

UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES



**ANÁLISIS DEL COSTO DE OPORTUNIDAD DE LA TIERRA EN LA  
SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC, UNA APROXIMACIÓN DEL VALOR  
ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS COMO  
MECANISMO PARA LA CONSERVACIÓN**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ECOLOGÍA TROPICAL

PRESENTA

**LIC. NELSY ROCÍO RODRÍGUEZ CAMARGO**

Comité tutorial:  
**DRA. CITLALLI LOPEZ BINNQÜIST**  
**DRA PATRICIA GEREZ FERNÁNDEZ**  
**DR. EDUARDO GARCIA FRAPOLLI**  
**DR. EDWARD ALLAN ELLIS**

**XALAPA, VERACRUZ**

**AGOSTO 2015**

## DECLARACIÓN

El trabajo de investigación contenido en esta tesis, fue efectuado por Nelsy Rocío Rodríguez Camargo, como estudiante de la Maestría en Ecología Tropical comprendida entre los meses de agosto 2011 a julio 2013, bajo la dirección de la Dra. Citlalli López y la Dra. Patricia Gerez.

La investigación reportada en esta tesis no ha sido utilizada anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán para tales fines en el futuro.

    
Nelsy Rodríguez Camargo      Dra. Citlalli López Binnquist      Dra. Patricia Gerez Fernández

Estudiante

Tutor

Tutor

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) por el apoyo académico e institucional, así como por el apoyo financiero gestionado ante la Universidad Veracruzana y el Banco Santander del programa ECOES, a través del cual realice una estancia de investigación en el Laboratorio de Economía Ecológica en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) de la Universidad Autónoma de México (UNAM). Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACyT) por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios de maestría No: 415142.

A mis directoras de tesis, la Dra. Citlalli López Binnquist y el Dra. Patricia Gerez Fernández, por todo el apoyo, confianza y paciencia que me brindaron para realizar este trabajo. A mi comité tutorial, el Dr. Edward Allan Ellis y el Dr. Eduardo García Frapolli, por su ayuda y comentarios, en especial a este último por la oportunidad de convivir y aprender en el Laboratorio de Economía Ecologica. A mis lectores, la Dra. Luisa Paré Oullet, el Dr. Robert Mansón y el Dr. Ray Acosta Barradas, por los valiosos comentarios realizados para enriquecer y mejorar este trabajo, por su paciencia y comprensión.

Quiero agradecer especialmente todo el apoyo que me ha brindado la Asociación Civil SENDAS, para realizar este estudio. Gracias por permitirme hacer parte de este gran proyecto y aprender de cada uno de ustedes, Gina, Tajin, Wicha, Isauro, Karla, Ale, Luisa P., Eckart, Lola, Udavi, Valentín, Magdaleno, Valente, Lucho, Rubi, Saira, Ivan, Maco y Karime.

A mi familia por brindarme todo su amor y apoyo incondicional para cumplir mis sueños. A mis padres, Hugo y Mery, por darme alas grandes y fuertes para volar, a mis hermanos Nidia, Ivan, Yamile y Leo por brindarme siempre una sonrisa y una palabra de aliento en momentos oportunos.

A Fredy Alvarado, por todo su cariño y amor, por ser mi conciencia en momentos que olvido lo importante que es soñar y por cada uno de los momentos maravillosos vividos. A todos los amigos que en este proceso me han brindado su amistad, Sheila, Dany, Narda, Gabina, Ana Allen, Pao, Manu, Lili, Fede, Martica, Matthias, Nata-Cortez, Grillo, Sara, Ana, Beto, Poncho, Pablo Carrillo, Gaby, Meke, Sofia, Victor, Karo, Juanfer, Rosalinda, Adlay, Isra, Sergio Angon, Tirso, Perla, Carmelo.

**Gracias a todos.**

**“Algún día se tendrá que admitir oficialmente que lo  
que hemos bautizado como realidad es una ilusión  
mayor que el mundo de los sueños”**

**SALVADOR DALÍ**

## RESUMEN

En México una de las estrategias de conservación de los recursos forestales es el programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). El objetivo de este estudio fue analizar el papel de los PSAH como incentivo económico para la conservación de los bosques en la subcuenca del río Pixquiac, utilizando un enfoque dual: de la economía ambiental el costo de oportunidad, y de la economía ecológica comprender la percepción de los beneficiarios de dichos programas. En esta tesis de maestría se utiliza al Costo de Oportunidad (CO) como metodología para la valoración práctica de las ganancias de 18 actividades económicas representativas en la subcuenca del río Pixquiac, que compiten con la conservación de los bosques y el precio de la venta de la tierra para cada zona de la subcuenca. Esta valoración buscó estimar las ganancias de las actividades productivas en la subcuenca y que pueden servir como un estudio base para el ajuste del monto de los PSAH en operación. Además, comparamos el funcionamiento de los tres programas de PSAH presentes en la subcuenca; el programa de CONAFOR que lleva funcionando 12 años en el territorio nacional y ha motivado a la detonación de programas municipales o regionales. El programa FIDECOAGUA, fue el primer esquema de PSAH creado en el país, lleva funcionando 13 años a nivel municipal, y finalmente el programa PROSAPIX que lleva funcionando 9 años y es un programa a nivel de subcuenca. El estudio se complementó con un análisis de las percepciones de los beneficiarios inscritos en estos programas, con respecto a su función como incentivo para conservar sus bosques. Los resultados indican que existen diferencias entre los programas de los PSAH y sus enfoques de operación. Los tres PSAH tienen un objetivo común, la conservación del bosque con el fin de ayudar a solucionar la escasez de agua. Los resultados del CO mostraron que 69% (11 de 18) de las actividades productivas generan una ganancia mayor que el pago otorgado por el PSAH. El cultivo de la papa es la actividad productiva más significativa en la zona alta; mientras que en la zona media por extensión de territorio es la ganadería, y por ganancias económicas las plantaciones de macadamia; y en la zona baja el cultivo de caña. Se encontró que en la subcuenca la conservación del bosque está asociada, en parte a la expectación que generan los pagos de los PSAH y, también a las particularidades topográficas y económicas de los dueños de la tierra. En cuanto la percepción de los beneficiarios de los PSAH en la subcuenca sobre el pago que se les otorga por conservar el bosque, se registró que todos lo consideran una propina porque es muy bajo. Sin embargo, a pesar que piensan que el pago no compensa el trabajo y las actividades de cuidado y conservación que deben desarrollar en el predio, hay interés por registrar los fragmentos de bosque que no tienen uso potencial agropecuario debido a las condiciones de topografía abrupta..

**Palabras clave:** Servicios ambientales hidrológicos, costo de oportunidad, PSAH, percepciones.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	v
ÍNDICE .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE CUADROS .....	x
GLOSARIO .....	xii
CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN .....	xiii
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	9
1.3.1. Objetivo General .....	9
1.3.2. Objetivos específicos .....	9
1.3.3. Hipótesis .....	9
1.2 MARCO CONCEPTUAL .....	10
1.4.1. Economía Ambiental .....	11
1.4.2. Economía Ecológica .....	17
1.4.3. Principales diferencias entre el EE y EA .....	18
1.4.1. Limitaciones en la valoración económica .....	19
CAPÍTULO 2. ZONA DE ESTUDIO .....	21
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA .....	22
2.1.1. Topografía .....	2
2.1.2. Tenencia de la tierra .....	2
2.1.3. Infraestructura Hidráulica .....	3
2.1.4. Caracterización socioeconómica de la población asentada en la Subcuenca del río Pixquiac .....	4
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....	8
3.1. Documentación de los esquemas de PSAH operando en el área de estudio .....	9
3.2. Estimación del Costo de Oportunidad .....	10
3.3. Análisis de la percepción de los beneficiarios de los PSAH .....	15
CAPÍTULO 4. RESULTADOS .....	18
4.1. PROGRAMAS DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC .....	19
4.1.1 Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) administrado por CONAFOR .....	24
4.1.2 Fideicomiso Público para la Promoción, Preservación y Pago de Servicios Ambientales Forestales de la Zona Montañosa del municipio de Coatepec (FIDECOAGUA) .....	28
4.1.3 El Programa de Compensación por Servicios Ambientales y Desarrollo Rural Integral del Pixquiac (PROSAPIX) .....	34
4.2. COSTO DE OPORTUNIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC .....	38
4.2.1. Estimación de las ganancias por actividad productiva en cada zona de la subcuenca del río Pixquiac (flujos de caja) .....	38
4.2.2. Resultado del Costo de Oportunidad para cada zona de la subcuenca .....	41

4.2.3. Relación entre Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y el Costo de Oportunidad de la tierra .....	47
<b>4.3. PERCEPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO E IMPORTANCIA DEL PSAH POR LOS PARTICIPANTES .....</b>	<b>52</b>
4.3.1. Cambio de actividades económicas ante la incorporación de sus predios a un PSAH.....	54
4.3.2. Beneficios de los PSAH.....	55
4.3.3. Tarifa de pago del PSAH .....	56
4.3.4. Motivaciones a participar en un PSAH.....	57
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1. DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
5.1.1. Programas de compensación.....	60
5.1.2. Costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac .....	62
5.1.3. Opinión sobre los beneficios del bosque .....	64
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 1. TÉCNICAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO 2. LOCALIDADES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC DONDE SE REALIZARON LAS ENCUESTAS.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 3. FORMATO ENCUESTA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA POBLACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA POBLACIÓN ASENTADA EN LAS TRES ZONAS DE LA SUBCUENCA .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO 5. ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA: PERCEPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS SOBRE LOS PSAH EN LA SUBCUENCA .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO 6. ENCUESTA ECONOMICA - ANÁLISIS DEL COSTO OPORTUNIDAD EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO 7. ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE PREDIOS EN EL PSAH EN RELACIÓN A LA TOPOGRAFÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO 8. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES PRESENTES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 9. ESTIMACIÓN DE LAS GANANCIAS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA PARA CADA ZONA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC (FLUJOS DE CAJA) .....</b>	<b>112</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Método para estimar el Costo de Oportunidad.....	17
<b>Figura 2.</b> Mapa ubicación subcuenca del río Pixquiac.....	22
<b>Figura 3.</b> Bosque de pino ejido Los Pescados.....	24
<b>Figura 4.</b> Cultivo de papa en el ejido Los Pescados.....	24
<b>Figura 5.</b> Bosque mesófilo, zona media de la subcuenca del río Pixquiac.....	24
<b>Figura 6.</b> Pastizales ejido San Pedro Buenavista.....	24
<b>Figura 7.</b> Cafetales bajo sombra, zona baja de la subcuenca del río Pixquiac.....	25
<b>Figura 8.</b> Cultivos de caña y lotificación de predios zona baja de la subcuenca del río Pixquiac.....	25
<b>Figura 9.</b> Infraestructura hidráulica de la subcuenca del río Pixquiac.....	27
<b>Figura 10.</b> Ordenación de las respuestas de los habitantes de la zona alta de la subcuenca con respecto a las variables escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno, opinión acerca de los beneficios del bosque y venta de la tierra.....	120
<b>Figura 11.</b> Relación lineal entre las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque.....	121
<b>Figura 12.</b> Ordenación de las respuestas de los habitantes de la zona media de la subcuenca con respecto a las variables escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno, opinión acerca de los beneficios del bosque y venta de la tierra.....	122
<b>Figura 13.</b> Relación lineal entre las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque.....	123
<b>Figura 14.</b> Ordenación de las respuestas de los habitantes de la zona alta de la subcuenca con respecto a las variables escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno, opinión acerca de los beneficios del bosque.....	125
<b>Figura 15.</b> Relación lineal entre las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque.....	125
<b>Figura 16.</b> Procedimientos de la investigación realizada.....	33
<b>Figura 17.</b> Mapa de la subcuenca del río Pixquiac con sus distintos grados de inclinación..	45
<b>Figura 18.</b> Relación entre la proporción de predios participantes en los PSAH en la zona alta de la subcuenca del río Pixquiac y el grado de inclinación.....	46

<b>Figura 19.</b> Relación entre la proporción de predios participantes en los PSAH en la zona media de la subcuenca del río Pixquiac y el grado de inclinación.....	46
<b>Figura 20.</b> Relación entre la proporción de predios participantes en los PSAH en la zona baja de la subcuenca del río Pixquiac y el grado de inclinación.....	47
<b>Figura 21.</b> Esquema de funcionamiento del programa nacional de PSAH. Administrado por CONAFOR.....	52
<b>Figura 22.</b> Esquema de funcionamiento FIDECOAGUA.....	57
<b>Figura 23.</b> Esquema de funcionamiento PROSAPIX.....	62
<b>Figura 24.</b> Comparación de las ganancias (año/ha) en cada sistema productivo de la zona alta.....	69
<b>Figura 25.</b> Comparación de las ganancias (año/ha) en cada sistema productivo de la zona media.....	70
<b>Figura 26.</b> Comparación de las ganancias (año/ha) en cada sistema productivo de la zona baja.....	70
<b>Figura 27. Zona alta:</b> PSAH y costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac.....	73
<b>Figura 28. Zona media:</b> PSAH y Costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac.....	73
<b>Figura 29. Zona baja:</b> PSAH y costo de oportunidad de la tierra en la la subcuenca del río Pixquiac.....	74
<b>Figura 30.</b> Diagrama de interpretación de los niveles de percepción que los entrevistados tienen respecto al PSAH en la subcuenca del río Pixquiac.....	78

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Principales diferencias entre la economía ambiental y la economía ecológica....	11
<b>Cuadro 2.</b> Clasificación del tipo de Valor Económico Total de los bienes y SA.....	15
<b>Cuadro 3.</b> Técnicas de valoración ambiental.....	16
<b>Cuadro 4.</b> Características altitudinales, productivas, y tipo de bosque por zona de la subcuenca del río Pixquiac.....	23
<b>Cuadro 5.</b> Variables socioeconómicas utilizadas para caracterizar a la población de la subcuenca .....	29
<b>Cuadro 6.</b> Atributos empleados en la comparación de los tres mecanismos de PSAH presentes en la subcuenca del río Pixquiac.....	34
<b>Cuadro 7.</b> Número de encuestas económicas por actividad productiva.....	36
<b>Cuadro 8.</b> Actividades económicas por zona incluidas en este estudio y número de encuestas realizadas por fase.....	38
<b>Cuadro 9.</b> Variables utilizadas en el flujo de caja del ganado.....	39
<b>Cuadro 10.</b> Condiciones topográficas de los predios participantes del programa de PSAH, por zona de la subcuenca del río Pixquiac.....	44
<b>Cuadro 11.</b> Principales características de los Programas de Pagos de Servicios Ambientales Hidrológicos presentes en la subcuenca del río Pixquiac.....	47
<b>Cuadro 12.</b> Participantes del programa Adopta una Hectárea, sus aportaciones y hectáreas beneficiadas en el año 2012.....	58
<b>Cuadro 13.</b> Estimación de costos/ingresos y ganancias para el cultivo de papa, en la zona alta.....	64
<b>Cuadro 14.</b> Estimación de costos/ingresos y ganancias para el cultivo del maíz, en la zona media.....	65
<b>Cuadro 15.</b> Estimación de los costos/ingresos y ganancias por hectárea para el cultivo del café, en la zona baja.....	65
<b>Cuadro 16.</b> Estimación del costo de oportunidad de la tierra de las actividades económicas que compiten con la conservación del bosque en las tres zonas de la subcuenca del río Pixquiac.....	67
<b>Cuadro 17.</b> Estimación del costo de oportunidad de la tierra de las actividades económicas que no compiten con la conservación del bosque en las tres zonas de la subcuenca del río Pixquiac.....	68

<b>Cuadro 18.</b> Relación entre la compensación del PSAH y el costo de oportunidad.....	75
<b>Cuadro 19.</b> Beneficiarios entrevistados en cada una de las zonas de la Subcuenca.....	77
<b>Cuadro 20.</b> Parámetros y variables de la encuesta aplicada para la caracterización socioeconómica de la población de las tres zonas de la subcuenca del río Pixquiac.....	117
<b>Cuadro 21.</b> Localidades y total de individuos entrevistados por zona de la subcuenca.....	118
<b>Cuadro 22.</b> Presupuesto del programa nacional de PSAH administrado por CONAFOR.....	134

## GLOSARIO

**COSTO DE OPORTUNIDAD:** Beneficio neto al que se renuncia cuando un recurso escaso es asignado a una actividad o uso en lugar de a otras posibles.

**EXTERNALIDAD:** Entendido como los efectos externos que benefician o afectan a terceros a partir del uso o decisiones tomadas sobre ciertos recursos y que quedaron fuera de la valoración del mercado.

**EXTERNALIDAD NEGATIVA:** Son aquellas en las cuales el público en general incurre en costos generados por un daño de las actividades de entidades particulares o privados (que puede ser ambiental, en salud, etc.).

**EXTERNALIDAD POSITIVA:** Son todos aquellos beneficios generados en el bienestar de público que no fueron incluidos originalmente en las estimaciones económicas de la actividad y no llegan a la entidad o persona que los generó.

**PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES:** Mecanismo que promueve la creación de mercados de cobro y pago por servicios ambientales, los cuales deben estar integrados por proveedores del servicio ambiental y compradores del mismo. A través de estos mercados se busca internalizar los efectos externos positivos o “externalidades” generados por la provisión de un servicio ambiental.

**SERVICIOS AMBIENTALES:** Son las condiciones y los procesos a través de los cuales los ecosistemas y las especies comprenden, apoyan y sustentan las actividades de los seres humanos (Daily, 1997).

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES:** Herramienta (con varias metodologías) que promueve la conservación de los ecosistemas, a través de los cuales se asegure la provisión de estos servicios a la sociedad. Mediante la valoración económica se trata de cubrir la ausencia de mecanismos de mercado para incorporar o asignar un precio a los servicios ambientales y a los cambios producidos en ellos, de manera que se promueva su conservación.

## **CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El efecto del crecimiento económico sobre los diversos ecosistemas del mundo está ocasionando serios problemas en la provisión de los bienes y servicios ambientales (SA). Dichos SA han sido definidos como la “capacidad de los procesos naturales, sus componentes y sus funciones para proveer bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas de forma directa o indirecta” (De Groot *et al.* 2002), por lo que permiten establecer vínculos explícitos entre el estado y el funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano. Esta relación puede ser directa o indirecta, y a su vez los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia (Balvanera y Cotler, 2007).

Algunos bienes y SA son: la producción de alimentos, el agua, la fertilidad de suelos, la captura de carbono, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. Sin embargo, “los problemas en la provisión han sido generados en gran medida por la transformación de los ecosistemas naturales en búsqueda de una rápida solución a las demandas crecientes de la población mundial por alimentos, agua potable, madera, fibra y combustible” (MEA, 2005:5).

En consecuencia, se han afectado ecosistemas como los bosques en extensas regiones del mundo ocasionando una constante deforestación. Durante la década de los 2000, el promedio anual neto de desaparición de bosques llegó a los 5,2 millones de hectáreas (FAO, 2012). Ésta pérdida afecta la regulación de múltiples SA proporcionados por las cubiertas boscosas, tales como la regulación de los flujos hidrológicos y la captura de carbono, además de la biodiversidad que albergan (Pagiola *et al.* 2002; MEA 2005).

La principal presión sobre los recursos forestales es el cambio de uso del suelo para fines agrícolas, ganaderos y urbanos; esto ha provocado una pérdida en la cobertura vegetal y una fragmentación del hábitat, alterando las condiciones naturales de los bosques y los ecosistemas necesarios para el hombre (INE, 2005). Estas actividades de cambio de uso del suelo son el resultado de decisiones de productores y empresas del sector agropecuario y forestal, quienes impulsados por políticas públicas de colonización y ampliación de la frontera agropecuaria, modifican el uso de suelo con fines económicos, ocasionando una presión sobre los recursos forestales que permiten la captación de recursos hídricos.

En los últimos 50 años el deterioro de los recursos naturales ha ido en aumento, en especial uno de los recursos más importantes para el hombre: *el agua*. Esta situación se ha presentado como consecuencia de la gran presión ejercida sobre las fuentes de aprovechamiento superficiales y

subterráneas del recurso agua, ocasionando una baja o escasa disponibilidad de este recurso en muchas regiones del mundo (World Water Assessment Programme). Según la UNESCO (2013) aunque el agua cubre más de dos tercios de la superficie de la Tierra, es un recurso escaso para muchas personas en el mundo (menos del 0.5% de toda el agua está inmediatamente disponible para el uso humano). debido a su difícil acceso, ya que la mayor parte se almacena en mantos acuíferos y glaciares. Del 100% del agua del mundo sólo el 2,5% es agua dulce (Oki y Kanae, 2006). El consumo de agua en el planeta se ha duplicado en solo dos décadas (1990-2010) (Oswald y Sanchez, 2012).

En el contexto descrito, México, al igual que un gran número de países en el mundo, enfrenta una grave crisis en sus recursos hídricos, la cual se ha hecho evidente en la disponibilidad de agua por persona<sup>1</sup> (Oswald y Sánchez, 2012). Para el estado de Veracruz, el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA) ha evaluado que Veracruz, cuenta con un gran volumen de agua que nace y escurre en su territorio. Sin embargo, la disponibilidad del recurso es cada vez menor, causada por el incremento en su demanda, la contaminación, el cambio de uso del suelo y la deforestación (Paré, 2009).

La zona conurbada de Xalapa, capital del estado de Veracruz, no es ajena a esta problemática; la escasez de agua se ha incrementado en los últimos años debido al cambio de uso de suelo que ha provocado ciclos de inundaciones y sequías, el crecimiento poblacional, el cambio climático (menos lluvia y eventos de lluvia más intensos y cortos), la contaminación del agua y el mal uso del agua en la ciudad (poco eficiente y con hasta 70% perdida de fugas). El estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2014) detalla como la población de la ciudad de Xalapa se ha duplicado en los últimos 30 años: en 1980 la ciudad contaba con cerca de 210,000 habitantes, y para el año del estudio (2014) alcanzó los 460,000. Esta situación ha tenido repercusiones en el ámbito ambiental, dado que el crecimiento acelerado de la mancha urbana ha comprometido el futuro de los recursos naturales, entre ellos el agua (pese a que la ciudad se encuentra en una de las zonas del país con más acceso a este recurso).

Esta problemática ambiental en torno al agua se presenta en la mayor parte de las zonas conurbadas del país. Ante ello, el gobierno mexicano ha establecido varias políticas públicas que buscan contrarrestar el deterioro ambiental y promover la conservación de los recursos forestales. Una de

---

<sup>1</sup>La Asamblea General de las Naciones Unidas mediante resolución del 28 de julio de 2010, reconoció que la cantidad mínima de agua que precisa una persona por día es de 50 litros, considerando el derecho humano al agua como un derecho fundamental.

ellas es el mecanismo que favorece la regulación, captación y suministro de recursos hídricos a través de programas que promuevan la conservación de las cuencas, y en especial de los recursos forestales que proveen SA hidrológicos. Entre estas políticas se encuentra el denominado Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), dirigido por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Este programa se diseñó como una estrategia para estimular que los poseedores de los recursos naturales conserven sus bosques en buen estado, a cambio de un incentivo económico, con el fin de proteger la capacidad de provisión de los SA hidrológicos de estos ecosistemas (Wunder, 2005; Manson *et al.* 2013). Este programa detonó la creación de mecanismos estatales, municipales y a nivel de cuenca de PSAH, los cuales funcionan bajo el mismo objetivo de conservación de áreas boscosas para mantener el equilibrio del ciclo hídrico y el adecuado manejo de los bosques. De acuerdo a Pagiola y Platais (2010) con este incentivo se proporcionaría una fuente de ingreso adicional para los propietarios de tierras con bajos ingresos y dueños de las áreas forestales, contribuyendo por lo tanto a mejorar sus medios de vida y favorecer la conservación.

Los PSAH promueven la creación de mercados de cobro y pago por SA, los cuales deben estar integrados por proveedores del servicio ambiental y compradores del mismo. A través de estos mercados se busca internalizar los efectos externos positivos o fallas de mercado “externalidades” generadas por la provisión de un SA. Estas externalidades se refieren a los efectos externos que benefician o afectan a terceros a partir del uso o decisiones tomadas sobre ciertos recursos y no están incluidos en el mercado. Estas son inducidas por los cambios de actividades de producción o consumo que afectan el bienestar de otros sin que exista una relación económica entre ellos; es decir que paguen o reciban una compensación por ellas (Field, 1997).

En este sentido el “cuánto pagar” por estas externalidades es una de las cuestiones más complejas a resolver. El uso de las metodologías de valoración económica de los SA permiten generar información sobre los ecosistemas en términos monetarios, con el fin de dar información para la toma de decisiones sobre el manejo y uso de los recursos naturales (Kareiva *et al.* 2011). A través de la valoración económica se trata de cubrir la ausencia de mecanismos de mercado para incorporar o asignar un precio a los SA y a los cambios producidos en ellos, de manera que se promueva su conservación. Todo esto enmarcado en el modelo económico y político de la actual sociedad, en la cual el raciocinio monetario rige la toma de decisiones.

Estos mecanismos fueron adaptados de la teoría económica clásica de Coase (1960), donde se concibe que existen instrumentos que pueden contribuir a mejorar la eficiencia económica internalizando las externalidades ambientales para “conseguir el precio justo” por los SA. Esto se

puede lograr a través de la creación de un mercado; o bien, cubriendo los Costos de Oportunidad generados por los cambios en la gestión del suelo necesarios para proporcionar los SA. Con este último se estima el monto económico que deja de recibir una persona por usar su tierra para una actividad diferente (Brooks *et al.* 1991; Pascual *et al.* 2010).

En el enfoque de la economía clásica se parte de la idea de que los recursos son escasos y, en su mayoría, tienen usos alternativos. Por esta razón, la producción de un bien implica la renuncia a fabricar otro producto con esos mismos recursos. El bien o servicio al que se le han aplicado esos recursos se expresará en términos del bien o servicio sacrificado. La toma de decisiones en un mundo de escasez implica renunciar al resto de opciones, lo que supone el sacrificio de hacer otra cosa. En el contexto de los programas de PSAH, hay que compensar a los dueños de tierras por la conservación de sus bosques en lugar de su reconversión de otros usos de suelo. Esa opción a la que se renuncia se denomina Costo de Oportunidad (CO) (Samuelson y Nordhaus, 1992: 38).

En el estado de Veracruz, la subcuenca del río Pixquiac ubicada en la parte alta de la cuenca del río La Antigua<sup>2</sup> fue identificada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) en el año 2010 como una subregión de prioridad crítica para la conservación. Esta identificación se realizó en base a los siguientes criterios e indicadores: 1) las amenazas a la permanencia del bosque mesófilo de montaña, 2) las amenazas a la calidad de los bosques, 3) las características sociales y 4) las oportunidades para su conservación. De igual forma, Cotler *et al.* (2010), encontraron en el estudio de priorización de cuencas hidrográficas que esta cuenca presenta un grado de alteración de la dinámica funcional extremo. Razón por la cual requieren acciones inmediatas para recuperar su funcionamiento eco-hidrológico.

Las principales fuentes hídricas de las cuales se abastece la ciudad de Xalapa se encuentran ubicadas fuera de su municipio, están son: la subcuenca del río Pixquiac (en la ladera del Cofre de Perote) la cual aporta el 38.5% del recurso hídrico, donde existen cuatro presas derivadoras y cuatro cajas de agua en las microcuencas Alto y Medio Pixquiac, Xocoyolapan, Atopa y Tixtla; y la subcuenca del río Huitzilapa en las faldas del Pico de Orizaba, que suministra el 60%. El restante 1.5% restante proviene de otras fuentes (Paré *et al.* 2008). No obstante, en algunas épocas del año estas fuentes ya no son suficientes para la provisión de agua en la ciudad (Alle Ando, 2005).

---

<sup>2</sup>La cuenca alta del río Antigua abastece 96.5% de las necesidades de agua de la ciudad de Xalapa, así como de las ciudades medias del centro del estado, como son Coatepec, Xico y Teocelo, entre otras (Paré y Gerez, 2012).

La subcuenca del río Pixquiac es de gran importancia para el futuro abastecimiento de agua potable a la población de Xalapa y su zona conurbada, por ser la fuente de agua más cercana y con un caudal representativo para la ciudad. En la subcuenca se encuentran funcionando tres esquemas de PSAH: 1) Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos Nacional, esquema operado a nivel federal por CONAFOR, 2) Fideicomiso público para la promoción, preservación y pago de servicios ambientales forestales de la zona montañosa de Coatepec (FIDECOAGUA), esquema operado a nivel municipal por el ayuntamiento de Coatepec, y 3) Programa de compensación por servicios ambientales y desarrollo rural integral del Pixquiac (PROSAPIX), esquema a nivel de subcuenca operado de forma conjunta por el ayuntamiento de Xalapa y la asociación civil SENDAS. El hecho que estén presentes tres esquemas distintos de PSAH es una oportunidad particular e interesante para realizar esta investigación como caso de estudio.

Con este estudio buscamos llevar a cabo un análisis comparativo de los tres programas de PSAH operando en el área de estudio, estimar el CO de la tierra específico para esta subcuenca, y finalmente identificar la percepción de los beneficiarios hacia estos programas. A través de lo anterior se puede determinar si la compensación económica otorgada a los propietarios de las tierras por los PSAH existentes reflejan el CO de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac, y analizar la efectividad del incentivo de PSAH para promover la conservación de los bosques en esta zona, a través de la percepción de los dueños beneficiarios. Esto puede ser un indicador base para la negociación o toma de decisiones en el manejo adecuado de los recursos y para el establecimiento de políticas a favor de la conservación de los bosques en esta región.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Un ecosistema representativo en México y distintivo en Veracruz es el bosque mesófilo de montaña (BMM), el cual se caracteriza por la presencia de una gran diversidad de especies de origen templado y tropical, con varios estratos, abundantes helechos y epífitas. Su característica distintiva es que se encuentra en áreas con lluvias frecuentes, neblina y humedad atmosférica alta durante todo el año (Williams-Linera, 2007). Este ecosistema ocupa menos del 1% del territorio mexicano, se calcula que alberga casi 12% de la riqueza de plantas en el país (alrededor de 3 mil especies), de las cuales aproximadamente 30% son especies únicas (endémicas), dando lugar a una alta diversidad de especies, asociadas a este tipo de vegetación y la alta provisión de SA (Toledo, 2009).

La subcuenca del río Pixquiac cuenta con los fragmentos más grandes de BMM del centro de Veracruz, los que proveen de SA importantes para la zona conurbada de la capital del estado como son el agua, la purificación del aire, belleza escénica y biodiversidad de plantas y fauna, siendo un área propicia para la conservación dada su relevancia ambiental y social (CONABIO, 2010).

Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), los servicios que brindan los ecosistemas se catalogan en cuatro categorías:

1. Los servicios de Soporte son los procesos ecológicos básicos que mantienen al ecosistema en funcionamiento y que permiten la provisión del resto de los servicios. Estos pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos está el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes y la producción primaria.
2. Los servicios de Provisión son los recursos tangibles, finitos que se contabilizan y consumen y pueden ser renovables o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de agua para consumo humano, la madera, o especies comestibles y medicinales, productos forestales no maderables, etc.
3. Los servicios de Regulación son las propiedades emergentes de los ecosistemas capaces de regular las condiciones del ambiente. Entre ellos encontramos la regulación de la calidad de agua, el control de la erosión o de las inundaciones.
4. Los servicios Culturales pueden ser tangibles o intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas y la capacidad recreativa que ofrece a las poblaciones (MEA, 2005).

En virtud de lo antes expuesto, el gobierno mexicano implementó el programa de PSAH a través de CONAFOR, con el propósito de incentivar la conservación de los recursos forestales (Muñoz-Piña *et al.* 2007) y en reconocimiento a la relación estratégica agua-bosques, declarado como asunto de seguridad nacional por el presidente Fox (Manson, 2004).

Con este programa se buscó otorgar un apoyo a los dueños legítimos de terrenos forestales y sistemas agroforestales que presentan un buen estado de conservación y que contribuyen a la provisión de servicios ambientales hidrológicos, captura de carbono (este programa solo funcionó entre los años 2004-2006) y la conservación de la biodiversidad; esto con el fin de promover la creación de mercados nacionales y locales de servicios ambientales (Muñoz *et al.* 2006; FONAFIFO *et al.* 2012).

El monto pagado por PSAH-CONAFOR se determinó a partir de un estudio del Instituto Nacional de Ecología (INE) llevado a cabo en el territorio mexicano y basado en una evaluación de la rentabilidad de terrenos agrícolas y ganaderos cercanos a las zonas forestales elegibles para el PSAH (Muñoz *et al.* 2006), que normalmente se encuentran en la zona media-alta de las cuencas y con poca accesibilidad y con pendientes pronunciadas. Este estudio estimó el CO a partir del uso de suelo en cultivos de maíz y frijol, y la producción de carne en canal. Esta estimación utiliza un promedio nacional, la cual de acuerdo a Fuentes (2008) y Rojas (2011), no incorpora otras actividades económicas que pueden ser representativas, más rentables, y tampoco la diversidad socio-ecológica del país que influye en las condiciones particulares productivas de cada zona donde se aplican estos pagos. Para que los esquemas locales de PSAH funcionen adecuadamente se requiere de información específica, que refleje las condiciones y particularidades de cada zona o caso local (Wunder *et al.* 2008; Balvanera *et al.* 2012).

El valor económico de los servicios ambientales es un indicador que busca asociar una determinada cifra monetaria al valor de un servicio ambiental. No pretende representar un precio, sino un indicador monetario del valor que tiene para un individuo o un conjunto de individuos, por los bienes y servicios ambientales que recibe (Aburto, 2003). La lógica detrás de PSAH plantea que para lograr la rentabilidad en una transacción de PSAH, los pagos deben por lo menos igualar el CO del proveedor<sup>3</sup> de servicios de los ecosistemas, o el costo de la actividad productiva alterna de uso de la tierra en vez de inscribirse en un programa de PSAH (Pagiola *et al.* 2002). Si el pago es menor que el CO, el proveedor de servicios elegirá el uso alternativo de la tierra en lugar de participar en el

---

<sup>3</sup>En este trabajo se considera proveedor del servicio ambiental a el dueño de la tierra. Es decir, el que conserva el bosque.

PSAH. Si el pago excede significativamente el CO, entonces el comprador<sup>4</sup> está desperdiando su dinero y puede comprar el servicio a un precio más bajo (Pagiola *et al.* 2002). Por esta razón, en el diseño de un programa de PSAH es de gran utilidad tener información acerca de los costos de oportunidad, es decir del potencial de usos alternativos que tienen los proveedores de programas.

La finalidad de un PSAH es ofrecer un incentivo interesante para que el dueño de la tierra conserve los bosques. Sin embargo, en las decisiones sobre el uso del suelo influyen numerosos factores que, a su vez, dependen de los intereses de cada dueño de la tierra, de sus condiciones familiares, de trabajo o de capital disponible; por lo que un incentivo para unos, puede no ser atractivo para otros.

En este sentido, es importante reconocer que estimar cuánto pagar por los PSAH es un tema complejo, que va más allá del monto económico. Por lo mismo, en esta tesis planteamos una propuesta de investigación que incorpore elementos tomados de la Economía Ambiental (EA) y de la Economía Ecológica (EE), y por lo tanto servir como una herramienta de orientación para los responsables de elaborar políticas públicas o establecimiento de dichos programas. Desde la perspectiva de EA, a través de la estimación del CO de la tierra; y desde la perspectiva de la EE mediante la comprensión de los factores que motivan la participación en los PSAH. La propuesta de la tesis es que a través de estos dos elementos de análisis se pueda comprender si el instrumento PSAH está funcionando como incentivo para promover la conservación de los bosques por sus dueños.

---

<sup>4</sup> En esta tesis consideramos como comprador del servicio ambiental a aquel que paga por el servicio ambiental, es decir el beneficiario final del SA es decir al habitante de la ciudad o el gobierno.

## 1.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 1.3.1. Objetivo General

Analizar el papel de los Programas de Servicios Ambientales Hidrológicos como incentivo económico para la conservación de los bosques en la subcuenca del río Pixquiac, a través de determinar el costo de oportunidad y de comprender la percepción de los beneficiarios sobre dichos programas.

### 1.3.2. Objetivos específicos

1. Comparar el funcionamiento de los tres programas de servicios ambientales que operan en la subcuenca del río Pixquiac.
2. Estimar el costo de oportunidad de la tierra para las principales actividades productivas en la subcuenca del río Pixquiac, y compararlo con los montos de los Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) operando en la región.
3. Analizar la percepción de los beneficiarios de los Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) acerca de su funcionamiento como incentivo para la conservación de los bosques.

### 1.3.3. Hipótesis

El monto otorgado por los programas de servicios ambientales hidrológicos no refleja el costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac, por lo que se predice que no funciona como incentivo para que los dueños de la tierra conserven los bosques.

## 1.2 MARCO CONCEPTUAL

Los cambios realizados en los ecosistemas han contribuido a obtener considerables beneficios netos en el bienestar humano y el desarrollo económico, pero estos beneficios se han obtenido con crecientes costos consistentes en la degradación de muchos servicios de los ecosistemas, el calentamiento del planeta por las emisiones de gases de efecto invernadero, un mayor riesgo de cambios no lineales, y la acentuación de la pobreza de algunos grupos de personas (MEA, 2005).

Desde 1960 la mayoría de los países latinoamericanos, registraron un crecimiento económico acelerado. Durante los 80's la caída de los precios internacionales del petróleo, el incremento en las tasas internacionales de interés, los desequilibrios macroeconómicos y las presiones inflacionarias marcaron décadas de estancamiento económico (Laterra *et al.* 2011). Años más tarde, las reformas de ajuste estructural llevaron a una fuerte reducción del financiamiento gubernamental y la falta de priorización en políticas ambientales; siendo más evidentes los impactos de la actividad económica en la contaminación del aire y el agua (Kareiva *et al.* 2011). Esto provocó una profunda crisis agrícola y ecológica, promoviendo una acelerada degradación de los ecosistemas y un profundo deterioro ambiental (Laterra *et al.* 2011).

Dentro de la teoría económica, los problemas ambientales se han abordado fundamentalmente desde dos planteamientos principales: el de la Economía Ambiental (EA) y el de la Economía Ecológica (EE). La principal diferencia entre ambas es el análisis de la causa y efecto de la problemática ambiental (Cuadro 1). Así, la primera utiliza el instrumental analítico de la Economía Neoclásica que al aplicarlo al medio ambiente, plantea soluciones desde la perspectiva de una eficiencia administrativa de los recursos. Por su parte la EE, integra metodologías de varias ciencias, de manera que el estudio del medio ambiente no se plantea como una extensión de la economía convencional, sino que es un análisis necesariamente transdisciplinar, en el que se enfatiza en la creación social y destrucción y transformación de los sistemas ecológicos y sociales (la ecoevolución) (Hartley, 2008).

**Cuadro 1.** Principales diferencias entre la economía ambiental y la economía ecológica.

ECONOMÍA AMBIENTAL	ECONOMÍA ECOLÓGICA
Valoración monetaria de los problemas ambientales	Evaluación monetaria y física de los impactos ambientales derivados de la actividad económica: Conciliación práctica de valoración económica y leyes termodinámicas.
Separación entre lo económico y lo natural	Estrecha vinculación entre sistemas económico y ecológico: compatibilidad a largo plazo entre la economía humana y el medio ambiente
Enfoque estático basado en métodos mecánicos de maximización de utilidad individual presente	Enfoque dinámico “inmortal” y multigeneracional: Maximización de la felicidad de la humanidad presente y futura
Construcción de mercados a posteriori a remolque de la escasez: Valoración de daños a partir de su evidente deterioro	Preocupación por la naturaleza física de los bienes, tanto en su escasez, como en la renovabilidad de los recursos, nocividad y reciclaje de residuos
La tecnología como solución	La tecnología como ilusión. Solución: Consumir menos (cambio de hábitos de consumo)
Principal mecanismo de análisis: Cálculo de costo-beneficio según preferencias subjetivas y valores de intercambio en el mercado.	Principal mecanismo de análisis: Negociación social y política comprensible en base al conocimiento de las variables físicas que afectan al futuro y a la calidad de los recursos naturales disponibles. No renuncia por completo a la valoración monetaria.
Sostenibilidad débil: Proceso económico sostenido por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progreso técnico</li> <li>• Sustituibilidad entre capital natural y manufacturado (economía neoclásica)</li> </ul>	Sostenibilidad fuerte: Proceso económico sostenido por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituibilidad entre capitales naturales (renovables y no renovables): principios de desarrollo sostenible</li> <li>• Complementariedad entre capital natural y manufacturado.</li> <li>• Retribuciones del capital natural con el producto obtenido</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de Hartley, 2008 y Gómez-Baggethun, 2011.

