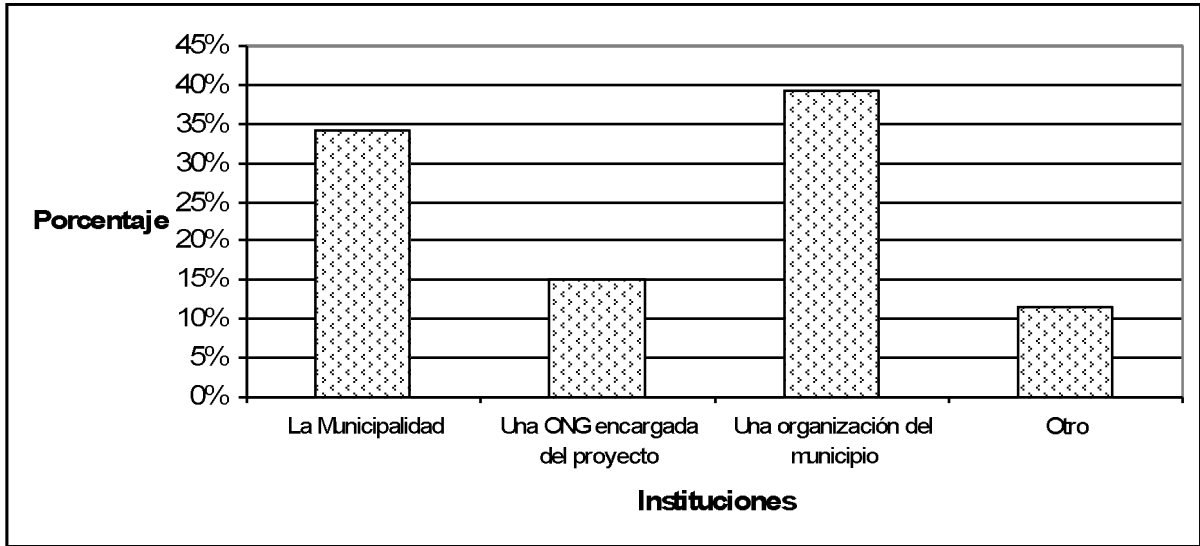


Figura 15. Organismos que pueden manejar los fondos que se generen con el proyecto

La última parte de la encuesta se refería a la situación socioeconómica de los encuestados, de los cuales el 65% eran mujeres y el 35% hombres, en donde el 23,4% ha alcanzado un nivel “medio” completo de educación y el 4,4% no cuenta con ningún tipo de escolaridad (Figura 16).

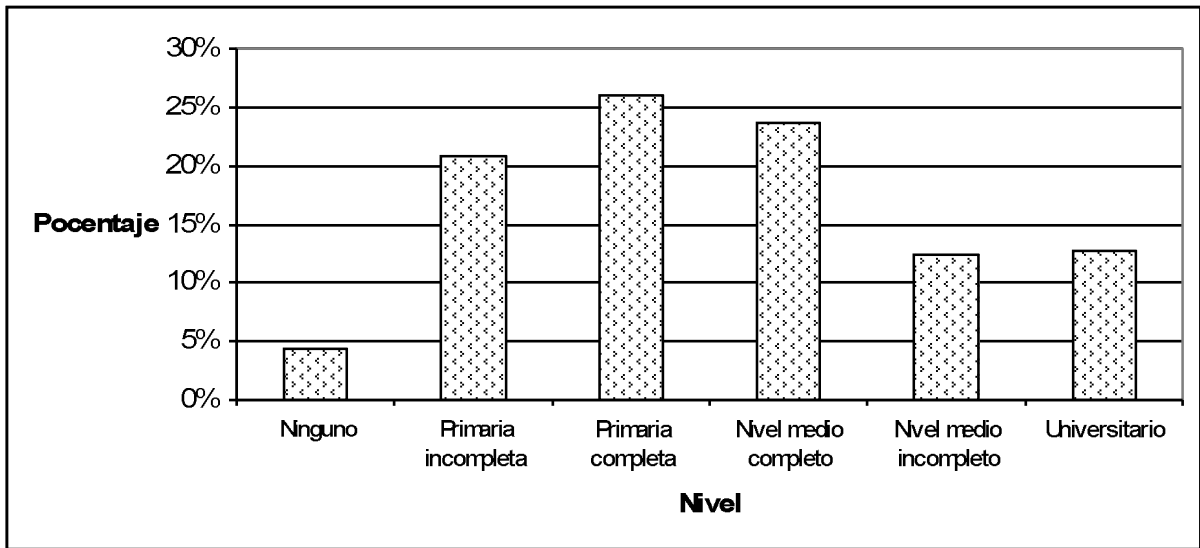


Figura 16. Nivel educativo de los encuestados

El 69% de la muestra tiene casa propia, mientras que el 18% alquila y un 12% habita en viviendas prestadas que generalmente cuidan a familiares cercanos. El número promedio de personas que viven en cada vivienda es de cinco, de los cuales tres son adultos y dos niños, datos que son similares a los encontrados por el INE en el censo nacional del 2001. La media

de los que viven en el hogar y que tienen trabajo con salario al momento de realizar la encuesta es de 1,4.

El 65% de los entrevistados son amas de casa y la edad promedio es de 46,29 años. Los servicios básicos con que cuentan estas familias se resumen en teléfono, celular, tren de aseo, energía eléctrica, cable TV, en donde sobresale el 98% de los hogares cuentan con energía eléctrica (Cuadro 31).

Cuadro 31. Servicios básicos con que cuentan los hogares encuestados

Servicio	Porcentaje
Otros	2
Alcantarillado	44
Cable TV	49
Teléfono celular	54
Tren de aseo	61
Teléfono	62
Energía eléctrica	98

Finalmente, el 45% de los hogares tiene un ingreso promedio inferior a Lps 3.000,0 mensuales ( $\pm < \text{US\$ } 158$ ). Por otro lado el 36% de las familias tienen ingresos mensuales que oscilan entre Lps 3.000 y 7.000 ( $\pm \text{ US\$ } 158$  a  $\text{US\$ } 368$ ) y apenas el 10% tienen ingresos mayores a Lps 10.000 ( $\pm < \text{US\$ } 526$ ) (Cuadro 32). Esto indica que la mayor parte de la población tiene ingresos relativamente bajos, pero a pesar de ello, el 54% puede pagar el teléfono celular y el 49% la televisión por cable (Cuadro 31) que oscila en Lps 100 mensuales. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cisneros (2005) en Copan Ruinas en un estudio semejante.

Cuadro 32. Frecuencia relativa del ingreso promedio de las familias en Valle de Ángeles

Categoría	Porcentaje
Menos 1,500 Lempiras	13
De 1,500 a 3,000 Lempiras	32
De 3,000 a 5,000 Lempiras	23
De 5,000 a 7,000 Lempiras	13
De 7,000 a 10,000 Lempiras	9
Más de 10,000 Lempiras	10

#### 4.5.3.2 Análisis no paramétrico de los datos

Tanto la estimación no paramétrica como la paramétrica estiman el promedio de la disposición de pago máxima de los beneficiarios, lo cual refleja el beneficio marginal

promedio que genera la oferta de un bien público, tal como el proyecto de protección de las fuentes de agua (Alpizar y Madrigal 2005). Se calculó la voluntad de pago por dos métodos no paramétricos, en donde el método KMT estimó la voluntad de pago promedio máxima en Lps 14,6 (US\$ 0,77), mientras que el método de interpolación la calculó en Lps. 19,02 (US\$ 1) (Cuadro 33).

Cuadro 33. Cálculo del promedio de la voluntad de pago mediante análisis no paramétrico

Montos $t_j$	Proporción de SI $P_j$	Método Kaplan-Meier-Turnbull	Interpolación lineal
L. 0,00	1,0	-	0,3
L. 5,00	0,9	0,8	1,3
L. 10,00	0,7	0,6	0,7
L. 15,00	0,6	2,6	3,1
L. 20,00	0,5	4,8	5,4
L. 25,00	0,2	5,7	8,6
<b>E(WTP)</b>		<b>14,6</b>	<b>19,02</b>

Para el caso de la función de supervivencia se calculó con base en los datos del Cuadro 30 en donde la mayor cantidad de respuestas afirmativas (90%) se obtuvo para el monto de Lps 5,0 y para los montos superiores esta proporción bajo paulatinamente (Cuadro 30 y Figura 17).