A continuación se exponen los fundamentos teóricos sobre los cuales se desarrolla la tesis y mediante el cual se abordan estos dos planteamientos.

#### 1.4.1. Economía Ambiental

La EA considera que los problemas ambientales tales como cambio de uso de suelo y la sobre-explotación de los recursos naturales, son ocasionados por mercados incompletos, por la presencia de bienes de libre acceso y de bienes públicos, lo que ocasiona costos externos que alguien tiene que cubrir, es decir ocasiona externalidades.

Según Coase (1960), las externalidades positivas son todos aquellos beneficios generados en el bienestar de las personas y empresas que no fueron incluidos originalmente en las estimaciones económicas de la actividad y no se reflejan en pagos para quienes la generan. Las externalidades negativas son aquellas en las cuales las personas y empresas incurren en costos generados por un

daño (que puede ser ambiental, en salud, etc.), en muchas ocasiones el público en general es quien asume ese costo, por lo que es necesario internalizar (incluir) estos costos individuales que quedaron fuera del mercado para generar información que conlleve a reducir su generación.

Las externalidades se presentan por alguna de las siguientes razones: 1) se trata de bienes intangibles, es decir no tienen un precio establecido en el mercado debido a que son bienes producto de millones de años de evolución; 2) no son bienes perfectamente competitivos debido a que no cumplen las reglas de un mercado en competencia perfecta<sup>5</sup>, lo que ocasiona que no haya una eficiente asignación de precios, que haya una falta de racionalidad en la toma de decisiones llevando a la sobre e infra producción de bienes o SA, y generando pérdidas en el bienestar económico de la sociedad; y 3) los bienes y SA tienen como característica que son bienes públicos<sup>6</sup>, es decir que no tienen rivalidad en el consumo (Stiglitz 1986; Tietemberg 1984, citado por Sajurjo y Islas, 2007).

Para la resolución de estas fallas de mercado (externalidades) se consideró necesaria la intervención de los gobiernos con el fin de mediar y resolver los conflictos ambientales a través de varios instrumentos de política ambiental. Uno de los primeros instrumentos utilizados consistió en la intervención directa o política de los gobiernos en la regulación del uso de los recursos naturales, entre ellos la contaminación, denominados *instrumentos de comando y control* (Santos y Santos, 2011). Estos consisten en el establecimiento de normas o estándares<sup>7</sup> que determinan directamente el nivel de producción o el nivel de contaminación aceptada por un agente económico. Sin embargo, estas medidas no han tenido el éxito y eficacia esperado en su uso, derivado de los altos costos y tiempo necesarios para determinar la información necesaria sobre los diversos procesos

---

<sup>5</sup>Mercado competencia perfecta: a) Libre concurrencia: Existe un número elevado de compradores y vendedores; b) Homogeneidad del producto: Todos los vendedores ofrecen unidades de producto idénticas; c) Ausencia de barreras al libre funcionamiento del mercado: Los precios fluctúan libremente en respuesta a las variaciones de la oferta y la demanda; d) Información perfecta y gratuita: Todos los participantes tienen pleno conocimiento de las condiciones generales que operan el mercado; y e) Movilidad perfecta de bienes y factores (Mochón, 2000).

<sup>6</sup> Bienes públicos: Se caracterizan por la no-rivalidad y la no-exclusión en su uso. La no-exclusividad se refiere a que no se puede evitar que los consumidores disfruten de los bienes o servicios en cuestión aun cuando no paguen por ello. La no-rivalidad se refiere a que cuando una persona consume un bien o servicio, ello no disminuye la cantidad disponible para los demás (Negrão, 1995).

<sup>7</sup> Los estándares están clasificado en cuatro formas diferentes: Estándar de calidad ambiental: límite máximo permitido para un determinado ambiente; Estándar de emisiones: límite máximo permitido para las fuentes de emisión; Estándar tecnológicos: especificaciones técnicas y de procedimientos para evitar o reducir la contaminación; y Estándar de productos/insumos: especifican la composición y características que deben cumplir los agentes económicos (Santos y Santos, 2011).

productivos, las fuentes contaminantes y los métodos de control de la contaminación (Negrão, 1995).

La utilización de los instrumentos de comando y control han presentado dificultades cuando actúan de forma aislada. Aunado a esto, Panayotou (1993; citado por Muradian y Rival, 2012), planteó que los gobiernos no son los agentes más apropiados para la toma de decisiones ambientales, puesto que en vez de corregir las fallas de mercado de los recursos naturales, tienden a añadir distorsiones a través de impuestos, cuotas, regulaciones, empresas estatales ineficientes o proyectos públicos con bajo retorno económico y altos impactos ambientales.

Una opción diferente utilizada por los gobiernos para incorporar las externalidades ha sido la aplicación de *instrumentos económicos* que promuevan la conservación de los recursos naturales, basados en la asignación de un valor monetario indicativo a través del mercado. Estos instrumentos surgen con el fin de ser una herramienta más eficiente y eficaz para proteger la naturaleza (McAfee, 1999 citado por Roth y Dressler, 2012). Su fin es influir en la toma de decisiones y la conducta de los agentes económicos, de manera que las alternativas que se elijan conduzcan a una situación más deseable desde el punto de vista ambiental, que la que ocurriría en ausencia del instrumento. Los instrumentos económicos, en contraste con la regulación directa, dan libertad a los agentes económicos para que respondan a cierto estímulo de un modo que ellos mismos piensen que es más beneficioso (Borregaard, 1997). Entre los instrumentos más utilizados se encuentran los incentivos financieros o fiscales, subsidios y licencias negociables.

Las preocupaciones y el surgimiento del medio ambiente como interés público en los años sesenta llevó a la incorporación del tema ambiental en la agenda global a través de la creación de organismos mundiales encargados de vigilar los ecosistemas y el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales. Dos acontecimientos de orden internacional marcaron las directrices de las políticas públicas en cuestión de medio ambiente y recursos naturales: la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en 1972 catapultó los problemas ambientales en la agenda global, y dos décadas más tarde la Conferencia de Río en 1992 (Cumbre de Río) que constituyó la respuesta global más comprehensiva y organizada en torno a la degradación ambiental mundial. En esta conferencia 188 países fijaron el objetivo de reducir las emisiones de CO<sup>2</sup> a los niveles de 1990 para el año 2000 (Rodríguez-Becerra y Espinoza, 2002). Posterior a la Cumbre de Río, el Protocolo de Kyoto (1997) estableció las metas de reducción de gases de efecto invernadero

para los países industrializados, reconociendo a éstos como los principales responsables de los elevados niveles de emisiones presentes en la atmósfera. Para los acuerdos se crearon mecanismos innovadores para ayudar a estos países a cumplir esas metas, tales como los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), el Comercio de Emisiones y la transferencia de tecnología.

Estos esquemas de comercio de emisiones a escala internacional fueron el primer paso para que países en desarrollo adoptaran mecanismos como el PSAH. A través de los cuales se abordan las externalidades positivas mediante la lógica de los subsidios a conductas pro-ambientales (Gómez-Bagethun, 2011). La lógica del mecanismo subyace en que los compradores de los SA compensen a quienes velan por su protección (Proveedores), es decir desde un planteamiento de “quien conserva cobra” o “quien se beneficia paga” (Gómez-Bagethun, 2011).

La valoración económica ambiental puede definirse como un conjunto de técnicas y métodos que permiten generar información en términos monetarios, con el fin de ser útil para aplicar instrumentos económicos con los cuales se diseñen incentivos para los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un SA (ecológico) que beneficie a la sociedad. Estos incentivos buscan que los usuarios del suelo adopten prácticas de uso que garanticen la provisión de un servicio en particular (p. ej. plantar árboles con fines de secuestro de carbono) (CIFOR, 2011).

Desde la perspectiva de la Economía Ambiental los SA pueden ser valorados a través de la teoría del Valor Económico Total (VET) (Pearce y Turner, 1995). Este acercamiento incluye tanto los bienes y servicios tradicionales (tangibles), como las funciones del medio ambiente, además de los valores asociados al uso del recurso mismo (CCAD-PNUD/GEF, 2002). Conceptualmente, el VET de un recurso está compuesto por el valor de uso y valor de no uso (Cuadro 2).

El valor de uso implica un beneficio obtenido de manera directa del ecosistema, que a su vez está compuesto por el valor de uso directo, es decir por la contribución de los activos ambientales a la producción actual o al consumo (madera, leña, entre otros). El valor de uso indirecto incluye básicamente los beneficios derivados de los servicios funcionales que el ambiente provee, como las funciones ecológicas de captación de carbono o la provisión de agua limpia (Cuadro 2).

El valor de no uso está determinado por el valor intrínseco del entorno y es, por ende, el valor derivado de mantener las opciones abiertas para explotar o utilizar cierta área en el futuro en otras actividades que se tornarían imposibles ante potenciales cambios negativos en las condiciones ambientales. Mientras que el valor de existencia o socio-cultural está establecido por percepciones

humanas y resulta de la identificación funciones ambientales derivadas del bienestar humano, como son los valores espirituales, la educación, la biodiversidad, la libertad, la cultura entre otros (De Groot *et al.* 2002). Este último es extremadamente difícil de medir.

**Cuadro 2.** Clasificación del tipo de Valor Económico Total de los bienes y SA.

VALOR ECONÓMICO TOTAL DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE UN ECOSISTEMA			
Valor de Uso		Valor de No Uso	
Valor Uso Directo	Valor Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Existencia
Madera/Leña Alimentos Vegetales Alimentos Animales Agua Potable Agua para la Agricultura Agua para la Industria Turismo/Recreación Medicinales Construcción Materia Prima Investigación Educación Biomasa Plantas Medicinales Plantas Ornamentales	Recarga Subterránea Control Inundaciones Retención de Sedimentos Retención de Nutrientes Mantenimiento Calidad del Agua Soporte a Biodiversidad Producción de O2 Secuestro CO2 Belleza Escénica Protección Cuencas Polinización Reproducción Especies	Especies Conservación de Hábitat Protección de Biodiversidad Potencial Farmacéutico Potencial de Germoplasma Potencial Turístico	Especies en Extinción Estética Conservación Paisajes

Fuente: CCAD-PNUD/GEF (2002).

La teoría del VET no es suficiente para la valoración económica de los ecosistemas ya que la medición de estos valores no siempre es directa y hay controversias debido a que no resuelve el problema de la medición. En ocasiones se requiere de técnicas muy específicas para imputar valor a los bienes y SA que no se intercambian en los mercados. En este sentido, Dixon y Sherman (1990) y CONABIO (1998) han propuesto un esquema (Cuadro 3) en el que se recogen las principales técnicas de valuación ambiental y la metodología que se recomienda para su empleo (Ver Anexo 1).

En esta tesis se utilizó el método de CO como herramienta útil para obtener el valor de la renta de la tierra, con el fin de asociarlo como valor económico del SA evaluado y aplicado en el PSAH. Este método se basa en el concepto de que el costo de utilizar un recurso (que no tiene precio o está fuera del mercado) para propósitos diferentes a los usuales, puede estimarse a través del ingreso que se deja de percibir por los usos (por ejemplo, conservación de la tierra para un Parque Nacional en vez de cosechar los árboles para aprovechar la madera) (Figura 1). Este método permite estimar cuanto

ingreso debe sacrificarse para satisfacer los propósitos de preservación. El enfoque de CO es, pues, una manera de medir el costo de preservación (Dixon *et al.* 1994 citado en Suárez 2002).

**Cuadro 3.** Técnicas de valoración ambiental.

Método		Metodología	Indicadores
<b>Métodos directos de mercado</b>	Utilizan precios de mercado	1) Cambio en productividad/ precios de mercado 2) Costos de enfermedad 3) Costos de oportunidad (CO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos</li> <li>• Ingresos</li> </ul>
	Utilizan gastos	4) Gastos preventivos 5) Pérdida de ganancias 6) Gastos de reemplazo 7) Proyectos sombra	
<b>Métodos indirectos de mercado</b>	Técnicas de preferencias reveladas	1) Precios hedónicos 2) Costo de viaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado de bienes raíces</li> <li>• Mercado laboral/ Diferenciales de salario</li> <li>• Matriz insumo producto</li> </ul>
	Técnicas de preferencias declaradas	3) Ordenación contingente 4) Valuación contingente 5) Programación lineal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preguntas abiertas y cerradas.</li> <li>• Elección de canastas</li> <li>• Técnicas Delphi.</li> </ul>

Fuente: Sarjurjo, 2001, basado en Dixon, et. al., 1986.

De acuerdo a Martínez (2008:52) “para estimar la actividad que compite actualmente con el uso de los bosques para producción hídrica, se debe definir el valor añadido de las diferentes actividades productivas en cada área de estudio. Comparando los valores añadidos entre dos actividades productivas vinculadas al uso de la tierra, se puede definir el CO. Es decir, si la conservación de la capacidad de producir agua implica sustituir una actividad A (con un valor añadido determinado) por una actividad B (con menor valor añadido), las diferencias indicarán los costos de oportunidad de la provisión de agua”. Así se genera una competencia en el uso de la tierra entre los sistemas productivos y la provisión del SA hidrológico.

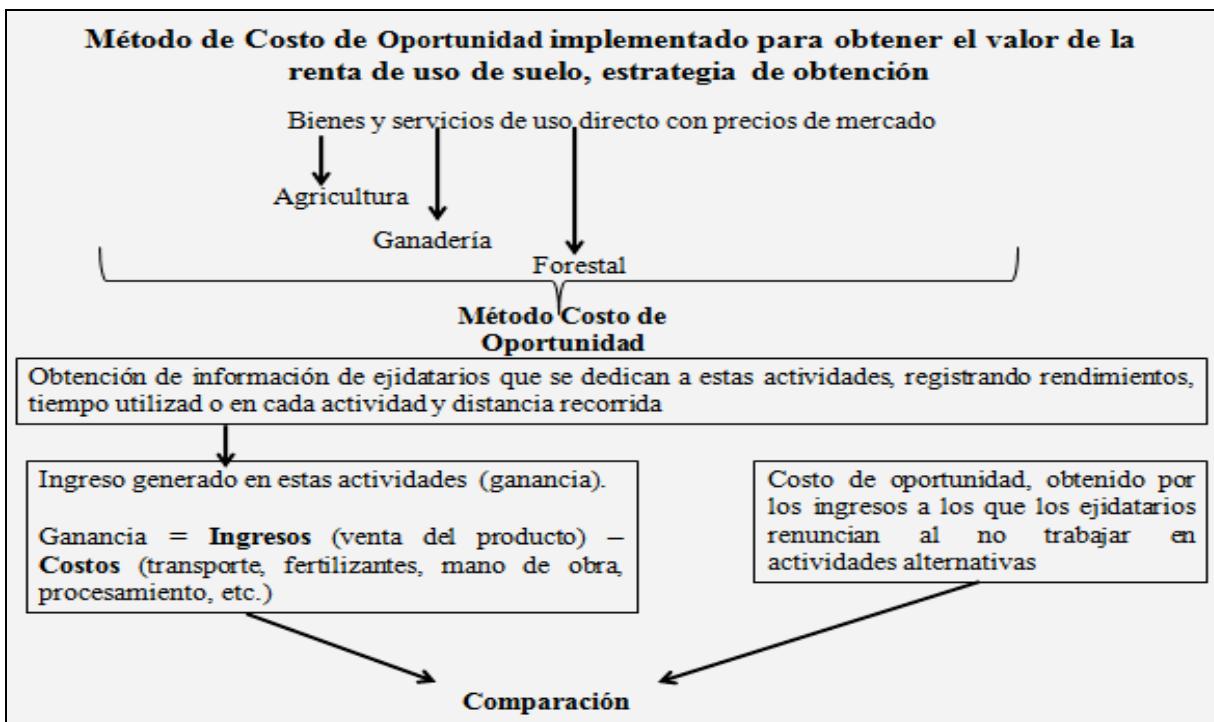


Figura 1. Método para estimar el Costo de Oportunidad, Fuente: Torres (2001).

#### 1.4.2. Economía Ecológica

En esta tesis se buscó comprender la visión de los dueños de los bosques respecto a sus motivaciones acerca del uso de su tierra y su vinculación en los programas de PSAH. Para ello se empleó el análisis de la percepción, como método de la Economía Ecológica (EE).

La EE considera que el ciclo económico es un subsistema que interactúa con el capital social y el capital humano, y depende de los recursos naturales y los SA para funcionar. De igual forma, es el producto de una compleja evolución del desarrollo histórico, donde las respuestas que plantea para la creciente problemática ambiental no es un conjunto estático, sino más bien dinámico, donde se aboga por una visión fundamentalmente diferente y transdisciplinaria de la actividad científica, donde se enfatiza en el diálogo y la solución conjunta de los problemas (Costanza *et al.* 1997).

La EE presenta una visión más integral de pensamiento, agregando al análisis de la relación economía–ambiente, elementos de las ciencias naturales (física, biología, ecología) y basándose fundamentalmente en la termodinámica no lineal (primera y segunda ley de la termodinámica y sus leyes) (Gómez-Bagethun, 2011). Estas últimas se consideran los fundamentos biofísicos de la

actividad económica como una gran actividad que, a través del agotamiento de los recursos y la contaminación, amenaza sus propias posibilidades futuras (Proops, 1999).

La EE está basada en principios éticos tales como: la solidaridad y la cooperación, que permiten abordar la problemática ambiental, considerando las necesidades actuales y futuras, prescindiendo del egoísmo y el individualismo. En este marco, la EE se ocupa de la satisfacción de las necesidades vitales y de cómo la satisfacción de las mismas, afectan a los ecosistemas (Hartley, 2008).

La EE contabiliza los flujos de energía y los ciclos de materiales en la economía humana, analiza las discrepancias entre el tiempo económico y el tiempo biogeoquímico, y estudia la co-evolución de las especies y de las variedades agrícolas, con los seres humanos. Esto con el objetivo básico de estudiar la sustentabilidad ecológica de la economía, sin recurrir a valores expresados en un único numerario. Por el contrario, la EE abarca a la economía neoclásica ambiental y la trasciende al incluir dentro de la evaluación física de los impactos ambientales, a la economía humana (Martínez-Alier y Roca, 2000).

Esta perspectiva cuestiona que la EA se enfoca únicamente en el tema del mercado, dejando de lado aspectos importantes en el manejo adecuado de los recursos naturales como la sustentabilidad y la provisión de bienes y servicios ambientales. Por ello, la EE engloba esta problemática en el término de deuda ecológica; el cual ha tomado importancia en las políticas públicas y el planteamiento de instrumentos para la conservación de los ecosistemas desde una perspectiva más amplia.

Desde la óptica de la Economía Ecología, la deuda ecológica hace referencia a deudas contraídas mediante la adquisición de recursos, sumideros y servicios ambientales que no reflejan los costos ambientales y sociales presentes y futuros asociados a su explotación (Martínez Alier, 2005).

#### **1.4.3. Principales diferencias entre el EE y EA**

Uno de los aspectos más relevantes es la diferencia en el planteamiento del “crecimiento económico como premisa básica para la superación de los problemas ambientales, otorgándole al cambio tecnológico, la capacidad para sustituir capital natural por capital el hecho por el hombre” (Hartley, 2008: 63). La EE acepta algunos de los planteamientos de la EA admitiendo que el uso de instrumentos económicos ha contribuido a comprender las raíces del problema. No obstante falta que el análisis sea más sistémico y co-evolutivo y menos estático y crematístico (Hartley, 2008).

Así mismo, la EE promueve un decrecimiento económico que reduzca los patrones de consumo y producción actuales, porque de lo contrario se podría seguir incrementando los problemas ambientales y ser contraproducente e insostenible.

Otro aspecto importante es el tema de cómo se deben implementar programas o estrategias de conservación como lo son los PSA. Existen diferencias en el enfoque que expone la EA y la EE acerca de los PSA. Desde la perspectiva de la EA los PSA se generan a partir de una racionalidad mercantil. Mientras que desde la EE se está tratando de reconceptualizar los PSA bajo planteamientos menos alineados con la ortodoxia económica y más adaptados a idiosincrasias culturales particulares. Es decir con una perspectiva de la justicia ambiental<sup>8</sup>, donde se establezcan los PSA como mecanismos de compensación de deudas ecológicas que consideren la perspectiva de equidad intrageneracional e intergeneracional dado que las generaciones presentes dilapidan los recursos y sumideros ecológicos que ya no estarán disponibles para generaciones venideras (Gómez-Baggethun, 2011).

#### **1.4.1. Limitaciones en la valoración económica**

Es difícil cuestionar los fundamentos teóricos de la valoración económica de los recursos naturales ya que estos son muy complejos y diversos (Hartley, 2008). No obstante, el enfoque de la valoración económica ha contribuido a la corriente principal de la ciencia de los servicios ambientales atrayendo apoyo político para programas de conservación (Gómez- Baggethun *et al.* 2009).

Recientes evidencias cuestionan el éxito de esta metodología en programas específicos como son los PSAH. Una de las grandes críticas es la mercantilización de la naturaleza, pues ocasiona una transformación en la forma de apreciar los bienes y servicios ambientales. Éstos, dejan de ser apreciados por si mismos, y pasan a ser vistos como mercancías comercializadas con fines de lucro; es decir que el valor de cambio de los objetos prevalece sobre su valor de uso (Véase Cuadro 2) (Gómez-Baggethun, 2011; Kill, 2014).

De acuerdo con Sommervill *et al* (2009), Gómez-Baggethun (2011) y Kill (2014) una de las principales críticas a los PSAH es el enfoque mercantilista con el que se promueven. Estos

---

<sup>8</sup> Esta perspectiva considera dos ámbitos en los cuales se podrían aplicarse los PSA. 1). Eje campo-ciudad, dado que las ciudades actúan como principales receptores de los servicios ambientales provenientes del mundo rural (Gutnam, 2007), además de que estos transpasan sus límites geográficos en contaminación y pasivos ambientales. 2). Eje Norte-Sur donde las relaciones de intercambio ecológico son desiguales entre los países en desarrollo y los países desarrollados.

programas fomentan una concepción utilitaria de la naturaleza, la propiedad privada de la tierra y la lógica del beneficio. Otra crítica es que desencadenan una pérdida en la gobernanza ambiental, dado que rompe la cosmovisión de las comunidades indígenas y campesinas, a las cuales se dirigen principalmente los PSAH, pues en ellas priman las relaciones humano-naturaleza, la propiedad comunal y las lógicas económicas de reciprocidad.

De igual forma, bajo el análisis de los flujos físicos del metabolismo global existe un intercambio ecológico desigual entre las economías productivas (países en desarrollo) que basan su economía en recursos naturales de bajo valor añadido, y las economías adquisitivas (países desarrollados) especializadas en servicios de alto valor añadido que acaparan el mayor consumo per cápita de materiales y energía de baja entropía, donde en muchas ocasiones el principio de corresponsabilidad por los problemas ambientales globales no se concibe (Gómez-Baggethun, 2011).

Más allá de la necesidad de contar con información que permita orientar la toma de decisiones, se debe tener en cuenta que la valoración económica de los servicios ambientales no constituye un objetivo en sí mismo, sino una herramienta más (Daily, 2000). Con seguridad esta herramienta será por varios años motivo de incertidumbre para biólogos y economistas. Los métodos de valoración existentes son cuestionados por unos y otros debido a que la validación de los servicios intangibles es todavía un dilema no resuelto. La subjetividad en las estimaciones es el punto débil de los métodos aplicados (Viglizzo *et al.* 2011).

## **CAPÍTULO 2. ZONA DE ESTUDIO**

## 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La subcuenca del río Pixquiac tiene una superficie de 10,727 ha, está ubicada al Oeste de la ciudad de Xalapa y al NW de la ciudad de Coatepec (Figura 2), integra parcialmente a los municipios de Perote, Acajete, Tlalnelhuayocan y Coatepec. Esta cuenca se localiza en la ladera de oriental del Cofre de Perote, se encuentra expuesta a vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México. La variación altitudinal va desde los 1,040 hasta los 3,740 metros sobre el nivel del mar. En ella se encuentran los fragmentos de bosque mesófilo mejor conservados del centro del estado y con mayor número de pisos altitudinales (CONABIO, 2010).

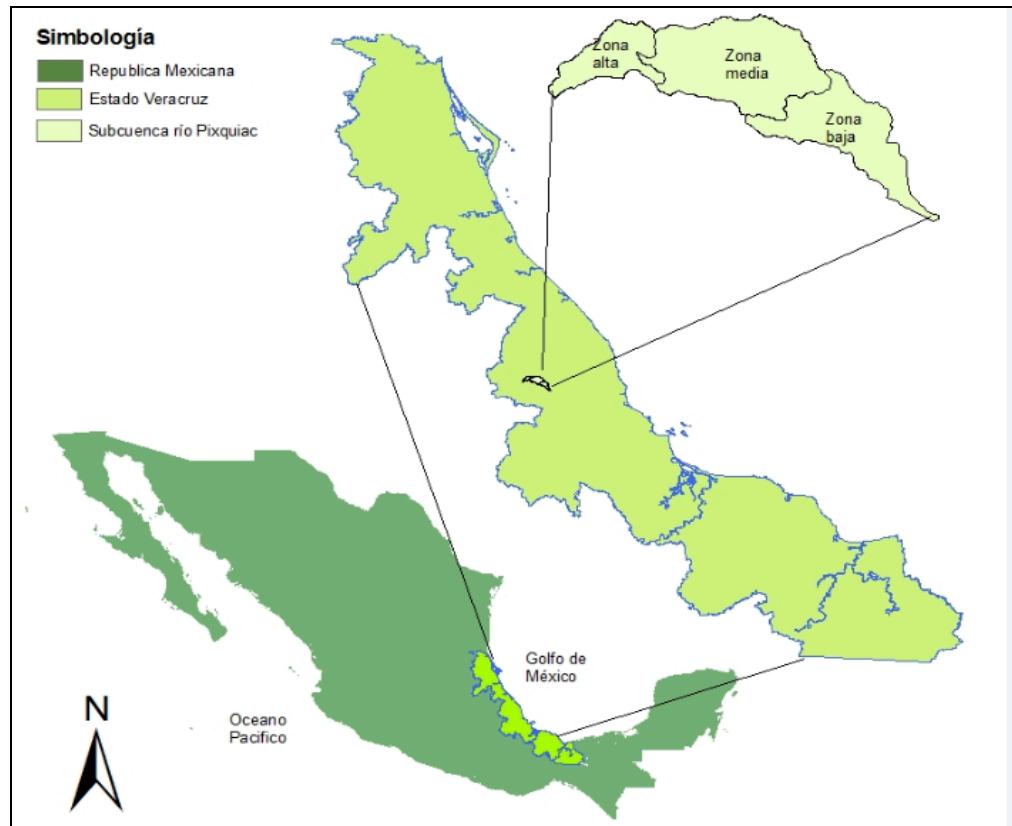


Figura 2. Mapa ubicación subcuenca del río Pixquiac. Elaboración propia.

La población que se asienta en este territorio suma 8,304 personas (INEGI, 2010) distribuidas en 56 localidades, de las cuales 13 se pueden considerar semiurbanas con una población de 3,570 personas, el resto son comunidades rurales.

La subcuenca del río Pixquiac ha sido zonificada en tres áreas (Figura 2): Zona alta, zona media y zona baja, de acuerdo a sus características topográficas, climáticas, de vegetación, y por su

funcionalidad como cuenca (zona de recarga, zona de tránsito, zona de salida). De acuerdo a Paré y Gerez (2012) los habitantes consideran esta misma zonificación en referencia a sus características agro-productivas y topográficas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Características altitudinales, productivas y de tipo de bosque para la zonificación de la subcuenca del río Pixquiac.

	Zona Alta	Zona media	Zona Baja
<b>Rango altitudinal msnm</b>	3760 a 2900	2900 a 1400-1580	1580-1400 a 1040.
<b>Superficie (hectáreas)</b>	1,775.3	5,344.2	2,518.0
<b>Tipo de bosque</b>	Bosques de Coníferas y Mixto de <i>Pinus-Quercus</i>	Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)	Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)
<b>Usos de suelo dominante</b>	Bosques Pastizal inducido Cultivos agrícolas temporales	Bosque y acahuales Pastizal inducido y cultivado Cultivos agrícolas anuales	Cafetales de sombra con dosel de ecotonos Cañaverales Pastizal inducido y cultivado
<b>Actividades productivas predominantes</b>	Papa, maíz, haba, avena, borregos, extracción de madera (legal e ilegal) y venta de tierras.	Maíz, papa, extracción de madera (legal e ilegal), frijol, trucha, flores, ganado y venta de tierras.	Ganado, maíz, plantaciones de café, macadamia, caña y venta de tierras.
<b>Presencia de PSAH</b>	Si	Si	No

Los datos de superficie y altitud corresponden a información compilada por Paré y Gerez, 2012.

En la zona alta de la subcuenca se realizan actividades de reforestación y de conservación de los bosques (Figura 3), en terrenos localizados arriba de los 3000 msnm que se ubican dentro del Parque Nacional Cofre de Perote, y en áreas de uso común del ejido Los Pescados que se encuentran dentro del programa de Pago PSAH. En esta zona hay extracción de madera, en algunos casos con programas de manejo forestal regulado y en otros no (madera ilegal).

Las áreas dedicadas a la agricultura son para productos dirigidos al mercado y autoconsumo (papa y avena) (Figura 4), y la ganadería de ovejas y cabras para venta a compradores locales. La tenencia de la tierra está en manos de ejidatarios, pequeños propietarios y tierras federales.



Figura 3. Bosque de pino y regeneración natural en el ejido Los Pescados Foto:Isauro Cortez



Figura 4. Cultivo de papa en el ejido Los Pescados Foto:Isauro Cortez

La zona media de la subcuenca se caracteriza por extensas áreas cubiertas por bosques mixtos de pino-encino y BMM (Figura 5). Este último uno de los ecosistemas más importantes y amenazados en México (Toledo, 2009; Williams-Linera, 2007). Algunas parcelas individuales y de uso común del ejido San Pedro Buenavista, que cuentan con áreas de cubiertas por estos bosques, se encuentran participando en el programa de PSAH de la subcuenca. En esta zona hay presencia de extracción de madera legal e ilegal. La extracción de madera legal es realizada en varios predios privados y en el Ejido San Pedro Buenavista, los cuales cuenta con un programa de manejo forestal regulado.

Las actividades económicas más representativa de esta zona son: la ganadería lechera (Figura 6), agricultura de autoconsumo y para comercialización, principalmente los cultivos de maíz, frijol, y recientemente papa. La tenencia de la tierra es de tipo ejidal y pequeñas propiedades.

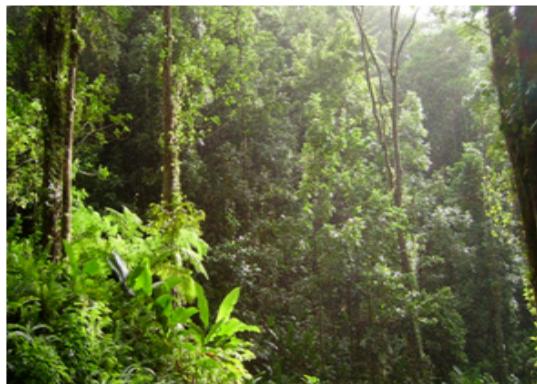


Figura 5. Bosque mesófilo, zona media de la subcuenca del río Pixquiac Foto:Rubí Rodríguez



Figura 6. Pastizales ejido San Pedro Buenavista Foto:SENDAS 2010

La zona baja de la subcuenca se caracteriza por fragmentos de BMM y por grandes extensiones de cultivo de café de sombra (Figura 7). Éste cultivo en los últimos años ha sido afectado por fuertes

caídas en el precio en el mercado, generando un cambio de cultivo hacia la caña y venta de lotes para expansión urbana (Figura 8).

El cultivo de frutales, por ejemplo la macadamia, en los últimos años se ha considerado como otra actividad económica para impulsar en esta zona. Hay presencia de actividad ganadera, fundamentalmente lechera. La tenencia de la tierra está conformada por propietarios privados y ejidos; algunos, como el ejido de la Orduña, han iniciado el procedimiento de Dominio Pleno el cual les permite vender sus tierras, iniciando un cambio fuerte en el uso del suelo, pasando de ser una zona de producción agrícola a ser una zona urbanizada. Estos cambios de uso del suelo inicialmente se venían dando por campesinos pobres, pero en la actualidad las llevan a cabo empresas constructoras de fraccionamientos urbanos.



Figura 8. Cultivos de caña y lotificación de predios en la zona baja de la subcuenca del río Pixquiac  
Foto:[www.inmuebles.mercadolibre.com.mx](http://www.inmuebles.mercadolibre.com.mx)



Figura 7. Cafetales bajo sombra, zona baja de la subcuenca del río Pixquiac  
Foto:[www.cambiodigital.com.mx](http://www.cambiodigital.com.mx)

### 2.1.1. Topografía

La subcuenca del Pixquiac tiene una longitud relativamente corta (30.3 km), en esta se puede observar una variación altitudinal muy fuerte de 2,700 metros (la subcuenca tiene una altura mínima de 1,040 m hasta una máxima de 3,760 m); es decir, cerca de 100 m de altura por cada km lineal, lo que equivale a una pendiente promedio de 10%. Esta diferencia de altura condiciona la subdivisión del territorio en dos grandes tipos climáticos o pisos térmicos: las tierras templadas-frías y las tierras subtropicales (Paré y Gerez, 2012).

Según Geissert *et al.* (2007citado en Paré y Gerez, 2012), la geomorfología de la subcuenca es diferente en cada zona. La zona alta de la subcuenca presenta un relieve predominante de laderas de montaña y mesetas poco onduladas, con una menor presencia de planicies estructurales. Sus pendientes se consideran entre suave y moderado. Sus suelos son de tipo Andasol úmbrico y Andasol silándico.

En la zona media predomina el relieve de ladera de montaña, barrancas en forma de “V” y mesetas onduladas, siendo las mesetas poco onduladas menos representativas, las planicies fluviales y los conos monogenéticos desgastados. Las pendientes pueden considerarse de moderadas a fuertes y de fuertes a muy fuertes. Los suelos son tipo Andasol úmbrico, Leptosol ándico y Fluvisol úmbrico.

Por último, en la zona baja el relieve predominante son mesetas poco onduladas, lomerío ondulado con barrancas, lomerío ondulado y redondeado, laderas de montaña y elevaciones menores. Con una menor presencia mesetas planas, lomerío alargado, planicie fluvial, barranca en forma de “V” y conos monogenéticos parcialmente desgastado o poco desgastado. Las pendientes se consideran entre moderadas a fuerte, moderadas, suaves, suaves a moderadas, de muy suave a suave y fuerte.

### **2.1.2. Tenencia de la tierra**

La tenencia de la tierra en la subcuenca está distribuida en propiedades colectivas (ejidos) con una extensión de 4,357 hectáreas, lo cual representa el 40.6% de la subcuenca, con parcelas promedio de 3 a 5 ha. y, en propiedades privadas que cubren un total de 6,373 hectáreas, siendo un 59.4% de la subcuenca y con extensiones de 10 a 40 ha. (García Coll *et al.* 2008).

La propiedad colectiva está conformada por once ejidos; casi todos entraron al PROCEDE a fines de la década de 1990, de forma que las parcelas cuentan con certificados que facilitan la compra-venta de las mismas. En la zona baja y media de la subcuenca solo el ejido San Pedro buena Vista mantuvo áreas de uso común (Paré y Gerez, 2012). Los ejidos de la zona alta cuentan con áreas de uso común, sobre todo donde hay bosques. Los ejidos ubicados dentro del Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP)<sup>9</sup> no entraron al PROCEDE, pero sus áreas agropecuarias están parceladas mediante acuerdos informales entre los ejidatarios. Los usos de la tierra en los ejidos varían entre ellos, algunos han decidido conservar áreas de uso común, propiciando así la preservación de

<sup>9</sup> Este fue decretado el 4 de mayo de 1937, con el cual se buscó asegurar aquellas funciones climatológicas, hidrológicas y de fertilidad que desempeña la montaña hacia tierras inferiores. Para lo cual se determinó una superficie de 11,700 Ha para la conservación de los bosques que la cubren (Decreto, 1937).

algunas zonas de bosque, en tanto que otros han decidido parcelar y vender sus propiedades permitiendo que se urbanice.

La zona alta de la subcuenca tiene una fuerte influencia del PNCP, debido a que arriba de la cota de los 3,000 msnm los terrenos se encuentran dentro de esta ANP, con lo cual se limita a los dueños el manejo libre a sus tierras. Esta situación genera una contradicción en el uso del suelo y en las actividades que se realizan en esta zona, ya que el programa de manejo del PNCP no incorpora las necesidades alimenticias y productivas de las poblaciones asentadas, ni se les involucra en el manejo del bosque que se busca conservar (Gerez, 2013).

### 2.1.3. Infraestructura Hidráulica

En la subcuenca se identifican 4 cajas de agua y 4 presas derivadoras de agua de la CNA (Figura 9). Estas obras captan y conducen el agua de los ríos Pixquiac, Atopa, Agüita Fría, Tixtla, Las Lajas, Chopantla, para abastecer a los municipios de Coatepec, Xalapa y Tlalnelhuayocan.

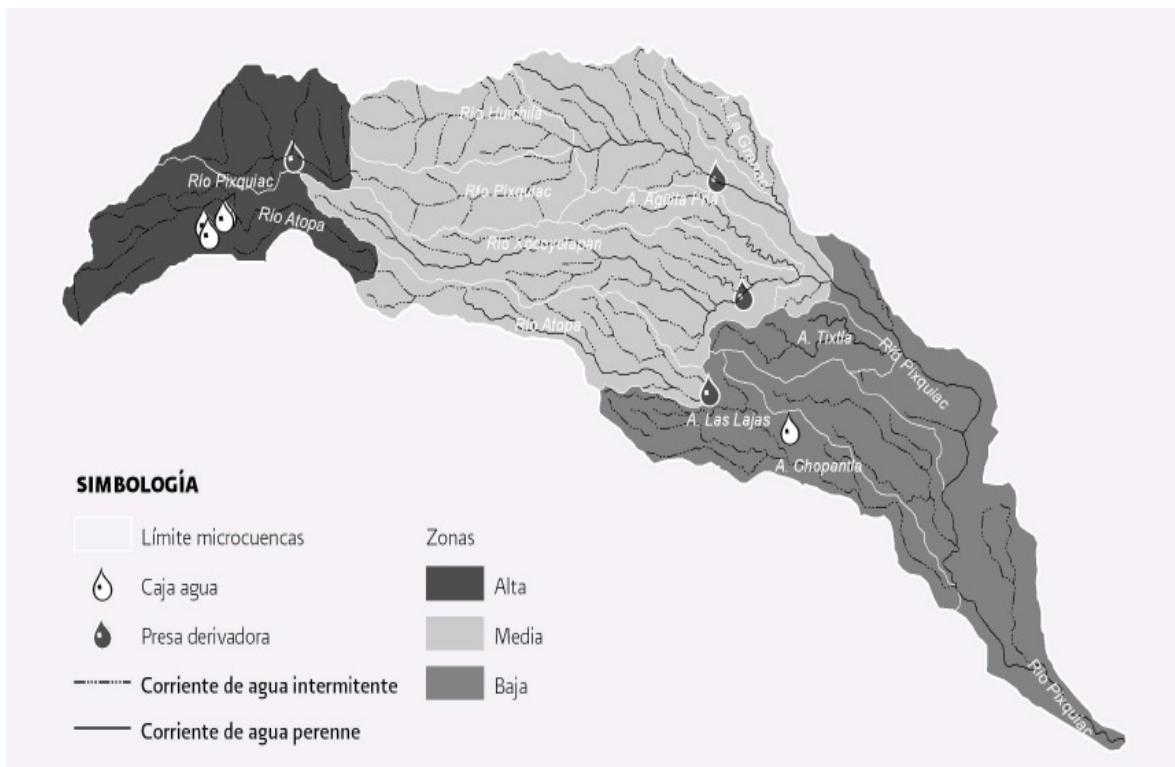


Figura 9. Infraestructura hidráulica de la subcuenca del río Pixquiac. Fuente: Paré y Gerez (2012).

## 2.1.4. Caracterización socioeconómica de la población asentada en la Subcuenca del río Pixquiac

Para los objetivos de esta tesis era necesario contar con una caracterización socio-económica de la población asentada en la subcuenca. Esto se obtuvo mediante 303 encuestas realizadas a los pobladores de las tres zonas de la subcuenca (Anexo 2 y 3). La población objetivo fue de 8,304 habitantes, de las 18 localidades seleccionadas del área de estudio (ver Anexo 2 y Anexo 3 para mayor detalle). Se encontraron diferencias entre la población de cada una de las zonas de la subcuenca (Cuadro 5), respecto a su situación socioeconómica, a las actividades que desempeñan como forma de vida, y a la relación que esto tiene en su opinión con respecto a los beneficios que genera el bosque.

La población de la zona alta y media de la subcuenca presenta características similares en cuanto a sus ingresos, actividad económica principal y educación. Se trata de comunidades campesinas, distantes de los centros urbanos, sin fuentes de empleo estables en sus localidades, ni infraestructura escolar que les brinde la posibilidad de acceder a educación media-superior. Otro de los aspectos relevantes en estas dos zonas es que más el 60% de la población encuestada en la zona alta y el 75% en la zona media recibe un ingreso proveniente de los programas gubernamentales (Oportunidades, Setenta y más, Procampo, PSAH, Programa de ahorro y subsidio para la Vivienda su casa)<sup>10</sup>. Nuestros resultados indican que el 77% de la población cuenta con nivel de ingresos por unidad familiar de \$1,000 a \$2,000 pesos al mes en la zona alta, en tanto que en la zona media el 83% de la población tiene un nivel de ingreso por unidad familiar entre los \$900 pesos por mes. Estos niveles de ingresos coinciden con el parámetro de pobreza-media establecidos por CONAPO (2012).

Las principales actividades a las que se dedica la población en la zona alta son jornaleros en las áreas de cultivo o ladrilleras cercanas, en Sierra de Agua o en las granjas industriales del valle de Perote. En la zona media la población se dedica a trabajar como jornalero en las ciudades cercanas como Coatepec, Las Vigas, Xalapa o en áreas de cultivo de las localidades cercanas, otros tienen ganado o se dedican a albañilería o venta de productos del campo (Cuadro 5).

En relación con el nivel de escolaridad encontramos que en la zona alta el 46% de los encuestados cuentan con un nivel escolar de primaria y 37% con secundaria. Los habitantes que desean realizar

---

<sup>10</sup> Este tipo de programas lleva en funcionamiento diez años a nivel nacional y busca “mejorar el capital humano para romper el círculo vicioso de la pobreza y elevar la calidad de vida en las localidades más marginadas con el fin de impulsar su desarrollo” (SEDESOL, 2012).

sus estudios de preparatoria deben de salir fuera de la comunidad ya que esta zona no cuenta con ninguna, razón por la que poca población tiene el acceso y los ingresos suficientes para poder realizar estos estudios (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Variables socioeconómicas utilizadas para caracterizar a la población de la subcuenca.

	Zona Alta	Zona media	Zona Baja
<b># Total de entrevistados</b>	<b>35</b> Corresponde al 2,5% de la población total	<b>83</b> Corresponde al 4% de la población total	<b>183</b> Corresponde al 3,5% de la población total
<b>Edad promedio de los entrevistados</b>	31% de 35-45 años 20% mayores de 60 años	23% de 45-59 años 19% de 35-45	23% de 45-59 19% de 35-45
<b>Escolaridad</b>	46% Primaria 37% Secundaria	49% Primaria 34% Ninguna	37% Secundaria 34% Primaria
<b>Actividad económica principal</b>	40% Jornalero 31% Más de una actividad	45% Jornalero 28% Más de una actividad	11% Albañiles 10% Jornaleros 9% Más de una actividad 7% Venta de abarrotes
<b>Apoyo de gobierno</b>	60% Cuenta con apoyo	75% Cuenta con apoyo	27% Cuenta con apoyo
<b>Ingreso mensual promedio (pesos)</b>	\$1,820	\$1,995	\$3,174
<b>Opinión beneficio del bosque</b>	Agua	Agua	Aire
<b>Predios en PSAH</b>	Si	Si	No

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo.

Las condiciones socioeconómicas de los habitantes en la zona alta son homogéneas, es decir estos presentan un nivel de ingresos, una escolaridad, ocupación y un apoyo de gobierno similar, por lo que presentan un comportamiento común (Anexo 4: Análisis de correspondencia, Figura 10). Lo anterior nos permitió comprobar la relación y agrupamiento entre las variables consideradas para la caracterización socioeconómica. De igual forma, la población encuestada en la zona alta es homogénea respecto a su opinión sobre la importancia del bosque: 49% de los encuestados de la zona alta consideran al recurso agua como el beneficio del bosque más significativo, seguido de la calidad del aire con un 26% (Anexo 4, Figura 11). Estas respuestas las asociamos a la problemática local que los habitantes de la comunidad de Los Pescados viven día a día, donde se encuentra una de las cajas de agua que van a la ciudad de Xalapa. Este tema ocasiona que la población se encuentre molesta porque el agua de su comunidad se va a otra ciudad, mientras que en su comunidad muchos sufren de escasez o no le pueden dar un uso libre a este recurso.

En la zona media el 49% de los encuestados solo han cursado hasta la primaria, 17% cursaron secundaria, mientras que 34% no cuenta con ningún nivel de escolaridad. Estos niveles de escolaridad junto con los niveles de ingresos y las actividades económicas descritas antes, permiten afirmar que las condiciones socioeconómicas de los pobladores de esta zona son heterogéneas. Se trata de comunidades rurales, campesinas pobres que a pesar de compartir un espacio en la zona de estudio no se comportan de forma similar, mantienen un amplio abanico de ingresos y actividades con las cuales procuran garantizar su forma de vida (Anexo 4: análisis de ordenación, Figura 12).

Se encontraron diferencias de opinión sobre la importancia del bosque por nivel de escolaridad: la población con nivel de primaria consideran al recurso agua (40%) como el beneficio más significativo que aporta el bosque; la población con escolaridad secundaria que considera a la calidad del aire (26%) y a la madera con un 8% (Anexo 4, Figura 13a). Así mismo al analizar la relación entre la ocupación de los entrevistados con los beneficios del bosque, encontramos que los habitantes que se dedican a trabajar como jornaleros consideran como principal beneficio el aire (26%), y los que se dedican a venta de productos del campo consideran que el agua (40%) (Anexo 4, Figura 13b). Estas últimas opiniones de ocupación y beneficios del bosque tienen sentido si analizamos que las personas que se dedican a trabajar como jornaleros guardan una relación más estrecha con las ciudades, donde la principal preocupación por el ambiente es la calidad del aire, contrario a la opinión del beneficio del agua, el cual es un recurso indispensable para las personas que se dedican a la producción de productos del campo como maíz, frijol o papa.

La zona baja de la subcuenca presenta características diferentes, en ella habita una población semi-urbana, que se dedica a algunas actividades económicas del sector de servicios como es la albañilería, mecánica, transporte, profesores y pensionados. El nivel de escolaridad e ingresos de la población de esta zona indica un acceso a la educación más amplio, derivado de la existencia de poblados más grandes y cercanos a centros urbanos, como el municipio de Coatepec. El ingreso promedio mensual de la población de esta zona es 62% más alto comparado con las otras dos zonas de la subcuenca.

En esta zona a diferencia de las otras dos (alta y media) solo 27% de los habitantes cuenta con un ingreso proveniente de gobierno (programas como Oportunidades, Setenta y más, Procampo o PSAH). Esta condición puede deberse a que estos subsidios son otorgados en su mayoría a pobladores con bajos niveles de ingreso y poblaciones rurales, pobres o vulnerables. El 37% de la población de esta zona cuenta con un nivel de escolaridad secundaria, 34% de primaria y el 14% universidad. Estos indicadores permiten identificar que la cercanía de estas poblaciones con las

ciudades hace que tengan mayor acceso a educación y actividades económicas. Estas condiciones permite afirmar que el comportamiento de los pobladores de esta zona es heterogéneo, presentan diferencias significativas en sus ingresos, niveles de escolaridad y actividades económicas a las que se dedican.

La población de la zona baja con nivel de escolaridad secundaria identifica a la calidad del aire (46%) como el beneficio más significativo del bosque; esta opinión es un reflejo del problema percibido por los habitantes de las zonas urbanas, sobre la contaminación ambiental producto de las fábricas y de los coches. Los pobladores con escolaridad primaria consideran a la calidad del agua como el beneficio más importante del bosque (18%) (Anexo 4, Figura 15<sup>a</sup>). En relación a la ocupación y los beneficios del bosque no se observó un patrón de agrupación evidente entre las variables analizadas. Esto último lo comprobamos mediante el análisis de ordenación AC (Anexo 4, Figura 15<sup>b</sup>), el cual nos permite aseverar que la población de esta zona es heterogénea con respecto a estas variables socioeconómicas.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

Esta investigación presenta un estudio de caso en el que se analizó si los programas de PSAH en la subcuenca del río Pixquiac funcionan como incentivo para la conservación de los bosques. Este apartado fue estructurado siguiendo el enfoque metodológico mixto propuesto para resolver cada uno de los objetivos planteados (Figura 16).

De acuerdo con Hernández-Sampieri *et al.* (2010:38), “los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio”.

Para ello, se incorporan dos enfoques de la economía en la temática ambiental:

1- ) La economía ambiental a través de la estimación de los CO de la tierra de las actividades productivas locales, para comparar su factibilidad como instrumento de conservación de bosques. Este enfoque permite estimar el valor económico (ganancias/ha/año) de las distintas actividades productivas de los campesinos diferenciados en las tres zonas de la subcuenca.

2- ) El enfoque de la economía ecológica-sociológica, que incorpora otros factores aparte del racionamiento económico que puede afectar las decisiones productivas y de uso de la tierra de los dueños. Unas de ellas es la percepción de los actores sociales en función de las actividades productivas, el uso del suelo, la conservación de los ecosistemas y los PSAH. A continuación explicamos cada uno de estos análisis y su aplicación.

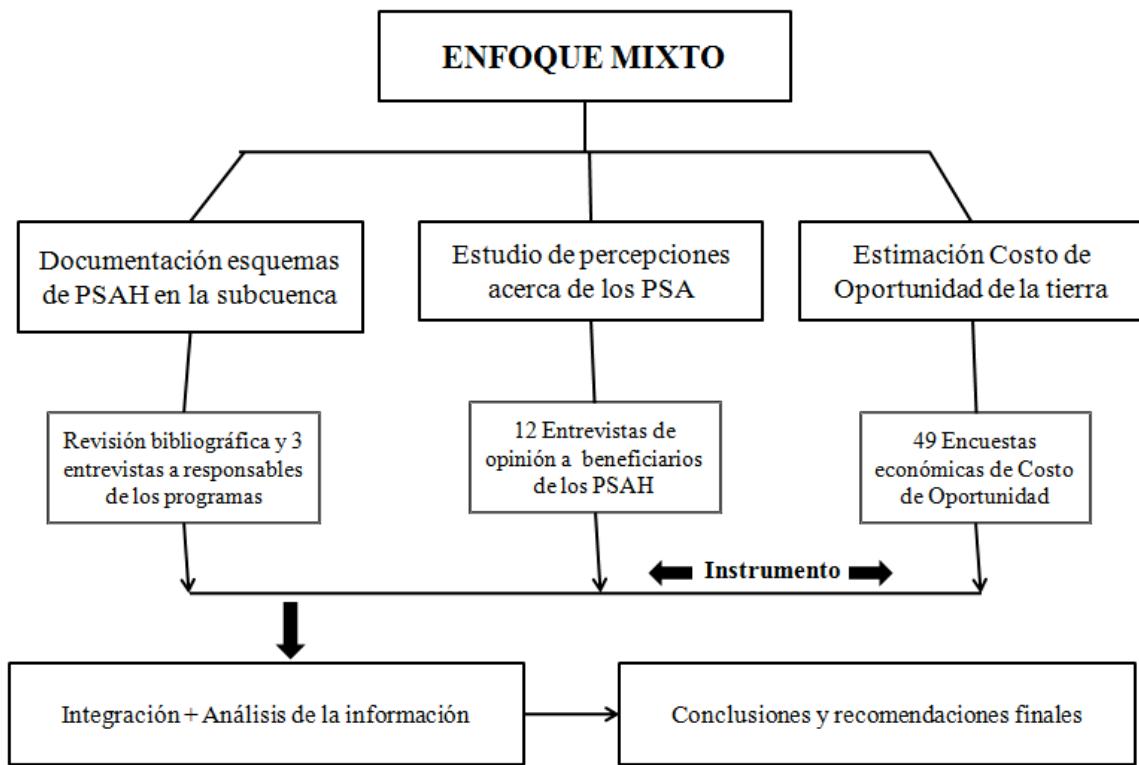


Figura 16. Procedimiento de la investigación realizada.

### 3.1. Documentación de los esquemas de PSAH operando en el área de estudio

Para cubrir el primer objetivo de la tesis se llevó a cabo la búsqueda y compilación de la información acerca de los tres mecanismos de compensación o PSAH establecidos en la subcuenca del río Pixquiac. Se utilizó la información generada por CONAFOR, FIDECOAGUA y la Asociación Civil Senderos y Encuentros para un Desarrollo Sustentable (SENDAS A.C.), en reportes, documentos, diarios y páginas web oficiales. Se realizó también una revisión bibliográfica de libros, informes, artículos, tesis de investigación y fuentes de internet relacionado con los PSAH presentes en el área de estudio. Entre las fuentes consultadas se encuentran: INE (2002), Diario Oficial (2003), CONAFOR (2004), Guzmán (2005), Contreras (2005), Muñoz *et al.* (2006), Fuentes (2008), SEMARNAT (2009), Daniels *et al.* (2010), Muñoz-Piña *et al.* (2011), Paré y Gerez (2012), FONAFIFO *et al.* (2012), Fuentes (2012), Lara *et al.* (2013), Isi web, Scopus, Google Scholar.

En el cuadro 6 se presentan los atributos utilizados para caracterizar y comparar los tres programas de PSAH, a través de los cuales se analizaron las diferencias en su funcionamiento.

**Cuadro 6.** Atributos empleados en la comparación de los tres mecanismos de PSAH presentes en la subcuenca del río Pixquiac.

ATRIBUTOS DESCRIPTIVOS DEL PROGRAMA	ATRIBUTOS DE COMPARACIÓN
Año y lugar de creación	Objetivo inicial del programa
Motivos o razones para su creación	Población objetivo
Metodología empleada para determinar el monto de pago del PSAH	Requisitos o reglas de operación del programa
Duración del contrato	Fuente y estabilidad financiera
Presupuesto inicial	Monto por Ha
Presupuesto final (año de fase de campo de este trabajo) 2012	Tamaño mínimo del predio
Nivel de aplicación del instrumento	Tipo de supervisión (monitoreo)
Número Beneficiarios (anual)	Complementariedad con otras acciones

La principal fuente de información para el programa de PSAH de CONAFOR fueron las Reglas de Operación publicadas en el Diario Oficial desde el año 2003 al 2012. Para los otros dos programas PROSAPIX y FIDEKOAGUA, se obtuvo la información relevante sobre el funcionamiento de cada uno mediante la aplicación de tres entrevistas abiertas a los funcionarios responsables. Para establecer la confiabilidad de las entrevistas se realizó una validación de la información recopilada a través de la comparación de los datos obtenidos mediante las entrevistas con información base publicada en documentos oficiales y no oficiales, artículos e información disponible en la red.

### 3.2. Estimación del Costo de Oportunidad

Los métodos de la economía ambiental tienen un enfoque predominantemente cuantitativo. Este tipo de análisis se sustenta en una muestra poblacional que permite cuantificar y generalizar los resultados, utilizando herramientas estadísticas y modelos matemáticos para la interpretación de la información (Hernández-Sampieri *et al.* 2010); es decir se trata de un método deductivo. De acuerdo con Tamayo (2007, citado por Angulo, 2011:115), la metodología deductiva “consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Por lo tanto, para realizar estudios cuantitativos es indispensable contar con una teoría ya construida, dado que el método científico utilizado en la misma es el deductivo”. Con esta metodología, a través de la recolección y análisis de datos se busca responder preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente. Para ello

confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer o identificar patrones de comportamiento en una población (Angulo, 2011).

El tipo de muestreo que se realizó es de tipo No Probabilístico a propósito con este método, según Hernández-Sampieri *et al.* (2010), la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con la investigación. El investigado hace una selección a propósito cumpliendo el objetivo de que los integrantes de la muestra representen alguna característica que persigue en su estudio (Argibay, 2009). En este caso lo que interesa no es tanto elegir los sujetos al azar para tener una muestra representativa, sino que éstos cumplan con ciertas características en función de necesidades de la investigación. Además, en este tipo de investigación a veces se trabaja con muestras incidentales, “se denomina muestra incidental a aquella que se emplea porque está a disposición del investigador en un momento determinado” (Pereda, 1987).

En el caso de esta tesis se buscó que los entrevistados cumplieran una serie de características entre las cuales estaban: Vivir en una de las tres zonas de la subcuenca, tener una parcela en el PSAH, realizar una actividad productiva, tener tiempo y disponibilidad para participar en la encuesta económica.

El objetivo específico dos de la tesis se cubrió utilizando un instrumento de la economía ambiental, la aplicación de una encuesta económica estructurada, donde se analizan los ingresos y costos de las diferentes actividades económicas en las tres zonas de la subcuenca. Esto con la finalidad de obtener datos e información para estimar la renta de la tierra bajo las diferentes actividades productivas. A continuación se presenta la herramienta metodológica utilizada, así como las fases y métodos (inductivo y deductivo) implementados en este estudio.

Para estimar el CO de la tierra de las principales actividades productivas presentes en las tres zonas de la subcuenca del río Pixquiac, de forma que nos permitiera evaluar su pertinencia como método para determinar un incentivo de pago o compensación por servicios ambientales hidrológicos y por la conservación de los bosques en el área de estudio. A continuación describimos el procedimiento realizado.

### a) Diseño y aplicación de la encuesta económica

Se diseñó una encuesta económica para obtener información sobre los ingresos y gastos para cada actividad productiva (agrícola, ganadera, forestal) que compite con la cobertura boscosa y que se desarrollaba en el predio en el momento del estudio (Anexo 5), incluyendo la venta de tierra (Martínez, 2008). Las actividades productivas tomadas en cuenta se describen en el cuadro 7 (SENDAS, 2006; SENDAS, 2010; Paré y Gerez, 2012).

Se aplicaron un total de 44 encuestas económicas a beneficiarios de los PSAH que se dedicaran a actividades productivas como cultivo de papa, cultivo de maíz, ganadería, producción de carbón vegetal, leña o venta de madera. Los actores claves fueron identificados de acuerdo a sus habilidades y conocimientos sobre dichas actividades productivas presentes en cada zona de la subcuenca, es decir las personas reconocidas en su localidad por realizar esa actividad productiva por más tiempo o quienes realizan esta actividad como una fuente de ingresos anual. Dichos actores claves fueron ubicados con ayuda de SENDAS A.C. quien desarrolla con ellos diferentes actividades en la zona. La muestra total correspondió a 49 individuos encuestados y 21 actividades económicas consideradas, entre ellas la venta de la tierra (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Número de encuestas económicas aplicadas por actividad productiva.

Zona de la subcuenca	Actividad productiva	# Entrevistados
Alta	Papa	3
	Maíz	2
	Borregos	1
	Avena	2
	Venta de la tierra	3
Media	Papa	2
	Ganado	3
	Trucha	3
	Flores	2
	Carbón vegetal	2
	Venta de madera legal	2
	Venta de madera ilegal	2
	Frijol	3
	Maíz	3
	Macadamia	2
Baja	Venta de la tierra	3
	Caña	3
	Macadamia	2
	Plantaciones de Café	3
Venta de la tierra		3
<b>Total</b>		<b>49</b>

Se realizó una primera fase de las encuestas económicas entre julio-agosto de 2011, considerando 10 actividades productivas en total para toda la subcuenca (venta de tierras, venta de leche, venta de madera legal, maíz, frijol, flores, trucha, macadamia, caña y café). Al realizar el primer análisis de estos datos, junto con la revisión del marco teórico de la investigación, surgió la necesidad de ampliar el número de actividades productivas en cada zona de la subcuenca (ver Cuadro 8); por ello se llevó a cabo una segunda aplicación de encuestas en Julio de 2012. En total en esta tesis se analizaron 20 actividades productivas para la subcuenca: 5 actividades productivas para la zona alta, 11 para la zona media y 4 para la zona baja. En la segunda fase de la encuesta se recopiló la información para cada actividad productiva de la subcuenca. En total se realizaron 49 encuestas económicas (Cuadro 7 y 8). El formato de encuesta económica utilizado se presenta en el anexo 5.

La recopilación de la información en el caso de las actividades agrícolas de temporalidad anual (papa, maíz, haba, avena, frijol, trucha, flores, caña), consistió en recabar datos sobre la inversión realizada para cada una, considerando una cosecha al año como base. Con este fin para cada cultivo se preguntó lo siguiente: mano de obra o cantidad de jornales empleados, insumos, tales como fertilizantes, abonos, semillas y costos de transporte (Anexo 9).

Así mismo, se recabó información acerca de los ingresos obtenidos por cosecha al año, es decir, la cantidad de producto obtenido por la superficie cultivada y su precio de venta en el mercado de la última cosecha obtenida y vendida, en algunos casos correspondió a información del mismo año de la entrevista y en otros, la información de venta correspondió al año anterior. Adicionalmente se preguntó si en el año de estudio (2012), habían recibido algún apoyo de gobierno, ya sea de Procampo o algún otro de SAGARPA<sup>11</sup>, dado que estos son considerados como ingresos que se suman para desempeñar alguna de estas actividades productivas.

Para el caso de las actividades productivas que necesitan de más de un año para obtener ganancias (ganadería, macadamia, venta de madera legal y borregos), se recabaron datos de la inversión inicial de la actividad productiva, datos de la inversión y ganancias anuales con respecto a los últimos 5 años en el caso del café, y 10 a 15 años con respecto a la venta de madera legal, borregos y las plantaciones de macadamia.

Los tablas expuestas en la sección de resultados de cada una de las actividades productivas es la ganancia promedio. Esta ganancia se determinó para algunas actividades a partir de repeticiones de

---

<sup>11</sup>Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentos

las encuestas por cada actividad productiva y en otras solo se contó con una encuesta a un actor clave.

**Cuadro 8.** Actividades económicas por zona incluidas en este estudio y número de encuestas realizadas por fase.

	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja
<b>Actividades productivas</b>	Papa, maíz, avena, borregos y venta de tierra.	Maíz, papa, venta de madera legal e ilegal, frijol, trucha, flores, carbón vegetal, ganado doble propósito, Macadamia y venta de tierra.	Plantaciones de café, caña, macadamia y venta de tierra.
<b>Encuestas económicas, estimación CO</b>	Primera aplicación 3 Segunda aplicación 8	Primera aplicación 8 Segunda aplicación 19	Primera aplicación 3 Segunda aplicación 8
<b>Número total de encuestas</b>	11	27	11
<b>Esquema de PSAH en la subcuenta</b>	Fondo Concurrente CONAFOR-PROSAPIX	Fondo Concurrente CONAFOR-PROSAPIX	Fondo Concurrente CONAFOR-FIDECOAGUA

### b) Procesamiento y análisis de la información

Una vez aplicada la encuesta, con la información obtenida se procedió a la captura en una plantilla en MICROSOFT OFFICE EXCEL® por tipo de productor, incluyendo los datos referentes a ingresos y costos obtenidos. En algunas de las actividades productivas como el ganado fue necesaria la realización de flujos de caja (Cuadro 9), con el fin de obtener los datos necesarios que posteriormente se reemplazaron en la ecuación formulada, permitiendo obtener los resultados. En este caso se realizó un flujo de caja en un periodo de cinco años para definir un promedio de costos e ingresos derivados de esta actividad (ganadería, macadamia, venta de madera legal y borregos) en un año. Tomando en cuenta por ejemplo que en la ganadería, esta actividad genera ingresos diarios y mensuales; como el obtenido a diario por la venta de leche y anuales como la venta de crías, las cuales pueden ser vendidas en el caso de los machos o ser parte del total de animales a producir, como las hembras.

**Cuadro 9.** Variables utilizadas en el flujo de caja del ganado

Flujo de caja ganado	
Variables	Concepto
Inversión inicial	Costos ganado inicial, insumos, mano de obra, cerco eléctrico, construcciones.
Inversión anual	Jornales de mantenimiento, renta de rastrojo, asistencia médica, alimentos.
Ingresos anual	Número de crías y venta de producto diario, mensual y anual.

Con los datos obtenidos de las actividades agrícolas se estimó el beneficio neto promedio por hectárea. Este se obtuvo a través de la Ecuación 1 (Martínez, 2008), la cual consiste en dividir los ingresos totales de la actividad productiva ( $Inxi$ ), entre el número de hectáreas dedicadas a la actividad ( $Axi$ ), que en este caso fue de 1 ha; menos los costos totales de la actividad pecuaria ( $Cgxi$ ) entre el número de hectáreas dedicadas a la actividad desarrollada en el predio en el momento del estudio ( $Axi$ ) que en este caso fue de 1 ha.

$$VAxi = [(Inxi / Axi) - (Cgxi / Axi)] \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

$VAxi$ : Valor añadido / ganancia del individuo  $i$  en la actividad  $x$  (Pesos ha/año)

$Inxi$ : Ingresos totales para el individuo  $i$  en la actividad  $x$  (Pesos ha /año)

$Cgxi$ : Costos totales para el individuo  $i$  en la actividad  $x$  (Pesos ha/año)

$Axi$ : Área dedicada a la actividad  $x$  por el individuo  $i$  (ha)

El CO de la Tierra se obtuvo considerando la actividad más rentable económicamente (valor ganancia más alto), a costa de otra actividad productiva disponible. A partir de esta estimación se hizo una comparación de los pagos otorgados por parte de los programas de PSAH con respecto al CO obtenido. Se compararon los programas tomando como base el monto otorgado por CONAFOR, FIDECOAGUA y PROSAPIX (\$1,100 ha/año). Estos dos últimos funcionan bajo la modalidad de Fondos Concurrentes que combinan los recursos aportados por CONAFOR y los propios; en FIDECOAGUA son recursos del municipio de Coatepec; y en PROSAPIX se trata de recursos del ayuntamiento de Xalapa gestionados por COCUPIX y SENDAS A.C.

### **3.3. Análisis de la percepción de los beneficiarios de los PSAH**

En el marco de la economía ecológica y de las herramientas de la antropología, se utiliza el análisis cualitativo como un método para obtener una descripción y, posteriormente, comprender lo que las personas hacen, dicen, sienten y piensan en momentos y contextos particulares, respecto a un tema específico (Martínez, 1998). En este estudio el concepto de percepción se adoptó siguiendo la propuesta de Neisser (1993) “la imagen mental formada a partir de la interpretación de las experiencias y necesidades propias o colectivas de un individuo o comunidad. La percepción de los individuos es subjetiva, selectiva y temporal”. A partir de esto se llega a comprender la forma como las personas interactúan y se comportan en la sociedad.

Para llevar a cabo la recopilación de información sobre la percepción de los beneficiarios sobre los PSAH se utilizó la entrevista. La entrevista es un instrumento de investigación social que permite al entrevistado expresar, con sus propias palabras, su punto de vista acerca del tema de investigación, expresando libremente sus pensamientos y sentimientos (Vela-Péón, 2001; Mayan, 2001 citado en Pech, 2010). La entrevista semiestructurada es la combinación entre la entrevista estructurada, la cual es rígida, definida y directa, y la entrevista no estructurada, que consiste en una conversación libre en la que no se efectúan preguntas establecidas. Con este tipo de entrevista se puede llevar a cabo una conversación enfocada a un tema en particular, y el entrevistado tiene la libertad necesaria para responder (Vela Peón, 2001).

En la tradición de la investigación cualitativa, el énfasis se pone en la narración aportada por cada entrevistado, la cual se valida a través de triangular y comparar con la opinión de otros entrevistados (Tarres, 2008). En este caso no se busca generar datos para analizar la relación entre ciertas variables o tener representatividad de la población entrevistada como sucede en la investigación cuantitativa, sino comprender las situaciones y motivaciones de los individuos para establecer significados y relaciones que generen nuevas hipótesis de trabajo a desarrollar en el futuro. El análisis de los datos obtenidos de esta forma se centra en los sujetos, de manera que se logre comprender cuáles son las razones y motivaciones que les llevan a tomar ciertas decisiones. Para ello, es necesario que continuamente se contraste la veracidad de la información obtenida a través de la triangulación de la misma, lo cual supone recoger datos desde distintas perspectivas a fin de compararlos entre sí y analizarlos a través de la construcción de categorías (Mastropietro, 2005). Dichas categorías se construyen a partir del método comparativo constante.

Para el objetivo de esta tesis, el método descrito aporta información valiosa para comprender la opinión sobre la conservación de la naturaleza en los pobladores involucrados en el PSAH.

Los resultados se presentan en la forma de una narrativa, en el sentido de que se desarrolla a través de relatos de episodios, descripción de casos, a menudo utilizando las mismas palabras de los entrevistados para no alterar el material recogido y transmitir al lector la inmediatez de las situaciones estudiadas. La forma estándar de proceder en la presentación de los resultados es la siguiente: se desarrolla un razonamiento, y para apoyarlo y explicarlo se reproduce un fragmento de entrevista (Tarres, 2009). Al emplear este enfoque el investigador por lo general se involucra activamente en las comunidades que estudia lo que le permite acercarse a las personas, mantener contacto directo con ellas abriendo espacios para la generación y construcción de nuevos conocimientos.

En total se aplicaron 12 entrevistas a beneficiarios de cada uno de los tres esquemas de PSAH, ubicados en cada una de las zonas de la subcuenca, a continuación explicamos los pasos utilizados.

Los entrevistados fueron elegidos considerando su ubicación en la subcuenca: 4 en la zona alta, 4 en la zona media que se encuentran registrados en PROSAPIX, y por último 4 en la zona baja, registrados en FIDECOAGUA. Todos los entrevistados eran beneficiados del programa de Fondos Concurrentes de CONAFOR. Las entrevistas se realizaron en un periodo de un mes, entre junio y julio de 2012. Esta encuesta de percepción tuvo el objetivo de indagar sobre la opinión de la ejidatarios respecto a su apreciación e interés por los PSAH (ver Anexo 5). A cada uno de los ejidatarios participantes se le informó del propósito de la entrevista y se les permitió manifestar más de una opinión por pregunta formulada. Las preguntas expuestas abarcaron los siguientes temas:

- a) Escenario actual y futuro del uso de sus tierras, en actividades productivas, de conservación y/o reforestación.
- b) Cambio del uso actual en su parcela por actividades de reforestación o conservación de bosque.
- c) Disponibilidad a aceptar un pago por conservación o reforestación de un predio.
- d) Conocimiento sobre el monto/pago recibido por PSAH
- e) Beneficios de los PSAH en su comunidad
- f) Motivos por las cuales ingreso en el PSAH
- g) Relaciones entre bosque y cantidad de agua
- h) Relaciones entre bosque y calidad de agua

#### **a) Procesamiento y análisis de la información**

Las entrevistas se transcribieron, analizaron y agruparon en categorías de respuesta de acuerdo al número de veces que fueron mencionadas por los entrevistados. A partir de la frecuencia de respuesta se crearon 4 categorías a través de las cuales se organizó la información obtenida: (1) Cambio de actividades económicas por incorporación de sus predios a un PSAH, (2) Beneficios percibidos por el PSAH, (3) Monto (tarifa) recibida por concepto del PSAH, y (4) Motivaciones para participar en un PSAH. Este proceso de agrupación se realizó con el programa Excel. El método de agrupación permite la creación de categorías y ordenamiento de las mismas (Muhr y Friese, 2004; Strauss, 1995 citado en Sánchez, 2010).

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**

## 4.1. PROGRAMAS DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC

Identificamos que las áreas beneficiadas por los tres programas de PSAH están ubicadas en la zona media y alta de la subcuenca. Esto se debe a que en estas zonas se localizan las presas y cajas captadoras de agua de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS), las cuales almacenan y distribuyen el agua para las ciudades de Xalapa y Coatepec. Sin embargo, la importancia de esta subcuenca no solo radica en la cantidad del SA hídrico que brinda a zona conurbada de Xalapa; si se analiza desde un enfoque más amplio de cuenca, la subcuenca del Pixquiac es parte de la zona alta de la cuenca del río La Antigua, la cual según Muñoz-Villers, (2008) es una región biodiversa e hidrológicamente importante para el estado de Veracruz.

Nuestros resultados revelaron una elevada heterogeneidad topográfica a lo largo de la subcuenca (Figura 17). Realizamos un análisis de la ubicación de predios en el PSAH en relación a la topografía de la subcuenca del río Pixquiac (Anexo 7). Encontramos que hay una relación entre los predios participantes en PSAH con sus características topográficas, representado por el grado de inclinación de las pendientes (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Condiciones topográficas de los predios participantes del programa de PSAH, por zona de la subcuenca del río Pixquiac (127 predios en total analizados).

Año 2003 (Núm. de predios = 24)			Año 2014 (Núm. de predios = 103)						
Tipo	Grado de inclinación	Porcentaje de predios			Tipo	Grado de inclinación	Porcentaje de predios		
		Alta	Media	Baja			Alta	Media	Baja
Suave	1-8°	44	30	19	Suave	1-8°	64	9	44
Moderada	8-20°	46	44	43	Moderada	8-20°	33	20	34
Abrupta	20-40°	10	22	37	Abrupta	20-40°	3	49	22
Muy abrupta	>40°	-	4	1	Muy abrupta	>40°	-	22	-
Total		100	100	100	Total		100	100	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAFOR y SENDAS A.C.

En el año 2003 la mayoría de predios participantes se encontraban en zonas con topografía suave y moderada. El número de predios inscritos en la alta pasó de 2 en el año 2003 a 1 en el año 2014, sin embargo el predio inscrito es el área de uso común del ejido Agua de Los Pescados, el cual tiene una extensión de 640 ha y en general es un área con pendiente suave-moderada, es tierras planas.

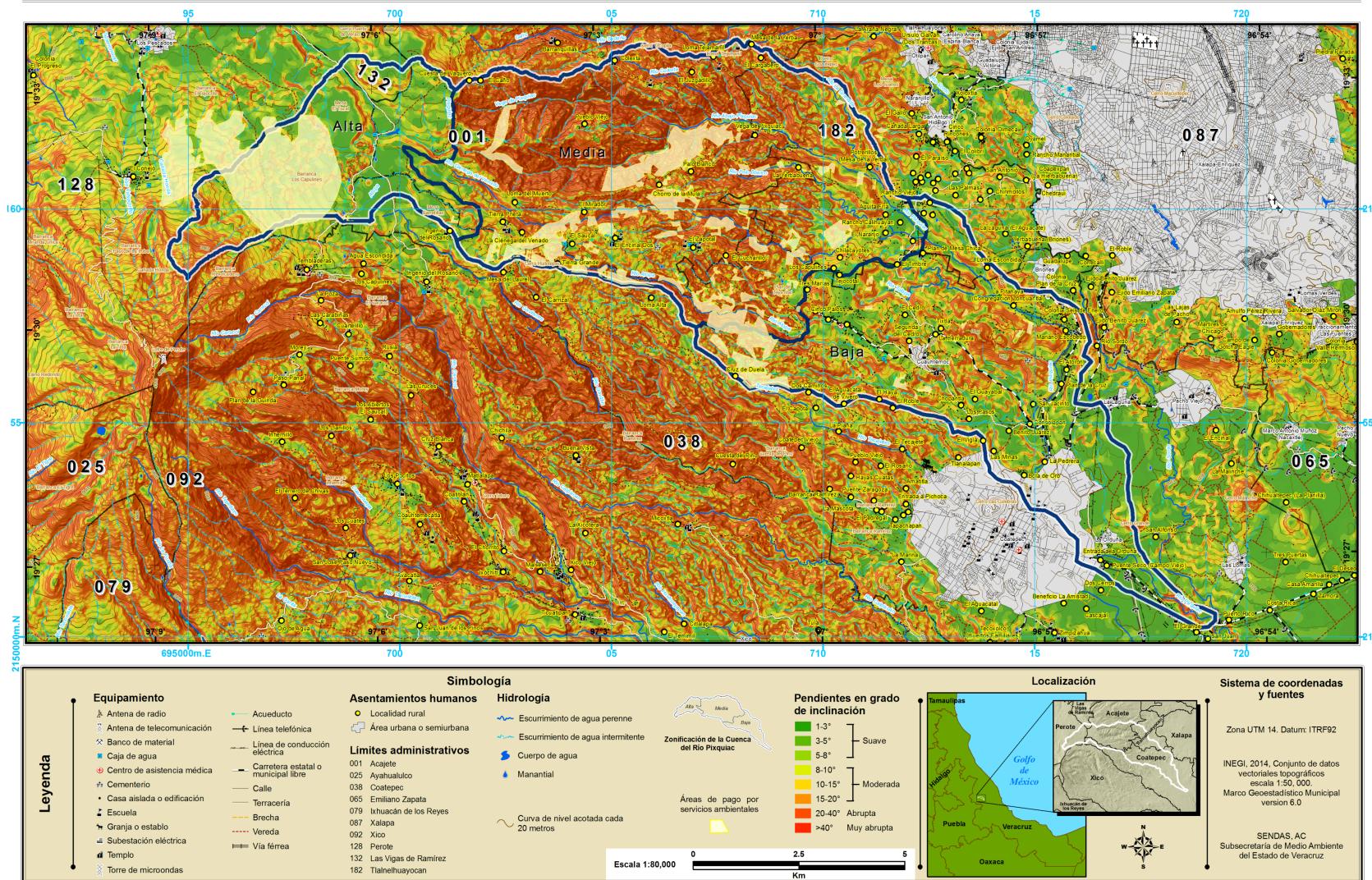


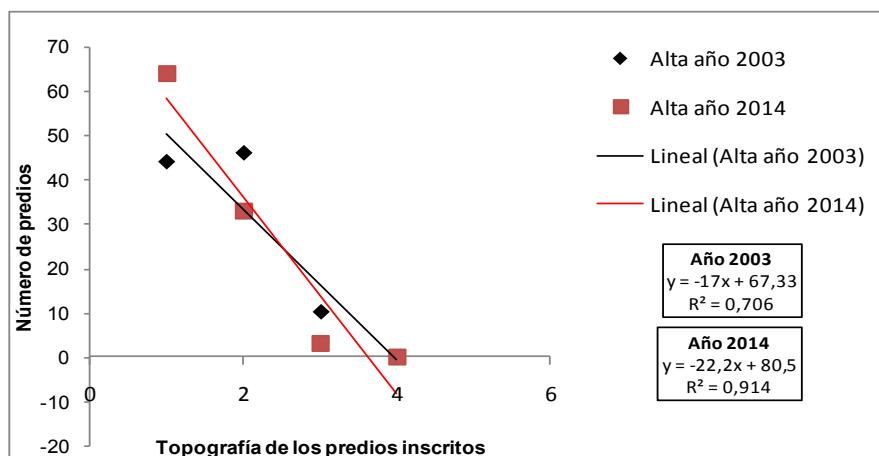
Figura 17. Mapa de la subcuenca del río Pixquiac con sus distintos grados de inclinación.

En la zona media pasó de 12 predios inscritos en el año 2003 a 96 en el año 2014. Esta zona es la que presenta más número de predios inscritos en los PSAH. Además, la topografía de los predios inscritos en la categoría suave pasó de 4 predios a 9; en la categoría moderada de 5 predios a 19; en la categoría de pendientes abruptas de 3 predios a 47 y por último en la categoría de pendientes muy abruptas de 0 predios a 21. Esta es la zona que presenta un ingreso alto de predios con topografía abrupta y más abrupta.