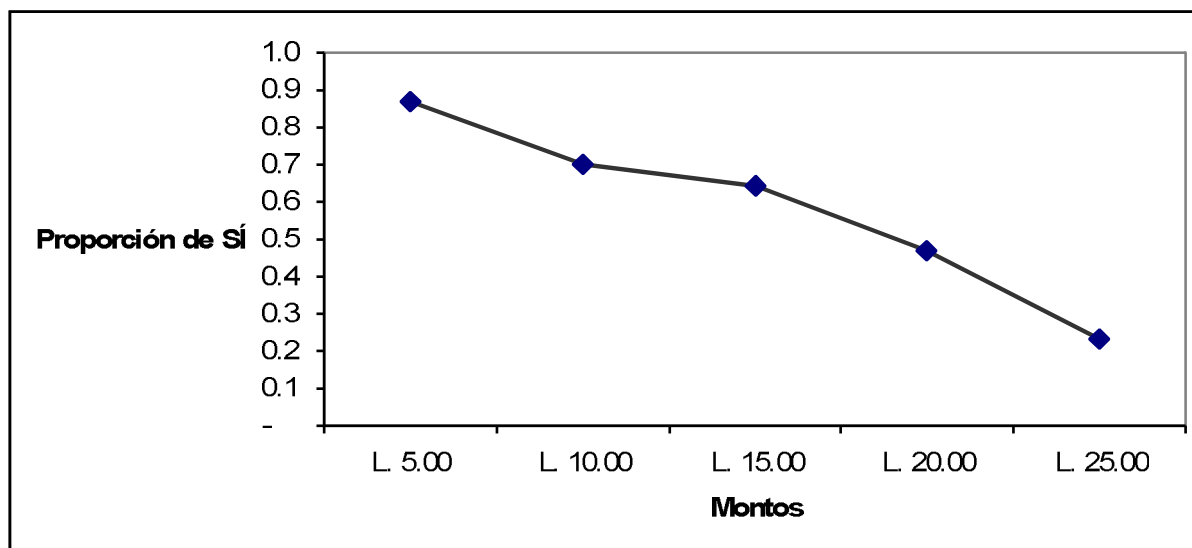


Figura 17. Función de supervivencia a la aceptación del monto sugerido para el cálculo promedio de la voluntad de pago

### 4.5.3.3 Análisis paramétrico

La estimación paramétrica de la voluntad de pago promedio se realizó a través de un modelo *probit binomial* (Habb y MacConnell 2002) en el programa estadístico *LIMDEP*. La variable dependiente (disponibilidad a pagar (DAP)) es uno si la respuesta es afirmativa al monto sugerido como pago adicional a la tarifa mensual de agua por la protección de las zonas de recarga y cero en caso de que la respuesta sea negativa.

Con la finalidad de buscar una explicación a la respuesta afirmativa de un entrevistado ante la pregunta de si pagaría mensualmente por el programa de protección se incluyeron ciertas variables, las cuales se fueron excluyendo de acuerdo al grado de significancia de cada una y la explicación del modelo planteado. En el Cuadro 34 se describen las variables consideradas en el modelo final.

Cuadro 34. Descripción de las variables que intervinieron en el modelo paramétrico

Variable	Tipo	Código	Descripción
DAP <sup>11</sup>	Dicotómica	1/0	Sí/No (Disponibilidad a pagar)
DIAS	Continúa		Días que recibe agua
MONTC	Dicotómica	5/10/15/20/25	Monto sugerido
BOTELA	Dicotómica	1/0	Sí/No (Compra agua embotellada)
VAGUA	Dicotómica	1/0	Sí/No (Conoce de donde se abastecen de agua)
INGRES	Continúa		Ingreso

Los resultados obtenidos en el análisis de estadística descriptiva de las variables consideradas para el modelo se detallan en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Estadística descriptiva de las variables que intervienen en el modelo

Variable	Media	D.E	Mínimo	Máximo	# de Casos
DAP	0,6	0,5	0,0	1,0	225
DIAS	6,6	1,1	1,0	7,0	250
MONTC	15,0	7,1	5,0	25,0	250
BOTELA	0,6	0,5	0,0	1,0	250
VAGUA	0,7	0,5	0,0	1,0	250
INGRES	5.077,8	4.533,6	1.500,0	20.000,0	209

Los resultados del análisis paramétrico se presentan en el Cuadro 36. Como se observa entre mayor el monto propuesto en la encuesta, menor es la probabilidad de que el encuestado responda afirmativamente (coeficiente negativo). Además, existen ciertas variables que

<sup>11</sup> DAP es la variable dicotómica dependiente para el cálculo de la voluntad a pagar



resultaron significativas estadísticamente, tales como el nivel de ingreso familiar, el cual está relacionado positivamente con las respuestas afirmativas (coeficiente positivo), estos resultados con respecto al ingreso son similares a los encontrados por Alpizar y Madrigal (2005) en Esparza, Costa Rica y Cisneros (2005) en Copan Ruinas, Honduras.

Adicionalmente a estas variables existen otras que contribuyen a explicar el modelo aunque con una significancia menor, por ejemplo las personas que conocen de donde reciben el agua (VAGUA) están dispuestas a pagar menos (coeficiente negativo), debido posiblemente a que los alrededores de la principal fuente de agua (La Quebrada San Francisco) cuenta con buena cobertura vegetal y es probable que consideren que no es necesario pagar por proteger toda la zona de recarga y/o que no necesita protección. Por otra parte, las personas que compran agua embotellada (BOTELA) están dispuestas a pagar más (coeficiente positivo) por la protección de la zona productora de agua, debido probablemente al gasto mensual que realizan que podrían evitarse si estuvieran seguros que el agua que se recibe es de calidad, además es posible que este tipo de personas tengan una mayor conciencia para proteger los recursos naturales. Los días que los abonados reciben agua a la semana, es otra de las variables que se consideran en el modelo y entre más días a la semana les llega el servicio menos están dispuestos a pagar (coeficiente negativo), debido probablemente a que no sienten la necesidad de proteger las zonas de recarga por qué tienen la disponibilidad del recurso.

Cuadro 36. Estadística y coeficientes calculados por medio del modelo PROBIT

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>E.E.</b>	<b>b/E.E</b>	<b>P[ Z  &gt; z]</b>	<b>Media X</b>
CONSTANTE	2,77	0,76	3,65	0,00	
DIAS	-0,17	0,95	-1,75	0,08	6,62
BOTELA	0,26	0,22	1,21	0,23	0,59
VAGUA	-0,37	0,22	-1,64	0,10	0,63
MONTC	-0,12	0,17	-6,72	0,00	15,08
INGRES	0,12	0,31	3,71	0,00	5.242,31

Finalmente se procedió a calcular la voluntad a pagar mediante la fórmula siguiente:

$$VP = ((\alpha_0 + \beta_1 * dias + \beta_2 * botela + \beta_3 * vagua + \beta_5 * ingres) / (-\beta_{montc}))$$

El cálculo de la voluntad de pago promedio de la población de Valle de Ángeles es de Lps 18,8, lo que representa la voluntad de pago promedio máximo, que se podría aplicar en el esquema de PSE, dejando sin beneficio social al demandante, es decir cualquier monto arriba de este genera pérdidas para el consumidor y la viabilidad política de implementar este monto

es limitada. Por otro lado el límite inferior del esquema de PSEH queda determinado por los costos asociados a la escala y tipo de inversiones en la cuenca (Alpizar y Madrigal 2005).

Con el valor individual obtenido en la estimación paramétrica de los datos se procedió a estimar la medida del bienestar global asociado a la implementación del proyecto, de esta forma al multiplicar la voluntad de pago promedio máxima de Lps 18,8 mensuales por el número de abonados (579) se obtuvo el nivel máximo de ingresos posibles para el proyecto de pago por servicios ambientales hídricos, que sería de Lps. 10.885 mensuales o su equivalente en US\$ 572 lo cual equivale a US\$ 6.865 anuales. Como se menciono anteriormente un cobro igual o por encima del monto mensual calculado implica que las ganancias para el consumidor serían cero o negativas y desde el punto de vista político la viabilidad de implementar este cobro es limitada.

En el Cuadro 37 se hace una estimación de diferentes escenarios de ingresos anuales potenciales a partir de la voluntad de pago promedio máxima, lo que podría servir para tomar una decisión políticamente aceptable y ajustada a los costos de proteger las zonas de recarga.

Cuadro 37. Estimación de ingresos anuales potenciales del esquema de PSEH en Valle de Ángeles

<b>Máxima recaudación posible, basada en la DAP promedio</b>	<b>80% de la DAP promedio</b>	<b>60% de la DAP promedio</b>	<b>40% de la DAP promedio</b>	<b>20% de la DAP promedio</b>
18,8 lempiras mensuales por usuario promedio	15 lempiras mensuales por usuario promedio	11,3 lempiras mensuales por usuario promedio	7,5 lempiras mensuales por usuario promedio	3,8 lempiras mensuales por usuario promedio
<b>= 130.622 lempiras anuales (6.865 dólares)</b>	<b>= 104.220 lempiras (5.477 dólares)</b>	<b>= 78.512,4 lempiras (4.126,3 dólares)</b>	<b>= 52.110 lempiras (2.738,7 dólares)</b>	<b>= 26.402,4 lempiras (1.387,6 dólares)</b>

#### 4.6 Comparación de la valoración económica de la oferta y demanda del servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico

Al determinar la voluntad de pago promedio máximo, es decir 18,8 lempiras mensuales por abonado, que sería el monto superior que se podría cobrar a los beneficiarios del esquema de PSE, se obtiene un máximo de ingresos de 130.622 lempiras anuales (6.865 dólares) (Cuadro 38). De aplicar ese monto (Lps. 18,8) en la tarifa mensual de agua se estaría dejando

sin excedentes al consumidor y la implementación del esquema aunque técnicamente sea viable políticamente podría no serlo y el proyecto no sería sostenible (Alpizar y Madrigal 2005).