En la zona baja el número de predios inscritos pasó de 10 predios en el año 2003 a 6 en el año 2014 y la topografía de los predios inscritos pasó de 2 predios a 3 en pendientes suaves, de 4 predios a 2 en pendientes moderadas, de 4 predios a 1 en pendientes abruptas y de 0 predios a 3 en pendientes muy abruptas.

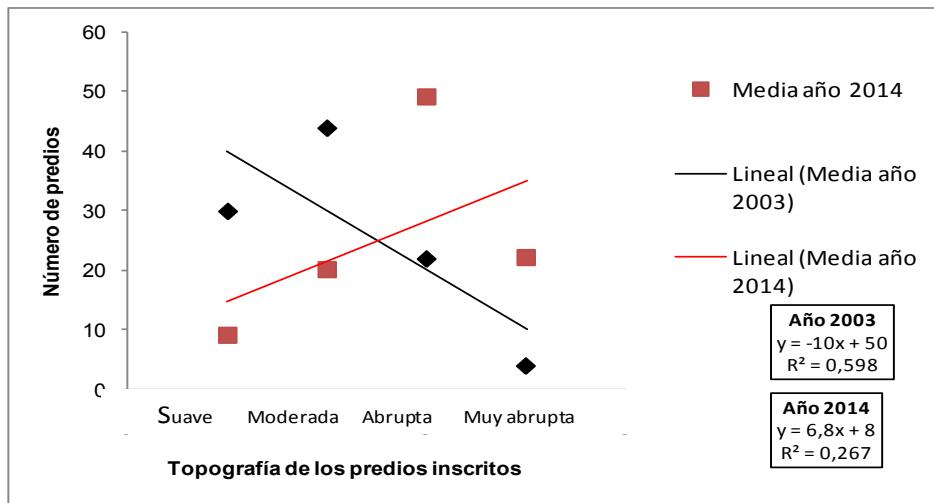
Encontramos que la relación entre la proporción de participación de predios y el grado de inclinación se comportó de manera diferente para cada zona. A continuación describimos cada una de ellas.

Las condiciones topográficas de los predios participantes en los PSAH presenta un comportamiento interesante pues hubo cambios en sus características entre el periodo 2003 al 2014 (Figura 18). En términos del grado de inclinación de la pendiente se observó que en la zona alta se inscribieron más parcelas con topografía suave (incremento de 20% con pendientes suave 1-8°); mientras que disminuyó en 13% los que presentan categoría moderada (8-20°) y un 7% en la categoría abrupta (20-40°).



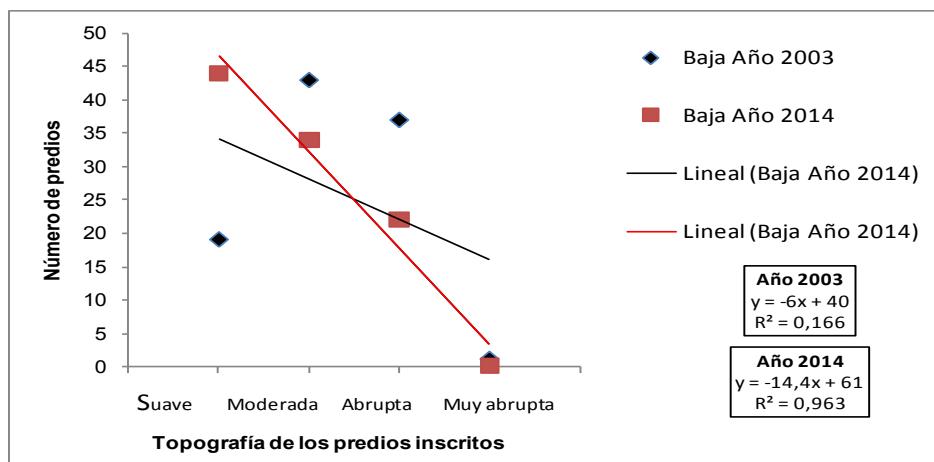
**Figura 18.** Relación entre la proporción de predios participantes en los PSAH en la zona alta de la subcuenca del río Pixquiac y el grado de inclinación.

Sin embargo, este comportamiento fue diferente a lo registrado en la zona media de la subcuenca (Figura 19). Aquí se observó que para el periodo 2003 al 2014, hubo un menor número de parcelas con topografía suave-plana y moderada: se redujo en 21% las de pendiente suave-plana (1-8°) y en 24% las de pendiente moderada (8-20°); mientras que las parcelas nuevas que se registraron están fundamentalmente ubicadas en topografía abrupta y muy abrupta, incremento de 27% en pendientes abruptas (20-40°) y de 18% en muy abruptas.



**Figura 19.** Relación entre la proporción de predios participantes en los PSAH en la zona media de la subcuenca del río Pixquiac y el grado de inclinación.

Por su parte, para la zona baja casi ningún predio registrado se ubica en la categoría muy abrupta debido a la topografía dominante de esta zona, suave-plana a moderada. Por la misma razón, la mayor parte de los predios participantes en PSAH de esta zona, presentan condiciones de pendientes suave a moderada (Figura 20).



**Figura 20.** Relación entre la proporción de predios participantes en los PSAH en la zona baja de la subcuenca del río Pixquiac y el grado de inclinación.

## Comparación de los esquemas de PSAH

Los programas de PSAH expuestos en este capítulo presentan diferencias en los niveles de funcionamiento (ver Cuadro 11). El programa PSAH-CONAFOR es un esquema de orden nacional que busca otorgar un subsidio para fomentar mercados que impulsen la conservación de los bosques ubicados en las zonas críticas de recarga de acuíferos (enfoque grueso). El programa FIDECOAGUA opera a nivel del municipio de Coatepec dentro de su territorio (enfoque medio;) y el programa PROSAPIX opera a nivel de una subcuenca ubicada en varios municipios, pero que abastece a la ciudad de Xalapa (enfoque fino).

**Cuadro 11.** Principales características de los programas de Pagos de Servicios Ambientales Hidrológicos presentes en la subcuenca del río Pixquiac.

Atributos	CONAFOR	FIDECOAGUA	PROSAPIX
<b>Objetivos</b>	1- Crear mercados para los SA que proporcionan los ecosistemas forestales. 2- Pagar a los dueños de terrenos forestales que mantienen en buen estado de conservación los bosques y que suministran SA. 3- Disminuir los índices de pobreza y marginación en áreas forestales.	1- Mejorar y conservar los recursos forestales del municipio y asegurar el abastecimiento de agua potable a la población coatepecana. 2- Influir en la disminución de los procesos de erosión y disminución de los riesgos y daños por fenómenos naturales.	1- Funcionar como un instrumento de financiamiento que apoye la cogestión integral de la subcuenca que abastece a Xalapa. 2- El programa apoya la conservación de SA en conjunto (biodiversidad, servicios hidrológicos), a través de la reforestación, protección y manejo de los bosques.
<b>Monto por Ha</b>	\$300/ha bosque conífera y selvas \$400/ha BMM de acuerdo al Costo de Oportunidad (año 2003) \$1,100 para zonas de riesgo de deforestación (Año 2011)	\$1,000/ha	\$1,100/ha
<b>Tamaño mínimo del predio</b>	200 - 250 ha	1 ha	0.5ha
<b>Población objetivo</b>	Personas físicas o morales, propietarios de terrenos forestales ubicados en zonas críticas de recarga de acuíferos a nivel nacional.	Propietarios de predios forestales en la zona alta del municipio de Coatepec, ubicados entre los 1200 y 2900 msnm, que cuenten con una cobertura boscosa.	Dueños de predios con cobertura forestal en la subcuenca del Pixquiac.
<b>Tipo de compensación</b>	Económico	Económico	Económico + asesoría técnica
<b>Presupuesto inicial</b>	Federación \$200 millones de pesos provenientes de los usuarios del agua a nivel nacional (año de inicio 2003)	Aportaciones: CONAFOR \$500,000 CMAS. Coatepec \$400,000 Usuarios directos: \$100,000 (año inicio 2002)	CMAS. Xalapa \$300,000 pesos (año inicio 2006)
<b>Desviación estándar del presupuesto en base al total de años de funcionamiento</b>	\$212 millones de pesos	\$349,263 pesos	\$324,415 pesos
<b>Determinación del pago</b>	Calculo del costo de oportunidad de la tierra de tres actividades agrícolas a nivel nacional en las zonas medias y altas de las cuencas.	Calculado a partir de las ganancias por hectárea que obtenían en promedio los cafetaleros de la región (Muñoz <i>et al.</i> 2006)	Calculado como aproximación a las ganancias de la ganadería en ese momento (\$1,500)
<b>Estabilidad financiera</b>	Estable	Semi-estable	Inestable
<b>Actividades permitidas o fomentadas</b>	Conservación pasiva del bosque “No tocar el bosque” Programa (plan) de mejores prácticas en control de erosión	Conservación pasiva del bosque “No tocar el bosque” A partir del programa Fondos Concurrentes permite actividades de restauración	Promueve el aprovechamiento ordenado de recursos maderables y no maderables del bosque, a través de aprovechamientos sustentables del bosque. Capacitación y sensibilización sobre Valor del BMM, importancia de la cuenca, alternativas productivas y de uso de los recursos. Apoyo semilla para reconversión productiva y gestión de proyectos. A partir del programa Fondos Concurrentes permite actividades de restauración
<b>Monitoreo</b>	Verificación a través de imágenes de satélite multiespectrales. Visitas aleatorias a algunos de los predios inscritos al programa.	2002-2006, verificación a través de imágenes satelitales multiespectrales suministradas por CONAFOR 2007-2012, verificación mediante visitas eventuales a algunos predios.	Visita anual a 100% predios participantes, para verificar cumplimiento de los acuerdos (León-Mateos, 2013).

**Fuente:** Elaboración propia a partir de INE (2002), Diario Oficial (2003), CONAFOR (2004), Contreras (2005), Muñoz *et al.* (2006), Fuentes (2008), SEMARNAT (2009), Daniels *et al.* (2010), Muñoz-Piña *et al.* (2011), Paré y Gerez (2012), FONAFIFO *et al.* (2012), Manson *et al.* 2013.

#### **4.1.1 Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) administrado por CONAFOR**

El PSAH se instauró en el año 2003 como un programa nacional dirigido por el gobierno federal, bajo la dirección de CONAFOR. Este esquema fue el segundo programa nacional de PSAH a nivel de Latinoamérica, después del programa de PSA en Costa Rica, implementado con el fin de incentivar la conservación y apoyar la generación de mercados de SA (FONAFIFO *et al.* 2012). Este programa forma parte de las estrategias de conservación *in situ* establecidas por el gobierno nacional para el mantenimiento y la conservación de los ecosistemas, las interacciones entre los SA y la regulación de los procesos ecológicos (Urquiza, 2009).

El PSAH inició a partir de una reforma al artículo 223 de la Ley Federal de Derechos, mediante el cual se estableció que un 2.5% de los impuestos recaudados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), por concepto de uso, aprovechamiento y explotación de aguas nacionales, se destinará al desarrollo y operación del PSAH de los bosques (González, 2004; Muñoz *et al.* 2006; FONAFIFO *et al.* 2012). Sin embargo, más adelante, y con el fin de renovar los contratos con dueños participando ya en el programa y seguir incluyendo nuevos interesados, se estableció un pago anual de \$50-60 millones de dólares transferido del Congreso Nacional a la CONAFOR (Manson *et al.* 2013).

El objetivo inicial del programa fue promover la generación de mercados que fomentarán la conservación de áreas críticas que proveen SA. Este programa empezó abriendo una convocatoria nacional para los dueños o poseedores de terrenos que contaran con una cobertura forestal (bosque o selva) mayor al 80% y en buen estado de conservación, para que al recibir un pago se comprometieran a mantener esas áreas para la provisión de SA hidrológicos (Diario Oficial, 2003). En 2004 se estableció el Programa de Pago por Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de Biodiversidad, para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA), que buscó realizar pagos a tres SA adicionales (Leñero *et al.* 2014).

Los pagos fueron dirigidos a la preservación del bosque templado y tropical (bosques mesófilos), asociado con el abastecimiento de agua a las principales ciudades del país y zonas con mayor riesgo de deforestación (Muñoz *et al.* 2006; SEMARNAT, 2009). Sin embargo, durante la vigencia del programa los objetivos se han ido ampliando. Se pasó de nueve criterios en 2006 a un total de 26 en 2010; el programa incorporó y mezcló en sus objetivos criterios ambientales primarios (hidrología,

presión a la deforestación), criterios sociales (pobreza, género, etnidad), y criterios institucionales secundarios (administrativos, participación en otros programas, etc.), asignándoles la misma importancia a la hora de focalizar el programa y con posible impactos sobre la eficiencia del mismo (Muñoz-Piña *et al.* 2011).

Para determinar el monto a pagar por el concepto de PSAH, CONAFOR tuvo en cuenta tres aspectos: la comparación de los niveles de pago PSAH en otros países como Costa Rica y Ecuador, la negociación política con los grupos rurales de cabildo, y un estudio técnico sobre el CO de la tierra<sup>12</sup>; este último fue el principal indicador que tomó en cuenta CONAFOR (Muñoz *et al.* 2006). El estudio de CO de la tierra fue elaborado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 2002, este estimó la rentabilidad económica de la agricultura (maíz y frijol) y la ganadería (carne en canal), consideradas como las actividades económicas con mayor probabilidad a las que un propietario cambiaría el uso de suelo de su bosque o selva (INE, 2002; Muñoz *et al.* 2006). Sin embargo, esta estimación utiliza un promedio nacional, la cual de acuerdo a Fuentes (2008) y Rojas (2011), no incorpora otras actividades económicas que pueden ser representativas, más rentables, y tampoco la diversidad socio-ecológica del país que influye en las condiciones particulares productivas de cada zona donde se aplican estos pagos. Punto y seguido

Ademas la estimación se llevó a cabo en la parte media-alta de cuencas en los estados con mayor grado de deforestación y cambio de uso de suelo a nivel nacional, estos fueron: Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz (INE, 2002). Dicha estimación obtuvo como resultado que la rentabilidad anual de los productores del cultivo de maíz oscilaba entre \$ -640/ha hasta \$948/ha. En el caso del frijol la rentabilidad oscilaba entre los \$844/ha como mínimo y \$4,657/ha como máximo. Los rendimientos monetarios de la cría de bovinos estaba en el rango de \$37.5/ha como mínimo y \$5,221/ha como máximo. Para la cría de ovinos y caprinos los rendimientos netos oscilaban entre los \$6/ha y los \$717/ha (INE, 2002).

Con estas estimaciones el INE realizó un escenario para evaluar los alcances que el programa de PSAH tendría si aplicaría dos montos distintos (\$200 y \$400), obteniendo que con un pago de

---

<sup>12</sup> Este se refiere al valor o ganancia que un propietario recibiría al tomar la decisión de cambiar el uso de suelo de su bosque o selva hacia una actividad agrícola, ganadera o de uso urbano, en lugar de conservar su bosque (Muñoz *et al.* 2006).

\$200/ha al año, el 34.5% de los propietarios forestales que hubieran pensado cambiar a agricultura preferirían participar en un programa de PSAH, mientras que los propietarios que pensaran convertir su bosque o selva en potreros para cría de ganado sería de 12%. Si el pago fuera de \$400/ha los porcentajes subirían a 43% y 20% respectivamente (INE, 2002; Muñoz *et al.* 2006). Estos resultados dieron la base al INE para asegurar que los montos de pago propuestos generarían una masa crítica para que el programa tuviera un impacto significativo en las áreas definidas como prioritarias (Muñoz *et al.* 2006).

Con el fin de ajustar estas estimaciones iniciales, en el año 2008 CONAFOR incorporó un elemento muy importante en el ajuste del monto a pagar: los mapas de riesgo de deforestación (Lara *et al.* 2013). Lo anterior operó bajo el supuesto que un aumento en el riesgo de deforestación indica un CO más alto a nivel regional / local. Además que al considerar este aspecto contribuiría a la focalización del programa a nivel nacional (Muñoz-Piña *et al.* 2011).

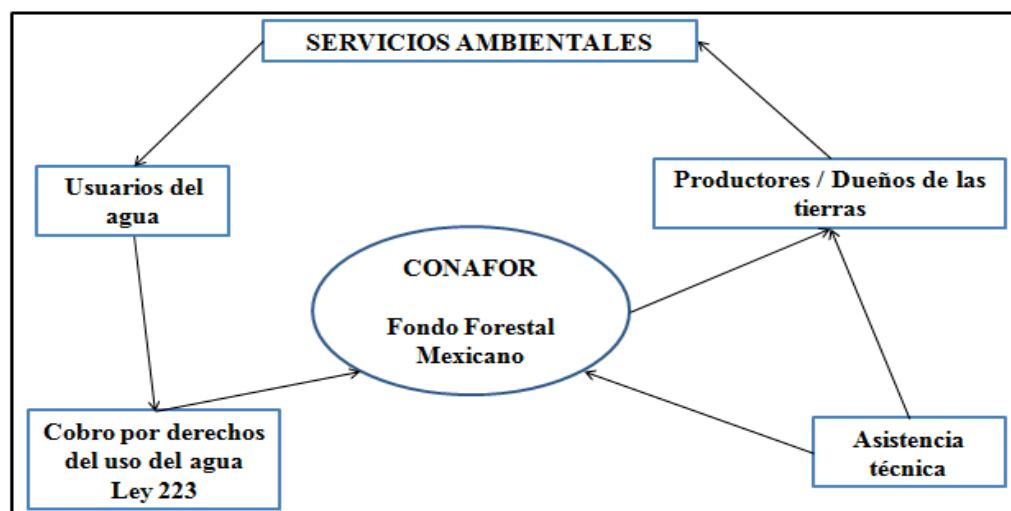
El presupuesto inicial del programa fue de \$200 millones de pesos (mdp), este fue utilizado para pagar 215 predios en 15 estados de la república con una superficie de 126 mil hectáreas (Kido-Cruz y Guerrero, 2009; González, 2004). El pago fue de \$400 pesos/ha anual en el caso de bosque mesófilo de montaña y \$300 pesos/ha para bosques templados y selvas, pagados durante un periodo de cinco años (CONAFOR 2004; Kido-Cruz y Guerrero, 2009).

La sostenibilidad financiera de PSAH es compleja, a pesar de contar con recursos financieros que llegan a los US\$100 millones por concepto del fondo de los proyectos anuales, distribuidos a través del Fondo Forestal Mexicano, estos recursos están sujetos a la voluntad política (FONAFIFO *et al.* 2012). Este es un programa más estable que otros programas de PSAH en Latinoamérica como es el caso de Costa Rica, dado que México ha buscado la diversificación del financiamiento de los PSAH a través de la creación de programas regionales o locales (Manson *et al.* 2013). El presupuesto del programa PSAH-CONAFOR durante el periodo de 2003 – 2012 fue de \$212 millones de pesos en promedio (D.S = ±308.1 millones, rango = 1 billón 986 millones – 200 millones) con un promedio de 669 beneficiarios y 307 mil hectáreas.

La verificación de estos acuerdos y monitoreo del PSAH es evaluada mediante imágenes satelitales multiespectrales que cotejan que la cobertura boscosa de un año a otro se mantenga. Este método ha venido acompañado de visitas aleatorias a algunos de los predios inscritos al programa. En los primeros años de operación del programa PSAH (2003-2006), el examen inicial se realizó mediante

imágenes satélite de baja resolución, y por este motivo, no fue muy efectivo a la hora de identificar los participantes que no cumplían con los programas (FONAFIFO *et al.* 2012:101). En la actualidad el PSAH cuenta con imágenes de alta resolución Quickbird o Ikonos, suponen un componente significativo y efectivo en estos esfuerzos de monitoreo, medición, reporte y verificación de los predios en PSAH, además de realizar monitoreos más frecuentes – bianuales. Sin embargo estas imágenes son muy costosas.

Como ya se mencionó, el Programa de PSAH de CONAFOR está integrado por varios componentes (Figura 21): mecanismos de financiamiento derivados del cobro por los derechos de agua (Ley 223) y aportaciones directas del Congreso Federal; un mecanismo financiero transparente (fideicomiso) que es el Fondo Forestal Mexicano encargado de administrar los recursos y definir los lineamientos de trabajo; el equipo de asistencia técnica encargado de la verificación en campo y la promoción de los programas.



**Figura 21.** Esquema de funcionamiento del programa nacional de PSAH. Administrado por CONAFOR.  
Fuente: Elaboración propia.

Con el propósito de crear vínculos más estrechos entre proveedores y usuarios y aprovechar otros fuentes locales de financiamiento, CONAFOR creó el programa de Fondos Concurrentes, implementado en el año 2008 como programa de financiamiento que permita involucrar a los verdaderos usuarios de los SA y evitar la dependencia de los proveedores en los subsidios públicos (FONAFIFO *et al.* 2012).

Este programa es una de las estrategias de que hacen evidente la evolución del programa gubernamental y permite la mejora en el programa de PSAH, ya que permite involucrar a los

verdaderos usuarios del SA. Este programa tiene las siguientes características: 1) La inversión destinada a PSAH podrá ser financiada por CONAFOR hasta el 50% del financiamiento para proyectos y el otro 50% debe ser aportado por los ayuntamientos, comisiones municipales de agua y saneamiento u ONG's; 2) Permitiría incrementar el período de pago más allá del período de 5 años establecidos en el Pro Árbol, a 15 años de financiamiento; 3) Elección de áreas de acuerdo a los intereses de conservación de los aportantes (SEMARNAT, 2009), a diferencia del programa nacional también pueden financiar actividades de restauración y monitoreo del servicio ambiental, enfocarse en otros SA (excepto carbono) y fijar el monto del pago. Bajo el esquema de los Fondos Concurrentes en la subcuenca del río Pixquiac se han recibido apoyos para predios en PSAH, tanto en el programa manejado por el FIDECOAGUA como por el PROSAPIX. Esta estrategia de financiamiento representa un vehículo para conseguir otras fuentes de financiación, sin embargo su estabilidad está sujeta a la fuente de financiamiento local.

#### **4.1.2 Fideicomiso Público para la Promoción, Preservación y Pago de Servicios Ambientales Forestales de la Zona Montañosa del municipio de Coatepec (FIDECOAGUA)**

Este programa fue el primer esquema de conservación por PSAH establecido en México. El esquema funciona en la subcuenca del río Gavilanes donde se ubican los nacimientos de agua que abastecen al municipio de Coatepec. Este municipio es un centro urbano con aproximadamente 45 mil habitantes ubicados en la zona alta de la cuenca del río La Antigua. El programa cuenta con una importante característica, la subcuenca del río Gavilanes se encuentra en los límites municipales de Coatepec, permitiendo así una autosuficiencia en la provisión de agua para la ciudad. De igual forma, permite que la transferencia de recursos sea directa dentro del municipio, facilitando la distribución de los recursos.

Este programa surge a raíz de una fuerte sequía ocurrida en el año de 1998 como consecuencia del fenómeno climático de “El Niño”, que para ese año fue inusualmente fuerte, provocando la restricción y tandeo del suministro de agua potable en el municipio de Coatepec para un periodo de dos semanas, situación que nunca había sucedido en la historia del municipio (Guzmán, 2005). A esto se unió la opinión de la población local, quienes consideraba que la oscilación del clima era producto de la acelerada deforestación que había sufrido la cuenca de los Gavilanes en las tres

últimas décadas y cuyos efectos fueron ampliados por las altas tasas de crecimiento poblacional en el municipio (Muñoz *et al.* 2006).

Este esquema de pago por PSAH fue creado en el año 2002 por el cabildo municipal, bajo la figura legal de un fideicomiso y el asesoramiento de la CONAFOR, que permitiría asegurar el pago durante todo el periodo del contrato y se supone daría más confianza a los usuarios por la transparencia en el manejo de los recursos. Este esquema se estableció como una estrategia tendiente a mejorar y conservar los recursos naturales del municipio y asegurar el abastecimiento de agua potable a la población coatepecana y a las comunidades circunvecinas (Guzmán, 2005). El objetivo inicial del programa de FIDECOAGUA fue estimular la conservación de la cobertura vegetal forestal y fomentar su desarrollo. En lo particular: 1) Asegurar en cantidad y calidad, el caudal de agua del municipio y la región; 2) Disminuir los costos de tratamiento de agua para consumo humano; 3) Procurar la recarga de los mantos acuíferos; 4) Influir en la disminución de los procesos de erosión y disminución de los riesgos y daños por fenómenos naturales. El proyecto buscaba cambiar la cultura de tumba, roza y quema, por la de conservación y aprovechamiento sustentable, al igual que generar un ingreso económico para los dueños de los bosques (Contreras, 2005).

Una de las ideas innovadoras que empleó el municipio para el financiamiento del PSAH fue incluir en el recibo del servicio de agua una aportación voluntaria en los inicios del programa, en la actualidad es obligatoria de uno y dos pesos por toma de agua domiciliaria y comercial e industrial respectivamente. Esto con el fin de que el esquema tuviera un vínculo de corresponsabilidad entre la ciudadanía beneficiaria del mantenimiento de los bosques y los propietarios que dedicaran sus tierras a conservar y proteger las áreas de recarga de los mantos acuíferos (Guzmán, 2005; Muñoz *et al.* 2006; <http://www.fidecoagua.com.mx>).

El programa es operado por el Ayuntamiento de Coatepec, lo cual le permite cierta estabilidad administrativa; sin embargo, también constituye una debilidad pues está sujeto a los cambios generados por cada nueva administración de gobierno, poniendo en riesgo la continuidad en el manejo de la administración del programa, por lo cual consideramos es semi-estable.

El FIDECOAGUA debe buscar los mecanismos para fortalecer la voluntad social de los habitantes de Coatepec (Galán, 2010), ellos aportan actualmente dinero al PSAH, pero esta aportación ha tenido un impacto limitado: 1) no ha existido un reajuste de las tarifas en relación con la inflación

que ha sufrido el país; 2) la población coatepecana desconoce la importancia y el objetivo del PSAH, pues falta difusión y sensibilización de la administración de FIDECOAGUA hacia los usuarios del recurso hídrico (Galán, 2010: 3).Ademas de que no se ha actualizado el registro de tomas domiciliarias y comerciales que aportan al PSAH (González, 2013).

Con respecto de los montos otorgados por FIDECOAGUA para el PSAH, podemos decir que en los primeros siete años de funcionamiento la tarifa del PSAH fue de \$420 pesos al año, esta tarifa fue determinada con base en el monto inicial que pagaba CONAFOR al PSAH. Esta tarifa fue modificada en 2008 y se ajustó en un monto de \$1,100 pesos con base en la metodología de Fondos Concurrentes, con ello se duplicó el presupuesto que se otorgaba a los beneficiarios como incentivo para su permanencia en el programa.

La metodología empleada para establecer el monto del pago por parte del esquema “fue calculado a partir de las ganancias por hectárea que obtenían en promedio los cafetaleros de la región. Sin embargo este valor no estimaba el verdadero CO de la tierra, debido a que no se aplicó un estudio técnico para determinar las ganancias de esta actividad, sino que realizó una estimación a partir de los precios del café en ese momento, los que en esos momentos se encontraban en caída por la dinámica del precio internacional del café” (Muñoz *et al.* 2006: 176).

El presupuesto inicial del programa en el año 2002 fue de un millón de pesos, obtenido a través de las aportaciones de CONAFOR (\$500,000 pesos), el Ayuntamiento de Coatepec (\$400,000 pesos) y las aportaciones de usuarios del agua doméstico y comercial (\$100,000 pesos) a través de CMAS-Coatepec (Contreras, 2005). Este presupuesto fue empleado en dos rubros: una parte fungió como capital semilla empleado en la adquisición de equipo para el funcionamiento del programa, esto correspondió a una camioneta, un GPS, un equipo de cómputo y los gastos de operación del personal contratado el primer año. La otra parte del presupuesto fue empleada en el primer pago a los beneficiarios del PSAH (Contreras, 2013; González, 2013). Con este fondo se inscribieron las primeras 500 hectáreas mejor conservadas al programa, pagando \$991 pesos por hectárea al año (Contreras, 2005; Muñoz *et al.* 2006). El presupuesto del programa FIDECOAGUA durante el periodo de 2002 – 2012 fue en promedio 783,963 pesos (D.S = ± 349,262.50, rango = 1,271,512 -0) con un total de 91 beneficiarios y 809 hectáreas.

El FIDECOAGUA lleva funcionando 14 años, y que ha incrementado su beneficio de 808.74 ha y 97 dueños de bosques entre los años 2003 y 2010, a 113 beneficiarios en 2011 y 2012. Adicionalmente

al monto económico otorgado por conservar el bosque, durante el periodo 2005-2008, los hijos de 44 beneficiarios inscritos en el programa recibieron una beca por \$1,200 pesos al año para apoyar sus estudios; por lo que en total cada uno de estos beneficiarios recibió \$2,100 pesos por hectárea por año (González, 2013).

Como parte del diseño del programa se decidió ajustar las reglas de funcionamiento de FIDECOAGUA a las establecidas por el programa de PSAH-CONAFOR, con el fin de facilitar y evitar confusiones entre los beneficiarios (González, 2013). Para ello se establecieron las siguientes reglas de operación: 1- Solicitud de incorporación al programa, para lo cual se debía contar con, a) ubicación geográfica georeferenciada del predio; b) no tener adeudos en el pago del impuesto predial ni en el pago del servicio del agua; c) comprobar la propiedad o posesión; y d) firmar de la carta de adhesión<sup>13</sup> por parte de los productores de la zona montañosa (Contreras, 2005). 2- Análisis de las solicitudes donde se determina la cobertura forestal del predio mediante imagen satelital. 3- Selección de predios en base a los predios más arbolados. 4- Informe de predios seleccionados y pago (Guzmán, 2005).

La población objetivo del programa fueron propietarios de predios de las zonas altas del municipio de Coatepec que se encontraran entre los 1,200 y 2,900 msnm, tuvieran una cobertura boscosa que quisieran conservar y manifestaran interés en pertenecer al programa (Contreras, 2013). No se consideró una superficie mínima o máxima para ingresar al programa. Los propietarios de los predios de PSAH se comprometían a no hacer actividades de cambio de uso de suelo, no realizar extracción de madera o aprovechamiento forestal en los predios en conservación, así mismo permitir el ingreso de personal de FIDECOAGUA, del Ayuntamiento y CONAFOR el monitoreo del predio.

Este programa contó con un estudio de delimitación de zonas prioritarias para el PSAH, en el cual se determinaron las porciones territoriales que por su alta contribución al escurrimiento superficial neto y por estar sujetas a un alto riesgo de deforestación, eran las áreas prioritarias para atender mediante el PSAH (Garcia-Coll *et al.* 2007). Sin embargo, en los hechos nunca aplicaron esta información para mejorar la focalización del programa, sino que continuaron aplicando la selección de predios con cobertura boscosa.

---

<sup>13</sup>A través de esta convenían cuidar sus terrenos con cubierta forestal e incrementar la superficie arbolada a cambio de recibir un apoyo (\$900) por hectárea.

El monitoreo del programa en un inicio se realizó a través de imágenes satelitales multiespectrales de alta resolución suministradas por CONAFOR, que permitían medir con exactitud la cobertura boscosa de los predios, verificar los compromisos de conservación y de esta forma continuar con los pagos a los propietarios. Esta estrategia de monitoreo permitía priorizar los recursos económicos, mantener los costos de operación relativamente bajos, debido a que el programa no contaba con el personal suficiente para realizar un monitoreo en campo (Guzmán, 2005; Contreras, 2008; Muñoz *et al.* 2006). Esta metodología solo funcionó los primeros cuatro años, luego del primer cambio de administración municipal y de FIDECOAGUA ya no se aplicó. En la actualidad el monitoreo se realiza a través de visitas eventuales a algunos predios, debido a que solo cuentan con una persona encargada para realizar esta verificación. Sin embargo, se apoyan en los monitoreos realizados por CONAFOR y en los beneficiarios que les comentan cuando se están realizando actividades que no son permitidas en algunos predios (González, 2013).

El FIDECOAGUA está integrado por un Comité Técnico y un equipo operativo (Figura 22). El primero constituye la instancia que define los lineamientos de trabajo y decide la forma en la que se distribuyen los recursos. Está integrado por el presidente municipal, el director de la comisión municipal de agua y saneamiento (CMAS), y tres personajes destacados de la región. Por su parte el equipo operativo está compuesto por seis personas: Gerente general, secretario, dos auxiliares administrativos, un encargado del área técnica y un auxiliar operativo, quienes son los encargados de desarrollar la base de datos y el análisis de las imágenes satelitales para ubicar las superficies arboladas. Este equipo recibe una colaboración específica y asesoría técnica de la Comisión Nacional Forestal (Guzmán, 2005; Contreras, 2005; Contreras, 2008 y González, 2013).

En el año 2011 FIDECOAGUA da inicio al Programa de Conservación de las Fábricas de Agua “Adopta una Hectárea”, el cual tiene como objetivo obtener recursos para el PSAH mediante la sensibilización y gestión de aportes económicos de parte de empresas y ciudadanos radicados en el municipio de Coatepec, que se encuentran interesados en ser corresponsables con la conservación de los bosques. En áreas en las que el Programa de Fondos Concurrentes no puede funcionar, debido a que los dueños de los predios no cumplen con los requisitos solicitados por CONAFOR como tenencia de la tierra, tamaño del predio o áreas de cafetal bajo sombra. Estos recursos son aportados anualmente por personas físicas o morales por un periodo de cinco años, a su vez los donadores recibirán como beneficio un recibo deducible de impuestos por el monto aportado al programa.

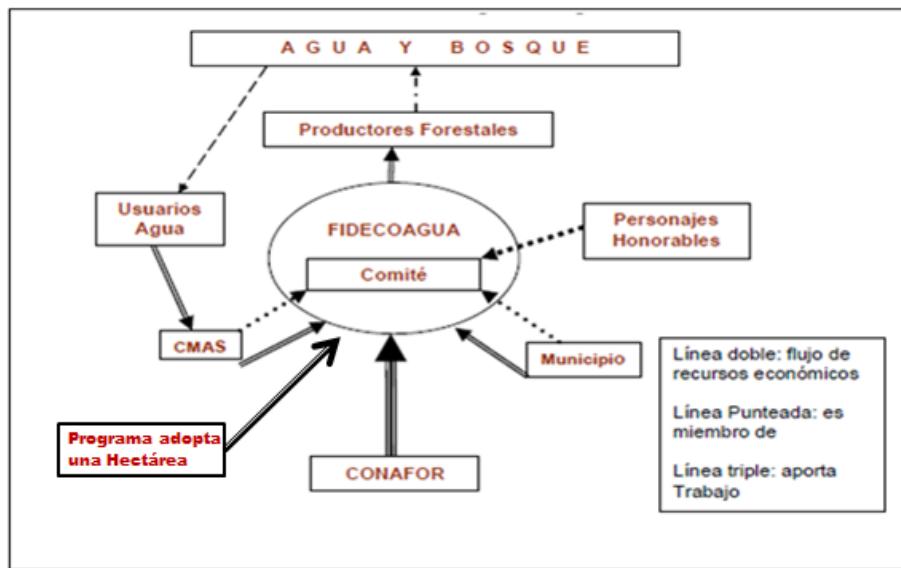


Figura 22. Esquema de funcionamiento FIDECOAGUA. Fuente: Adaptado de Guzmán, 2005.

El primer año de funcionamiento del programa Adopta una Hectárea, contó con un aporte de \$615,592 provenientes de 19 empresas y ciudadanos con los cuales se apoyaron 559.62 hectáreas de cafetales y bosque en conservación. Este pago fue otorgado a los beneficiarios el 12 de febrero de 2012. El cuadro 12, contiene los participantes del programa, sus aportaciones y el número de hectáreas beneficiadas para el primer año de funcionamiento.

**Cuadro 12.** Participantes del programa Adopta una Hectárea, sus aportaciones y hectáreas beneficiadas en el año 2012.

Donador	Apporte Económico	# Hectáreas beneficiadas
Compañía Coca- Cola	\$ 250,000	227.27
Compañía Nestlé	\$ 110,000	100
Casas GEO	\$ 79,992	72.72
Grupo de Amigos por el Medio Ambiente	\$ 44,000	40
Ingenio de Mahuixtlan	\$ 33,000	30
Streger	\$ 27,500	25
Fraccionadora Nova Terra S de RL de CV	\$ 11,000	10
C. Rafael Quetzeri Ponce	\$ 11,00	10
Lic. Francisco Murillo	\$ 11,000	10
Asociación de Arquitectos	\$ 5,500	5
Lic. David Velasco Chedraui	\$ 5,500	5
Restaurante Casa Bonilla	\$ 5,500	5
Ing. Arturo Quirarte Vargas	\$ 5,500	5
Desarrollo Rural Eko Agro	\$ 5,500	5
Sistema Informativo Voz de la Comunicación	\$ 4,000	3.63
Lic. Fernando Charleston Hernández	\$ 3,300	3
Diputado Ainara Rementeria Coello	\$ 1,100	1
Diputado Germán Yescas Aguilar	\$ 1,100	1
Diputado Marco Antonio Estrada Montiel	\$ 1,100	1
<b>TOTALES</b>	<b>\$ 615,592</b>	<b>559.62</b>

Tomado de: FIDECOAGUA, 2012.

#### **4.1.3 El Programa de Compensación por Servicios Ambientales y Desarrollo Rural Integral del Pixquiac (PROSAPIX)**

Este programa de compensación arranca como una iniciativa piloto de PSAH en el año 2006, por interés del alcalde en turno, quien ante un aumento las tarifas del agua, justificó el incremento usando entre otras cosas, la propuesta promovida por la asociación civil SENDAS. En ella se presentaba al ayuntamiento de Xalapa una idea para establecer un esquema similar al que funcionaba en Coatepec (municipio colindante), que promoviera la conservación de los bosques en una de las zonas de abasto de agua para la ciudad de Xalapa, la subcuenca del río Pixquiac.

El programa tiene los siguientes objetivos: 1) Funcionar como un instrumento de financiamiento que apoye la co-gestión y el manejo integral de la subcuenca. 2) Desarrollar alternativas productivas como requisito indispensable para generar condiciones que permitan conservar los bosques y fuentes de agua a largo plazo. 3) Apoyar la conservación de SA en conjunto (biodiversidad, servicios hidrológicos), pues son interdependientes. 4) La conservación no es entendida como “no tocar los recursos”, sino como un objetivo que se logra mediante el uso regulado y sustentable de los mismos. 5) La inversión debe orientarse considerando criterios técnicos y sociales diseñados para las condiciones socio-ambientales locales. El programa otorga una compensación por los SA, además este considera que no solo es necesaria una retribución monetaria, sino que debe de ir acompañada por asesoría técnica para contar con nuevos manejos sustentables y capacitación para el fortalecimiento de las comunidades (Paré y Gerez, 2012).

El programa PROSAPIX (enfoque fino) se ha enfocado en la conservación de los bosques desde una visión amplia, que incluye aspectos tales como el fortalecimiento de las capacidades de los beneficiarios, a través de asesoría y capacitación en alternativas productivas, la promoción del aprovechamiento forestal sustentable de los bosques, y la capacitación y sensibilización sobre la importancia biológica y los SA que proveen los bosques.

Sin embargo, este programa a pesar de buscar una corresponsabilidad entre los proveedores del recurso agua de esta subcuenca, hacia las zonas urbanas donde se consume, no ha contado con el respaldo del ayuntamiento de Xalapa o las instituciones gubernamentales que le permitan formalizar los compromisos jurídicos para consolidar un marco legal y garantizar el adecuado funcionamiento del programa (Pare y Gerez, 2012). Así mismo, el trabajo con los usuarios del agua (habitantes de Xalapa) ha sido escaso.

La situación descrita antes hace que el programa no cuente con estabilidad financiera, por lo que no está garantizada la continuidad del programa. Pagiola *et al.* (2005) argumentan que cuando existe una estabilidad financiera de los PSAH, se garantiza una eficacia de las disposiciones administrativas, por lo tanto los beneficiarios (proveedores del SA) pueden obtener probablemente un ingreso más estable que los ingresos recibidos por otras fuentes (los montos por PSAH no varían de año a año, como sucede con los precios de algunas cosechas). Esto permite garantizar que los beneficiarios estén satisfechos con el programa.

A pesar de esto, PROSAPIX cuenta con una gran fortaleza: la asesoría técnica que el programa brinda a los beneficiarios en proyectos de reconversión productiva; esta asesoría funciona como un financiamiento extra que favorece directamente a los beneficiarios del PSAH. A través de la asesoría los beneficiarios pueden mejorar las actividades económicas que realizan. Un ejemplo de ello es la asesoría en actividades productivas como la ganadería extensiva mediante el cual se buscaron la reconversión a la ganadería intensiva mediante financiamiento (cercas eléctricas, mejora de pastos, etc.), permitiendo una mejora en la producción, tener actividades más sustentables y por ende un aumento en sus ingresos o adquirir nuevas fuentes de ingresos económicos que no solo sea el bosque. Así mismo, PROSAPIX ha impulsado un proceso de formación y concienciación o sensibilización de los campesinos en relación con la identificación de los beneficios del bosque y de los PSAH.

De igual forma que el programa de FIDECOAGUA, PROSAPIX debe buscar los mecanismos para fortalecer la voluntad social de los habitantes de la zona conurbada de Xalapa que se benefician del recurso hídrico de la subcuenca. Si los usuarios del agua que provee la subcuenca no se involucran en el proceso de pago del PSAH, difícilmente funcionará como un mercado de SA. El principal reto para fortalecer el programa es iniciar un trabajo directo con el usuario del agua con el fin de fortalecer la estabilidad económica y la continuidad del programa.

El monto estimado para la compensación del programa fue determinado por el equipo técnico de SENDAS A.C. e investigadores del Instituto de Ecología (INECOL), la UNAM y la Universidad Veracruzana. Ellos indagaron entre algunos de los beneficiarios del PSAH de CONAFOR, lo que funcionaba en la subcuenca del río Pixquiac, preguntándoles acerca del monto pagado por esta entidad, con el fin de averiguar si este pago reflejaba ganancias similares a alguna de las actividades económicas a las que se dedicaban, incluyendo a las actividades de venta de madera ilegal. Además les preguntaron, cuál sería el monto económico mínimo (razonable) para ingresar a un esquema de conservación por PSAH (Fuentes, 2012).

La forma de funcionamiento y fuentes de financiamiento de este programa ha presentado varias fases. El presupuesto del programa PSAH-PROSAPIX durante el periodo de 2006 – 2012 fue en promedio \$559,378 pesos (D.S =  $\pm$  324,415.9, rango= 1,267,910 – 300,000) con un total de 260 beneficiarios y 1050 hectáreas.

La superficie mínima para participar en el programa ha sido de 0.5 hectárea, considerando que la subcuenca se caracteriza por predios pequeños y por bosques fragmentados. Las reglas de operación del programa buscan incentivar la participación de los dueños de la tierra. Esto incluye la compensación por la conservación de su bosque y a la par puedan generar opciones económicas a través de alternativas productivas sustentables como ecoturismo, floricultura, sistemas silvopastoriles, compatibles con el cuidado de la subcuenca; siempre que cumplan con las medidas de manejo y conservación que establece el programa (Fuentes, 2008; Paré y Gerez, 2012).

El esquema de funcionamiento del PROSAPIX está compuesto por las diferentes fuentes de financiamiento, el Ayuntamiento de Xalapa, la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento, el Comité de Cuenca del río Pixquiac, los propietarios o ejidatarios, los usuarios del agua y asesores técnicos (Figura 23).

En cuanto al monitoreo de los predios inscritos el PSAH-PROSAPIX busca evitar la simulación en el cumplimiento de los compromisos por parte de los dueños de predios, por lo cual realiza un monitoreo anual en campo de cada uno de los predios participantes (Paré y Gerez, 2012; León-Mateos, 2013).

El diseño del PROSAPIX a diferencia del esquema de otros programas PSAH, es que busca ser un programa integral en el cual además de dar un monto de compensación, se incluyen acciones dirigidas a promover la co-gestión de la subcuenca: fomento a la conservación de áreas privadas o ejidales que permitan la provisión de SA, rehabilitación de la subcuenca a través de la reforestación con especies nativas del bosque mesófilo y plantaciones maderables, promoción del manejo forestal mediante el aprovechamiento sustentable de los productos maderables y no maderables, y reconversión productiva y monitoreo de la calidad del agua. Este programa cuenta con una gran virtud el pago es combinado con asistencia técnica, permitiendo el acompañamiento y seguimiento de los acuerdos.

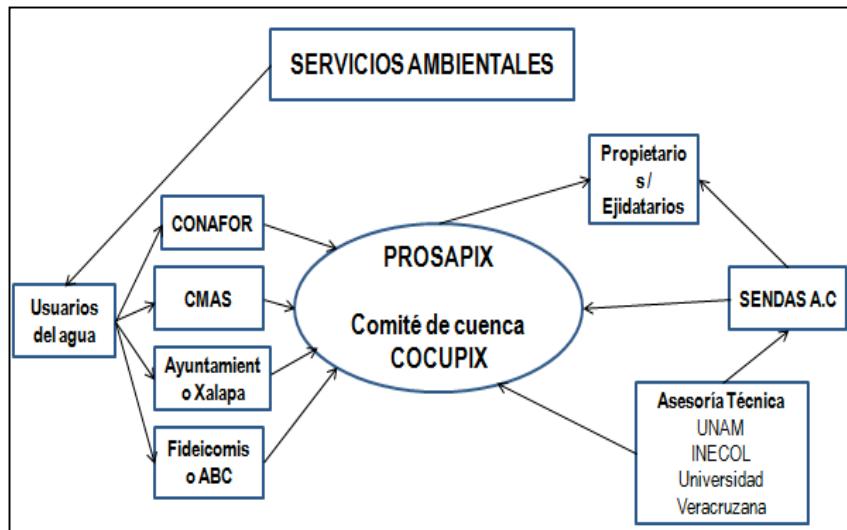


Figura 23. Esquema de funcionamiento PROSAPIX. Fuente: Elaboración propia.

Además, los pagos otorgados por este programa buscan estar focalizados mediante estudios científicos como: 1- Identificación de patrones hidrológicos en la subcuenca, cuerpos de agua, sus interrelaciones y la relación entre la información hídrica con variables climáticas y otros componentes del medio físico (balance hídrico). 2- Delimitación de zonas de atención prioritaria para la conservación a través de conocer el grado de fragilidad geohidrológica e identificar las zonas de atención prioritaria para programas de compensación por servicios ambientales hídricos (Paré y Gerez, 2012).

Una de las últimas gestiones realizadas en 2012 por COCUPIX conjuntamente con CMAS, fue plantear la viabilidad de conformar un fondo de agua para la ciudad de Xalapa que funcione como un instrumento de compensación entre los usuarios del agua (CMAS, empresas privadas y usuarios en general) y los propietarios de las tierras de las cuencas abastecedoras de agua de la ciudad, y que permita la continuidad y estabilidad del programa de PSAH.

## **4.2. COSTO DE OPORTUNIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC**

En esta sección presentamos los resultados de la estimación del CO de cada sistema productivo presente en las tres zonas de la subcuenca del río Pixquiac. El procedimiento empleado fue a partir de un análisis de costos/ingresos y de ganancias detallado por sistema productivo (ver anexo 7), como base para obtener el CO por ha/año para cada uno de los sistemas. El Costo de Oportunidad (CO) es uno de los insumos que se utilizan para estimar el monto que representaría un incentivo económico suficiente para que los propietarios de las tierras se comprometan con la conservación de sus bosques en un PSAH en cualquier zona de la subcuenca. El procedimiento utilizó la Ecuación 1 expuesta en el capítulo 3.

En esta investigación se aplicaron 49 encuestas para un estudio económico de los cultivos agrícolas tradicionales (papa, maíz, avena, frijol, etc.), así como otras actividades productivas locales: el cultivo de trucha, las plantaciones de macadamia, el aprovechamiento de madera legal. Consideramos necesario analizar las ganancias de estas actividades, incluso las que no compiten con el bosque, como el cultivo de la trucha, pues necesita del bosque para desarrollarse y para mantener una temperatura y la calidad de agua específica. Además es una actividad productiva atractiva para los pobladores de la zona.

### **4.2.1. Estimación de las ganancias por actividad productiva en cada zona de la subcuenca del río Pixquiac (flujos de caja)**

Para estimar la ganancia de cada una de las actividades productivas mencionadas en el capítulo 3 calculamos los costos e ingresos por cultivo, mediante el método de flujos de caja. En total se encuestaron 16 productores (algunos aportaron información de más de un cultivo). Los precios y costos utilizados en esta tesis corresponden al año 2012, dado que fue el año en el que se realizó la recopilación de la información. En el Anexo 7, se presentan los datos correspondientes a las siguientes actividades productivas de la zona alta: Cultivo de papa, cría de borregos, cultivo de avena y cultivo de maíz; en la zona media: Plantaciones de macadamia, cultivos de papa, frijol y maíz, cultivo de trucha, cría y levante de ganado doble propósito, venta de madera legal, cultivo de flores, producción de carbón vegetal y venta de madera ilegal; y en la zona baja: Cultivos de café,

plantaciones de macadamia y caña. A continuación se expone el procedimiento y las variables utilizadas para la estimación económica en tres sistemas representativos, uno por cada zona de la subcuenca, y los resultados obtenidos.

Para estimar los costos del sistema productivo del cultivo de papa en la zona alta de la subcuenca (Cuadro 13), se consideró que el pago de un valor del jornal para ese año de \$120 pesos, el valor del jornal por yunta de \$520 pesos. En la siembra de una hectárea de papa, emplearon 200 cajas de semilla. Para el periodo de la cosecha el pago por caja recolectada fue de \$10 pesos. El precio de la papa en el mercado para el año del estudio fue: papa de primera \$200 pesos la caja, papa de segunda \$150 pesos la caja, papa de tercera \$80 pesos la caja, y papa de desecho a \$50 pesos la caja. Estimando los costos e ingresos obtuvieron una ganancia de \$22,350 pesos.

**Cuadro 13.** Estimación de los costos/ingresos y ganancias por hectárea/año para el cultivo de papa en la zona alta.

<b>Zona alta: Cultivo del papa en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	pesos	<b>Ingresos</b>	Pesos
Preparación	2100	200 cajas de primera	40000
Arado	700	180 cajas de segunda	27000
Semillas	30000	180 cajas de tercera	14400
Mano obra (6 Jornales)	720	40 cajas de desecho	2000
Yunta (5 Jornales)	2600		
Abonos	4800		
Químicos	8100		
Transporte	5140		
Desecante	890		
Cultivada	6000		
<b>Total</b>	\$61,050	<b>Total</b>	\$83,400
<b>Ganancia</b>		\$22,350*	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de tres encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

\*Corresponde a la ganancia promedio de los tres actores claves entrevistados.

Para el sistema productivo del cultivo de maíz (Cuadro 14), en referencia a una hectárea en la parte media de la subcuenca, el valor del jornal utilizado fue de \$130 pesos, el valor del jornal de la yunta fue de \$400 pesos, el precio por kilo de la semilla fue de \$6 pesos. El precio de venta del kilo de maíz fue de \$6 pesos, el kilo y el precio del rollo de hoja de maíz fue de \$8 pesos cada uno. Estimando los costos e ingresos para ese año obtuvo una ganancia de \$-750 pesos.

Para el sistema productivo del cultivo de café en la zona baja (Cuadro 15), en referencia a una hectárea, el valor del jornal utilizado fue de \$130 pesos. El precio de venta del kilo de café fue de \$10,2 pesos/ kilo. Estimando los costos e ingresos para ese año obtuvo una ganancia de \$16,200 pesos.

**Cuadro 14.** Estimación de los costos/ingresos y ganancias por hectárea/año para el cultivo del maíz, en la zona media.

<b>Zona media: Cultivo del maíz en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Chapeo (6 Jornales)	780	1500 kilos	9000
Barbecho (4 Jornal Yunta)	1600	200 rollos de hoja	1600
Siembra (6 Jornales)	800	Venta del rastrojo (1 ha)	1000
Semilla (15 kilos)	70		
Abonos	1400		
Limpia (10 Jornales)	1300		
Aterrada (10 Jornales)	1300		
Químicos	500		
Doblada (8 Jornales)	1040		
Piscada (12 Jornales)	1560		
Transporte	2000		
<b>Total</b>	<b>\$12,350</b>	<b>Total</b>	<b>\$11,600</b>
<b>Ganancia</b>		<b>-750*</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de tres encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

\*Corresponde a la ganancia promedio de los tres actores claves entrevistados.

**Cuadro 15.** Estimación de los costos/ingresos y ganancias por hectárea/año para el cultivo del café, en la zona baja.

<b>Zona Baja: Cultivo de café</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Plantas	6000	4500kg	34,476
Surcada	840		
Siembra	840		
Limpia / abonada	360		
Chapeo	5760		
Cosecha	4050		
Gastos extras	420		
<b>Total</b>	<b>\$18,270.00</b>	<b>Total</b>	<b>\$34,476.00</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$16,206*</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de tres encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

\*Corresponde a la ganancia promedio de los tres actores claves entrevistados.

#### **4.2.2. Resultado del Costo de Oportunidad para cada zona de la subcuenca**

Los costos de oportunidad obtenidos muestran diferencias notables entre cada zona de la subcuenca del río Pixquiac. De acuerdo a lo que se expuso en el capítulo 2, cada zona presenta condiciones ambientales distintas, y por tanto en cada una hay actividades productivas diferentes que compiten por el uso de la tierra con los bosques.

La actividad económica más rentable estimada en las tres zonas de la subcuenca fue la venta de tierras (fundamentalmente lotes para construcción), ésta actividad cambia mucho dependiendo la ubicación y puede alcanzar hasta un valor de \$1,500,000 pesos por hectárea en la zona baja de la subcuenca (Cuadro 16). Si bien hay que tener presente que este pago solo se obtiene una vez, se incluye en la comparación con las otras actividades productivas que se desarrollan en las tres zonas como referencia extra, para tener en cuenta que una de las presiones más altas que existen en la subcuenca por el uso del suelo es la venta de la tierra. Sin embargo, los precios de la tierra por hectárea varían de acuerdo a la ubicación del predio y la cercanía a vías de acceso.

En la zona alta, los precios de una hectárea tierra pueden estar entre \$60,000 a \$150,000 pesos. En la zona media, una hectárea de tierra puede venderse entre \$100,000 y \$800,000 pesos. En la zona baja, debido a su cercanía con las ciudades de Coatepec y Xalapa, los precios de la tierra generalmente se calculan por metro cuadrado. El metro cuadrado se encuentra en promedio en \$1,500 pesos. El ingreso percibido por la venta de la tierra en cada una de las zonas de la subcuenca no se incorporan en el análisis de CO presentado a continuación, pues cuando realizan la venta de la tierra dejan de ser campesinos y pierden la posibilidad de recibir un PSAH.

En la zona alta de la subcuenca el cultivo de la papa es la actividad agrícola dominante y más lucrativa, ya que los productores pueden obtener hasta \$22,350 pesos por hectárea/año (Cuadro 16) representando una ganancia importante porque se siembra una gran extensión en esta zona. Encontramos que debido a las ganancias de esta actividad y al agotamiento de la tierra en la zona alta este cultivo se ha extendido hacia la zona media de la subcuenca, donde recientemente se empieza a sembrar.

En la zona media de la subcuenca la actividad dominante por extensión de terreno es la ganadería lechera. Esta actividad se considera como la actividad que mayor compite con la conservación de los bosques. En esta actividad los productores pueden llegar a obtener una ganancia de \$5,147 pesos

por hectárea/ año (Cuadro 16); La otra actividad productiva que representa mayor ganancia y que compite con el uso del suelo y la conservación de los bosques es el cultivo de papa, el cual genera unas ganancias de \$6,655 pesos por hectárea/ año. Sin embargo, la actividad productiva con mayor valor económico es la producción de macadamia, que puede alcanzar un valor de \$22,495 pesos/ha/año, aunque no representa una gran extensión en el territorio de la zona media de la subcuenca y no compite directamente por el uso del suelo con el bosque (Cuadro 17). Vale resaltar que esta zona de la subcuenca es la más diversa en actividades productivas.

**Cuadro 16.** CO de las actividades económicas que compiten con la conservación del bosque.

<b>Zona de la cuenca</b>	<b>Actividad económica</b>	<b>Ganancia promedio</b> (pesos/ hectárea/ año)
Alta	Venta de tierra*	105,000
	Papa	22,350
	Borregos	4,000
	<b>PSAH</b>	<b>1,100</b>
Media	Venta de tierra*	450,000
	Papa	6,655
	Ganado doble propósito	5,147
	Venta de madera legal	2,200
	Carbón vegetal	730
	Venta de madera ilegal	660
	<b>PSAH</b>	<b>1,100</b>
Baja	Venta de lotes*	1,500,000
	Caña	28,670
	<b>PSAH</b>	<b>1,100</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

\*Esta actividad genera una única ganancia.

El análisis económico de las actividades productivas mostró que para la zona alta y la zona media, el cultivo de maíz arroja una ganancia negativa (Cuadro 17). Sin embargo, es una actividad importante para la subsistencia familiar. Estos cultivos forman parte de sus prácticas tradicionales y culturales, al mismo tiempo esta actividad es desarrollada por todos los miembros de la familia. Razón por la cual, los campesinos no toman en cuenta los jornales necesarios para realizarla, desde

su punto vista es una actividad económica rentable que les permite abastecerse de los alimentos de su dieta básica.

**Cuadro 17.** CO de las actividades económicas que **no** compiten con la conservación del bosque.

<b>Zona de la cuenca</b>	<b>Actividad económica</b>	<b>Ganancia promedio por actividad</b> (pesos/ hectárea/ año)
Alta	Avena	2,220
Alta	Maíz	-750
<b>Media</b>	Plantaciones de Macadamia	22,495
<b>Media</b>	Trucha	7,000
<b>Media</b>	Flores	1,860
<b>Media</b>	Frijol	520
<b>Media</b>	Maíz	-750
<b>Baja</b>	Plantaciones de Macadamia	22,495
<b>Baja</b>	Cultivo de Café	16,200

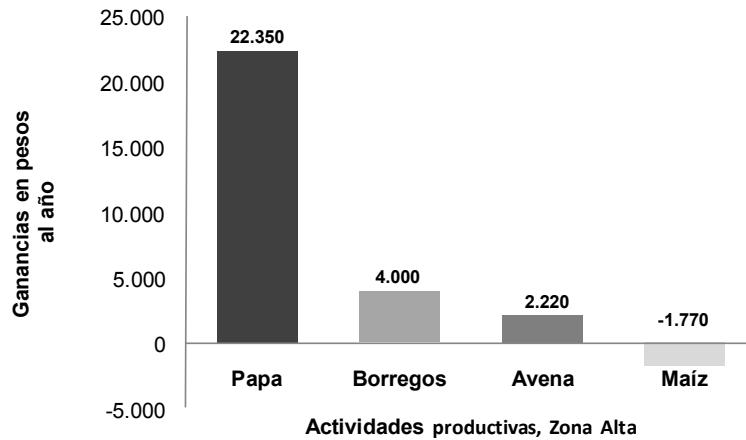
**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

Por último, en la zona baja la actividad productiva más representativa es el cultivo de café, con una ganancia de \$16,200 pesos/ha/año. Sin embargo, el cultivo de café está siendo desplazado por los cultivos de caña. El cultivo de la caña presenta la mayor ganancia económica con \$28,670 pesos/ha/año (Cuadro 16).

A continuación se exponen los resultados de las estimaciones del CO por zona y con el total de actividades productivas.

Las actividades productivas que se llevan a cabo en la zona alta presentan una diferencia de \$18,000 pesos en sus ganancias, entre la actividad más rentable la papa y cría de borregos por hectárea en el año de estudio (Figura 24). El cultivo de papa, a pesar de ser muy rentable, es una actividad que no desempeñan todos los dueños de la tierra porque 1- requiere de una inversión de \$61,000 pesos durante su cosecha, a consecuencia de los agroquímicos que son utilizados para combatir las plagas y 2- no todos los terrenos presentes en la zona son aptos para el cultivo (ver Cuadro 16). En esta

zona la ganancia estimada para el cultivo de maíz resultó negativa al incluir los jornales empleados en el costo total del cultivo.

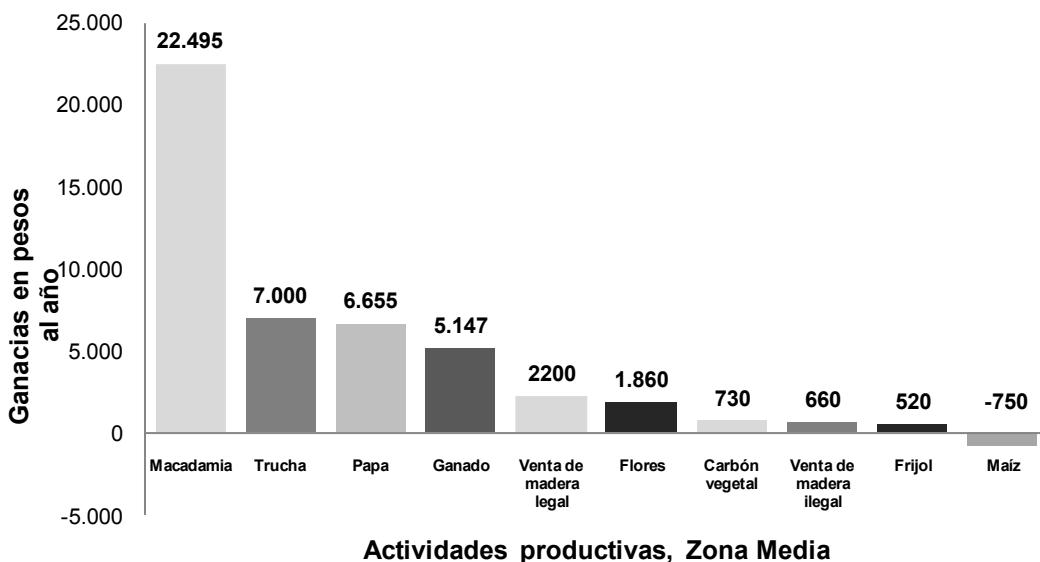


**Figura 24.** Comparación de las ganancias (año/ha) en cada sistema productivo de la zona alta.  
Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

En el caso de la zona media de la subcuenca, las ganancias económicas del cultivo más rentable es similar al de la zona alta; sin embargo la diversificación de actividades económicas es mayor que en la zona alta (Figura 25). En esta zona analizamos once actividades productivas (Figura 25), de las cuales cinco son las más representativas: ganadería lechera, aprovechamiento forestal (madera legal), producción de trucha, plantaciones de macadamia y el cultivo de papa (recientemente se empezó a sembrar aquí). Estas actividades se encuentran en el rango de ganancias entre \$2,200 y \$22,500 pesos por ha/año.

La ganadería lechera es la actividad predominante entre los habitantes de la zona media, ésta representa una actividad de ingresos diarios y en algunas ocasiones funciona como un fondo de ahorro para las familias que se dedican a ella (Figura 25). Además, el ingreso percibido por la venta de las crías genera ganancias ocasionales al año. Esta actividad es realizada por todos los miembros de la familia o por los más jóvenes, ya que deben emplear varias horas del día. En promedio utilizan dos horas en la mañana y dos en la tarde para la ordeña de las vacas, así como la actividad de pastoreo que implica otras dos horas. Algunos productores venden la leche a personas para la producción de quesos en poblados vecinos; sin embargo otros la venden a compradores que provienen de Xico, Xalapa o Coatepec. En algunas localidades hay venta de leche a la empresa Nestlé, la cual cuenta con instalaciones de tanques enfriadores en la zona baja de la subcuenca para colectar este producto.

Las plantaciones de macadamia<sup>14</sup> en la zona media las han establecido un número reducido de productores dedicados a esta actividad. Es un cultivo que requiere de un gran esfuerzo financiero puesto que tarda en promedio diez años para empezar a producir, y requiere de un capital semilla importante para el éxito del cultivo.



**Figura 25.** Comparación de las ganancias (año/ha) en cada sistema productivo de la zona media.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

Otra de las actividades que analizamos es el cultivo de flores de alcatraz, pues a pesar de ser una actividad que se realiza en pequeñas porciones de tierra, representa una buena fuente de ingresos para las familias de esta zona. Así mismo es una buena alternativa para complementar los ingresos de los propietarios de predios que se encuentran en los programas de PSAH.

Las actividades analizadas en este estudio, que directamente extraen materia prima del bosque, son: venta de madera legal, venta de madera ilegal y la producción de carbón y leña. El primero se realiza en algunos ejidos y pequeñas propiedades de la zona media de la subcuenca. Vale la pena mencionar que uno de los pequeños propietarios está realizando aprovechamiento de las plantaciones que su padre sembró y de algunas áreas que ha adquirido. Esta actividad representa

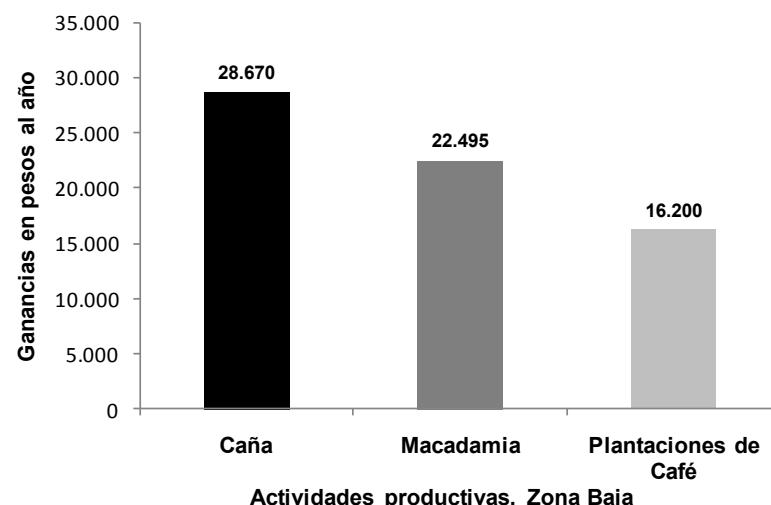
<sup>14</sup> En la zona media hay 7 personas que realizan este cultivo, los cuales plantaron sus árboles hace 20 años; estas son personas que llegaron de fuera y se establecieron en la zona. Contaron con los recursos financieros para invertir en un cultivo de largo plazo. A partir de estas experiencias de siembra y conociendo la rentabilidad económica de este cultivo, hace cinco años, 3 pobladores locales plantaron pequeñas extensiones de cultivos de macadamia (Quintas, 2013).

una ganancia de \$2,200 pesos. Para llevarla a cabo los dueños necesitan la asesoría y orientación para conocer todo el proceso para obtener los permisos ante SEMARNAT.

El cultivo de maíz en esta zona también reporta pérdidas aunque son menores que en la zona alta de la subcuenca. Para las familias campesinas este cultivo forma parte de su cultura, así como de su dieta familiar, debido a que como ellos lo expresan, la calidad del maíz sembrado es mayor a la que pueden conseguir en el mercado. Esta actividad es una labor importante en su calendario de actividades anuales, que complementan con otras ocupaciones para obtener ingresos, pues no representa una actividad demandante en tiempo.

Finalmente, en la zona baja de la subcuenca se presentan actividades económicas diferentes que, en términos de ganancias económicas, muestran márgenes más altos que en las otras dos zonas de la subcuenca (Figura 26). Aquí, tanto la producción de café, macadamia y caña tienen ganancias anuales por hectárea que oscilan desde los \$16,200 pesos hasta los \$28,670 anuales.

El cultivo del café es la actividad que presenta mayor cobertura en términos de uso de suelo, además de ser la actividad tradicional. Sin embargo, ha ido cediendo terreno al cultivo de caña, resultado del bajo precio que registra en el mercado internacional. Por otra parte el cultivo de caña, es una actividad que ha incrementado su extensión por su rentabilidad económica y seguridad de compra de la cosecha por los ingenios presentes en la zona. Finalmente, las plantaciones de macadamia en esta zona que representa una pequeña porción del territorio.



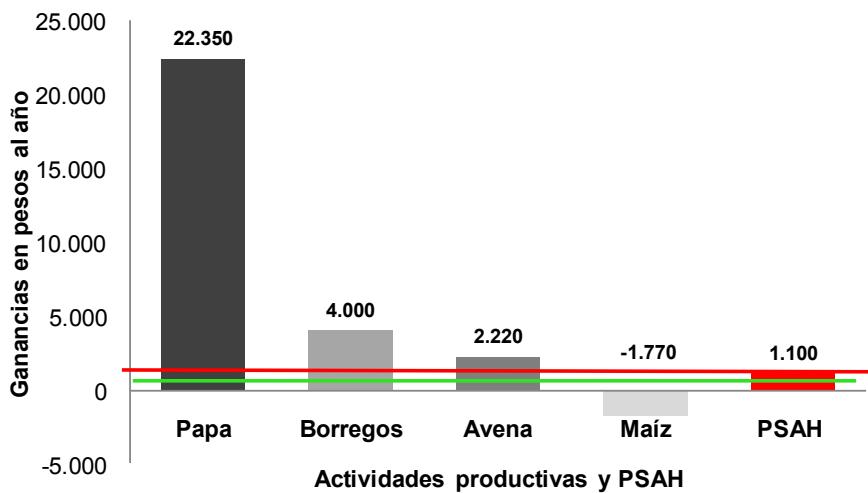
**Figura 26.** Comparación de las ganancias (año/ha) en cada sistema productivo de la zona baja.  
**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

#### **4.2.3. Relación entre Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y el Costo de Oportunidad de la tierra**

De los tres programas de PSAH que operan en la subcuenca del río Pixquiac, únicamente el programa de PSAH-CONAFOR tomó en cuenta el CO de la tierra para estimar el monto económico que se daría a los dueños de bosques. Como se explicó en la primera parte de este capítulo de resultados, se hizo una estimación a nivel nacional para definir un monto por hectárea para dos tipos de bosque: bosque templado, selva y bosque mesófilo. Esta estimación marcó la pauta para el establecimiento de las tarifas de los otros programas presentes en la subcuenca, los cuales tomaron este monto como base para proponer las tarifas de cada uno de los esquemas.

Para ello, en este trabajo realizamos la comparación de los montos pagados por el PSAH-CONAFOR, estimado a través del mismo método de CO que equivale a \$400/ha al año y el monto de Fondos Concurrentes de PSAH de FIDECOAGUA y PROSAPIX, que equivale a \$1,100/ha al año. En esta sección analizamos los montos de los pagos o compensación de los PSAH comparado con el CO de la tierra de cada una de las zonas de la subcuenca (Figuras 27, 28 y 29). La línea verde representa el ingreso por PSAH-CONAFOR y la línea roja representa el ingreso por PSAH- Fondos Concurrentes, por ha/año, que recibe el propietario de la tierra que participa en el programa.

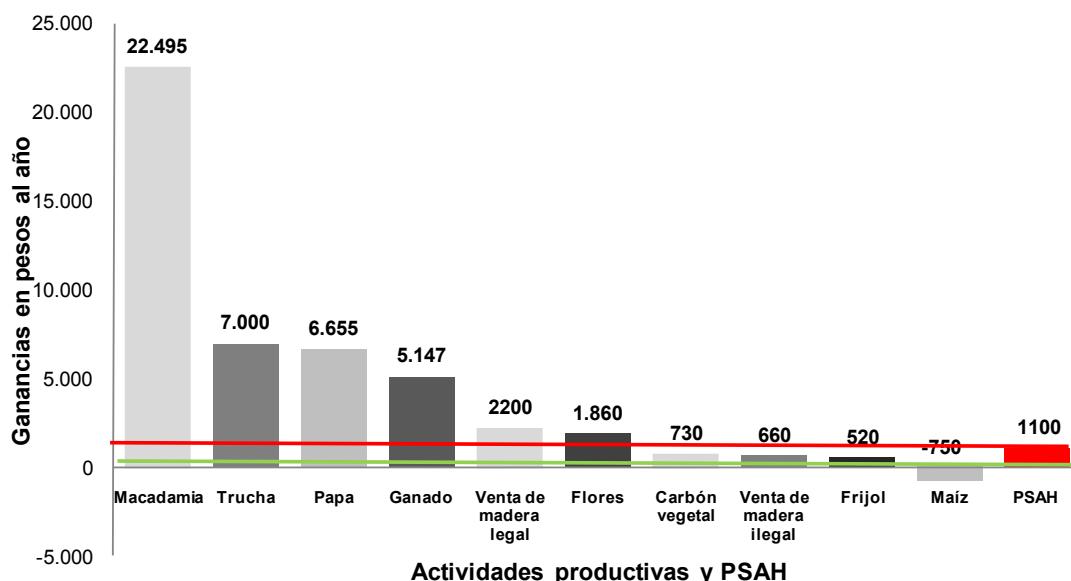
Al comparar el pago otorgado por el programa de PSAH con los sistemas productivos para la zona alta de la subcuenca queda en evidencia que el monto es más bajo que las ganancias de tres de las cuatro actividades productivas analizadas en este estudio (Figura 27). Solo el cultivo de maíz presenta ganancias negativas y menores al PSAH. Las actividades de cultivo de papa, cría de borregos y cultivo de avena presentan ganancias de \$2,200 pesos y \$22,350 pesos ha/año.



**Figura 27. Zona alta:** PSAH y costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac.

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

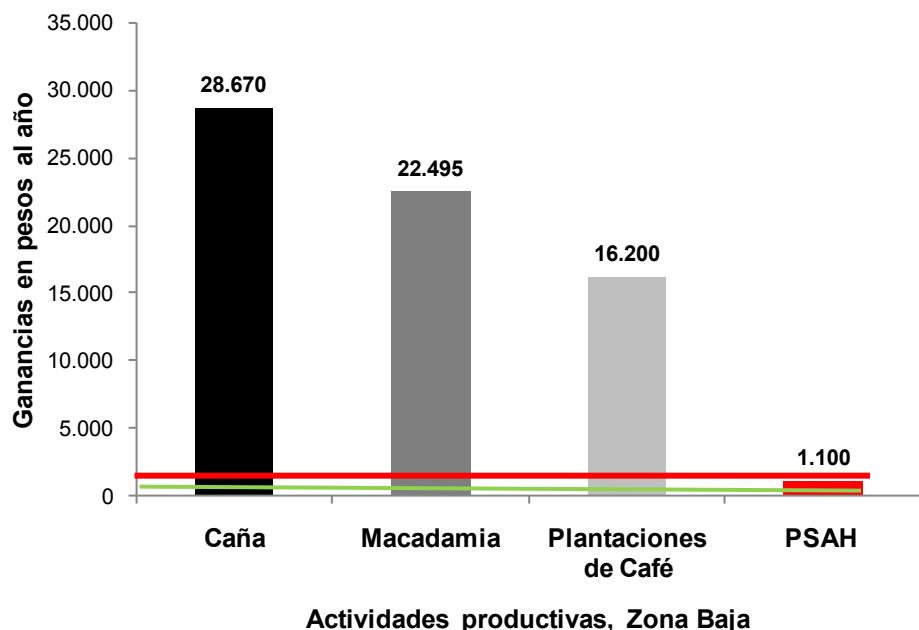
En la zona media de la subcuenca, el monto del PSAH es más alto que cuatro de las diez actividades analizadas para esta zona (Figura 28). Estas actividades son: cultivo de maíz y frijol, venta de madera ilegal y venta de carbón vegetal, estas actividades presentan ganancias entre -\$250 pesos y \$730 pesos, lo cual representa entre \$1,350 pesos y \$370 pesos menos que lo que recibirían por estar en el programa de PSAH. Por otra parte, seis sistemas productivos presentan ganancias más altas, que oscilan entre los \$1,800 pesos a \$22,400 pesos ha/año. Estas actividades son plantaciones de macadamia, cultivo de trucha, cultivo de papa y cría de ganado, cultivo de flores de traspatio que se realiza en espacios pequeños de las casas, y la venta de madera legal.



**Figura 28. Zona media:** PSAH y Costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac.

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

La zona baja de la subcuenca es el área en donde ninguna actividad productiva analizada está por debajo del monto de PSAH (Figura 29). Las tres actividades productivas presentan ganancias entre \$16,200 y \$18,600 pesos por ha/año, por lo cual, el establecimiento de un PSAH en esta zona tendría que considerar las áreas de cultivo de cafetales bajo sombra o macadamia que permitan interactuar con los bosques de esta zona. Esto teniendo en cuenta lo descrito en el apartado 4.1 de este capítulo con respecto a la ausencia de los PSAH en la zona baja de la subcuenca, debido a que no existen presas captadoras de agua en esta zona. No obstante, podría funcionar otro tipo de esquemas de PSA como captura de carbono o biodiversidad.



**Figura 29. Zona baja:** PSAH y costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac.  
**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

Se realizó una comparación entre el monto que reciben los beneficiarios de PSAH y los diferentes costos de oportunidad por actividad productiva (ingreso perdido), por zona de la subcuenca, con el fin de estimar el porcentaje que cubre el PSAH respecto al total de las ganancias de las diferentes actividades productivas (Cuadro 18).

Se encontró que el porcentaje que cubre el monto de pago otorgado por los PSAH a los beneficiarios, se encuentra en un rango de 16% y 4%. Esto indica que los beneficiarios de los programas que han incluido sus tierras en el PSAH dejan de ganar \$21,250 ha/año en la zona alta, \$5,900 ha/año en la zona media, y \$27,570 ha/año en la zona baja, considerando la actividad

productiva con mayor ganancia por hectárea anualmente; esto en el supuesto de que todos los predios pueden ser igual de aptos para las actividades productivas consideradas (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Relación entre la compensación del PSAH y el Costo de Oportunidad.

Zona	Actividad	Monto PSAH (\$ ha/año)	Costo de oportunidad (\$ ha/año)	Valor que no compensa el PSAH a las act. prod (\$ ha/año)
Alta	Cultivo de papa	1,100	22,350	-21,250
	Venta de tierra		64,200	-63,100
	Maíz		-1,770	670
	Borregos		4000	-2,900
	Avena		2,220	-1,120
Media	Cultivo de trucha	1,100	7,000	-5,900
	Venta de tierra		120,000	-118,900
	Papa		6,655	-5,555
	Ganado		5,147	-4,047
	Flores		1,860	-760
	Carbón vegetal		730	370
	Venta de madera ilegal		660	440
	Frijol		520	580
	Venta de madera legal		2200	-1,100
	Maíz		-750	1,850
Baja	Cultivo de caña	1,100	28,670	-27,570
	Venta de tierras		1,500,000	-400
	Macadamia		22,495	-21,395
	Plantaciones de Café		16,200	-15,100

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

En esta tesis se estimó el CO para cada una de las actividades económicas presentes en las zonas de la subcuenca. Se encontró que las actividades que compiten en términos económicos directamente con la conservación del bosque son la venta de lotes para la construcción en la zona media y baja, el cultivo de papa en la zona alta, la ganadería en la zona media y el cultivo de caña en la zona baja. Sin embargo, hay también actividades económicas que influyen en el grado de conservación del bosque, que pueden ser llevadas a cabo por los dueños de la tierra o no (compran madera en pie para aprovecharla y rentan la tierra), entre éstas están la tala ilegal de madera, el cultivo de papa en la zona alta y media y el cultivo de caña en la zona baja. En este sentido, los dueños de la tierra toman decisiones sobre sus tierras, no solo por la ganancia de una actividad productiva, sino

también, por la posibilidad de renta, venta de madera o servicios ambientales como la belleza escénica, control de erosión de suelos, etc.

Las actividades productivas realizadas en la zona alta y baja pueden llegar a proporcionar ganancias 70% mayores al monto otorgado por los PSAH, porque la producción está basada en monocultivos. Mientras que en la zona media pueden haber ganancias solamente 30% mayores al monto otorgado por el PSAH, debido a 1) la diversidad de actividades productivas que se realizan, 2) la escasa infraestructura de vías de acceso, 3) la influencia que ha tenido el PROSAPIX en esta zona, y 4) la escasas alternativas productivas para las pendientes fuertes de la zona media de la subcuenca.

### 4.3. PERCEPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO E IMPORTANCIA DEL PSAH POR LOS PARTICIPANTES

Se entrevistaron a 12 beneficiarios ubicados en las tres zonas de la Subcuenca (alta, media y baja) y vinculados con los programas de PSAH (Cuadro 19): 10 hombres con edades entre los 42 y los 60 años, y 2 mujeres con edades entre 60 y 63 años. La mayoría de los entrevistados se dedicaban a actividades de agricultura como cultivo de papa y cultivo de maíz. Algunos combinaban dichas labores de cultivo con la ganadería, la producción de carbón vegetal, leña o venta de madera. Las dos mujeres entrevistadas se dedicaban a labores del hogar.