Por otro lado, los costos (1.328 dólares promedios por año) en que se incurren por la protección de las zona de recarga con implementación de prácticas de conservación de suelos y agua y el mantenimiento de áreas de bosque, están por debajo de la medida del bienestar global por el proyecto (6.865 dólares). Con estos resultados se estaría dejando con un excedente a los consumidores de 5,537 dólares. Por lo tanto desde el punto de vista técnico y sin tomar en cuenta los costos administrativos y el aspecto institucional, el proyecto sería viable con un 20% del monto promedio de disponibilidad de pago máxima.

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

La zona de recarga hídrica superficial de las fuentes de agua que abastecen al casco urbano municipal de Valle de Ángeles, no presentan altos grados de degradación y con un manejo adecuado de la cubierta vegetal, mediante la conservación del bosque y la implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas, se puede mantener el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico.

En Valle de Ángeles existe una demanda importante, expresada en términos de voluntad de pago, para la implementación de un proyecto de protección de las zona de recarga hídrica superficial que contribuya a mejorar la calidad de agua de Las Martitas, El Suizo y La Quebrada San Francisco.

La valoración económica mostró que las prácticas de protección tienen costos asequibles para la población demandante del servicio ecosistémico, en donde con el 20% del monto estimado de la voluntad de pago promedio máximo, se estarían cubriendo los costos promedios anuales (US\$ 1.328) de implementar la propuesta de protección de las zonas de recarga hídrica superficial, sin embargo resulta difícil para la zona competir por PSEH con productores que se dediquen al cultivo de hortalizas y se requiera un cambio de uso del suelo. El 20% de la voluntad de pago promedio representa aproximadamente cinco lempiras por abonado por mes, los cuales podrían cobrarse vía tarifa hídrica, en donde la municipalidad deberá jugar un rol importante para la administración de esos fondos.

Existe disposición de participar por parte de los productores en un proyecto de pago por el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico, con la propuesta realizada en este estudio, para la protección de la zona de recarga hídrica superficial de las fuentes que abastecen al casco urbano municipal de Valle de Ángeles.

El estudio de PSEH para Valle de Ángeles permite contar con las herramientas claras para la toma de decisiones nivel técnico, ya que el cálculo de la valoración económica de los beneficios para la protección de las fuentes de agua permite conocer el techo máximo que se debería cobrar a los usuarios para mantener un margen de los beneficios sociales de la comunidad. Por otra parte la valoración económica de las prácticas de conservación de suelos y aguas permite conocer los montos que se podrían pagar por la implementación de esas prácticas en la cuenca.

Los contratos vinculantes de cuencas que el programa FOCUENCAS II está promoviendo en la zona podría ser un medio para ejecutar el PSE, siempre y cuando estos contratos vayan orientados a la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua o al mantenimiento de la cubierta vegetal actual en las zonas de recarga hídrica superficial, y especialmente en las áreas seleccionadas en este estudio, debido a la importancia social que estos predios representan para la población del casco urbano de Valle de Ángeles.

Existen problemas de infraestructura, distribución y administración del sistema de agua en el Casco urbano de Valle de Ángeles, 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 servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico, dada la percepción de los demandantes por el pago del servicio, los cuales probablemente esperarían un mejor servicio a un mayor pago, aunque esto no es el objetivo principal del PSEH (sino, la protección y/o conservación de las zonas de recarga), es fundamental mantener la confianza en los demandantes y oferentes, de tal forma que los demandantes hagan sus pagos continuos y a tiempo y los oferentes reciban los montos acordados los tiempos estipulados según contratos.

El marco legal hondureño permite implementar un pago por los servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas a nivel local, especialmente los servicios hídricos que se generan en las cuencas más deterioradas y que benefician a las comunidades más pobladas.

## **5.2 Recomendaciones**

Para conocer realmente cuál es el área que recarga hídrica de las fuentes que abastecen al casco urbano municipal, es necesario que se realice un estudio hidrológico de la microcuenca y así con mayor exactitud definir el área que se debe intervenir.

Para la protección de las zonas de recarga hídrica superficial de las quebradas estudiadas es necesario que se promuevan las prácticas de conservación de suelos y agua, y se brinde asistencia técnica directa a los productores para la implementación de las mismas.

Antes de implementar un sistema de pago de incentivos a proveedores de servicios ecosistémicos de protección del recurso hídrico, 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.

Para implementar el proyecto de pagos por servicios ecosistémicos en el municipio y que sea viable a largo plazo, es necesario sentar las bases institucionales y políticas apropiadas e iniciar con un proyecto piloto a nivel local y posteriormente cuando se tenga experiencia en el proyecto ampliarlo a los municipios vecinos y de ser posible a otros servicios ecosistémicos.

Para la ejecución de un PSEH en Valle de Ángeles, es necesario que se mejore el acueducto, debido a las deficiencias observadas en el sistema. Además que se diseñe un proyecto para la implementación de un sistema de micro medición en el casco urbano municipal, que asegure un pago justo por la cantidad de agua consumida.

Actualmente es necesario que la administración de la municipalidad separe los fondos en cuentas independientes para pago de bienes e inmuebles y para agua. Posteriormente cuando se cuente con el fondo para PSE esta sea manejada en una cuenta bancaria independiente y exclusivamente para este fin, actividad que puede realizar la administración municipal al momento del cobro.

Para hacer sostenible el PSEH es necesario hacer alianzas estratégicas con los productores y demandantes, además que las organizaciones e instituciones trabajen mancomunados en el municipio y en los municipios aledaños, para que se logre el objetivo principal de proteger las fuentes de agua.

Es necesario que la Unidad Municipal Ambiental (UMA) se involucre activamente en el proyecto, la cual puede ser el ente municipal de seguimiento y evaluación de las acciones en el campo, sin embargo es fundamental fortalecer este organismo para que pueda realizar una buena función con base en los objetivos de protección y la propuesta planteada para el proyecto de PSE.

### **Recomendaciones al Consejo de Cuencas**

Es necesario que se capacite al Consejo de Cuencas en aspectos ambientales, como el pago por servicios ecosistémicos para que pueda tomar un papel más activo en este proceso en municipio y con municipios aledaños, dada la posibilidad de implementar un PSEH entre ellos, además este podría ser el ente que realice el seguimiento social al proyecto.

El Consejo de Cuenca debe dar prioridad a las zonas identificadas en este estudio y trabajar de cerca con los dueños de estas áreas, los cuales deberán ser un objetivo del programa FOCUENCAS en esta zona, por la importancia que revisten en la provisión de servicios ecosistémicos de protección del recuso hídrico para el casco urbano municipal de Valle de Ángeles, tomando en cuenta que las decisiones de producción que los agricultores

toman en estas áreas, depende en gran parte la calidad de agua que consumen los habitantes en el casco urbano del municipio. Por lo tanto el Consejo de Cuenca debe enfocar sus acciones en estos productores incentivando sobre todo la conservación de la zona, en especial de las áreas que actualmente están cubiertas de bosque y en las áreas intervenidas implementar una agricultura sostenible y amigable con el ambiente.

El PSEH es una alternativa viable en el municipio, en donde primero se deberá implementar una fase piloto, que puede ser financiada tanto por el Consejo de Cuencas y/o el mismo Consejo puede gestionar fondos con otras instituciones para iniciar el proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- Aburto, E; Ogier, M. 2004?. La Gestión local a través de acciones de pagos por servicios ecosistémicos hídricos (en línea). PASOLAC. Consultado el 4 de noviembre de 2005. Disponible en [http://64.233.161.104/search?q=cache:6QbJNMaAFAYJ:www.fondominkachorlavi.org/dtr/resumen/ResumenFUNDENIC.pdf+participacion+local+en+los+PSE+hidricos&hl=es&lr=lang\\_es](http://64.233.161.104/search?q=cache:6QbJNMaAFAYJ:www.fondominkachorlavi.org/dtr/resumen/ResumenFUNDENIC.pdf+participacion+local+en+los+PSE+hidricos&hl=es&lr=lang_es)
- AFE-CODHEFOR (Administración Forestal del Estado – Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal). 2000. El sector forestal de Honduras (en línea). HN. Consultado el 25 de octubre de 2005. Disponible en [http://www.cohdefor.hn/sector\\_forestal/](http://www.cohdefor.hn/sector_forestal/).
- Alpizar, F. 2005. Economía ambiental: material del curso. CATIE. CR.
- \_\_\_\_\_. 2005. Valoración económica del medio ambiente: material del curso. CATIE. CR.
- Alpizar, F; Madrigal, R. 2005. Informe de taller: construcción de un índice de usos del suelo relacionados con la provisión hídrica: insumo para una propuesta integral de PSE hídrico. CATIE. CR. 17 p.
- \_\_\_\_\_. 2005. Valoración económica de beneficios ambientales hídricos en paisajes intervenidos, cantón de Esparza, CR. 16 p.
- Arrow, K; Solow, R; Portney, P; Leamer, E; Radner, R; Schuman, H. 1993. Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. 66 p.
- Baltodano, M. 2005. Valoración económica del servicio ecosistémico hídrico en la subcuenca de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 87 p.
- Balzarini, M; Gonzalez, L; Tablada, E; Casanoves, F; Di Rienzo, J; Robledo, C. 2004. InfoStat: manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. AR. Editorial Brujas Argentina. 314 p.
- Campos, M; Lucke, O. 2000?. Oferta del agua en Centroamérica (en línea). IPCC, CRRH. Consultado el 25 de octubre de 2005. Disponible en <http://www.aguayclima.com/agua/inicio.htm>
- Campos, J; Alpizar, F.; Louman, B; 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.