**Cuadro 19. Beneficiarios entrevistados en cada una de las zonas de la Subcuenca.**

#	OCUPACIÓN	GENERO	EDAD	# ha en PSAH y programa	ZONA
1	Papero	Masculino	42	Uso común 614	Alta
2	Papero y Criador de borregos	Masculino	60	Uso común 614	Alta
3	Agricultor, Jornalero	Masculino	57	Uso común 614	Alta
4	Papero	Masculino	59	Uso común 614	Alta
5	Ganadero, Maderero, Papero	Masculino	46	Uso común 235	Media
6	Agricultor, productor de carbón	Masculino	58	Parcela 1 ha	Media
7	Papero, agricultor	Masculino	64	Parcela 1 ha y uso común 235	Media
8	Productor de carbón y leña, Agricultor	Masculino	73	Parcela 4 ha y uso común 235	Media
9	Jornalero, Agricultor	Masculino	58	Parcela 4 ha	Baja
10	Ama de casa	Femenino	60	Parcela 2 ha	Baja
11	Comerciante, Agricultor	Masculino	57	Parcela 3 ha	Baja
12	Ama de casa	Femenino	63	Parcela 1 ha	Baja

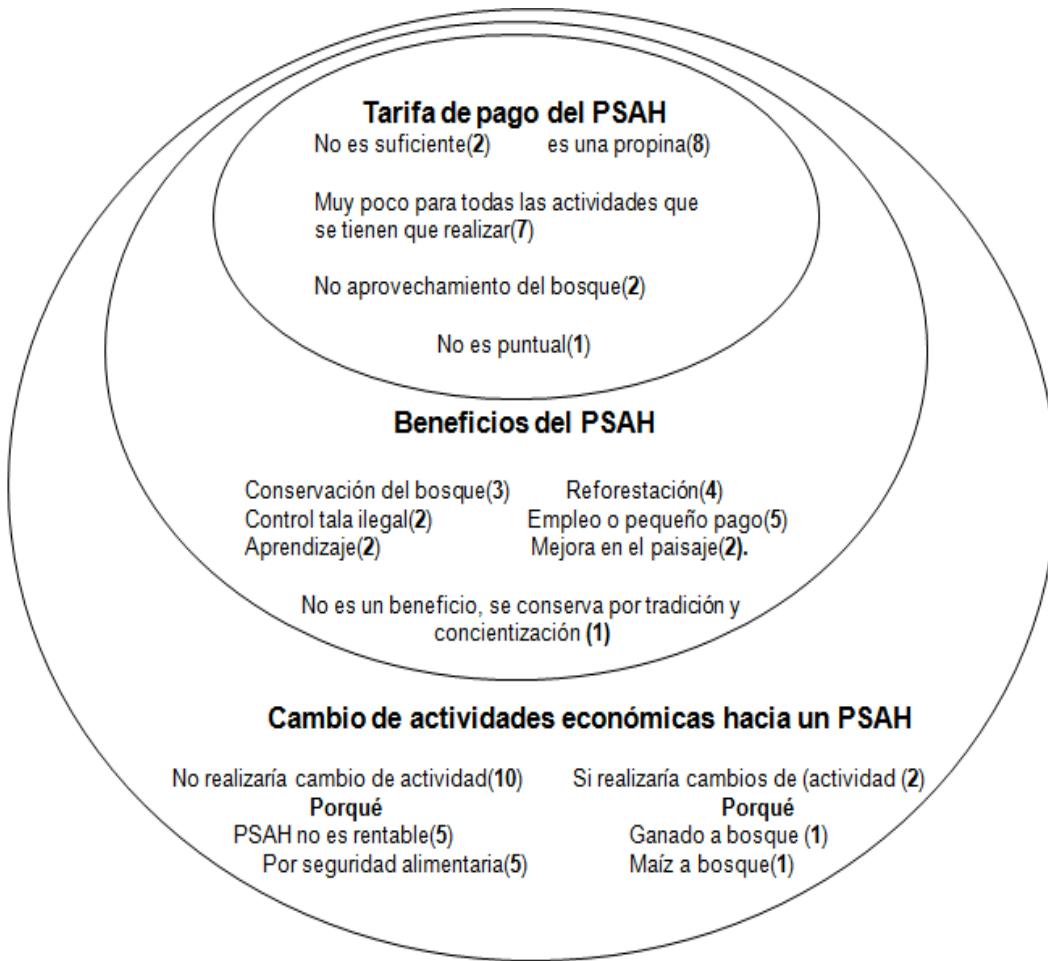
El análisis de las percepciones de los entrevistados mostró que los beneficiarios de los programas de PSAH identifican claramente los programas locales PROSAPIX y FIDECOAGUA. Vale recordar que estos dos programas funcionan bajo el esquema de Fondos Concurrentes de CONAFOR. Los beneficiarios también identificaron la existencia de aportes de una entidad del gobierno federal, sin embargo no identifican claramente el nombre de la dependencia de gobierno, mencionándolo como “*Yo sé que una parte del dinero viene de México y pues por eso a veces tarda en llegar el pago*”, ejidataria de la zona baja de la subcuenca.

Para el análisis de percepciones de los beneficiarios respecto al programa de PSAH en el que están inscritos, se consideraron cuatro temas (Figura 30):

1. Cambio de actividades económicas por incorporar sus predios a un PSAH

2. Beneficios comunitarios y ambientales percibidos por el PSAH
3. Tarifa (monto) recibido por concepto del PSAH
4. Motivaciones para participar en un PSAH

A continuación se sintetizan las principales percepciones documentadas con citas textuales sobre distintos aspectos de los programas de PSAH, siguiendo el formato de esquema propuesto por González, 2013.



(En los paréntesis se representa el número de repeticiones de esta respuesta por parte de los ejidatarios entrevistados)

**Figura 30.** Diagrama de interpretación de los niveles de percepción que los entrevistados tienen respecto al PSAH en la subcuenca del río Pixquiac. Fuente: Elaboración propia con 12 entrevistas en campo.

#### **4.3.1. Cambio de actividades económicas ante la incorporación de sus predios a un PSAH**

Las opiniones de los entrevistados sobre el cambio de actividades económicas ante la incorporación de sus predios a un PSAH fue incluido en las entrevistas con el fin de conocer la disposición de los dueños de la tierra para aceptar un cambio de uso de suelo de actividades productivas a bosque (aunque el PSAH no considera este aspecto). Esto nos permite comprender si los dueños de la tierra consideran al bosque como una actividad rentable, o si solo están atraídos por el monto que reciben de los PSAH.

En relación al posible cambio de actividades, es decir cambiar alguna de las actividades productivas que realiza en sus tierras en la actualidad para ampliar su área de conservación. La mayoría de los beneficiarios de los tres esquemas de PSAH manifestó que no modificarían el uso actual de su tierra para sembrar bosque, aún cuando sean compensados/reciban un pago a cambio de ello. Estos beneficiarios respondieron que no ingresarían con más tierras a un programa de PSAH, pues esto implicaría dejar de realizar alguna de las actividades económicas que llevan a cabo en la actualidad.

Las razones sobre el rechazo al cambio de actividades productivas están divididas: una mitad concluye que no realizarían este cambio porque el monto que reciben de un PSAH no es comparable con los ingresos que les generan las actividades que realizan en la actualidad. Uno de los entrevistados de la zona media comentó que sus actividades económicas actuales: “*Son un ingreso fijo anual y ayuda para el gasto de la casa*”. Otro de los entrevistados en la zona alta explicó: *No “sacrificaría” mis tierras de labor para poner PSAH, porque yo las utilizo para mantener las necesidades de mi familia, además es más rentable cultivarlas o rentarlas que el pago que me darían por PSAH*”. La otra mitad expresó que otra de las razones por las cuales no cambiarían sus actividades productivas, es que para ellos representa una fuente básica de alimentación para sus hogares, “*No cambiaria ninguna de las actividades porque no quiero tener problemas de abasto de comida, como le diría, es por la seguridad alimentaria de mi familia*”. Otra de sus respuestas a esta pregunta fue: “*hay que cuidar el bosque pero ¿Cuándo se come uno lo del bosque?, se necesita sembrar para comer*”.

Una minoría manifestó que ante una posibilidad de modificar el uso actual que tienen en sus tierras, sustituyendo actividades como el cultivo de maíz o ganado, para incorporarse a un programa de conservación de bosque o PSAH, expresó: “*si hay cambio seria de maíz a bosque porque es más*

*rentable sembrar bosque que la milpa, esta se da cada año y cada vez tiene más contratiempos; sin embargo es necesario tener diversidad de actividades".* Otro de los beneficiarios manifestó: "Dejaría de tener ganado porque el terreno donde las tengo no es adecuado, está muy en pendiente y preferiría ingresar al PSAH con ese terreno".

De acuerdo a nuestro resultado acerca de la topografía de los predios inscritos en los PSAH descrito en el cuadro 10, se corroborar la afirmación expuesta por el beneficiario entrevistado:, ebido a que para la zona media de la subcuenca para el año 2014, la mayoría de los predios se encuentran en laderas abruptas (49%) y muy abruptas (22%).

#### **4.3.2. Beneficios de los PSAH**

En cuanto al tema de los beneficios que genera el PSAH para su comunidad, la opinión que dominó fue que es una fuente de empleo o que genera "pequeños ingresos para la comunidad", "se nos paga por esas actividades y esto genera empleo para la comunidad", "Este apoyo genera empleo para la comunidad, cuando hay que hacer faenas y algunos ejidatarios no podemos, le damos el jornal a alguien de acá mismo de la comunidad".

La siguiente opinión más importante fue que los PSAH han servido para dar mantenimiento a las reforestaciones o para realizar otras actividades de reforestación en sus comunidades. Uno de los entrevistados en la zona alta comentó "se ha hecho mantenimiento a las reforestaciones, se hacen podas, faenas y caminos en el bosque". Así mismo una de las beneficiarias en la zona baja considera que "El pago ayuda a que la gente se motive a sembrar más, porque una vez van por el pago les regalan más árboles y eso les ayuda a que lleven más árboles a la comunidad, sino fuera así ya no habrían árboles en la comunidad".

Finalmente un tercio de los entrevistaron manifestaron cuatro opiniones diferentes: 1) Los apoyos que han recibido han servido para conserva el bosque, algunas de las opiniones de los entrevistados fueron: "Conserva el monte", "Ha servido para cuidar el monte" y "Ha sido bueno porque los bosques ya no se derrotan, la gente vieja da ejemplo para que las otras generaciones cuiden, con estas acciones se acuerdan de uno, porque si uno deja bosque, los hijos o nietos dejaran un poco de bosque también"; 2) Los PSAH han servido para regular el control de la tala ilegal en los bosques, uno de los entrevistados en la zona baja considera que "Ha servido para tener respeto por los dueños y la propiedad, para que ya no se saque madera ilegal"; 3) Uno de los beneficios del bosque es la mejora en el paisaje, uno de los entrevistados de la zona media manifestó "se ha

*regenerado el bosque y además se ve bonito, mejora la vista".* Otro entrevistado en la misma zona expresó “el beneficio es que se mejora el bosque, se ha ido incrementando y poniendo bonito” y 4) Estar registrado en un PSAH ha contribuido con conocimiento acerca de la importancia de conservar el bosque. Un beneficiario de la zona media expresó: “a partir de que me han dado los pagos he sabido más acerca de la importancia de los PSA y de porque cuidar el bosque”.

A pesar de los beneficios declarados, uno de los entrevistados manifestó que “No es un beneficio, simplemente el estar en el programa es una concientización, muchas personas dicen que no es un monto bueno y por esa miseria se conserva. Pero la verdad es por gusto, costumbre, tradición y amor que se conserva y por eso reciben esa propina para que se justifique”.

#### **4.3.3. Tarifa de pago del PSAH**

La mayoría de los entrevistados consideraron que el monto de pago otorgado por los PSAH es una propina. Así lo expresaron algunos de los entrevistados: “es una propina porque realmente ese dinero en sí, no compensa. Solo subsidia parte del trabajo o las actividades que se realizan para conservar el bosque”; otro manifiesto: “digamos que es una propina porque hay que hacer mucho trabajo y muy poco lo que dan a cambio”. Otros de los entrevistados consideran que el monto recibido es muy bajo para todas las actividades que deben de realizar “porque con el pago uno tiene que cuidar y vigilar que nadie saque árboles, si se cortara me daría más dinero que lo que me dan por PSAH”, comentó un entrevistado de la zona alta. De la misma manera, un entrevistado de la zona baja manifestó que si el bosque se pudiera aprovechar con otras actividades, se tendría un dinero adicional “es una propina porque no puedes aprovechar el bosque, no puedes obtener nada de ingresos adicionales por esa actividad”. Otro de los entrevistados en la zona alta expresó “es poco porque el terreno ganaría mucho más si estuviera en otra actividad, además que el bosque no se toca”.

Adicional a estas percepciones un beneficiario de la zona media expresó que el pago no es puntual, es decir que no hay una fecha definida para la entrega del dinero y que en algunos años no se ha cumplido con el compromiso de pago. Esto ocasiona que se confundan o no identifiquen en que fechas deben de recibir los pagos “el pago no es suficiente porque no alcanza para las necesidades y además el pago no es puntual”

#### 4.3.4. Motivaciones a participar en un PSAH

Finalmente, en cuanto a las percepciones de los beneficiarios de PSAH respecto a sus motivaciones para participar en el programa. La opinión que dominó es que el motivo por el cual ingresaron al PSAH fue por la visita de un técnico de CONAFOR, quien les hablo del programa y les creó “*expectativas*”, comentándoles que “*era un proyecto muy bueno*” para que se inscribieran en el programa. La siguiente opinión más frecuente sobre la motivación fue en palabras de un beneficiario de la zona media que “*fuerá un pago en efectivo*”, “*porque ofrecían que iba a ser un pago en efectivo...*”. Un beneficiario de la zona baja mencionó “*además vino un funcionario y nos dijo que si tumbábamos un palo nos echaban a la forestal y aparte nos tocaba sembrar por cada uno tumbado, otro adicional...*”. Sin embargo, existe una preocupación por la recuperación o reforestación de la subcuenca, una minoría manifestó que ingresaron al programa como una forma para controlar la tala ilegal que se presenta en sus predios.

En resumen lo que estas entrevistas nos permitieron comprender es que la mayoría de los beneficiarios no se encuentran atraídos por incorporar más parcelas productivas a PSAH; es interesante que entre la minoría que opinó a favor de ese cambio, dio como justificación que las tierras que podría registrar serían las que se encuentran en zonas con pendientes fuertes. En cuanto a los beneficios que reciben de los PSAH, la percepción que dominó es que representa una fuente de empleo o de ingreso a la comunidad. Sin embargo, al preguntarles como percibían la tarifa que se les otorga, manifestaron que es una cantidad reducida y la comparan con una propina pues consideran que es muy poco dinero para las actividades que deben realizar para conservar los bosques. Finalmente, en cuanto a las razones o motivaciones por las cuales ingresaron a un PSAH la opinión que dominó fue que ingresaron al programa motivados por el técnico del programa quien les creó expectativas de un pago en efectivo.

## **CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

## 5.1. DISCUSIÓN

El PSAH ha servido como herramienta para promover la protección de zonas con cobertura forestal en áreas que representan una importante fuente de provisión de servicios ambientales a nivel nacional. Nuestro trabajo presenta un estudio encaminado a proveer información económica como referencia y de la percepción entre los habitantes y beneficiarios de esta subcuenca, en este sentido es el primero en su tipo en este territorio.

El objetivo general que se planteó fue analizar si los PSAH funcionan como incentivo económico para la conservación de los bosques, en las condiciones que tiene la subcuenca del río Pixquiac. Para ello, se determinó el CO de diversas actividades productivas presentes en la zona de estudio, y se incorporó la percepción subjetiva que tienen los beneficiarios acerca de los programas de compensación presentes en esta subcuenca.

El CO indica que hay gran diferencia entre las zonas de la subcuenca. Nuestros resultados mostraron que la actividad más rentable en toda la región es la venta de la tierra, si bien esta actividad los excluye de estos programas. La venta de la tierra para uso urbano es el estímulo de deforestación más activo en la región (Gerez, 2013), ninguna de las principales actividades productivas pueden competir con esta actividad (ver Cuadro 16). Además, debido al crecimiento del sector de la construcción se ha incrementado los precios de la tierra en la última década. Identificamos que 69% (11) de las actividades productivas generan una ganancia mayor que el pago otorgado por el PSAH.

El cultivo de la papa es la actividad agropecuaria productiva más rentable en la zona alta, mientras que en la zona media son las plantaciones de macadamia y en la zona baja el cultivo de caña. Una característica que comparte la zona alta y baja de la subcuenca es la cercanía a centros urbanos, la cual contribuye a un mayor flujo comercial. En estas zonas son dominantes los monocultivos, a diferencia de la zona media donde hay mayor diversificación de las actividades económicas. Las tres actividades productivas que compiten con el uso de suelo con el bosque presentan ganancias entre \$28,670 y \$660 pesos por ha/año.

La percepción subjetiva que tienen los beneficiarios de los PSAH en la subcuenca con respecto del pago que se les otorga por conservar el bosque, es que éste es muy bajo. Ellos piensan que el pago no compensa el trabajo y las actividades de cuidado y conservación que deben desarrollar en el

predio, por lo que consideran este pago como una propina. Esto coincide con los resultados de Martínez (2008), quien en las comunidades de San Pedro en Nicaragua y Otoro en Honduras, concluyó que los propietarios de la tierra consideran el pago como una propina dado que es un pago adicional que obtienen por conservar el bosque y funciona como un reconocimiento que reafirma a quienes tienen tierras aguas arriba a adoptar o a seguir las buenas prácticas a las que están ya más o menos obligados social y moralmente. Los resultados demuestran que en un inicio los beneficiarios ingresaron al PSAH debido a las expectativas que los técnicos y el personal de los programas de PSAH generaron en ellos, como que recibirían un pago en efectivo.

### **5.1.1. Programas de compensación**

Los resultados indican que existen diferencias entre los enfoques de operación de los PSAH establecidos en la subcuenca del río Pixquiac. Los tres PSAH tienen un objetivo común: la conservación del bosque con la cual se ayude a solucionar la escasez de agua. Baker y Race (2012), encontraron que muchos de los factores que influyen en los dueños de la tierra, cuando toman decisiones sobre la conservación del bosque, dependen de las condiciones locales y de algunos factores de las políticas públicas, como reformas agrarias o de conservación.

Al comparar los tres esquemas de los PSAH en la subcuenca, se logró determinar que existen diferencias en las reglas de operación, los objetivos planteados y la metodología de seguimiento y trabajo de cada uno de los programas (ver Cuadro 11). Un aspecto de los resultados obtenidos que debe resaltarse es que al implementar un enfoque fino o grueso se determina el alcance y cumplimiento de los objetivos planteados en los PSAH. Utilizar un enfoque fino (PROSAPIX) permite incluir variables más detalladas como, por ejemplo, las condiciones socioeconómicas y ambientales de la zona de operación. Estas variables permiten focalizar las estrategias para cumplir los objetivos de los PSAH. Nuestros resultados concuerdan con Wunder *et al.* (2007), Manson *et al.* (2013) y Balvanera *et al.* (2012), quienes argumentaron que el enfoque de aplicación de los PSAH condiciona el éxito de los mismos programas. Sin embargo, al utilizar enfoques finos los costos de operación llegan a ser muy altos, debido a que se requiere de más personal para dar un seguimiento y continuidad a los procesos (FONAFIFO *et al.* 2012; Lara *et al.* 2013).

Encontramos evidencias para afirmar que el PSAH-CONAFOR (enfoque grueso) ha cumplido en parte con su objetivo principal: estimular la creación de mercados locales de PSAH. Este programa

cumple, en parte, con uno de los lineamientos establecidos por Wunder (2006) estimular la creación de mercados; esté ha sido acogido en varias zonas del país. En el caso específico de la subcuenca del Pixquiac, existe una verticalidad en los programas: CONAFOR aporta para que los programas de PROSAPIX y FIDECOAGUA funcionen a través del programa de fondos concurrentes. Esto ha representado la permanencia, el fortalecimiento de los programas y la apropiación de los gobiernos, entidades administradoras de agua y usuarios para involucrarse en dicho programa. Sin embargo, para ser considerados como programas PSAH consolidados y fuertes, es necesario asegurar la estabilidad financiera que les permita ser autónomos en la operación de los programas.

Scullion *et al.* 2010, para la región de Coatepec, plantearon que la deforestación fue sustancialmente baja en los predios inscritos en PSAH comparados con los que no. Los mismos autores sugieren que estos esquemas de pago pueden tener bajo impacto en las tasas de deforestación y que otros factores contribuyen a la conservación de los bosques en predios de PSAH.

El programa de FIDECOAGUA ha tenido mayor continuidad ya que se ha mantenido durante 15 años funcionando. Una de las fortalezas con las que cuenta el programa es la ubicación de las áreas de provisión del servicio hidrológico, que se encuentran en los límites municipales de Coatepec. Esto le permitiría al municipio establecer directamente un esquema de PSAH bosque-agua, otorgando recursos del presupuesto municipal para la conservación de los bosques. Sin embargo, hasta ahora ningún programa monitorea los efectos hidrológicos de los PSAH (Muñoz-Piña *et al.* 2011), pues solo se han enfocado en mantener la cobertura forestal.

En lo que se refiere a la pregunta con respecto a ¿PROSAPIX ha cumplido con los objetivos que están planteados en él?, nuestros resultados nos permiten concluir que, en efecto, este programa ha tratado de aplicar un trabajo complejo que implica una transformación de la visión que tienen los beneficiarios acerca de la diferentes alternativas que pueden tener para conservar los bosques. Para que se lleve a cabo esta transformación se necesita tiempo y un trabajo continuo con las comunidades, con el fin de lograr una verdadera transformación social. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Burstein *et al.* (2002), quienes resaltan la importancia de que las comunidades se apropien de las estrategias de PSAH para que sea exitoso.

En cuanto al funcionamiento del PSAH como mecanismo es importante destacar que en el funcionamiento de los tres esquemas presentes en la subcuenca PROSAPIX busca incorporar las

externalidades positivas de los bosques. Sin embargo uno de los mecanismos que existen para que los programas puedan obtener recursos sería a través de multar las externalidades negativas que se presentan en la subcuenca, como la contaminación producida por personas o empresas que provocan deterioro ambiental en los ecosistemas.

### **5.1.2. Costo de oportunidad de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac**

El CO estimado en este estudio indica que el valor económico que otorgan los PSAH (\$1,100) en la subcuenca es menor que la ganancia de once (de 18 estimadas) actividades económicas presentes en la subcuenca; solo cinco actividades estuvieron por debajo del pago otorgado a los beneficiarios del PSAH. De los tres esquemas analizados, el único programa que determinó el CO fue el PSAH-CONAFOR, con un enfoque nacional. Este programa al crear los Fondos Concurrentes abrió la opción de diseñar esquemas locales y regionales con la intervención de agentes económicos locales, el cual debe ir acompañado por un estudio local o regional que permita estimar el CO ajustándolo a las condiciones locales (Pagiola *et al.* 2002).

La diversificación de la economía campesina es también un resultado de las estrategias productivas en zonas donde hay terrenos planos e inclinados, en los cuales desarrollan actividades diversas. Algunos residentes de la subcuenca continúan con actividades tradicionales como la siembra de milpa y el cultivo de café bajo sombra (ver Cuadro 17). Estas actividades no representan un ingreso elevado, pero son actividades de relevancia cultural ya que muchas se mantienen vivas debido a la tradición oral que ha existido de generación en generación (Boege, 2008). Además existen procesos de abandono de tierra, generado principalmente por la migración de los pobladores hacia los centros urbanos (Appendini y Torres, 2008; Gerez, 2013), que ayudan a la recuperación de los bosques y reducen el riesgo de deforestación en estas áreas. Esta recuperación natural de los bosques puede ser una de las causas por las cuales algunos de los pobladores de aceptan el ingreso otorgado por los PSAH, pues están recibiendo un ingreso extra por “dejar descansar y recuperar” sus tierras forestales.

Con este estudio se confirma que la falta de una estimación real de los CO puede comprometer los objetivos de conservación y abastecimiento de agua que buscan los PSAH. Cuando las tarifas de los PSAH son más bajas que las actividades productivas, con las cuales compite el bosque por el uso del suelo, los participantes de los PSAH no lo consideran como un estímulo. Este resultado coincide con los estudios de Pagiola *et al.* (2002); Adams *et al.* (2010), quienes demostraron que la falta de

una estimación real de los CO puede ocasionar altos costos en la conservación, afectando el desempeño de los grupos o partes interesadas en el funcionamiento de este tipo de programas.

Los resultados sobre el CO estimado para la subcuenca del río Pixquiac coinciden con trabajos aplicados en otras cuencas de México y de Centroamérica, en los cuales se identificó que el Costo de Oportunidad es más alto que el monto pagado por los PSAH (Paniagua *et al.* 2007; Martínez y Kosoy, 2007; Martínez, 2008 Muñoz-Piña *et al.* 2011). La importancia de esta estimación en la subcuenca radica en que este valor económico puede fungir como elemento de negociación en la toma de decisiones para la aplicación de programas de conservación como el PSAH. El CO es una herramienta para evaluar comparativamente los montos pagados por los programas PSAH presentes en la subcuenca. Si estos pagos no se calculan con precisión, la eficacia y la eficiencia económica del programa se verán comprometidos en el mediano y largo plazo (Baker y Race, 2012). Asimismo, el CO permite evaluar en qué medida los montos pagados por el PSAH estimulan la participación de los dueños de la tierra en este programa de conservación. Como instrumento de generación de información permite recopilar datos económicos de las actividades productivas desarrolladas en las tres zonas de la subcuenca, para identificar con cuales compite realmente con el uso del suelo para la conservación del bosque.

Otro aspecto importante es que el CO muestra una fotografía temporal de las áreas que necesitarían un mejor pago por el riesgo de deforestación y por la competencia con las actividades productivas (monocultivos) que otorgan a los dueños de la tierra más ganancias que lo obtenido por el PSAH. Respecto de esto Wunder (2007) y Martínez (2008) indican que algunas estimaciones monetarias del valor del servicio y del CO pueden ayudar a los beneficiarios y al gobierno para obtener un monto equilibrado que se acerque más a sus respectivos intereses, y sobre todo determinar si el esquema de PSAH es una opción realista o no para una región particular.

Este estudio de estimación de los CO por actividad productiva ha sido una tarea compleja, por un lado está influida por las variaciones anuales o temporales en los costos reales, y por otro porque comúnmente los beneficiarios entrevistados no llevan registros contables de sus costos a través del tiempo, la información proviene de su memoria. Estas dificultades se trataron de minimizar mediante la triangulación de la información cuando fue posible (entrevistas a varias personas para corroborar) y, haciendo preguntas más simples y reales.

### 5.1.3. Opinión sobre los beneficios del bosque

Desde la perspectiva de los beneficiarios el pago que reciben es un premio (propina) porque una de las condiciones para que ellos ingresaran a un PSAH era contar con áreas que tuvieran bosque, por hacer bien su labor de cuidado del bosque. Como se presentó en los resultados, la mayor parte de estas parcelas mantienen su cobertura arbolada porque la topografía no les permite otros usos (Cuadro 10). Según Muñoz-Piña (2011), estas situaciones locales pueden ocasionar que las áreas en conservación de estos programas proporcionen una adicionalidad baja.

Nuestros resultados permiten concluir que si bien el monto otorgado por los PSAH no es un estímulo suficiente y no cubre el CO de algunas de las actividades productivas, hay personas entrevistadas que sí están dispuestos a aceptar vincularse a un PSAH. En el caso específico de la subcuenca del Pixquiac, y en particular la zona media se puede observar que para que el dueño de la tierra decida dejar parte de sus actividades económicas para aceptar el programa y conservar el bosque, depende de las condiciones topográficas del terreno en donde realiza sus actividades productivas y de las ganancias obtenidas mediante éstas. En estos casos los dueños de la tierra llegan a concebir el bosque como una opción económica.

Otros beneficiarios consideraron atractivos a los PSAH por otras razones, y no solo por el monto recibido (Figura 30). Nuestros resultados permiten concluir que esta aceptación al programa puede estar influenciada por valores culturales, como 1) se adapta al modelo de diversificación económica campesina, 2) se incorpora al uso y la costumbre de conservar los bosques (de los cuales reciben beneficios naturales y culturales) y, 3) representa un valor cultural como fuente de conocimiento y concientización que les permite aprender más acerca de la importancia del cuidado de los bosques. La aceptación al programa en estos términos coincide con lo que encontraron Baker y Race (2012), quienes evaluaron las percepciones de los cambios de uso de suelo de los interesados en participar en un PSAH.

Asimismo, estos beneficiarios consideran que ha habido una aportación socioambiental significativa del programa en sus comunidades y en su bienestar social. Algunas de las razones son, 1) el PSAH ha servido para hacer cumplir la prohibición de extracción ilegal de madera, 2) el PSAH ha motivado la conservación y reforestación de los bosques, 3) ha aportado conocimiento acerca de los beneficios del bosque, y 4) se ha mejorado el paisaje de las comunidades.

Con nuestros resultados concluimos que, desde la percepción subjetiva de los beneficiarios, el monto de los PSAH no constituye un incentivo económico suficiente para motivar la conservación de los bosques. Sin embargo, ha contribuido a que los beneficiarios de los PSAH que tienen fragmentos de bosque, consideren la aportación (pago) de los programas como un ingreso extra y no como un estímulo efectivo, económico y directo. Este ingreso favorece la conservación de este ecosistema estratégico y ayuda a reforzar en algunos casos el interés propio por conservar (Williams-Linera *et al.* 2002 y Williams-Linera, 2007).

La percepción de los beneficiarios depende de su ubicación en la subcuenca. Para los que se ubican en la zona alta, cuyas tierras están dentro de la ANP Cofre de Perote, el monto recibido no estimula a los beneficiarios porque las actividades económicas de monocultivo de papa son más rentables que lo otorgado por el PSAH, y porque al permitir la regeneración del bosque en sus tierras e incorporarlas a un PSAH no podrán ser utilizadas en actividades productivas por la restricción de uso de suelo que implica la ANP. En esta zona las tierras registradas en PSAH corresponde a el área de uso común de la comunidad de los Pescados que es bosque de pino. Esta zona no puede transformarse a cultivo de papa por tradición (conocimiento de la población acerca del nacimiento de manantiales en esa zona) y por las restricciones del plan de manejo del ANP.

Con esta tesis, se sugiere que las decisiones de los participantes para entrar a un PSAH no necesariamente se rigen por el CO, sino por otros argumentos, como lo son: 1) el área de ubicación topográfica del bosque (por ejemplo, las barrancas no aptas para el cultivo o zonas de difícil acceso para producción ganadera), por lo que podríamos deducir que son áreas marginales para la producción; 2) la oportunidad de obtener un subsidio del gobierno que complementa el ingreso anual del beneficiario (diversificación del ingreso familiar); y 3) la migración que contribuye a la disminución de la mano de obra para dedicarse a las actividades productivas y favorece la regeneración del bosque.

Por lo anterior, los resultados mostraron que la hipótesis planteada en esta tesis se acepta. El monto económico otorgado por los PSAH no refleja el CO de la tierra en la subcuenca del río Pixquiac; sin embargo si representa un estímulo parcial por conservar los bosques existentes en la región. Puede decirse que no es un instrumento que evite el cambio de uso del suelo, pero si premia la presencia y mantenimiento del bosque.

Se concluye que desde la opinión de los campesinos el monto económico que otorga PSAH no es un incentivo suficiente para cambiar de actividad y lo consideran como un ingreso extra para conservar los bosques. Esto concuerda con lo encontrado por Gerez (2013), quien concluye que las tasas de deforestación en la subcuenca del río Pixquiac han disminuido en el periodo comprendido entre 1975 y 2004, consecuencia del proceso de abandono de las tierras.

Para finalizar debe reconocerse que en el proceso de elaboración de esta tesis nos encontramos que el trabajo tuvo ciertas limitaciones, razón por la cual sugerimos que los resultados obtenidos en este trabajo se consideren como datos preliminares sobre los cuales se pueda generar información complementaria en el territorio de la subcuenca. Una de las limitaciones del trabajo es que las estimaciones económicas realizadas correspondieron a un año de estudio, existen actividades productivas que son afectadas por la volatilidad de los mercados, e incluso la diferencia de productividad entre personas. Otra limitante es la cantidad de datos tomados por año y actividad productiva, pues al realizar la colecta de los datos económicos (costos e ingresos) las personas entrevistadas pueden no ser representativas de la diversidad regional; asimismo en este estudio no se consideran los ciclos bajos, ni altos de los precios de producción, las variaciones climáticas que afectan la producción, entre otros. Otro sesgo a considerar es que estadísticamente el nivel de representatividad de la muestra de beneficiarios entrevistados se consideró a partir de un solo criterio: que el entrevistado fuera participante de alguno de los programas de PSAH, más que a partir de la actividad económica.

---

## CONCLUSIONES

- Este estudio permite demostrar que la valoración económica de los ecosistemas es una herramienta útil para generar información sobre las ganancias de las actividades productivas que compiten con la conservación del bosque. Esta información económica puede servir de base para la toma de decisiones en lo que se refiere al uso del suelo, así como para motivar otros estudios más detallados y específicos.
- Esta valoración económica nos permite identificar las prioridades para la planeación, desarrollo y aplicación de los PSAH, entonces, esta herramienta es útil para informar a los tomadores de decisiones y al personal a cargo de estos programas de la corresponsabilidad que se debe plantear entre la relación campo-ciudad en la visión del uso del recurso hídrico de esta subcuenca.
- En esta tesis se realizó una revisión de las metodologías que existen para valorar la renta de la tierra, se describió el objetivo, las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos. Como resultado de esta revisión, sugerimos que el CO podría ser el método más conveniente para la estimación de la renta de la tierra. Este método permite cuantificar el ingreso que debe sacrificarse por mantener el uso de la tierra para propósitos de conservación.
- Al comparar el análisis del CO de la tierra con los PSAH, encontramos que el monto pagado por éstos a los dueños de las tierras no cubre el 100% de los ingresos que recibirían si dedicaran sus tierras a actividades productivas con mayor ganancia económica.
- Así mismo, con este estudio se encontró que existe una diferencia sustancial entre el CO estimado por el PSAH-CONAFOR y el CO obtenido en este estudio. Cuando los PSAH locales o regionales utilizan el CO promedio nacional de PSAH-CONAFOR, no se consideran a las actividades productivas que se desarrollan en la misma y que pueden competir con el bosque. Por ello, se puede afirmar que el monto estimado a nivel nacional no se ajusta a las condiciones sociales, ambientales y económicas de la subcuenca.

- Es importante señalar que las diferencias sociales, topográficas y económicas entre las tres zonas de la subcuenca determinan la aceptación o no, y la percepción, que se tiene de los programas de PSAH.
- En relación con la efectividad de los montos otorgados por los PSAH, los resultados indican que en zonas de topografía abrupta, con baja competencia por las actividades productivas (bajo CO), los beneficiarios optan por aceptar este pago y continuar con los procesos de conservación de los bosques.
- Un resultado indirecto y positivo de los PSAH en la subcuenca es que se está generando una conciencia colectiva a favor de la conservación de los bosques que proveen los SA.
- Nuestros resultados muestran que el cumplimiento del objetivo en común de los tres PSAH presentes en la subcuenca del río Pixquiac (la conservación de los bosques a través de los cuales se solucione la escasez de agua en las zonas urbanas), se cumple parcialmente. Sin embargo, a lo largo del funcionamiento de los tres programas no se ha realizado una evaluación de la efectividad de estas áreas conservadas como zonas que garanticen la captación e infiltración de agua es decir, por el servicio ambiental que se está pagando.
- Esta tesis es el primer trabajo de investigación económica que se realiza en la subcuenca del río Pixquiac, abordando directamente la relación entre las ganancias económicas de las actividades productivas y el monto otorgado por los PSAH presentes en dicha subcuenca, en el cual se incorpora la percepción de los beneficiarios de los programas acerca del funcionamiento de los PSAH, para presentar una explicación sobre las motivaciones subjetivas que impulsan a los beneficiarios de estos programas.
- Este enfoque dual (motivación económica y motivación subjetiva) aporta elementos que permiten comprender los impactos sociales de este instrumento de conservación, sus limitantes y potencialidades.

## RECOMENDACIONES

Para enriquecer los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda realizar un estudio que evalúe el estado de la cobertura forestal de los bosques inscritos en los PSAH. Así mismo un estudio que evalúe el SA objetivo del programa, es decir si durante el periodo de funcionamiento de los PSAH se ha captado más agua para las ciudades. Asimismo, se sugiere un análisis detallado de las condiciones de pendiente de las áreas inscritas en los PSAH en la subcuenca y su factor de riesgo de deforestación.

Realizar una proyección del cambio de uso de suelo en la subcuenca con respecto a los PSAH y los CO estimados. Así mismo, realizar un estudio de costos de oportunidad que incluyan los costos de reconversión de los terrenos agrícolas, pecuarios a uso forestal.

Esta tesis se centró en el análisis de los CO y las percepciones de los beneficiarios de la subcuenca, una visión de cómo los proveedores del SA perciben el programa y el CO de la tierra de donde proviene el SA. Sin embargo, en este análisis de la ecuación de provisión de agua y el cumplimiento de los fundamentos del PSAH, hace falta considerar cuál es la opinión de los ciudadanos que utilizan el SA hídrico en la zona conurbada de Xalapa, cuanto están dispuestos a pagar por este servicio.

Derivado de lo anterior se sugiere que para complementar los resultados obtenidos en la presente investigación, se realice un estudio de valoración económica de los servicios ambientales con el fin de conocer la Disponibilidad a Pagar (DAP) de los ciudadanos del área conurbada de Xalapa por los servicios ambientales que prestan los bosques de esta subcuenca como es el servicio hídrico.

---

## **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

### **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

Aburto. E. 2003. Valoración económica del servicio ambiental hidrológico de la micro cuenca pasos los de caballo. Managua, Nicaragua. PASOLAC, Primera Edición.91pp.

Adams. V., R. Pressey. y R. Nadioo. 2010. Opportunity costs: Who really pays for conservation? Biological Conservation 143. 439 - 448.

Alle-Ando. Y. 2005. An Integrated Water Resource Management Approach to Mitigating Water Quality and Quantity Degradation in Xalapa, México, Thesis Master of Applied Science. Department of civil Engineering, University of British Columbia, Canada. 121 pp.

Appenedi, K. y Torres, G. 2008. ¿Ruralidad sin agricultura?: perspectivas multidisciplinarias de una realidad fragmentada. Centro de Estudios Económicos. El Colegio de México. México, D.F. 257pp.

Argibay. J. C. 2009. Muestra en investigación cuantitativa. Subjetividad y procesos cognitivos. 13(1). 13-29.

Avila-Focut. V.S., C. Perrings. Y D. Raffaelli. 2009. An ecological-economic model for catchment management: The case of Tonameca, Oaxaca, México. Ecological Economics 68. 2224-2231 pp.

Azqueta, D. 1996. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Madrid, España. McGraw-Hill. 299 pp.

Baker. R. y J. Rice. 2012. Stakeholder Perceptions of Mexico's Payment for Environmental Services Program: A Comparative Study of Socioeconomic and Environmental Impacts in Oaxaca and Yucatan. Master of Environmental Management and Master of Forestry. Duke University. 81pp.

Balvanera, P., Uriarte M., Almeida-Leñero L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., Hall, J., Lara, A., Laterra, P., Peña-Claros, M., Silva, D., Vogl, A., Romero-Duque, L., o, Arreola, L., Caro-Borrero, A., Gallego, F., Jain, M., Little, C., Oliveira, R., Paruelo, J., Peinado, J., Poorter, L., Ascarrunz, N., Correa, F., Cunha-Santino, M., Hernández-Sánchez, A., y Vallejos, M. 2012. Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services* 2, 56-70pp. Elsevier B.V.