- Campo, J; Alpizar, F; Louman, B; Parrota, J; Madrigal, R. 2006. Enfoque integral para esquemas de pago por servicios ecosistémicos forestales. 26 p.
- Cardona, AJ. 2003. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Angeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 158 p.
- Castro, E; Barrantes, G. 1999. Generación de ingresos mediante el uso sostenible de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad en Costa Rica. CR. INBio. 86 p.
- CATIE. 2003. Gestión y desarrollo de proyectos locales en cuencas seleccionadas de Honduras. HN. 33 p.
- CONABISAH (Comité Nacional de Bienes y Servicios ecosistémicos de Honduras). 2004. III foro regional de pago por servicios ecosistémicos (en línea). HN, SERNA. Consultado el 28 de octubre de 2005. Disponible en <http://portal.rds.org.hn/download.php?id=676>.
- Consejo de subcuenca del Río La Soledad/CATIE/FOCUENCAS II. 2005. Plan de Cogestión. HN. 85 p.
- Cordero, J; Boshier, DH. (Eds). 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Turrialba, CR. CATIE-OXFORD. 1079p.
- Cisneros Caicedo, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 76p.
- Cubero, D. 2001. Clave de bolsillo para la determinación de la capacidad de uso de las tierras. INTA. CR. 12 p.
- De Hek, S; Kiersch, B; Mañon, A. Sf. Aplicación de pagos por servicios ecosistémicos en manejo de cuencas hidrográficas: lecciones de experiencias recientes en América Latina.
- Daily, GC. 1999. Developing a scientific basis for managing Earth's life support systems. Conservation Ecology (en línea). Consultado el 30 de octubre del 2005. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol3/iss2/art14/>
- Espinoza, N; Gatica, J; Smyle, J. 1999. El pago por servicios ecosistémicos y el desarrollo sostenible en el medio rural. San José, CR. Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA), IICA. Serie de publicaciones 2.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000. Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales: taller electrónico (en línea). Roma, IT. Consultado el 20 de octubre del 2005. Disponible en

<http://www.fao.org/ag/agl/watershed/watershed/papers/paperewk/pewrkes/conclues.pdf#search='relaciones%20tierra%20%20agua%20en%20cuencas%20hidrograficas>

- \_\_\_\_\_. 2003. III congreso Latinoamericana de cuencas hidrográficas: desarrollo sostenible en cuencas hidrográficas (en línea). Arequipa, PE. Consultado el 2 de noviembre de 2005. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/reclnat/congreso.htm>
- \_\_\_\_\_. 2004? Pago por servicios ecosistémicos(en línea). Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Consultado el 7 de noviembre de 2005. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/reclnat/pago.htm>
- Faustino, J. 2005. Manejo de cuencas II, material de clase. CATIE. CR.
- Francke, S. 1998. Economía y su aplicación a la gestión de cuencas hidrográficas. CL. CONAF, DFID, ERN. 132 P.
- FOCUENCAS I. Diagnóstico y línea base de la microcuenca La Soledad. Valle de Ángeles, HN. CATIE. 62 P.
- Foth, H. 1992. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, D.F. ME. Continental. 433 p.
- Freeman, A.M. 1992. The Measurement of Environmental and Resource Values, Theory and Methods, Resources for the future.
- Fundación Vida; Municipalidad de Valle de Ángeles. 2004. Diagnostico ambiental municipal participativo y plan de acción. HN. 72 p.
- Guerrero, E y Velasco, A. 2003. Consecuencias para América Latina después de la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible –Johannesburgo 2002- Agua y biodiversidad para prevenir la pobreza. Oportunidades para América Latina después de la cumbre de Johannesburgo. Una visión regional sobre el desarrollo sostenible. Ecuador, UICN SUR. p 38-41.
- Habb, T; McConnell, KE. 2002. Valuing environmental and Natural Resources. The econometrics of non-market valuation. New horizons in environmental economics. Edward Elgar. Cheltenham, UK· Northampton, MA, EU. 326 p.
- Herrador, D; Dimas, L. 2000. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pagos por servicios ambientales. SV. PRISMA no. 41.
- Ipinza, R; Gray, P. 2005. Pago por servicios ambientales: un instrumento de fomento del desarrollo sustentable (en línea). CL, Instituto Forestal. Consultado el 25 de octubre de 2005. Disponible en [http://www.infor.cl/webinfor/tapa/noticias/2005/octubre/05\\_10\\_cod300.htm](http://www.infor.cl/webinfor/tapa/noticias/2005/octubre/05_10_cod300.htm)
- Jiménez, F. 2005. Materiales Curso de Manejo Integrado de Cuencas. CATIE.

- Kiersch, B. 2002? Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: una revisión bibliográfica (en línea). Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO, Roma, IT. Consultado el 3 de noviembre de 2003. Disponible en [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/005/Y3618S/Y3618S00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y3618S/Y3618S00.HTM)
- \_\_\_\_\_. 2005. Pago por servicios ecosistémicos en manejo de cuencas – el debate continúa. *In* Revista electrónica REDLACH (Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas), número 1, año 2 (en línea). FAO. Consultado el 20 de octubre de 2005. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/redes/redlach/boletines/rev2.1.pdf>
- Kolstad, Ch. 2000. Economía Ambiental. Aldana Alfaro, J. USA. Oxford University Press. 458 p.
- Mahone, T. 1999. Gestión de cuencas hidrográficas para la reconstrucción post Mitch: cuestión de escala (en línea). Stockholm, Sweden, USAID. Consultado el 30 de octubre de 2005. Disponible en [http://www.iadb.org/regions/re2/consultative\\_group/groups/ecology\\_workshop\\_4esp.htm](http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_4esp.htm)
- Mayrand, K; Paquin, M. 2004. Pago por servicios ambientales: estudio y evaluación de esquemas vigentes. CA. UNISFERA, CCA. 65 p.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 155p.
- Mejías Esquivel, R; Segura, O. 2002. El pago deservicios ecosistémicos en Centro América. CR. CINPE, WRI. 94 p.
- Mitchell, R; Carson, R. 1989. Using surveys to value public good: the contingent valuation method. US. Resources for the future. 463 p.
- Mora, J. 2002. Introducción a la teoría del consumidor: de la preferencia a la estimación. Cali, CO. Universidad ICESI. 128 p. ISBN: 958-9279-53-8
- Naciones Unidas. 2005. Objetivos del desarrollo del Milenio; Informe 2005 (en línea). Nueva York. Consultado el 4 de noviembre de 2005. Disponible en [http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/pdf/MDG%20BOOK\\_SP\\_new.pdf](http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/pdf/MDG%20BOOK_SP_new.pdf). 48 p.
- ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). 2003. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida (en línea). París, Nueva York y Oxford, UNESCO y Berghahn Books, World Water: Assessment Programme. Consultado el 3 de noviembre del 2005. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>. 36 p.

- Otero, S; F, Jiménez; J, Faustino. 2004. Creación y operación de un organismo de cuencas en la subcuenca del Río Copán, Honduras. Recursos Naturales y Ambiente no. 43:72-79.
- Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. 2002. Selling forest environmental services: market-based mechanisms for conservation and development. US. Earthscan publications Ltd. 299 p.
- Pagiola, S; Agostini, P; Gobbi, J; Haan, C; Ibrahim, M; Murgueito, E; Ramírez, E; Rosales, M; Ruiz, J. 2004. Pago por servicios de conservación de la Biodiversidad en paisajes agropecuarios. Environmental economics series, The World Bank. Paper no. 96.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central, NI) 1999. Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. San Salvador.
- \_\_\_\_\_. 2006. Manejo de suelos y aguas. Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. 105 p.
- Pérez, CJ; Barzev, R; Herlant, P; Aburto, E; Rojas, L; Rodríguez, R. 2002. Pago por servicios ambientales: conceptos, principios y su realización a nivel municipal. 2<sup>da</sup> edición. Managua, NI. PASOLAC, Corredor Biológico Mesoamericano. 77 p. Serie 1/20 C.
- Pinedo Mora, R. 2006. Zonificación para el Ordenamiento Territorial del municipio de Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 115 p.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2006. Índice de desarrollo humano Honduras 2006, Hacia la expansión de la ciudadanía. HN. 257 p.
- Republica de Honduras. 2005. Ley marco del sector agua potable y saneamiento. Decreto No. 118-2003: Reglamento general de la ley marco del sector agua potable y saneamiento. Decreto No. 006. HN.56p.
- Reyes, K. 2006. Análisis del estado de las fuentes de agua para consumo humano y funcionamiento de los acueductos rurales en la cuenca del río LA Soledad, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 206 p.
- Rivera Torres, L.H. 2002. Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la Microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 176 p.
- SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería); LUPE (Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra). 1998. Manual practico de mejoramiento de suelos en laderas. Honduras, C,A.
- SEBSA (Socioeconomía de Bienes y Servicios Ambientales). 2004. Propuesta del grupo SEBSA: al programa FOCUENCAS II. CR. 2004.

- Stadtmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. Turrialba, CR. CATIE, Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales. 62 p. Serie técnica no 240.
- UNESCO. 2005. Informe sobre el desarrollo de los recursos hídrico en el mundo. Part I: setting the scene: The world's water crisis (en línea). UNESCO. Consultado el 25 de octubre de 2005. Disponible en <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/pdf/chap1.pdf>. 22 p.
- Villón Bejar, M. 2004. Hidrológica. CR. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 474 p.

## **ANEXOS**

*Anexo 1. Georeferenciación de las fuentes de agua*

Fuentes de agua	Coordenadas	
	Este	Norte
Las Martitas	496298	1567005
El Suizo	496616	1566549
Quebrada San Francisco	496807	1566493

*Anexo 2. Listado de productores*

No.	Nombre	Identidad
1	Aníbal Roberto Mendoza	0826-1972-00045
2	Calix Zúñiga	0820-1970-00149
3	José Antonio Valle	0601-1960-00109
4	Carlos Midence	
5	Cesar Cervando	1401-1976-00535
6	Cesilio Antonio Raudales Colindres	0826-1979-00006
7	Celio Blandon Ponce	
8	Santos Inocente Ponce	0826-1948-00003
9	Cesar Rodrigo Salgado Gonzalez	0826-1975-00157
10	María de la Cruz Colindres*	0826-1925-00023
11	Paula Petrona Colindres*	0826-1981-00120
12	José Armando Coello	0826-1981-00182
13	María Josefa Herminia de Cabrera	1208-1944-00040
14	Encarnación Salgado Flores	0826-1945-00025
15	Oscar Gustavo Salgado	
16	Genaro Salgado Ponce	0827-1976-00191
17	Francis Guevara*	0401-1973-00090
18	Manuel Antonio Colindres Salgado	0826-1948-00066
19	Macario Godoy Gutiérrez	
20	Cristóbal Nelson	0823-1921-00033
21	Oscar Eduardo Toledo**	0801-1975-00864
22	Manuel Antonio Cerrato Núñez	0823-1966-00039
23	Santos Salome Banegas Ortega	0817-1951-00078
24	Arturo Palma	0826-1967-00029
25	Marco Antonio Palma	0826-1951-00067
26	José María Palma	0826-1963-00012
27	Rene Frenken	
28	Arnulfo Ponce	
29	Rufino Castro	
30	Daniel Torres	
31	Luis Morazán	

\* Productores que solo cuentan con viviendas en la zona de estudio

\*\*Grupo plantar

### Caracterización de productores en áreas prioritizadas

**Leer al entrevistado antes de iniciar la entrevista:**

Buenas días/tardes señor(a), mi nombre es \_\_\_\_\_ y estoy colaborando con un proyecto de investigación del CATIE con apoyo del Municipio de Valle de Ángeles. La investigación esta relacionado con la protección y manejo de las zonas productoras de agua que abastecen al municipio.

Estoy realizando una entrevista con los productores que conocen y viven en la zona, dado que sus aportes son muy valiosos para la investigación. Le garantizo que la información que usted nos brinde será utilizada de forma estrictamente confidencial. Si tiene alguna duda puede contactar al Ing. José Manuel Gonzalez, responsable del proyecto al Teléfono 766 - 2547.

**Si no entiende alguna pregunta por favor no dude en decirme que la explique o la repita. No hay respuestas buenas ni malas.**

#### I. Datos generales

1	¿Cuál es su nombre?	
1.2	¿Cuál es su # de identidad?	
1.3	¿Sexo?	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F
1.4	Estado civil	<input type="checkbox"/> Soltero <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Otro
1.5	Comunidad	
1.6	Ubicación en la microcuenca	<input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta
1.7	¿Cuál es su nivel educativo?	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Diversificado <input type="checkbox"/> Primaria completa <input type="checkbox"/> Universitario <input type="checkbox"/> Primaria incompleta <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Secundaria
1.8	# de dependientes	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> ¿# en edad escolar?
1.9	¿Con que servicios cuenta?	<input type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Letrinas <input type="checkbox"/> Luz

#### II. Datos de la finca

2.1	¿Área de la finca?	<input type="checkbox"/> De 1 a 5 Mz <input type="checkbox"/> De 6 a 10 Mz <input type="checkbox"/> Más de 10 Mz
2.2	Tipo de suelo	
2.3	Topografía	
2.4	Tenencia de la tierra	<input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Ejidal <input type="checkbox"/> Con dominio pleno <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Con dominio útil
2.5	¿Tiempo de tener la propiedad?	<input type="checkbox"/> Años

#### III. Uso de la tierra

3.1	¿Cuánto del área es utilizada?	<input type="checkbox"/> En forestal <input type="checkbox"/> Cultivos permanentes <input type="checkbox"/> Cultivos anuales <input type="checkbox"/> Hortalizas <input type="checkbox"/> Guamil (Barbecho) <input type="checkbox"/> Infraestructura
-----	--------------------------------	--



#### IV. Ganadería

4.1	¿Tiene vacas?	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
4.2	¿Podría decirme cuantas tiene?	<input type="checkbox"/>	
4.3	¿En que área de potrero?	<input type="checkbox"/>	
4.4	¿Qué tipo de pastos tiene?	<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Cultivado	<input type="checkbox"/> Área <input type="checkbox"/> Área
4.5	¿Tiene algún sistema silvopastoril?	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> Área <input type="checkbox"/> No
4.6	¿Tipo de producción?	<input type="checkbox"/> Carne <input type="checkbox"/> Leche	<input type="checkbox"/> Doble propósito
4.7	¿Forma de manejo?	<input type="checkbox"/> Estabulado	<input type="checkbox"/> Extensivo
4.7	Acceso al agua	<input type="checkbox"/> Abrevaderos naturales <input type="checkbox"/> Directo en quebradas o fuentes	<input type="checkbox"/> Pilas <input type="checkbox"/> Otros
4.9	¿Tiene animales menores?	<input type="checkbox"/> Cerdos <input type="checkbox"/> Aves	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Estabulados <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

#### V. Conservación de suelos

5.1	¿Utiliza algún tipo de obras físicas de conservación de suelos y aguas? Como por ejemplo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Canales de infiltración</li> <li>▪ Terrazas individuales</li> <li>▪ Terrazas angostas</li> <li>▪ Terrazas de banco</li> <li>▪ Barreras de piedra</li> <li>▪ Diques de piedra</li> <li>▪ Barreras vivas<sup>12</sup></li> </ul>	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
5.1.1	¿Ha recibido capacitación formal para la implementación de estas prácticas?	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
5.1.2	¿Cómo financio la construcción de estas prácticas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fondos propios</li> <li>▪ Donación</li> <li>▪ Préstamo</li> <li>▪ Proyecto comunitario</li> <li>▪ Otro</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.1.3	¿Por que no tiene ningún tipo de obras física?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de dinero</li> <li>▪ La tierra no es suya</li> <li>▪ Desconoce las prácticas</li> <li>▪ No le interesa</li> <li>▪ Otro</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.1.4	Si es por falta de dinero, ¿Que ha hecho para recibir apoyo económico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solicitud de crédito</li> <li>▪ Nada</li> <li>▪ Otro</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>12</sup> Aunque generalmente se clasifican las barreras vivas como medidas agronómicas, en esta encuesta, debido a su similitud funcional y el esfuerzo que se requiere es mayor, se agrupan dentro de las obras físicas.

5.2	¿Tiene algún sistema forestal, agroforestal o silvopastoril? Como por ejemplo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cultivos con árboles <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Cultivos bajo sombra <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Árboles dispersos en potrero <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Cercas vivas <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Reforestación <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Regeneración natural <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> </ul>
5.3	¿Utiliza algún tipo de medidas agronómicas de conservación? Como por ejemplo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No quemas <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Siembra contra la pendiente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Uso de rastrojos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ MIP <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Lombricultura <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Rotación de cultivos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Abonos verdes <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> </ul>
5.4	¿Ha recibido capacitación formal para la implementación de estas prácticas?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No ¿Desde cuando?..... ¿De ..... que institución?.....
5.4.1	¿Cómo financio la construcción de estas prácticas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fondos propios <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Donación <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Préstamo <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Proyecto comunitario <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Otro.....</li> </ul>
5.4.2	¿Por que no tiene ninguna práctica de conservación de suelos, medidas agronómicas, sistemas forestales o agroforestales?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de dinero <input type="checkbox"/></li> <li>▪ La tierra no es suya <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Desconoce las prácticas <input type="checkbox"/></li> <li>▪ No le interesa <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Otro</li> </ul>
5.4.2.1	Si es por falta de dinero, ¿Que ha hecho para recibir apoyo económico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solicitud de crédito <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Nada <input type="checkbox"/></li> <li>▪ Otro</li> </ul>
5.6.2	¿Le gustaría implementar alguna obra de conservación de suelos, sistema agroforestal, forestal y/o silvopastoril o alguna medida agronómica?	<input type="checkbox"/> Si (Pasar a la siguiente) <input type="checkbox"/> No (Pasar a IV)
5.6.3	¿De que tipo?	
	Obras físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Canales de infiltración <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Terrazas individuales <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Terrazas angostas <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Terrazas de banco <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Barreras de piedra <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Diques de piedra <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Barreras vivas <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> </ul>
	¿Tipo de material?	