Balvanera, P. y H. Cotler. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica* número especial 84-85: 8-15. Instituto Nacional de Ecología, México.

Balzarini M.G., González L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.329pp.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2014. Plan de Acción Xalapa Sostenible. Una visión para un futuro con servicios eficientes, un territorio resiliente y cuentas transparentes. Versión electrónica, 171pp. En <http://xalapa.gob.mx/plandeaccion/>.

Barrantes. G. 2004. Programa de pago por servicios ambientales para el desarrollo y la conservación de la reserva de biosfera del sureste de Nicaragua. Estudio de caso: archipiélago de Solentiname, refugio de vida silvestre los Guatuzos. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS).Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). Secretaría Ejecutiva de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (SERBSEN). 76 pp.

Barzev. R. 2001. Estrategia Nacional de Biodiversidad de Nicaragua. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de la biodiversidad y sus aportes a la economía nacional. Aporte de los Bienes y Servicios Ambientales a la Economía de Nicaragua. Estudio específico de la Estrategia Nacional de Biodiversidad–PNUD.

**Boege. E. 2008.** El Patrimonio Biocultural de los Pueblos Indígenas de México. Hacia la Conservación In Situ de la Biodiversidad y Agrodiversidad en los Territorios Indígenas.

Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F. 344 pp.

Borregaard. N. 1997. Instrumentos económicos en la política ambiental. Oportunidades y obstáculos para su implementación en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIII, N 3. 6 - 12 (ISSN 0716 - 1476)

Burstein, J., Chapela, G., Aguilar, J. y De León, E. 2002. Informe sobre la Propuesta de Pago por Servicios Ambientales en México. Proyecto Pago por Servicios Ambientales en las Américas. PRISMA, San Salvador.

CCAD-PNUD/GEF, 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales. Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Serie técnica 04. Managua, Nicaragua. 76 pp.

CIFOR, 2011. Pago por Servicios Ambientales (PSA). En:<http://www.cifor.org/pes/ref/sp/sobre/index.htm>, visitada el 17/10/2012.

Coase, R. 1960. The Problem of the Social Cost. *Journal of Law and Economics*, Vol. 3. 43 pp.

CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 197 pp.

CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: estudio de País. CONABIO. México, D.F. 212-234pp.

CONAFOR. 2010. El pago por servicios ambientales como instrumento de conservación Comisión Nacional Forestal. Congreso internacional los pagos por servicios ambientales mecanismos para gobernanza de los recursos naturales. México. Consultada el 03/06/2012.  
Disponible en:[http://portal2.edomex.gob.mx/congresopsa/documentos/conferencias\\_magistrales/groups/public/documents/edomex\\_archivo/congresopsa\\_pdf\\_nacionalpsa.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/congresopsa/documentos/conferencias_magistrales/groups/public/documents/edomex_archivo/congresopsa_pdf_nacionalpsa.pdf)

CONAFOR. 2004. La Experiencia de México en el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y el Fondo Forestal Mexicano. Consultada 31 06/06/2012. Disponible en: [www.ifad.org/events/gc/27/side/presentation/conafor.ppt](http://www.ifad.org/events/gc/27/side/presentation/conafor.ppt)

CONAPO 2012. En: SEDESOL, 2012. Guía rápida. Programas de la Secretaría de Desarrollo Social. México. 132pp. Disponible en: [http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1867/1/images/GR\\_2012.pdf](http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1867/1/images/GR_2012.pdf)

Contreras. I. 2013. Entrevista personal. Primer director del FIDECOAGUA. Coatepec, Veracruz.

Contreras. I. 2008. FIDECOAGUA. En gestión de cuencas y servicios ambientales: perspectivas comunitarias y ciudadanas, coordinado por Luisa Paré, Dawn Robinson y Marco Antonio González. México, SEMARNAT, Instituto nacional de Ecología (INE), ITACA, Red de Aprendizaje, Intercambio y Sistematización de Experiencias hacia la Sustentabilidad (RAISES), SENDAS, World Wildlife Fund (WWF), Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental. 123-138 pp.

Contreras. I. 2005. El Programa de Pago por Servicios Ambientales de Fidecoagua, Coatepec, Ver. En prensa. México.

Constanza. R., JC. Cumberland, HE. Daly, R. Goodland. y R. Norgaard. 1997. An Introduction to Ecological Economics. Boca Raton (FL): St. Lucie Press.

Chagoya. J y Gutiérrez, L. 2009. Esquema de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal, México. En Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América central. Editado por Claudia J. Sepúlveda y Muhammad Ibrahim. 1º edición. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

Cotler. H., A. Garrido, V. Bunge. y M. Cuevas. 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México: Priorización y Toma de Decisiones. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,

Instituto Nacional de Ecología y Fundación Gonzalo Río Arronte. ISBN 978-607-7655-07-7. 210-215 pp.

Dale. W. y S. Pagiola. 2011. Using contingent valuation in the design of payments for environmental services mechanisms: a review and assessment. Under review by World Bank Research Observer. Revised Draft. 23pp.

Daily. G. C. (2000). Management objectives for the protection of ecosystem services. *Environmental Science & Policy*, 3(6), 333-339 pp.

Decreto. 1937. Declaración Parque Nacional a la Montaña Denominada Cofre De Perote o Nauhcampatépetl, En El Estado De Veracruz. Disponible en <http://conanp.gob.mx/sig/decretos/parques/Cofreperote.pdf>. Consultada el 21 julio 2013.

De Groot, R.S., M.A Wilson, y R.M.J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41 (3):393-408 pp.

Diario Oficial. 2003. Reglas de operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Dixon. J.A. y P.B. Sherman. 1990. Economics of protected areas: a new look at benefits and costs. Island Press, E.U.A.

Environmental European Commission Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/> Consultada el 15 octubre de 2013.

FAO, 2012. Los bosques y la evolución del mundo moderno. El estado de los bosques del mundo 2012. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s02.pdf> Consultada el 20 marzo 2013.

FONAFIFO, CONAFOR y Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador. 2012. Lecciones aprendidas para REDD+ desde los programas de pago por servicios ambientales incentivos para la conservación. Ejemplos de Costa Rica, México y Ecuador. 176 pp.

FIDECOAGUA. 2012. Convenio de Aportación Económica Programa Adopta una Hectárea. Informe anual, rendición de cuentas. Disponible en:[http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?\\_pageid=315,4034835&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=315,4034835&_dad=portal&_schema=PORTAL). Consultada 23 de septiembre 2012.

Field C. B. 1997. Economía ambiental: Una introducción...Colombia.McGrawHill. 556 pp.

Fuentes. T. 2012. Entrevista personal. Coordinador Técnico SENDAS A.C. Xalapa, Veracruz.

Fuentes. T. 2008. Análisis de los Programas de Pago o Compensación por Servicios Ambientales en la Cuenca Del Pixquiac Fortalezas y Debilidades en el Contexto Local. “Delimitación de Zonas Prioritarias y Evaluación de los Mecanismos Existentes Para Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos en la Cuenca del Río Pixquiac”, Veracruz, México. SENDAS, FMCN – USAID. Documento técnico.Proyecto:NCMA3-08-03. 29 pp.

Galán. A. 2010. Valoración económica y problemática hidroambiental del bosque mesófilo en el municipio de Coatepec, Veracruz. Tesis de licenciatura en Economía. Universidad Veracruzana. 90pp.

García Coll. I., A. Martínez y G. Víndiales.2008. Balance hídrico de la Cuenca del Río Pixquiac. “Delimitación de Zonas Prioritarias y Evaluación de los Mecanismos Existentes Para Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos en la Cuenca del Río Pixquiac”. Veracruz, México. SENDAS, FMCN – USAID. Documento técnico. Proyecto: NCMA3-08-03. 31 pp.

García Coll, I., A. Martínez., A. Ramírez., A. Niño., A. Juan Rivas y L. Domínguez. 2007. La relación agua-bosque: delimitación de zonas prioritarias para pago de servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Gavilanes, Coatepec, Ver. En H. Cotler (compiladora). El

manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, México.347 pp.

Geissert, D., E. Meza y R. Landgrave. 2007. Carta geomorfoedafológica de la Cuenca Alta del río La Antigua, escala 1:50,000. Versión provisional. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. En Paré, O. L. y P. Gerez (Coords). 2012. Al filo del agua: Cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz. UNAM, SENDAS, UV, SEMARNAT, INE. U. Iberoamericana-Puebla, Juan Pablos ed., Xalapa, Ver. Primera edición. México. 344 pp.

Gerez. P. 2013. Procesos locales de desforestación y recuperación de bosques: retos para la conservación en el centro de Veracruz. Tesis de Doctorado en Ciencias, Fac. Ciencias, UNAM. 166 p.

Gómez-Baggethun. E. 2011. Análisis crítico de los pagos por servicios ambientales: de la gestación teórica a la implementación. Revista Española de estudios Agrosociales y Pesqueros, N° 228. España. 33-54 pp.

Gómez-Baggethun. E., R. De Groot, P. Lomas. y C. Montes. 2009. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. Ecological Economics. 10pp.

González. R. 2013. Proponiendo alternativas para la conservación y sustentabilidad de humedales en la planicie costera de Veracruz, México. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología AC. Xalapa. México. 237 pp.

González, 2013. Entrevista conversación personal. Secretario del FIDEKOAGUA. Coatepec, Veracruz.

González, T. y A. Riascos. Panorama Latinoamericano del Pago por Servicios Ambientales. Gestión y Ambiente, Medellín, Colombia. Vol. 10, No. 2, 129-144pp.

González. G.M. 2004. Valuación del programa de pago de servicios ambientales hidrológicos (PSAH). Colegio de Posgraduados. Comisión Nacional Forestal. México. CONAFOR. 97 pp.

Gutman. P. (2007). Ecosystem services: Foundations for a new rural–urban compact. *Ecological Economics*, 62(3). 383-387pp.

Guzmán. G. 2005. Estudio de caso sobre el desarrollo de mercados de servicios Ambientales en México, Cofre de Perote-Coatepec, Veracruz; FIDECOAGUA. Informe final inédito. Consultoría para CONAFOR / Banco Mundial y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. México, D.F. 44 pp.

Hartley. M. 2008. Economía Ambiental y Economía Ecológica: Un Balance Crítico de su Relación. *Economía y Sociedad* N°s 33 y 34. 55-65 pp.

Herrador. D., y L. Dimas. 2001. Valoración Económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador. Prisma. El Salvador. Editorial PRISMA. 65pp.

Hernández-Sampieri. R., C. Fernández Collado, y P. Baptista Lucio. 2010. Metodología de la investigación. México, D.F. Mc Graw- Hill. 374 pp.

INE, 2005. Manual para el Desarrollo de Programas de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos Locales. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. México. 77pp.

INE. 2002. Estimación del Costo de Oportunidad del Uso de Suelo Forestal en Ejidos a Nivel Nacional. Centro Empresarial de Asesoría, S.C. INE – SEMARNAT. México. 13 pp.

INEGI. 2010. Conteo de Población y Vivienda, 2005. Consultado el 25 de junio del 2012. Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

Kareiva, P., H. Tallis, T. Ricketts, G. Daily, and S. Polasky. 2011. *Natural Capital. Theory and practice of mapping ecosystem services*. Oxford University Press Inc. New York. 356pp.

Kido-Cruz, A. y H. Guerrero. 2009. El programa de servicios ambientales hídricos: Algunas reflexiones sobre su implementación en México. Proyecto: Water Programmatic III / AAA - Informing Policy on Water Quality in México por el Banco Mundial. ININEE/Facultad de Economía Vasco de Quiroga UMSNH. 28 pp.

Lara. A., P. Laterra, R. Manson. y G. Barrantes. (Eds). 2013. Servicios ecosistémicos hídricos: Estudios de caso en América Latina y el Caribe. Valdivia, Chile. Red ProAgua CYTED, Imprenta América. 312 pp.

Laterra. P., E. Jobbág. Y J. Paruelo. 2011. (Eds). Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Buenos Aires, Argentina. INTA. Imprenta ErréGe y Asociados. 740pp.

León-Mateos. M.L. 2013. Entrevista personal, Responsable de conservación de bosques y servicios ambientales, SENDAS A.C. Xalapa, Veracruz, México.

Leñero. L., D. Revollo., A. Borrero., F. Figueroa., D. Espinosa., G. Cruz y Mazari. M. 2014. El pago por servicios ambientales en México 2010: Una evaluación multidisciplinaria. En Pago por servicios ambientales: un acercamiento para su estudio. María Perevochtchikova, coordinadora. Primera edición. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, 2014. 289 pp.

Kill. J. 2014. Economic Valuation of Nature: The Price to pay for conservation?, a critical exploration. Rosa-Luxemburg-Stiftung Brussels Office No Financialization of Nature Network. Brussels. 59pp.

Manson, R., G. Barrantes, P. Bauche Petersen. 2013. Lecciones de Costa Rica y México para el desarrollo y fortalecimiento de programas de pago por servicios ambientales hidrológicos en América Latina. En Lara, A. Laterra, P. R. Manson. y G. Barrantes. (Eds). Servicios ecosistémicos hídricos: Estudios de caso en América Latina y el Caribe. Valdivia, Chile. Red ProAgua CYTED, Imprenta América. 312 pp.

Manson, R. H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques* 10. 3-20pp.

Martínez Alier. J. 2005. *El Ecologismo de los pobres*. Icaria, Barcelona.

Martínez-Alier J. y J. Roca. 2000. *Economía Ecológica y Ecologismo Popular*. Editorial ICARIA, Barcelona, España.

Martínez. M. 1998. La investigación cualitativa etnográfica en educación: Manual teórico – práctico. Tercera edición. Libro en línea. México: Trillas. Disponible: <http://prof.usb.ve/miguelm/ic1paradcentpostp.html>. Consultada 08 enero 2013.

Martínez. M. 2008. *¿Mercados de Servicios Ambientales? Análisis de Tres Experiencias Centroamericanas de Pago por Servicios Ambientales*. Tesis Doctoral para el programa de Ciencias Ambientales (Economía Ecológica y Gestión Ambiental) Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 229 pp.

Martínez. M., y N. Kosoy. 2007. Compensaciones monetarias y conservación de bosques Pagos por servicios ambientales y pobreza en una comunidad rural en Honduras. *Revista iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 6. 40-51pp.

Martínez-Cruz, D., A. Bustamante-González, J. Jaramillo-Villanueva, S. Silva-Gómez, M. Tornero-Campante y S. Vargas-López. 2010. Disposición de los Productores Forestales de la Región Izta-Popo a Aceptar Pagos por Mantener los Servicios Ambientales Hidrológicos. Universidad Autónoma de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* vol. 12, núm. 3. 549-556pp.

Mastropietro. C. 2005. *Investigación educativa. Manual de tesis de grado*. Universidad Nacional Abierta. República Bolivariana de Venezuela. Ciudad Bolívar.

McAfee. K. 1999. Selling nature to save it? Biodiversity and green developmentalism. *Environment and Planning D: Society and Space* 17 (2). 133–154; In Roth, R and Dressler,

- W. 2012. Market-oriented conservation governance: The particularities of place. *Geoforum* 43. Elsevier Ltd.363–366pp.
- Mendoza-González, G. 2009. Análisis de Cambio de Uso De Suelo y sus Implicaciones en la Prestación de Servicios Ecosistémicos en la Costa de Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología AC. Xalapa. México. 113 pp.
- Millenium Ecosystem Assesment. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. General Concepts and Analytical Approaches*. Island Press, Washington DC. 901pp.
- Mochón, F. 2000. *Economía. Teoría y Política*. Editorial McGraw-Hill, Madrid.
- Morse JM, Stern PN, Corbin J, Bowers B, Charmaz K, Clarke A.E. 2009. *Developing grounded theory. The second generation*. California: Left Coast Press.
- Muhr, Thomas & Friese, Susanne (2004). *User's manual for Atlas.ti 5.0 (2nd. edition)*. Berlin: Scientific Software Development.
- Muñoz-Piña, C., M. Rivera, A. Cisneros. y H. García. 2011. Retos de la focalización del programa de pago por servicios ambientales en México. *Revista Española de Estudios Agro sociales y pesqueros*, 228 (1). 87-113pp.
- Muñoz-Piña. C., J. Guevara, M. Torres. y J. Braña. 2007. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*. 12pp.
- Muñoz. C., A. Guevara, J.M. Bulás, J.M. Torres y J. Braña. 2006. Pagar por los servicios hidrológicos del bosque en México. En: *La venta de servicios ambientales forestales: Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo*. Pagiola S., J.Bishop y N. Landell-Mills (comps.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Instituto Nacional de Ecología (INE). Segunda edición. México.464 pp.
- Negrão. R. 1995. Instrumentos reguladores y económicos utilizados para la gestión ambiental. *Revista Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*.UNESCO.Vol. I. 89-101pp.

Neisser. U. 1993. The Perceived self: Ecological and Interpersonal Sources of Self Knowledge  
Cambridge University Press New York, NY. 14pp.

Oki T., y S. Kanae. 2006. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. Review.  
Science. Vol. 313, 1068pp.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. En  
[http://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/protocolo\\_de\\_kyoto/item/6215.Php](http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/item/6215.Php).  
Consultada el 23 junio de 2015.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. En  
<http://www.un.org/es/climatechange/kyoto.shtml>. Consultada el 03 julio de 2015.

Oswald, U. y I. Sanchez. 2012. Water Resources in Mexico: A Conceptual Introduction, In: Water Resources in México. Scarcity, Degradation, Stress, Conflicts, Management, and Policy Series: Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, Vol. 7. Springer, London. 1- 17pp.

Pagiola, J. y G. Platais. 2010. Environment Strategy Note No 2. Disponible en  
<http://faorlc.cgi.com/foro/psa/pdf/pagiola.pdf>

Pagiola. S., A. Arcenas y G. Platais. 2005. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence it dat. World Development. 33. 237-253pp.

Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell- Mills. 2002. La venta de servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. London, UK: Earthscan. 464 pp.

Paniagua, C., M. Guillén., J. Valdez y H. SantosPosadas. 2007. Demanda, disponibilidad de pago y costo de oportunidad en la cuenca Tapalpa, Jalisco. Madera y Bosques. Vol.13(01). 3-23pp.

Panayotou, T., 1993. Green markets: The economics of sustainable development. In Muradian, R. and Rival, L. 2012. Between markets and hierarchies: The challenge of governing ecosystem services. *Ecosystem Services* 1. Elsevier B.V. ICS Press, San Francisco. 93–100 pp.

Paré, O. L. y P. Gerez (Coords). 2012. *Al filo del agua: Cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz*. UNAM, SENDAS, UV, SEMARNAT, INE. U. Iberoamericana-Puebla, Juan Pablos ed., Xalapa, Ver. Primera edición. México. 344 pp.

Paré, L. 2009. Conflictos sociales en torno al agua en Veracruz. *La Palabra y el Hombre* no. 36, primavera. 32-37 pp.

Paré, L., T. Fuentes, G. Vidriales, I. García, P. Gerez. y M. Muñiz. 2008. “La Participación Social en la Gestión del Agua. Gestión de la cuenca del río Pixquiac y su interacción con la zona conurbada de Xalapa: esfuerzos desde la sociedad civil”. En: *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. Denise Soares, Sergio Vargas, María Rosa Nuño. (eds.). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México D.F. 228- 254 pp.

Pascual, U., R. Muradian, L. Rodríguez y A. Duraiappah. 2010. Exploring the links between equity and efficiency in payments for environmental services: A conceptual approach. *Ecological Economics* 69. 1237–1244 pp.

Pearce, D. y R. Turner. 1995. *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Colegio de Economistas de Madrid, España.

Pech, M. 2010. “Es nuestra empresa porque la hemos hecho prosperar y de eso queremos vivir en un futuro...” Organización ejidal y manejo de recursos naturales en la costa yucateca. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. México. 90 pp.

Pereda Marin, S. 1987. *Psicología experimental. I. Metodología*, Madrid, Ediciones Pirámide. 127 pp.

Proops, J. (1999). Integration and Comunication between Environmental Economics and Other Disciplines. In Bergh, Jeroen (ed.).

Quintas, G. 2013. La macadamia y los sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Pixquiac. Doctoral en proceso. Centro de Investigaciones Tropicales. Universidad Veracruzana, México. 112 pp.

Reichertz, J. 2004. Abduction, deduction and induction in qualitative research. En: Flick, U; Von Kardoff E, Steinke I. editores. A companion to qualitative research. London. 159-164pp.

Rodríguez-Becerra, M., G. Espinoza. y D. Wilk. (2002). Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Rojas, O. 2011. Análisis comparativo de los costos del uso de la tierra en la Sierra Norte de Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Estado de México. 159 pp.

Sajurjo, E. y I. Islas. 2007. Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. Gaceta Ecológica número especial. 84-85pp.

Sajurjo, E. 2001. Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: Humedales en México. Documento de Trabajo. Dirección General de Investigación en Economía y Política Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, México. 45pp.

Samuelson, P. A. y W.D. Nordhaus. 1992. Economía, McGraw Hill, México.

Santos, L. y T. Santos. 2011. Política ambiental para el desarrollo económico y los principios de la economía ecológica. Revista Académica Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social. Universidad de Málaga. España. ISSN: 1988-2483 año 5.

Scullion. J., C. Thomas, K. Vogt, O. Perez-Maqueo. Y M. Logsdon. 2010. Evaluation the enviromental impact of payments for ecosystem services in Coatepec (Mexico) using remote sensing on-site interviews.

SEDESOL, 2012. Guía rápida. Programas de la Secretaría de Desarrollo Social. México. 132pp.

Disponible en: [http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1867/1/images/GR\\_2012.pdf](http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1867/1/images/GR_2012.pdf)

SEMARNAT, 2009. Programa de Pago por Servicios Ambientales. Consultada el 10/06/2012.

Disponible en: [http://www.ine.gob.mx/descargas/con\\_eco/2009\\_sem\\_ser\\_amb\\_pres\\_04\\_emartinez.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/con_eco/2009_sem_ser_amb_pres_04_emartinez.pdf).

SENDAS. 2012. Avances hacia la corresponsabilidad en la toma decisiones en la cuenca del río Pixquiac, Veracruz, México. 6TH. World Water Forum. Marseille, Francia. Reporte inédito. 19 pp.

SENDAS. 2010. Diagnóstico Rural Participativo, Ejido Agua de Los Pescados, Perote. Veracruz. Reporte inédito. 52 pp.

SENDAS. 2006. Diagnóstico Rural Participativo, Ejido San Pedro Buenavista, Acajete. Veracruz, México. FMCN. Reporte inédito. 146 pp.

Soares, D. Vargas, S. Nuño, M. 2008. La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas. Tomo I / editado por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Universidad de Guadalajara. México. ISBN: 978-607-7563-05-1.380 pp.

Sommerville, M., J. Jons. Y I. E. Milner-Gulland. 2009. A Revised conceptual framework for payments for environmental services. *Ecology and Society*. 14 (2). 34pp.

Stiglitz. J. E. 1986. *Economics of the public sector*. Norton, E.U.A.

Suarez, D. 2002. Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la comarca Yassica Sur, Matagalpa,

- Nicaragua. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). 117 pp.
- Tarrés. M. L. 2008. Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación social. El Colegio de México, FLACSO, Ed. Porrúa. Méx. 408 pp.
- Torres. P. 2001. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de un bosque tropical. Tesis Doctoral, Especialidad de Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. Estado de México. 124 pp.
- Tietemberg, T. 1984. Environmental and Natural Resource Economics. Scott Foresman and Company, E.U.A.
- Toledo. T. 2009. El bosque de niebla. CONABIO. Biodiversitas. 83.1-6pp.
- Unesco 2013. En <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/water/> Consultada el 22 noviembre de 2013.
- Unión Europea.2010. Bienes y servicios ecosistémicos. Disponible en [www.ecolabel.eu](http://www.ecolabel.eu). Consultada 28/09/2012.
- Urquiza. H.E. 2009. Análisis de capacidades nacionales para la conservación in situ. En CONABIO-PNUD. México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad y Programa para el Desarrollo, México. 172. 51 -94pp.
- Vela Peón, F. (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social, 63 pp.
- Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreno, L. V., Jobbagy, E. G., Pereyra, H., Clatt, J., ... & Ricard, M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, 17(2), 959-973 pp.

Williams-Linera. G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO, Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México. 208pp.

Williams-Linera . G., R. H. Manson y E. Isunza-Vera. 2002. La Fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso de suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. Madera y Bosques. 8. 73-89pp.

Whittington, D. Y S., Pagiola. 2011. Using Contingent Valuation in the Design of Payments for Environmental Services Mechanisms: A Review and Assessment. Revised Draft. Washington. World Bank Research Observer. 23 pp.

World Water Assessment Programme (s.f.) Recuperado el 24 de agosto de 2011, de <http://www.unwater.org>

Wunder, S., S. Engel. y S. Pagional. 2008. Taking stock: A comparative analysis of payments for Environmental services programs in developed and developing countries. Ecological Economics. 834 – 852pp.

Wunder. S., S. Wertz. y R. Moreno. 2007. Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. Gaceta Ecológica México. No. 84-85. 39-52pp.

Wunder, S. 2006. Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales. CIFOR Ocassional Paper, 42. Centro International de Investigación Forestal. Jakarta. Indonesia.

Wunder, S. 2005. “Payments for environmental services: Some nuts and bolts.” CIFOR. Occasional Paper No.42. Bogor: CIFOR.

<http://www.manuelrodriguezbecerra.org/gestiona.htm> Consultada el 12 junio de 2015.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. TÉCNICAS DE VALORACIÓN AMBIENTAL

Las técnicas de valoración ambiental se pueden categorizar en cuatro:

1. Métodos de valoración directa o métodos directos de mercado (Mercado real): se basan en precios de mercado o en cambios en la productividad. Se aplican cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción o la productividad (CCAD-PNUD/GEF, 2002). Los cambios en la productividad, pérdidas de ganancia, costo de oportunidad y gastos defensivos o preventivos se incluyen generalmente en esta categoría, según la información usada para la valoración obtenida de mercados convencionales o de comportamientos efectivamente observados (Sajurjo y Islas, 2007). La función de producción de una actividad tiene la ventaja de que permite incorporar variables ecológicas en la producción de algún bien y con ello darle un valor a un atributo ecológico que no lo tenía. Sin embargo, es necesario tener información sobre el ecosistema debido a que en ocasiones no existe una forma funcional para relacionar la variable ambiental y la producción (Avila-Foucat, *et al.* 2009).
2. Métodos indirectos de mercado (Mercado sustituto): hacen uso de los precios de mercado en forma indirecta. Estos métodos se usan cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o SA no tienen precios directamente reflejados en un mercado establecido pero si medibles a través de análisis multivariado. Entre los métodos agrupados bajo este criterio encontramos los precios hedónicos, los diferenciales de salario, el costo de viaje, el costo de reposición, los costos de relocalización y los precios sombra (Azqueta, 1994). Este último método es cuestionado debido a que se basa en bienes sustitutos (Avila-Foucat, *et al.* 2009). Los bienes sustitutos son aquellos productos o servicios que si bien son diferentes entre ellos, pueden satisfacer la misma necesidad del consumidor. Estos bienes cumplen una función similar o idéntica, y por tanto pueden ser sustituidos entre sí obteniendo resultados similares. Los bienes sustitutivos son identificables porque cuando aumenta el precio de un bien aumenta a su vez la demanda de su sustitutivo. Este método aplicado a los SA busca asignar un valor aproximado del precio de mercado de bienes similares, por ejemplo la leña vendida en otras áreas o el carbón vegetal, o el valor de la belleza escénica (espacios verdes) cercanos a casas con diferentes atributos.
3. Métodos de valoración contingente (Mercados simulados): son usados cuando no existe información de mercado acerca de las preferencias de los individuos respecto a ciertos recursos naturales o SA. Se usa la simulación de mercados hipotéticos para evaluar directamente la disposición de las personas para pagar por el bien o SA (Azqueta, 1994). Es uno de los métodos más utilizados en la actualidad, en especial cuando no existe información al respecto (Dale y Pagiola, 2011). Este método ha recibido muchas críticas relacionadas con errores conceptuales y metodológicos, debido a que la utilidad del medio ambiente depende de la visión de quien lo examina, por lo tanto, es totalmente subjetiva. Por consiguiente, los resultados siempre arrojan valores diferentes para un mismo bien natural (Avila-Foucat, *et al.* 2009).
4. Otros métodos utilizados: son la matriz insumo-producto, la programación lineal y el método de coeficientes integrales, los cuales hacen uso de técnicas de programación matemática en sus diversas formas (lineal, no lineal, por objetivos, dinámica) (CCAD-PNUD/GEF, 2002).

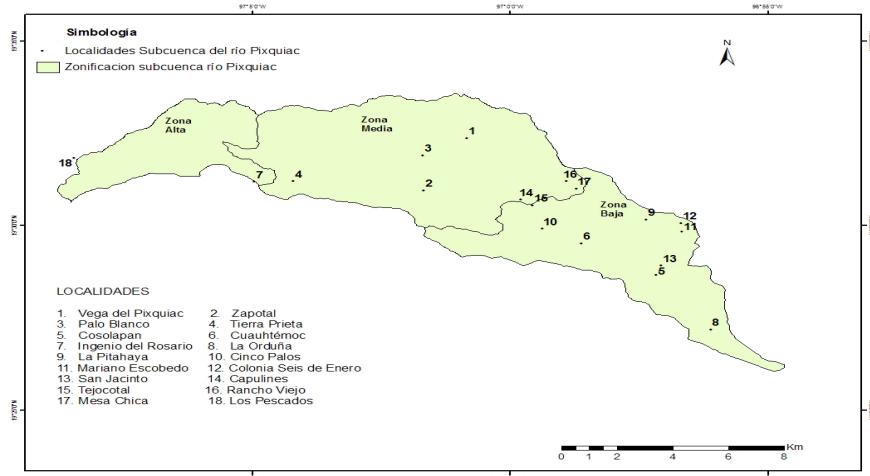
## ANEXO 2. LOCALIDADES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC DONDE SE REALIZARON LAS ENCUESTAS

Índice	Nombre	Zona Subcuenca	Longitud W	Latitud N	Altitud (msnm)	Población total No. Pers.	Municipio
1	El Agua de los Pescados*	Alta	0970856	193339	2981	1555	Perote
2	Tierra Prieta	Alta	0970412	193112	2774	47	Acajete
3	Ingenio del Rosario	Alta	0970458	193111	2870	228	Coatepec
4	El Zapotal	Media	0970141	193057	2127	143	Acajete
5	Palo Blanco	Media	0970142	193154	2121	24	Acajete
6	Vega del Pixquiac	Media	0970050	193222	1621	42	Acajete
7	Tejocotal	Media	0965934	193033	1568	130	Tlalnelhuayocan
8	Plan de Mesa Chica	Media	0965843	193100	1398	157	Tlalnelhuayocan
9	Capulines	Media	0965948	193042	1534	153	Tlalnelhuayocan
10	Cinco Palos	Baja	0965923	192955	1539	683	Coatepec
11	Cuauhtémoc	Baja	0965837	192931	1398	725	Coatepec
12	Rancho Viejo	Media	0965841	193137	1439	885	Tlalnelhuayocan
13	Consolapan	Baja	0965710	192840	1239	462	Coatepec
14	La Orduña	Baja	0965607	192711	1165	1588	Coatepec
15	La Pitahaya (Congregación Zoncuantla)	Baja	0965722	193010	1336	389	Coatepec
16	Mariano Escobedo	Baja	0965640	192950	1288	561	Coatepec
17	San Jacinto	Baja	0965704	192855	1256	199	Coatepec
18	Seis de Enero	Baja	0965641	193004	1313	333	Coatepec
				TOTAL		6749	

Fuente: INEGI 2010.

### Localidades de la Subcuenca del río Pixquiac

La subcuenca está conformada por 56 localidades (Paré y Gerez, 2012), sin embargo, para el estudio se tomaron en cuenta solo 18 localidades elegidas de acuerdo al número de habitantes de cada localidad y la facilidad de acceso (Figura 31). La información detallada de las localidades consideradas en este estudio se encuentra en el anexo 1.



**Figura 31.** Ubicación de las localidades encuestadas en este estudio. Fuentes: Localidades – INEGI, 2010; zonificación - García Coll *et al.* 2008.

### ANEXO 3. FORMATO ENCUESTA CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA POBLACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC

PRESENTACIÓN: BUENOS DÍAS O TARDES, ESTAMOS HACIENDO UNA ENCUESTA SOBRE LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y COMO COMPITEN CON EL CAMBIO DE USO DEL SUELO. EJEMPLIFICAR LOS CASOS. (Cultivos, ganado y urbanización)

Nombre: \_\_\_\_\_ Comunidad/ Localidad \_\_\_\_\_

Zona de la cuenca Alta \_\_\_\_ Media \_\_\_\_ Baja \_\_\_\_

Sexo: Mujer \_\_\_\_\_ Hombre \_\_\_\_\_ Día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año: 201\_\_\_\_\_

a. Edad \_\_\_\_\_ años

1. Grado de estudios

Número de años estudiados \_\_\_\_\_

(Primaria 6 años + secundaria 3 años, prepa 3 años + Universidad 4-5 + Posgrado 2-5 años)

2. Incluyendo a usted mismo, ¿cuántas personas habitan regularmente en este hogar?  
\_\_\_\_\_ no. personas

3. Cuántos son mujeres \_\_\_\_\_ hombres \_\_\_\_\_

4. ¿Cuál es el ingreso promedio mensual de su hogar, incluyendo a todas las personas que viven aquí?

(1) No recibe ingresos

(2) 1000

(3) 2000

(4) 3000

(5) 4000

(6) 5000

(7) Más de 5000

(8) No responde

5. ¿Cuál es su principal fuente de Ingreso?

(1) Venta de productos del campo

(2) Venta de frutas

(3) Apoyo Oportunidades

(4) Jornalero

(5) Venta de Tierra

(6) Venta de Madera

(7) Venta de abarrotes

(8) Profesor

(9) Albañil

(10) Transportación (fletes)

(11) Mecánico

(12) Pensión

(13) Otros

(14) No recibe ingresos

6. ¿Tiene algún apoyo del gobierno?

- Si \_\_\_ No \_\_\_ ¿Cuál?  
 (1) Oportunidades  
 (2) Pro campo  
 (3) Pago de servicios ambientales ( Conservación/ Bosques)  
 (4) Otro \_\_\_\_\_

7. ¿A cuánto, más o menos ascienden sus gastos mensuales en el hogar? incluyendo despensa, transporte, gastos escolares, vestido, festividades, en vivienda)

- (1) Menos de 1000  
 (2) 1000  
 (3) 2000  
 (4) 3000  
 (5) 4000  
 (6) 5000  
 (7) Más de 5000

8. ¿Considera que el lugar en que vive se encuentra bien comunicado con respecto a caminos y carreteras?

SI \_\_\_ NO \_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

09. ¿Cuál es el precio por hectárea de tierra en su comunidad?

10. ¿Considera que ese precio de la tierra está relacionado con la cercanía a la carretera o camino?  
 SI \_\_\_ NO \_\_\_ ¿Por qué?

11. ¿Usted considera que se está vendiendo mucha tierra o lotes en su comunidad?  
 SI \_\_\_ NO \_\_\_ ¿Por qué?

12. Usted cree que ahora se ven más construcciones entorno a la comunidad  
 SI \_\_\_ NO \_\_\_ ¿Por qué?

13. Desde cuándo se nota más estas construcciones  
 \_\_\_\_\_ Años

14. ¿Percibe usted que los cultivos que hay en esta zona, afectan positivamente o negativamente a su comunidad y por qué?

¿Por qué?

CULTIVO	POSITIVOS	NEGATIVOS
Maíz		
Frijol		
Papa		
Café		
Hortalizas		
Otro		

15. ¿Qué actividad considera que deterioran más el suelo?

- (1) Ganadería  
 (2) Cultivo de maíz  
 (3) Cultivo de papa  
 (4) Cultivo de café

- (5) Frutales  
(6) Urbanización  
(7) Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_
16. Cree usted que es bueno o malo que gente de otras zonas venga a cultivar en su comunidad.  
Bueno \_\_\_\_ Malo \_\_\_\_ ¿Porque?  
(1) Generan empleo  
(2) Ingreso por rentas de tierras  
(3) Ayudan al desarrollo de la región.  
(4) Daño del suelo  
(5) Aplicación de fungicidas y plaguicidas  
(6) Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_
17. ¿Qué actividad considera que deterioran más el suelo?  
(1) Ganadería  
(2) Cultivo de maíz  
(3) Cultivo de papa  
(4) Cultivo de café  
(5) Frutales  
(6) Urbanización  
(7) Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_
18. ¿Considera Usted que las actividades ganaderas son positivas y/o negativas? Positivo \_\_\_\_\_  
Negativo \_\_\_\_\_  
(1) Producción de leche  
(2) Ahorro  
(3) Fuente de ingreso  
(4) Deterioro del suelo por pisoteo  
(5) Contaminación de agua  
(6) Uso de agroquímicos o parasiticidas  
(7) Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_
19. ¿Considera que el aprovechamiento de la madera tiene efectos positivos o negativos en la comunidad? Positivo \_\_\_\_\_ Negativo \_\_\_\_\_ ¿Por qué?  
(1) Genera ingresos  
(2) Utilizarla para construcción  
(3) Leña  
(4) Genera empleo  
(5) Causa de deforestación  
(6) Disminución del agua  
(7) Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_
20. Que considera Usted que afecta el medio ambiente (los recursos del monte, bosque, agua y suelo)  
\_\_\_\_\_
21. ¿Cuales considera que son los beneficios que aporta el bosque?

BENEFICIOS

¡Gracias por tu participación !

#### ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA POBLACIÓN ASENTADA EN LAS TRES ZONAS DE LA SUBCUENCA

Para la caracterización socioeconómica de la población descrita en la zona de estudio de este trabajo se aplicaron 303 encuestas socioeconómicas en las tres zonas de la subcuenca, de acuerdo al numero de habitantes de las localidades presentes en la subcuenca. A continuación se describe el procedimiento realizado.

##### a) Diseño y aplicación de la encuesta

Se diseñó una encuesta con variables cualitativas y cuantitativas, que incluían preguntas abiertas y categóricas, dirigidas a los habitantes de 18 localidades en la subcuenca, con el fin de caracterizar socioeconómicamente a la población, en cada una de las zonas en las que está dividida la subcuenca del río Pixquiac. Con este instrumento se recabó información sobre edad, sexo, grado escolar, número de personas en el hogar, actividad laboral, ingresos, precios de venta de la tierra, así como su opinión en torno a los beneficios del bosque (Cuadro 20). Una vez diseñado el instrumento se aplicó una encuesta piloto a 30 individuos para evaluar su claridad y efectividad, posteriormente se realizaron las correcciones necesarias para obtener la versión definitiva del instrumento.

**Cuadro 20** . Parámetros y variables de la encuesta aplicada para la caracterización socioeconómica de la población de las tres zonas de la subcuenca del río Pixquiac.

PARÁMETRO	VARIABLE
Caracterización de la población	<ul style="list-style-type: none"><li>• Demografía</li><li>• Nivel educativo</li><li>• Ocupación</li><li>• Ingresos</li><li>• Gastos</li><li>• Apoyos de gobierno</li></ul>
Opiniones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beneficios del bosque</li></ul>

Para la aplicación del instrumento se seleccionaron 18 localidades de acuerdo al número total de habitantes de cada localidad y a la facilidad de acceso a las mismas. A cada entrevistado se le explicó el motivo de la encuesta y se le solicitó su permiso y colaboración para la aplicación de la misma.

Las encuestas se aplicaron en dos periodos: el primero, en los meses de julio y agosto de 2011, durante la cual se encuestaron a habitantes de las tres zonas de la cuenca; el segundo periodo llevado a cabo el mes de julio de 2012, realizado con el fin de ampliar la muestra de la zona alta de la subcuenca, por lo que se decidió encuestar a 30 habitantes más de la localidad de Los Pescados.

##### b) Diseño del muestreo en campo

Se realizó un muestreo aleatorio simple por conglomerados bietapico (Vivanco, 2005). Este tipo de muestreo tiene dos unidades de selección, la unidad primaria está compuesta por los grupos en los cuales se llevará a cabo el estudio y la segunda que consiste en extraer de los grupos a los individuos que formarán parte de la muestra. En este estudio la primera unidad de muestreo estuvo conformada por las 18 localidades seleccionadas para el estudio en la subcuenca del río Pixquiac, y la segunda unidad de muestreo estuvo compuesta por los individuos encuestados seleccionados de manera aleatoria en cada una de las localidades.