	Medidas agronómicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No quemas <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Siembra contra la pendiente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Uso de rastrojos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ MIP <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Lombricultura <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Rotación de cultivos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Abonos verdes <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> </ul>
	Sistema agroforestal, silvopastoril o forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cultivos con árboles <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Cultivos bajo sombra <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Árboles dispersos en potrero <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Cercas vivas <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Reforestación <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> <li>▪ Regeneración natural <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</li> </ul> <p>Otro</p>
5.6.4	¿Qué requiere para implementar estas prácticas?	a) b) c)

## VI. Costo de producción<sup>13</sup>

Cultivo \_\_\_\_\_

Área Mz \_\_\_\_\_

Rdto qq \_\_\_\_\_

Destino de la producción: consumo \_\_\_\_\_, venta \_\_\_\_\_ Semilla \_\_\_\_\_.

¿Donde vende? \_\_\_\_\_.

Precio de venta \_\_\_\_\_.

¿Desde cuando cultiva este rubro? \_\_\_\_\_.

# de cosechas por año? \_\_\_\_\_.

Tiene riego si \_\_\_ no \_\_\_\_\_.

Descripción	Unidad	Cant.	CU	Costo total

## VII. Aspectos económicos

7.1	¿Qué actividad le genera más ingresos?		
7.2	¿La mano de obra es escasa en la zona?	<input type="checkbox"/> Si (Pasar a 7.2.1)	<input type="checkbox"/> NO (Pasar a 7.3)
7.2.1	¿En que periodo (Meses)?		
7.3	¿Cuántas personas de su familia trabajan?	<input type="text"/>	
7.3.1	¿Cuántos en la finca?	<input type="text"/>	
7.4	¿Qué tipo de mano de obra trabaja en su finca?	<input type="checkbox"/> Familiar (Pasar a la 7.4.1.1) <input type="checkbox"/> Contratada (Pasar a 7.4.2.1)	

<sup>13</sup> Consultar costos tomando en cuenta insumos, mano de obra, maquinaria y equipo y riego.

7.4.1.1	¿Familiar?	<input type="checkbox"/> Ocasional (Pasar a la 7.4.1.2) <input type="checkbox"/> Permanente
7.4.1.2	¿Cuántas mensuales?	<input type="checkbox"/>
7.4.1.3	¿En cuanto valora el aporte de cada uno / día?	
7.4.2.1	¿Contratada?	<input type="checkbox"/> Ocasional (Pasar a la 7.4.1.2) <input type="checkbox"/> Permanente
7.4.2.2	¿Cuántas mensuales?	<input type="checkbox"/>
7.4.2.3	¿Cuál es el costo de cada uno por día?	
7.7	Además del trabajo en finca, ¿Qué otras labores que le generan ingreso realiza?	a)..... b)..... c).....

### VIII. Entrevista semi estructurada

- 1) ¿Sabe que es una cuenca hidrográfica o conoce los ríos en su zona; y que beneficios nos brinda?
- 2) Considera usted que la forma en que cultiva tiene algo que ver, con la calidad, cantidad y disponibilidad de agua de las personas que viven en la parte baja de la microcuenca, es decir en la población del casco urbano de Valle de Ángeles? Si\_ No\_\_ ¿por que?
- 3) Sabiendo que el agua es importante para la vida (consumo humano, animales y para la producción agrícola). ¿Estaría dispuesto a participar en la protección y cuidado del agua que existe en Valle de Ángeles?
- 4) ¿Que estaría dispuesto a hacer para mejorar la calidad y cantidad del agua de Valle de Ángeles?

### IX. Consulta sobre PSE (Ojo orientar al momento de la entrevista de acuerdo a la observación de campo o práctica que se deba cambiar)

a)	¿Estaría dispuesto a mantener áreas de bosques, si le reconociera algún pago? ¿O le gustaría obtener algo a cambio?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
b)	¿Usted estaría dispuesto a cambiar su sistema de producción, por uno más amigable con el ambiente, si le reconociera algún pago?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

- 5) ¿Qué prácticas implementaría o que le gustaría hacer?

*Anexo 4. Adopción de prácticas de conservación de suelos y aguas*

*Anexo 4.1. Tabla de frecuencia de la presencia de obras físicas de conservación de suelos y agua.*

<b>Práctica</b>	<b>Categoría</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Acequias de ladera	Si	0	0.00
	No	28	1.00
Terrazas individuales	Si	1	0.01
	No	27	0.96
Terrazas angostas	Si	2	0.07
	No	26	0.93
Terrazas de banco	Si	3	0.11
	No	25	0.89
Barreras de piedra	Si	1	0.04
	No	27	0.96

*Anexo 4.2. Tabla de frecuencias de adopción actual de medidas agronómicas por los productores entrevistados*

<b>Medida agronómicas</b>	<b>Categoría</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Barreras vivas	Si	3	0.11
	No	25	0.89
No quema	Si	15	0.54
	No	13	0.46
Siembra contra la pendiente	Si	22	0.81
	No	5	0.19
Uso de rastrojos	Si	21	0.78
	No	6	0.22
MIP	Si	1	0.96
	No	26	0.04
Lombricultura	Si	0	0.00
	No	28	1.00
Rotación de cultivos	Si	13	0.48
	No	14	0.52
Abonos verdes	Si	1	0.04
	No	26	0.96

*Anexo 4.3. Tabla de frecuencias de la adopción de prácticas agroforestales y silvopastoriles*

<b>Prácticas</b>	<b>Categoría</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Cultivos con árboles	Si	11	0.39
	No	17	0.61
Cultivos bajo sombra	Si	11	0.39
	No	17	0.61
Árboles dispersos en potreros	Si	8	0.29
	No	20	0.71
Cercas vivas	Si	1	0.04
	No	27	0.96
Reforestación	Si	10	0.36
	No	18	0.64
Regeneración natural	Si	15	0.54
	No	13	0.46

*Anexo 5. Disposición de implementar prácticas de conservación de suelos y aguas*

*5.1 Tabla de frecuencias de la disposición a implementar obras físicas*

<b>Práctica</b>	<b>Categoría</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Acequias de ladera	Si	9	0.15
	No	17	0.85
Terrazas individuales	Si	4	0.15
	No	22	0.85
Terrazas angostas	Si	1	0.04
	No	25	0.96
Terrazas de banco	Si	2	0.08
	No	24	0.92
Barreras de piedra	Si	3	0.12
	No	23	0.88
Diques de piedra	Si	1	0.04
	No	25	0.96

5.2 Tabla de frecuencias de la disposición a implementar medidas agronómicas

<b>Medida agronómicas</b>	<b>Categoría</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Barreras vivas	Si	17	0.65
	No	9	0.35
No quema	Si	25	0.96
	No	1	0.04
Siembra contra la pendiente	Si	23	0.88
	No	3	0.12
Uso de rastrojos	Si	23	0.88
	No	3	0.12
MIP	Si	4	0.15
	No	22	0.85
Lombricultura	Si	3	0.12
	No	23	0.88
Rotación de cultivos	Si	16	0.62
	No	10	0.38
Abonos verdes	Si	12	0.46
	No	14	0.54

5.3 Tabla de frecuencias de la disposición a implementar prácticas agroforestales y silvopastoriles

<b>Prácticas</b>	<b>Categoría</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Cultivos con árboles	Si	15	0.58
	No	11	0.46
Cultivos bajo sombra	Si	12	0.46
	No	14	0.54
Árboles dispersos en potreros	Si	7	0.27
	No	19	0.73
Cercas vivas	Si	14	0.54
	No	12	0.46
Reforestación	Si	10	0.38
	No	16	0.62
Regeneración natural	Si	10	0.38
	No	16	0.62

*Anexo 6. ENCUESTA SOBRE DISPOSICIÓN A PAGAR POR PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO<sup>14</sup> EN EL MUNICIPIO DE VALLE DE ÁNGELES, HONDURAS*

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)**

**Programa de Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas  
(FOCUENCAS II)**

<i>Duración de la entrevista</i>	<i>Tipo de tarifa</i>
<input type="checkbox"/> Menos de 5 minutos <input type="checkbox"/> 5 a 10 minutos <input type="checkbox"/> 10 a 15 minutos <input type="checkbox"/> Más de 15 minutos	<input type="checkbox"/> <b>Habitacional</b> <input type="checkbox"/> <b>Negocio (Pulpería, Comedor)</b> <input type="checkbox"/> <b>Residencia con cisterna</b> <input type="checkbox"/> <b>Restaurante</b> <input type="checkbox"/> <b>Residencia con piscina</b> <input type="checkbox"/> <b>Otro</b> _____ <div style="text-align: center; font-size: small;">Especificar</div>

*Esta encuesta es solo para aplicar al jefe o jefa de hogar*

***A ser leído al entrevistado antes de realizar la entrevista:***

Buenos días / tardes señor(a). Mi nombre es \_\_\_\_\_ y estoy colaborando con un proyecto de investigación del CATIE con apoyo del Municipio de Valle de Ángeles. La información solicitada se utilizará en una investigación dirigida a proteger las fuentes de agua del municipio. Su hogar ha sido escogido de forma completamente al azar para ser entrevistado en este estudio.

Le garantizamos que la información que usted nos brinde será utilizada de forma confidencial. Si tiene alguna duda puede contactar al Ing. José Manuel Gonzalez, responsable del proyecto al Teléfono 766 - 2547.

*Si no entiende alguna pregunta por favor no dude en decirme que la explique o la repita. No hay respuestas buenas ni malas*

**Sección I: Datos generales**

1.1	¿Cuántos días a la semana recibe agua en su casa?	<input type="checkbox"/>
1.2	¿Cuál es la frecuencia con que usted recibe el agua en su casa y/o negocio?	<input type="checkbox"/> Todo el día ( <b>DAR OPCIONES</b> ) <input type="checkbox"/> Solo por la mañana <input type="checkbox"/> Solo por la tarde <input type="checkbox"/> Solo por la noche <input type="checkbox"/> Otro _____ <div style="text-align: right; font-size: small;">Especificar</div>

<sup>14</sup> Desarrollada por Alpizar y Madrigal (2004)



1.3	¿Cuántas horas al día recibe agua?	<input type="checkbox"/>
1.4	¿Considera que el agua que recibe es de buena calidad?	<input type="checkbox"/> Si (Pasar a la 1.6) <input type="checkbox"/> No
1.5	Si la respuesta es negativa, ¿Porque no la considera de buena calidad?	<input type="checkbox"/> Mal sabor (NO DAR OPCIONES) <input type="checkbox"/> Mal olor <input type="checkbox"/> Turbia <input type="checkbox"/> Otro _____ Marque todas las que apliquen
1.6	¿Cuál es su tarifa mensual promedio?	Lempiras <input type="text"/> <input type="text"/>
1.7	¿Cómo considera el monto de su tarifa mensual de agua potable?	<input type="checkbox"/> Muy Alta (DAR OPCIONES) <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Justa <input type="checkbox"/> Barata
1.8	¿Compra agua embotellada?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No (Pasar a la 1.10)
1.9	¿Con que frecuencia compra agua embotellada?	<input type="checkbox"/> Diario (DAR OPCIONES) <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Quincenal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Otro _____ Especificar
1.10	¿Sabe usted de donde viene el agua que llega a su casa?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
1.11	Si le pidiera calificar la importancia de los bosques con respecto a la producción y protección de agua ¿Qué calificación le daría?	<input type="checkbox"/> Muy importante (DAR OPCIONES) <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/> No es importante <input type="checkbox"/> Otro _____ Especificar
1.12	¿Quién deberá velar por la protección de las fuentes de agua de Valle de Ángeles?	<input type="checkbox"/> El gobierno (DAR OPCIONES) <input type="checkbox"/> La municipalidad <input type="checkbox"/> Los dueños de las tierras <input type="checkbox"/> Los usuarios <input type="checkbox"/> Una combinación de estos <input type="checkbox"/> Otros _____ Especificar

### Comentarios

---



---



---

## Sección 2: Datos sobre disponibilidad a pagar

2.1	<p>El municipio de Valle de Ángeles se abastece de agua de las Quebradas San Francisco, Las Martitas y El Suizo.</p> <p>En la actualidad, la municipalidad de Valle de Ángeles evalúa la implementación de un programa para proteger esas áreas prioritarias, con el objetivo de mejorar la disponibilidad y la calidad del agua a futuro. Lo que se desea es establecer un programa de manejo adecuado de dichas quebradas y de sus áreas productoras de agua.</p> <p>¿Estaría usted dispuesto a contribuir a este programa, aunque tuviera que pagar <b>Un Lempira</b> adicionales por mes a su servicio de agua potable?</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>Si</b> (pasar a la 2.3)</p> <p><input type="checkbox"/> <b>No</b></p>
2.2	<p>¿Por qué razón respondió que <b>NO</b> a la pregunta anterior?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> No confía en que los fondos se utilicen para proteger las quebradas</li> <li><input type="checkbox"/> No le interesa</li> <li><input type="checkbox"/> No entiende</li> <li><input type="checkbox"/> No cree en los beneficios del proyecto</li> <li><input type="checkbox"/> No tiene ingresos suficientes para pagar</li> <li><input type="checkbox"/> La municipalidad debe cubrir sus costos</li> <li><input type="checkbox"/> El Estado es quien debe pagar</li> <li><input type="checkbox"/> Otra</li> </ul> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">_____</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">Especificar</p>	<p style="text-align: center;"><i>No leer las opciones, marque la que más se acerque a la respuesta</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Pasar a la <b>Sección 3</b> de la encuesta</i></p>
2.3	<p>Actualmente lo recaudado por el servicio de agua potable en Valle de Ángeles se invierte en los costos de operación y mantenimiento del sistema de agua potable. La protección de las zonas productoras de agua, no se incluye en estos costos.</p> <p>La protección de las zonas productoras de agua potable le aportará beneficios, como: mejor calidad de agua, la protección del medio ambiente y la existencia de agua para el consumo de los habitantes de Valle de Ángeles en el futuro.</p> <p>Usted tiene la posibilidad de recibir los beneficios de un programa de protección de las zonas productoras de agua, que será ejecutado sólo si un número determinado de familias votan a favor del mismo.</p>	

	¿Estaría en la disposición de votar a favor del programa de protección de zonas productoras de agua, si esto le costara un <b>aumento</b> de _____ Lempiras por mes en la factura del servicio de agua potable, sabiendo que los fondos se manejarían exclusivamente para tal fin?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No (Pasar a la 2.5)
2.4	¿Esta usted seguro (a)?  Tenga presente que este aumento puede volverse realidad en el futuro	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
2.5	¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar como <b>máximo de aumento</b> en su tarifa de servicio de agua potable mensualmente para implementar el programa de protección de las quebradas San Francisco, El Suizo y las Martitas?	<p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">Lempiras mensuales</p>
2.6	¿Quién considera usted que deberá administrar el fondo que se genere para la protección de esas quebradas?	<input type="checkbox"/> La Municipalidad ( <u>DAR OPCIONES</u> ) <input type="checkbox"/> Una ONG encargada del proyecto <input type="checkbox"/> Una organización del municipio <input type="checkbox"/> Otro _____ <span style="float: right;">Especificar</span>

### Sección 3: Aspectos socioeconómicos

Las siguientes preguntas son muy importantes para el estudio. De nuevo le recuerdo, que todas sus respuestas son estrictamente confidenciales.

3.1	¿El entrevistado es?	<input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/> Hombre
3.2	¿Cuál es su nivel educativo?	<input type="checkbox"/> Ninguno ( <u>NO DAR OPCIONES</u> ) <input type="checkbox"/> Primaria incompleta <input type="checkbox"/> Primaria completa <input type="checkbox"/> Nivel medio completo <input type="checkbox"/> Nivel medio incompleto <input type="checkbox"/> Universitario
3.3	¿Cuál es su ocupación?	<input type="checkbox"/> Agricultor ( <u>NO DAR OPCIONES</u> ) <input type="checkbox"/> Comerciante <input type="checkbox"/> Profesional asalariado <input type="checkbox"/> Artesano <input type="checkbox"/> Albañil <input type="checkbox"/> Otro _____ <span style="float: right;">Especificar</span>
3.4	¿Su casa es?	<input type="checkbox"/> Propia ( <u>DAR OPCIONES</u> ) <input type="checkbox"/> Alquilada <input type="checkbox"/> Prestada <input type="checkbox"/> Otro _____ <span style="float: right;">Especificar</span>
3.5	¿Cuántas personas viven en su casa?	<input type="checkbox"/> Mujeres adultas <input type="checkbox"/> Hombres adultos <input type="checkbox"/> Niños <input type="checkbox"/> Niñas
3.6	¿Cuántas personas de las que viven en su casa tienen un trabajo con salario en la actualidad?	<input type="checkbox"/> Número

3.7	¿Podría usted mencionarme su edad?	<input type="text"/> Años
3.8	¿Con que servicios cuenta?	<input type="checkbox"/> Teléfono ( <b>DAR OPCIONES</b> ) <input type="checkbox"/> Teléfono celular <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Tren de aseo <input type="checkbox"/> Energía Eléctrica <input type="checkbox"/> Cable TV <input type="checkbox"/> Otros _____ <span style="float: right;">Especificar</span>
3.9	¿Podría marcar dentro de estas opciones el ingreso mensual aproximado de su familia?  <p style="text-align: center;"><b><u>Marcar la opción que más se acerque</u></b></p> (Entregar la encuesta al entrevistado para que marque)	<input type="checkbox"/> Menos de 1,500 Lempiras <input type="checkbox"/> De 1,500 a 3,000 Lempiras <input type="checkbox"/> De 3,000 a 5,000 Lempiras <input type="checkbox"/> De 5,000 a 7,000 Lempiras <input type="checkbox"/> De 7,000 a 10,000 Lempiras <input type="checkbox"/> De 10,000 a 15,000 Lempiras <input type="checkbox"/> De 15,000 a 20,000 Lempiras <input type="checkbox"/> Más de 20,000 Lempiras

**Muchas gracias por su apoyo y recuerde que la información brindada es completamente confidencial**

Deposite la encuesta en el sobre.

*Anexo 6. Análisis de calidad de agua de los acueductos*

*Anexo 6.1 Análisis de calidad de agua del acueducto Las Martitas*

<i>Parámetro</i>	<i>Norma</i>	<i>Verano</i>	<i>Transición</i>	<i>Invierno</i>		<i>Var(n)</i>
		<i>Resultado</i>	<i>Resultado</i>	<i>Resultado</i>	<i>Media</i>	
1. Temperatura (°C) in situ	...	25	19	19	21	8
2. pH	6.5-8.5	5.62	5.4	5.23	5.42	0.03
3. Turbiedad (NTU)	5	0.43	0.41	1.04	0.63	0.09
4. Fosfatos (mg/l)	0.5	0.07	0.1	0.15	0.11	1.10E-03
5. Nitratos (mg/l)	50	0.33	0.4	0.33	0.35	1.10E-03
6. OD (mg/l)	6.0-8.0	6.9	7.1	6.5	6.83	0.06
7. DBO5 (mg/l)	5	4.8	7.7	8	6.83	2.08
8. DQO (mg/l)	20	0	3	0	1	2
9. S. suspendidos (mg/l)	10	0	0	0	0	0
10. S. totales disueltos (mg/l)	500	6	6.5	7.5	6.67	0.39
11. C. totales (UFC/100ml)	0	20	3	3	8.67	64.22
12. C. termotolerante (UFC/100ml)	0	0	0	0	0	0

Anexo 6.2 Análisis de calidad de agua del acueducto San Francisco

<i>Parámetro</i>		<b>Verano</b>	<b>Transición</b>	<b>Invierno</b>		
	<i>Norma</i>	<i>Resultado</i>	<i>Resultado</i>	<i>Resultado</i>	<i>Media</i>	<i>Var(n)</i>
1. Temperatura (°C) in situ	...	23	18	20	20.33	4.22
2. pH	6.5-8.5	6.22	5.29	5.49	5.67	0.16
3. Turbiedad (NTU)	5	1.25	4.31	1.56	2.37	1.89
4. Fosfatos (mg/l)	0.5	0.08	0.28	0.13	0.16	0.01
5. Nitratos (mg/l)	50	0.3	0.07	0.06	0.14	0.01
6. OD (mg/l)	6.0-8.0	6.9	6.3	6.4	6.53	0.07
7. DBO5 (mg/l)	50	4.4	1.1	8.8	4.77	9.95
8. DQO (mg/l)	200	0	0	1.6	0.53	0.57
9. S. suspendidos (mg/l)	10	0	0	0	0	0
10. S. totales disueltos (mg/l)	500	12	12.5	14	12.83	0.72
11. C. totales (UFC/100ml)	0	220	106	110	145.33	2790.22
12. C. termotolerante (UFC/100ml)	0	0	2	2	1.33	0.89

Anexo 6.3. Análisis de calidad de agua del acueducto El Suizo

<i>Parámetro</i>		<b>Verano</b>	<b>Transición</b>	<b>Invierno</b>		
	<i>Norma</i>	<i>Resultado</i>	<i>Resultado</i>	<i>Resultado</i>	<i>Media</i>	<i>Var(n)</i>
1. Temperatura (°C) in situ	...	24	18	19	20.33	6.89
2. pH	6.5-8.5	6.55	5.66	6.27	6.16	0.14
3. Turbiedad (NTU)	5	0.99	1.21	2.65	1.62	0.54
4. Fosfatos (mg/l)	0.5	0.08	0.48	0.19	0.25	0.03
5. Nitratos (mg/l)	50	0.25	0.08	0.05	0.13	0.01
6. OD (mg/l)	6.0-8.0	7	6.5	6.1	6.53	0.14
7. DBO5 (mg/l)	5	0	1.5	6.4	2.63	7.47
8. DQO (mg/l)	20	0	0	1.6	0.53	0.57
9. S. suspendidos (mg/l)	10	0	0	0	0	0
10. S. totales disueltos (mg/l)	500	20	18	8	15.33	27.56
11. C. totales (UFC/100ml)	0	190	386	200	258.67	8123.56
12. C. termotolerante (UFC/100ml)	0	0	8	8	5.33	14.22

Anexo 7. Analisis paramétrico de los datos y calculo de la voluntad de pago con un modelo Probit

```
--> DSTAT;Rhs=ONE,DIAS,HORAS,CALIDAD,BOTELA,VAGUA,MONTC,DAP,GENERO,EDUC,CASA
,EDAD,TELEF,CEL,INGRES$
```

Descriptive Statistics  
All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Cases
-----					
All observations in current sample					
DIAS	6.63600000	1.12631182	1.00000000	7.00000000	250
HORAS	15.7206478	6.68687730	1.00000000	24.00000000	247
CALIDAD	.544000000	.499059356	.000000000	1.000000000	250
BOTELA	.572000000	.495781400	.000000000	1.000000000	250
VAGUA	.652000000	.477291555	.000000000	1.000000000	250
MONTC	14.96000000	7.05674077	5.00000000	25.00000000	250
DAP	.613333333	.488072009	.000000000	1.000000000	225
GENERO	.352000000	.478552033	.000000000	1.000000000	250
EDUC	2.684000000	1.46448725	.000000000	5.000000000	250
CASA	2.508000000	.787665964	1.00000000	3.000000000	250
EDAD	46.29200000	16.5907126	18.00000000	90.00000000	250
TELEF	.620000000	.486360139	.000000000	1.000000000	250
CEL	.536000000	.499702723	.000000000	1.000000000	250
INGRES	5077.75120	4533.62122	1500.00000	20000.0000	209

**Matrix: Las**  
**[14,7]**

```
--> skip$
```

```
--> probit;lhs=dap;rhs=one,dias,botela,vagua,montc,ingres;margin$
```

```
*****
* NOTE: Deleted 55 observations with missing data. N is now 195 *
*****
```

Normal exit from iterations. Exit status=0.

Binomial Probit Model	
Maximum Likelihood Estimates	
Dependent variable	DAP
Weighting variable	None
Number of observations	195
Iterations completed	5
Log likelihood function	-93.91690
Restricted log likelihood	-129.4434
Chi-squared	71.05309
Degrees of freedom	5
Significance level	.0000000
Hosmer-Lemeshow chi-squared =	9.71013
P-value=	.20560 with deg.fr. = 7

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[ Z >z]	Mean of X
----------	-------------	----------------	----------	----------	-----------

```
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Index function for probability
Constant 2.764804259 .75745688 3.650 .0003 6.6153846
DIAS -.1655999887 .94467756E-01 -1.753 .0796 .6153846
BOTELA .2630802039 .21766205 1.209 .2268 .58974359
VAGUA -.3681406870 .22390385 -1.644 .1001 .63076923
MONTC -.1156634022 .17210853E-01 -6.720 .0000 15.076923
INGRES .1149018714E-03 .30980558E-04 3.709 .0002 5242.3077
(Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)
```

**Matrix: Las**  
**[6,4]**

```

+-----+
| Partial derivatives of E[y] = F[*] with |
| respect to the vector of characteristics. |
| They are computed at the means of the Xs. |
| Observations used for means are All Obs. |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Index function for probability
Constant .9964554854 .26647406 3.739 .0002
DIAS -.5968343565E-01 .34017140E-01 -1.755 .0793 6.6153846
Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
BOTELA .9557829535E-01 .79563499E-01 1.201 .2296 .58974359
Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
VAGUA -.1291340489 .75788273E-01 -1.704 .0884 .63076923
MONTC -.4168592812E-01 .61000128E-02 -6.834 .0000 15.076923
INGRES .4141146690E-04 .10815844E-04 3.829 .0001 5242.3077
(Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)

```

```

+-----+
| Fit Measures for Binomial Choice Model |
| Probit model for variable DAP |
+-----+
| Proportions P0= .379487 P1= .620513 |
| N = 195 N0= 74 N1= 121 |
| LogL = -93.91690 LogL0 = -129.4434 |
| Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) = .34685 |
+-----+
| Efron | McFadden | Ben./Lerman |
| .32944 | .27446 | .68260 |
| Cramer | Veall/Zim. | Rsqrd ML |
| .32800 | .46822 | .30537 |
+-----+
| Information Akaike I.C. Schwarz I.C. |
| Criteria 1.02479 219.47179 |
+-----+

```

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

		Predicted		
		0	1	Total
Actual	0	51	23	74
	1	20	101	121
Total		71	124	195

```

--> create;vpm=(B(1)+B(2)*dias+B(3)*botela+B(4)*vagua+B(6)*ingres)/-B(5)$
--> dstat;rhs=vpm$

```

Descriptive Statistics  
All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Cases
VPM	18.8105632	5.26523435	12.1889589	36.2941168	209

**Matrix: Las**  
**[1,7]**

Anexo 8. Abonados del sistema de agua potable por barrio y acueducto

#	Barrio	Abonados por acueducto		Total
		San Francisco	Las Martitas y El Suizo	
1	Abajo	57	0	57
2	Agua Dulce	90	0	90
3	Arriba	62	0	62
4	El Carmelo	28	0	28
5	El Centro	34	0	34
6	La Colonia	31	0	31
7	El Edén	0	32	32
8	El Sunteco	59	0	59
9	La Cruz	5	0	5
10	La Lomita	0	11	11
11	La Posona	4	0	4
12	El Molino	7	0	7
13	Parque Obrero	1	0	1
14	La Quinta	3	0	3
15	El Cementerio	3	0	3
16	El Tablón	16	0	16
17	El Zarzal	40	96	136
<b>Total</b>		<b>440</b>	<b>139</b>	<b>579</b>

Fuente: censo 2006