Considerando una población objetivo total de 8,304 habitantes de las 18 localidades seleccionadas del área de estudio, se estimó la muestra requerida para el estudio mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{Z^2 pq + NE^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra  
 N = Población Objetivo Total  
 p = Probabilidad de éxito  
 q = Probabilidad de fracaso  
 Z = Nivel de confianza  
 E = Error máximo admisible

Con una probabilidad de éxito (p) de 0.7, un nivel de confianza (Z) de 1.96 y un error máximo admisible (E) de 0.05, Considerando una población objetivo total de 8,304 habitantes de las 18 localidades seleccionadas del área de estudio se obtuvo un tamaño de muestra (n) de 303 individuos distribuidos en las tres zonas de la subcuenca (Cuadro 21).

**Cuadro 21.** Localidades y total de individuos entrevistados por zona de la subcuenca.

Zona de la subcuenca	Localidad	Total de individuos entrevistados
Alta	Los Pescados, Tierra Prieta e Ingenio del Rosario Coatepec	35
Media	El Zapotal, La Vega, Palo Blanco, Tejocotal, Mesa Chica, Capulines, Rancho Viejo.	83
Baja	Cinco Palos, Cuauhtémoc La Orduña, La Pitaya, Consolapa, Mariano Escobedo, Colonia Seis de Enero, San Jacinto	185
	<b>Total</b>	<b>303</b>

Se realizó la selección de los individuos al azar siempre que cumplieran con el criterio de edad, de 17 a 70 años, y que fueran residentes permanentes. Se realizó un recorrido caminando y buscando cuales de los habitantes contaban con tiempo y disponibilidad para la encuesta. El tamaño mínimo de muestra establecido para cada localidad fue de 5 individuos para las localidades con menos habitantes (24), y hasta 57 para la localidad con mayor población (1588) (Ver anexo 1).

### c) Procesamiento y análisis de la información

Una vez aplicado el instrumento se procedió a la elaboración de una base de datos en Excel en la cual se realizó la captura, manejo y sistematización de la información. Se clasificaron las variables cuantitativas y cualitativas. Para las variables cualitativas se realizó una clasificación y codificación a través de la asignación de categorías. Estas categorías fueron asignadas de acuerdo a la repetición de palabras en las respuestas con el fin de agruparlas para su análisis. Una vez ordenada la base en Excel, se realizó el análisis cuantitativo del contenido de las encuestas, con lo cual se procedió a la obtención de las tablas de frecuencia y con ellas se elaboraron las estadísticas descriptivas y las gráficas que ayudan a analizar los resultados.

Posteriormente se realizó un Análisis de Correspondencias (AC) que nos permitió explorar gráficamente las relaciones presentes entre las variables demográficas y las variables de opinión de los habitantes encuestados. El AC es una técnica exploratoria que permite representar gráficamente filas y columnas de una tabla de contingencia (Greenacre, 1984, 1988, 1994; Lebart *et al.* 1984 citados en Balzarini *et al.* 2008). El AC puede ser interpretado como una técnica complementaria y a veces suplementaria del uso de modelos log-lineales para el estudio analítico de las relaciones contenidas en tablas de contingencia. En las gráficas obtenidas con las variables demográficas y las de opinión de los encuestados, las distancias entre los puntos nos permitieron identificar las variables que presentaban más discrepancia, para los puntos más cercanos en el gráfico se les encontró positivamente correlacionados, mientras que aquellos puntos que caen en direcciones opuestas se encuentran negativamente correlacionados, es decir son aquellos con menor significancia.

## CARACTERIZACIÓN DE CADA UNA DE LAS ZONAS DE LA SUBCUENCA

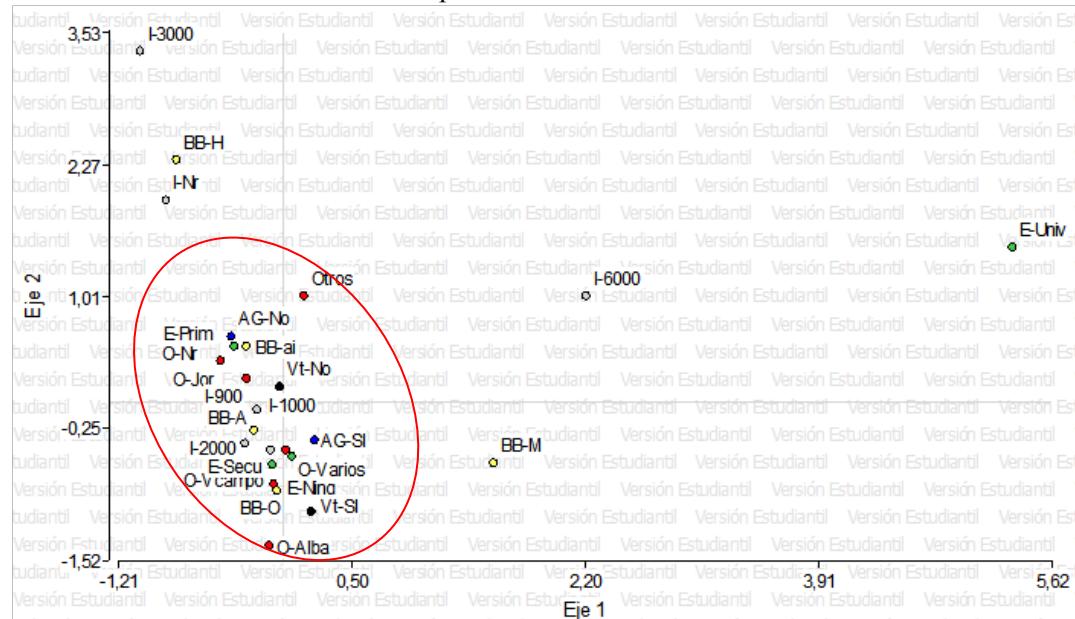
### **Zona Alta**

A partir de la información recabada del trabajo de campo y las visitas realizadas a esta zona, identificamos a los habitantes de la zona alta de la subcuenca como una población rural con un ingreso promedio de \$1,820 mensuales por hogar. El 77% de la población cuenta con nivel de ingresos por unidad familiar de \$1,000 a \$2,000 pesos al mes, este nivel de ingresos coincide con los parámetro de pobreza establecidos por la CONAPO. La población de esta zona en su mayoría la consideramos como campesina, la cual busca contar con una diversificación económica de sus actividades de forma tal que sus ingresos familiares no dependan de una sola actividad, para lo cual desarrollan actividades como jornales o albañilería y siembra de milpa.

El 43% de la población en esta zona se dedica a trabajar como jornalero en las áreas de cultivo, ladrilleras cercanas como las que se encuentran en la localidad de Sierra de Agua o en las granjas industriales del valle de Perote. Encontramos que 31.4% de la población encuestada manifiesta que en su hogar se dedican a más de una actividad, es decir que puede que en una familia el padre se dedique a jornalero, la madre a venta de abarrotes y los hijos a albañiles. Otra de las actividades que realizan es la venta de productos del campo (5.7%), siendo el cultivo de la papa el más importante, seguido de la avena y el haba. Sin embargo el cultivo de la papa no lo realizan muchos de los pobladores, ya que este representa una gran inversión debido a los altos costos de los químicos utilizados en este cultivo. En algunos casos los pobladores que sembraban y que ya no cuentan con el capital suficiente, han cambiado de actividad, dedicando su tierra a ganado ovino, esta actividad es considerada como un “fondo de ahorro”. No obstante esta actividad solo la desempeñan habitantes que cuentan con tierra propia.

Adicionalmente a los ingresos arriba descritos, encontramos que el 60% de la población recibe un apoyo de gobierno por parte de programas como Oportunidades, Setenta y mas, Procampo o Pago por Servicios Ambientales, estos se han convertido en parte fundamental de la economía familiar. Llama la atención que la escolaridad de la población en esta zona, es otro indicador clave para determinarla como una población rural pobre, debido a que el 46% de los encuestados cuentan con un nivel escolar de primaria y 37% con secundaria. Los habitantes que desean realizar sus estudios de preparatoria deben de salir fuera de la comunidad ya que esta zona no cuenta con ninguna, ocasionando que poca población tenga el acceso y los ingresos suficientes para poder realizar estos estudios.

Encontramos que las condiciones socioeconómicas de los habitantes en la zona alta es homogénea, es decir estos presentan un nivel de ingresos, una escolaridad, ocupación y un apoyo de gobierno similares, mostrando un comportamiento similar, esto fue confirmado mediante un análisis de ordenación (Análisis de correspondencia, AC) el cual nos permitió comprobar la relación y agrupamiento entre las variables consideradas para la caracterización socioeconómica. A continuación se describen los resultados para la zona alta de la subcuenca.



**Figura 10.** Ordenación de las respuestas de los habitantes de la zona alta de la subcuenca con respecto a las variables escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno, opinión acerca de los beneficios del bosque y venta de la tierra.

**Leyenda:** **Escolaridad** (E) E-Ning= Ninguna, E-Prim= Primaria, E-Secu= Secundaria, E-Univ=Universidad; **Ocupación** (O) O-Jor= Jornalero, O-Alba= Albañil, O-V campo= Venta de productos del campo, O-Varios= Más de dos ocupaciones, O-Nr= No responde; **Ingreso** mensual por hogar (I) I-900= \$900, I-1000= \$1000, I-2000= \$2000, I-3000= \$3000, I-6000= \$6000; **Apoyo de gobierno** (AG) AG-SI= Si recibe, AG-No= No recibe; **Beneficios del bosque** (BB) BB-A=Agua, BB-ai=Aire, BB-M=Madera, BB-H= Humedad, BB-O=Otros.

El grafico resultante del AC (Figura 10) para esta zona de la subcuenca evidencio una asociación entre variables y niveles de respuesta con un porcentaje de explicación de los ejes del 45%. Las variables más relacionadas (escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno y opinión acerca de los beneficios del bosque) conforman un grupo homogéneo al lado izquierdo de los ejes de ordenación. Este resultado sugiere que las variables socio demográficas determinan el nivel de opinión acerca de los beneficios del bosque y la venta de la tierra. De igual forma nos permiten identificar que la población encuestada en la zona alta es homogénea en relación a sus respuestas a las variables planteadas.

Los gráficos de la relación lineal (Figura 10) entre las variables incluidas en el diagrama de ordenación nos permitieron separar el nivel de respuesta para las variables agrupadas en el diagrama de ordenación. De estas variables incluidas la relación lineal más sólida se encontró en las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque, siendo las que presentan una mayor relación.

Encontramos que al analizar la correlación lineal existente entre el grado de escolaridad y su opinión sobre los beneficios del bosque (Figura 11<sup>a</sup>), obtenemos un  $r^2 = 0.74$ , confirmando de esta forma la existencia de una relación creciente entre estas dos variables. En el eje de las X está representado el número de personas de la zona alta en los diferentes grados de escolaridad y en el eje de las Y esta representadas el número de respuestas respecto a cada una de las categorías de beneficios del bosque (Agua, aire, madera, sombra, humedad, otros).

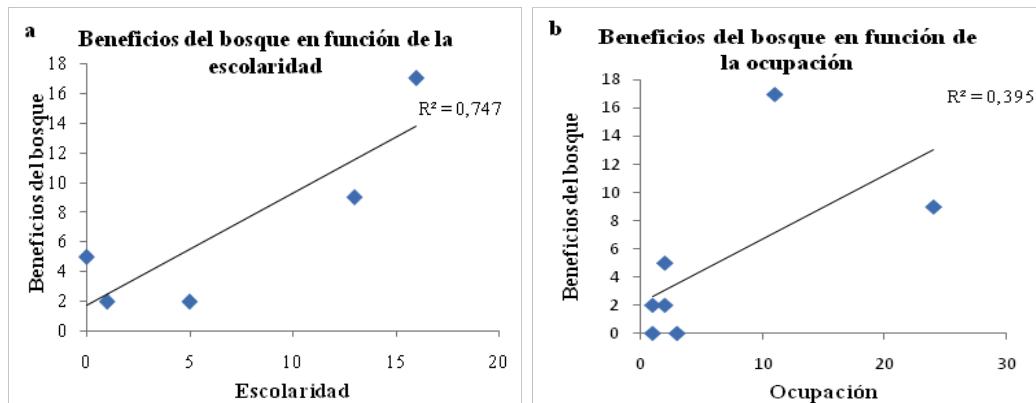


Figura 11. Relación lineal entre las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque.

Hallamos que el 48.6% de los encuestados consideran el agua como el beneficio del bosque más significativo, seguido del aire con un 25.7%. Estas respuestas las asociamos a la problemática local que los habitantes viven día a día, como es el caso de la comunidad de Los Pescados donde se encuentra una de las cajas de agua que van a la ciudad de Xalapa. Este tema ocasiona que la población se encuentre un poco molesta porque el agua de su comunidad se va a otra ciudad, mientras que en su comunidad muchos sufren de escasez o no le pueden dar un uso libre a este recurso. En cuanto a la relación de los beneficios del bosque con respecto a la ocupación (Figura 11<sup>b</sup>) encontramos que el 55% de los encuestados se desempeñan como jornaleros y son los que consideran con un 25.7% que el beneficio del bosque es el aire.

### Zona Media

Identificamos a la población de la zona media de la subcuenca como una población rural con un ingreso promedio de \$1,995 mensuales por hogar; el 83% de la población tiene un nivel de ingreso por unidad familiar entre los \$900 y \$5000 pesos por mes. Los habitantes de esta zona en su mayoría son campesinos los cuales se dedican a cultivar sus tierras con diversos cultivos, además algunos de estos combinan estas labores con trabajos en las ciudades cercanas; encontramos que las actividades económicas u ocupaciones de la población son: jornaleros, albañiles, siembra de milpa, venta de productos del campo o profesores.

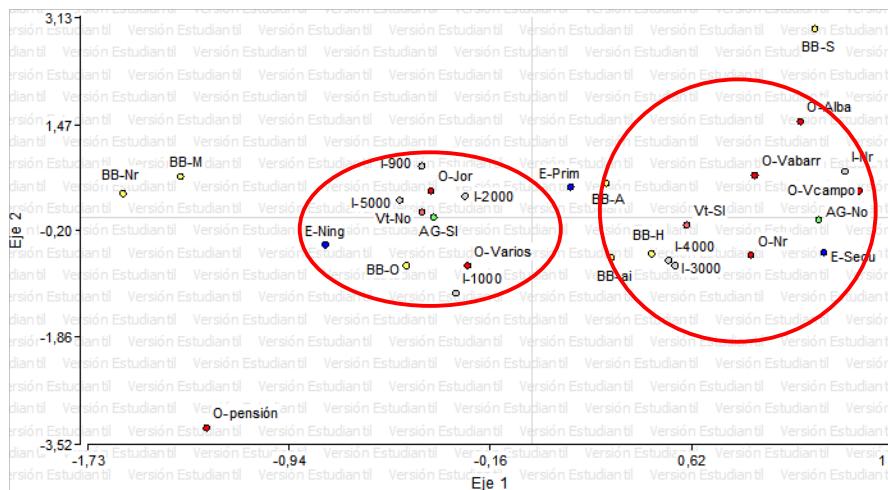
El 44.6% de la población encuestada se dedica a trabajar como jornalero en las ciudades cercanas como Coatepec, las Vigas, Xalapa o en las áreas de cultivo de las localidades cercanas a la zona media de la subcuenca. El 27.7% de los encuestados revelaron que los integrantes del hogar se dedican a más de una actividad, mientras que unos se dedican a jornaleros otros tienen ganado o se dedican a albañilería o venta de productos del campo (3.6%). En esta zona encontramos una gran variedad de actividades productivas, como lo son el cultivo de papa, la ganadería lechera, cultivo de milpa, criaderos de trucha, cultivo de flores (Alcatraz), venta de madera ilegal y legal y venta de carbón vegetal.

El cultivo de la papa es una de las actividades recientes y en expansión, a la cual se dedican los pobladores de esta zona de la subcuenca, muchas de las áreas dedicadas a esta actividad son rentadas o trabajadas en compañía por los pobladores locales con personas de otras localidades con más experiencia en esta actividad como lo son las personas provenientes de Los Pescados, Conejo o Perote. En cuanto a la actividad ganadera, es desempeñada por la mayoría de la población en la zona media, dedicándose a la cría de ganado, producción diaria de leche y cría de becerros para la venta; esta actividad representa un modo de ahorro e ingreso diario de la cual dependen los habitantes de esta zona.

Otro ingreso que los habitantes consideran fundamental para la economía familiar es el recibido por parte de los programas de gobierno; 74,6% de los habitantes encuestados en esta zona recibe un apoyo de gobierno por parte de programas como Oportunidades, Setenta y mas, Procampo o Pago por Servicios Ambientales.

Con respecto al nivel educativo encontramos que el 49.4% de los encuestados solo han cursado hasta la primaria, 16.9% cursaron secundaria, mientras que el 33.7% no cuenta con ningún nivel de escolaridad. Estos niveles de escolaridad junto con los niveles de ingresos y las actividades económicas descritas antes, nos permiten afirmar que las condiciones socioeconómicas de los pobladores de esta zona es heterogénea, son comunidades rurales, campesinas pobres que a pesar de compartir un espacio en la zona de estudio no se comportan de forma similar, debido a que su visión campesina los conduce a mantener un amplio abanico de ingresos y actividades con las cuales procuran garantizar su forma de vida.

Esta afirmación la corroboramos al realizar el análisis de ordenación, donde encontramos que la población de la zona media presenta un patrón de agrupamiento heterogéneo, observamos que el agrupamiento de las variables se presenta en dos grupos bien definidos y con un porcentaje de explicación de los ejes del % (inerzia total=39%,  $\text{Chi}^2=17,62$ ).



**Figura 12.** Ordenación de las respuestas de los habitantes de la zona media de la subcuenca con respecto a las variables escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno, opinión acerca de los beneficios del bosque y venta de la tierra. **Leyenda:** **Escolaridad** (E-) E-Ning= Ninguna, E-Prim= Primaria, E-Secu= Secundaria, E-Univ=Universidad; **Ocupación** (O) O-Jor= Jornalero, O-Alba= Albañil, O-V campo= Venta de productos del campo, O-Varios= Más de dos ocupaciones, O-Nr= No responde; **Ingreso** mensual por hogar (I) I-900= \$900, I-1000= \$1000, I-2000= \$2000, I-3000=\$3000, I-6000=\$6000; **Apoyo de gobierno** (AG) AG-SI= Si recibe, AG-No= No recibe; **Beneficios del bosque** (BB) BB-A=Agua, BB-ai=Aire, BB-M=Madera, BB-H= Humedad, BB-O=Otros.

En cuanto a la relación de estas variables socioeconómicas y la opinión de los beneficios del bosque, hallamos mediante el análisis de ordenación (Análisis de correspondencia, AC), que las relaciones lineales más sólidas y con mayor concordancia son las presentadas por las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque (Figura 12). Encontramos que existe una correlación lineal creciente entre las variables escolaridad y beneficios del bosque, explicado por un  $r^2=0.34$ . En el eje de las X está representado el número de personas de la zona media con un grado de escolaridad (primario, secundario, universitario o ninguno) y en el eje de las Y esta representadas el número de respuestas respecto a cada una de las categorías de beneficios del bosque (agua, aire, madera, sombra, humedad, otros).

Evidenciando que la población con nivel de escolaridad primaria consideran el agua (39.8%) como el beneficio más significativo que aporta el bosque, seguido de la población con escolaridad secundaria que considera a el aire (26.5%) y la madera con un 8.4% (Figura 13a). En cuanto a la relación de la ocupación con los beneficios del bosque encontramos que los habitantes que se dedican a trabajar como jornaleros consideran el beneficio a el aire (26.5%) como el más significativo, seguido del 39.8% que considera a el agua, los cuales se dedican a venta de productos del campo (Figura 13b). Estas últimas opiniones de ocupación y beneficios del bosque tienen sentido si analizamos que las personas que se dedican a trabajar como jornaleros guardan una relación más estrecha con las ciudades donde la principal preocupación por el medio ambiente es la calidad del aire, contrario a la opinión del beneficio del agua, el cual es un recurso indispensable para las personas que se dedican a la producción de productos del campo como maíz, frijol o papa.

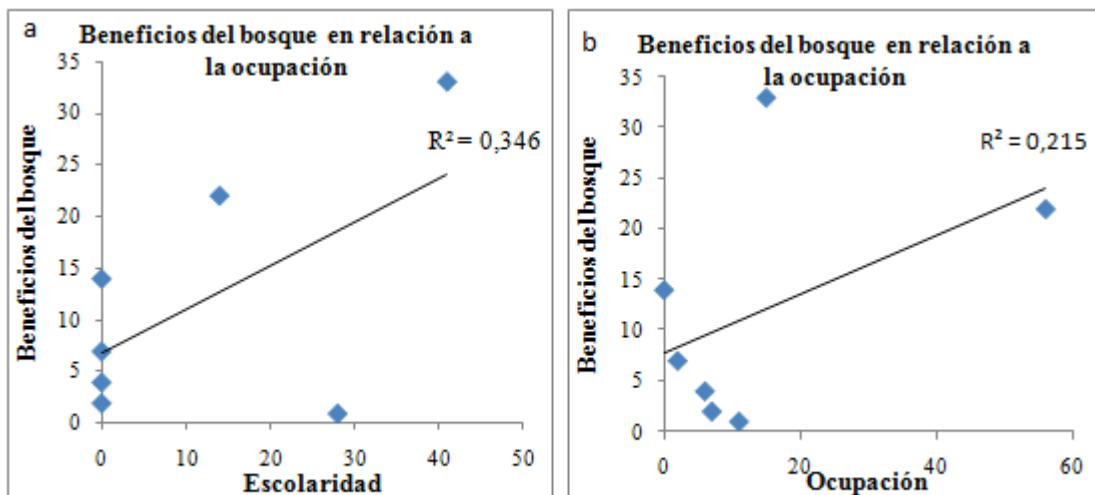


Figura 13. Relación lineal entre las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque.

### Zona Baja

Los habitantes de la zona baja de la subcuenca conforman una población semi urbana con ingreso promedio de \$3,174 mensuales por hogar. El 61.6% de los habitantes encuestados percibe un ingreso promedio entre los \$3,000 y \$6,000 pesos. Identificamos que la actividad más representativa es la albañilería (10.8%), esto se debe a la cercanía de las localidades ubicadas en esta zona con respecto a las ciudades de Xalapa y Coatepec, y al acelerado proceso de crecimiento de la mancha urbana en esta zona de la subcuenca. Otras de las actividades a las cuales se dedican la población de la zona baja son: jornaleros (9.7%), varias actividades (9.2), dentro de las que encontramos ganadería, cultivos y venta de productos del campo (5.9%), venta de abarrotes (7%) y

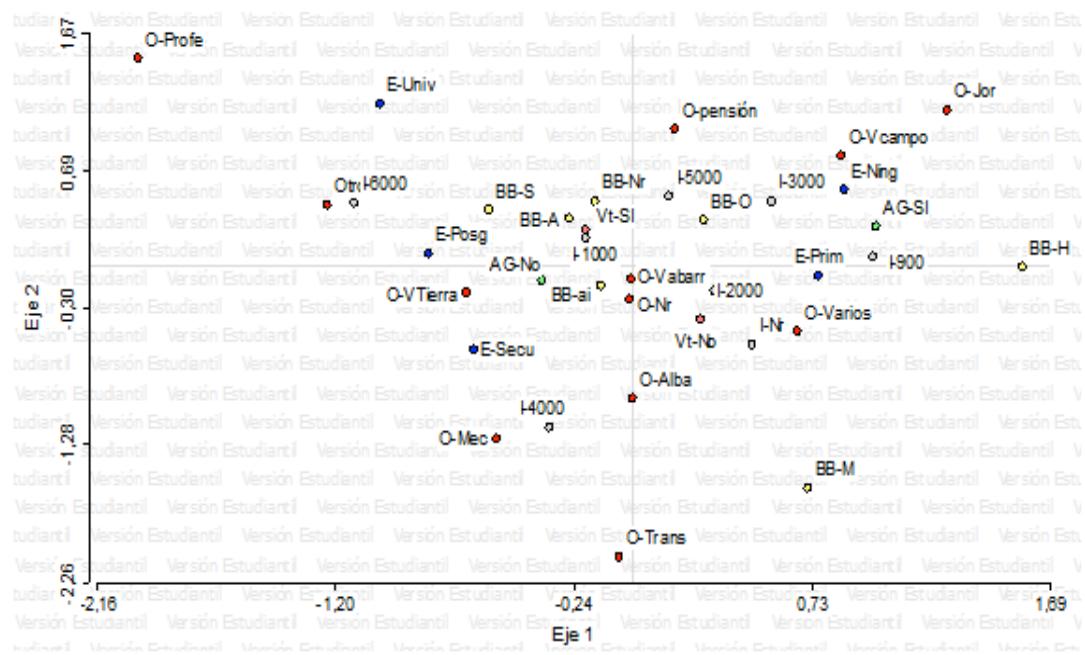
pensionados (7.6). Entre las actividades productivas que se desarrollan en esta zona se encuentra el cultivo de café, el cultivo de caña, milpa, macadamia.

En esta zona a diferencia de las otras dos (alta y media) solo el 27% de los habitantes cuenta con un ingreso por apoyo de gobierno por parte de programas como Oportunidades, Setenta y más, Procampo o Pago por Servicios Ambientales. Esta condición puede deberse a que estos subsidios son otorgados en su mayoría a pobladores con bajos niveles de ingreso y poblaciones pobres o vulnerables. El 36.8% de la población de esta zona cuenta con un nivel de escolaridad secundaria, el 34.1% de primaria y el 14.1% universidad. Estos indicadores nos permiten identificar que la cercanía de estas poblaciones con ciudades hace que esta zona cuenta con mayores accesos a educación y actividades económicas. Estas condiciones socioeconómicas nos permite afirmar que el comportamiento de los pobladores de esta zona es heterogéneo, presentan diferencias significativas en sus ingresos, niveles de escolaridad y actividades económicas a las que se dedican.

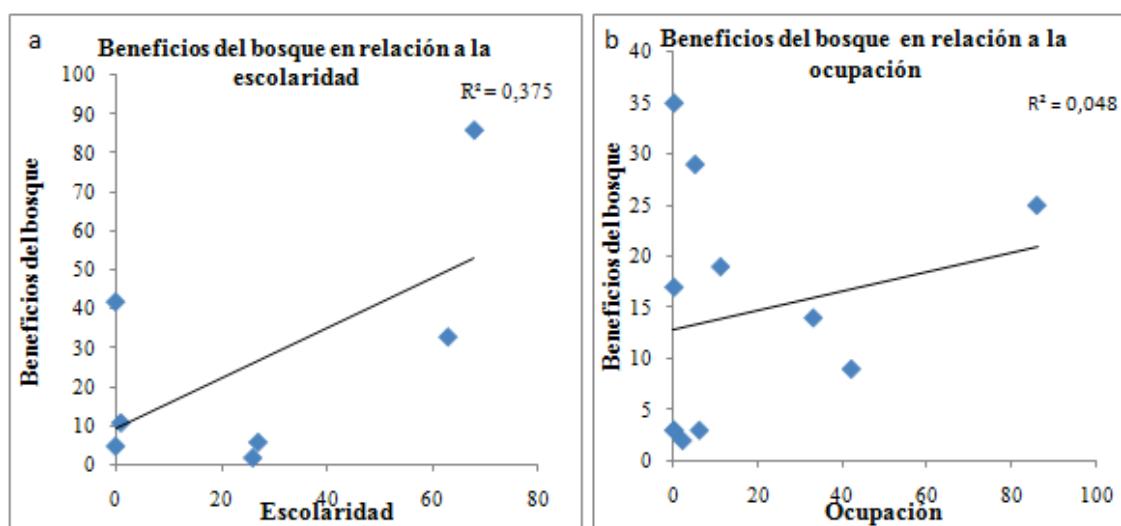
Mediante el análisis de ordenación (Análisis de correspondencia, AC), comprobamos la relación y agrupamiento entre las variables de la caracterización socioeconómica, encontrando que no existe una agrupación evidente de las variables analizadas (Figura 14), lo cual nos permite afirmar que la población de esta zona es heterogénea con respecto a estas variables socioeconómicas.

Con respecto a la relación que presentan las características socioeconómicas con respecto a los beneficios del bosque encontramos que existe una correlación lineal creciente entre las variables escolaridad y beneficios del bosque, la cual es explicada por un  $r^2=0.37$  y una relación lineal decreciente entre la ocupación y los beneficios del bosque con un  $r^2=0.04$ . En el eje de las X está representado el número de personas de la zona media con un grado de escolaridad (Primario, secundario, universitario o ninguno) o la actividad económica a la cual se dedican (Ocupación) y en el eje de las Y esta representadas el número de respuestas respecto a cada una de las categorías de beneficios del bosque (agua, aire, madera, sombra, humedad, otros).

Se observa que la población con un nivel de escolaridad secundaria identifica el aire (46.5%) como el beneficio más significativo del bosque; esta opinión está vinculada con el gran problema que representan las zonas urbanas, la contaminación ambiental producto de las fábricas y los coches de las ciudades. Mientras que los que cuentan con escolaridad primaria consideran al agua como el beneficio más importante del bosque (17.8%) (Figura 15). En relación a la ocupación y los beneficios del bosque la correlación es decreciente, por lo cual consideramos que no hay una relación directa entre la actividad que desempeñan los pobladores y su opinión respecto al bosque.



**Figura 14.** Ordenación de las respuestas de los habitantes de la zona baja de la subcuenca con respecto a las variables escolaridad, ingresos, ocupación, apoyo de gobierno, opinión acerca de los beneficios del bosque y venta de la tierra. **Leyenda:** **Escalaridad (E)** E-Ning= Ninguna, E-Prim= Primaria, E-Secu= Secundaria, E-Univ=Universidad; **Ocupación (O)** O-Jor= Jornalero, O-Alba= Albañil, O-V campo= Venta de productos del campo, O-Varios= Más de dos ocupaciones, O-Nr= No responde; **Ingreso** mensual por hogar (I) I-900= \$900, I-1000= \$1000, I-2000= \$2000, I-3000= \$3000, I-6000= \$6000; **Apoyo de gobierno (AG)** AG-SI= Si recibe, AG-No= No recibe; **Beneficios del bosque (BB)** BB-A=Aqua, BB-ai=Aire, BB-M=Madera, BB-H= Humedad, BB-O=Otros.



**Figura 15.** Relación lineal entre las variables escolaridad y ocupación respecto a los beneficios del bosque.

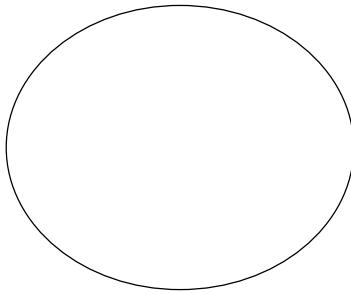
**ANEXO 5. ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA: PERCEPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS  
SOBRE LOS PSAH EN LA SUBCUENCA**

- 1- Si a Usted le prepusieran reforestar una de sus tierras que no tienen bosque, que pediría a cambio (\$), \_\_\_\_\_
- 2- ¿Cuál de las actividades económicas que usted realiza estaría dispuesto a sacrificar para poder poner bosque y que le compensaran?

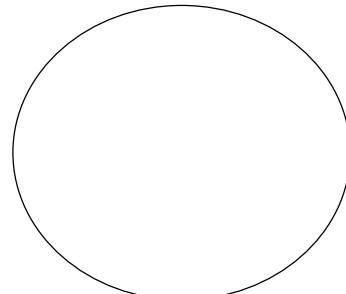
\_\_\_\_\_

En la siguiente figura podría por favor indicar cuales actividades económicas realiza en la actualidad y cuales actividades estaría dispuesto a cambiar para poner bosque.

**Escenario actual**



**Escenario Futuro**



- 3- ¿Cuánto dinero desearía que le pagaran por el dejar su bosque en conservación o sembrar árboles para el cuidado del suelo, el agua, aire, etc.?  
\_\_\_\_\_
- 4- Sabe Ud. Cuanto es el pago que reciben otros dueños de la tierra por PSA? ¿es suficiente, o es un pequeño incentivo? ¿Digamos una propina?  
\_\_\_\_\_
- 5- ¿Usted cuales cree que son los beneficios que está generando el PSA para la comunidad?  
\_\_\_\_\_
- 6- Cuál es la principal razón por las que ingresó al PSA? (no dé la lista de respuestas, espere la respuesta del entrevistado)  
 pago en efectivo  
 Asistencia técnica  
 aumenta el valor de la tierra  
 Titulación de la finca  
 tenencia de la tierra asegurada (en contra de invasiones)  
 fue motivado por el intermediario o gente del proyecto  
 Otro (explique) \_\_\_\_\_
- 7- ¿Cómo cree UD que afecta un aumento en el área de los bosques sobre la cantidad de agua?:  
Más  Menos  Igual
- 8- ¿Cómo cree UD que afecta un aumento en la cantidad de bosques sobre la calidad del agua?: \_\_\_\_\_

**ANEXO 6. ENCUESTA ECONOMICA - ANÁLISIS DEL COSTO OPORTUNIDAD EN LA  
SUBCUENCA DEL RIO PIXQUIAC**

Nombre \_\_\_\_\_

Zona de la subcuenca A\_\_ M\_\_ B\_\_

Costos												
		Inversión inicial				Costos operativos						
Cultivo	Área	Maquinaria (arado)	Construcciones	otros	Mano de obra (jornal) v/r y #	Semillas	Preparación del suelo	Abonos	Químicos (fert/pest)	Transporte	Cosecha	

Ingresos						Subsidios- Apoyos económicos						
Cultivo	Área	# veces al año	Ingresos recibidos	% venta	Donde los vende		CONAFOR	SEDESOL	SAGARPA	CONAP	MUNICIPO	ESTADO
						Si – No						
						Cuanto recibe						
						Recibe otro apoyo						

Nombre \_\_\_\_\_

Costos ganado											
		Inversión inicial				Costos operativos					
Ganado # Raza	Precio unit ganado (compra)	Transporte	Asistencia técnica	Mano de obra	Insumos	Pastos	cercos	Proporción del sitio (área)	construcciones	otros	

Ingresos ganado									
# de cabezas vendidas en el año	Precio individual	área	raza	Total	# Litros leche vendidos al mes	Precio litro	Total	Otros	

## **ANEXO 7. ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE PREDIOS EN EL PSAH EN RELACIÓN A LA TOPOGRAFÍA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC**

Este análisis busca evaluar si existe una relación entre las áreas o predios inscritos en los PSAH con la topografía presente en cada una de las zonas de la subcuenca. Partimos del supuesto que las tierras destinadas para este programa en su mayoría son tierras marginales para la producción de actividades productivas. Por esta razón, se busca evaluar si existe una relación mediante un modelo lineal simple. El cual parte de la siguiente función lineal.

### **Función lineal**

Se llama función lineal de una variable, a una función de la forma

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X \quad \alpha_0, \alpha_1 : \text{const.}$$

$\alpha_0$ : ordenada en el origen (valor de Y cuando X=0)

$\alpha_1$ : pendiente (cambio de Y al aumentar X en 1)

La variable dependiente fue la proporción de predios participantes por zona, y como variable independiente el grado de inclinación. Esta ultima variable estuvo clasificada en cuatro tipos: Suaves (1-8°) Moderadas (8-20°) Abruptas (20-40°) Muy abruptas (>40°). Se incluyeron en este análisis los predios participantes para los años 2003 y 2014. Este análisis permitió determinar la relación entre los predios en PSAH y las condiciones topográficas.

**ANEXO 8. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES PRESENTES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC.**

Variables Comparativas	CONAFOR	FIDEKOAGUA	PROSAPIX
Motivos de la creación	Implementado con la transferencia de 2.5% de los pagos de concesiones del agua cobrados por CONAGUA a la CONAFOR para crear el fideicomiso Fondo Forestal Mexicano y con el fin de incentivar la conservación y apoyar la generación de servicios ambientales (FONAFIFO et al.2012). Este programa hace parte de las estrategias de conservación in situ establecidas por el gobierno nacional para el mantenimiento y la conservación de los ecosistemas, las interacciones entre los servicios ambientales y la regulación de los procesos ecológicos (Urquiza, 2009).	Surge a raíz de una fuerte sequía soportada por el municipio de Coatepec, en el año de 1998. Como consecuencia del fenómeno climático de “El Niño”, que para ese año fue inusualmente fuerte. Además del crecimiento poblacional, la deforestación en la cuenca que provocó la cambios en el ciclo hidrológico. Esta situación provocó la restricción y tandeo del suministro de agua potable durante 2-3 semanas para la primera vez en la historia de la ciudad. En el año 2011 la administración inicia el programa adopta una hectárea con la cual incremento el número de hectáreas beneficiadas y con el cual busca acerca a empresas como Coca-cola o Nestle en la responsabilidad del uso de los recursos hídricos.	Inicia en el 2007 como una iniciativa de la sociedad civil y el gobierno estatal y municipal. Con el fin de promover la conservación de los relictos de bosque mesófilo presentes en la subcuenca del río Pixquiac que abastecen el 38,5% del agua que consume la ciudad de Xalapa.
Objetivos	Objetivo inicial: Realizar un pago a los beneficiarios, dueños y/o legítimos poseedores de terrenos con recursos forestales por los servicios ambientales que prestan el buen estado de conservación de sus bosques y selvas (Diario Oficial, 2003).  Objetivo complementario: La disminución de los índices de pobreza y marginación en áreas forestales, mediante la inducción a un manejo y uso adecuado de sus recursos naturales.	GENERAL: Mejorar y conservar los recursos naturales del municipio y asegurar el abastecimiento de agua potable a la población coatepecana y a las comunidades circunvecinas.  PARTICULAR: 1-Asegurar en cantidad y calidad, el caudal de agua del municipio y la región. 2-Disminuir los costos de tratamiento de agua para consumo humano. 3-Procurar la recarga de los mantos acuíferos. 4-Influir en la disminución de los procesos de erosión y disminución de los riesgos y daños por fenómenos naturales.  El proyecto buscaba cambiar la cultura de tumba, roza y quema, por el de conservación y aprovechamiento sustentable, al igual que un ingreso económico, el cual es fundamental en un esquema de participación comunitaria (Contreras, 2005).	1. Funcionar como un instrumento de financiamiento que apoye la cogestión y el manejo integral de la subcuenca. 2- El desarrollo de alternativas productivas es la condición indispensable para generar condiciones que permitan conservar los bosques y fuentes de agua a largo plazo. 3- El programa apoya la conservación de SA en conjunto (biodiversidad, servicios hidrológicos). 4- La conservación es entendida como un objetivo que se logra mediante el uso regulado y sustentable de los mismos. 5- La inversión debe orientarse considerando criterios técnicos y sociales diseñados para las condiciones socio-ambientales locales. 6- Compensación como medio de apoyo a los beneficiarios, “no pago”. Este debe de ir acompañada por asesorías técnicas y capacitación para fortalecer a las comunidades (Paré y Gerez, 2012).
operaciones	Predios ubicados en las zonas críticas de recarga de acuíferos a nivel nacional, con cobertura	Solicitud de incorporación al programa, para lo cual debe contar con a) ubicación geográfica georeferenciada del predio; b) no	La superficie mínima 1 hectárea, en el lapso de cinco años el programa busca no solo dar una compensación a los

	<p>forestal de más de 80%, vinculados al suministro de agua de ciudades de más de 5000 habitantes, ubicados en zonas con un grado de pobreza y marginación.</p> <p>Posteriormente se incluyeron criterios sociales, en el que se considera a estos programas como parte de las políticas de combate a la pobreza, considerando criterios como condición de marginación según la CONAPO, pertenencia a población indígena, género femenino, la existencia de un contrato con algún comprador de SA, ubicación dentro de zonas de interés de PROFEPA y una PROMSA.</p>	<p>tener adeudos en el pago del impuesto predial ni en el pago del servicio del agua; c) comprobar la propiedad o posesión y d) firmar de la carta de adhesión (Contreras, 2005). 2- Análisis de las solicitudes donde se determina la cobertura forestal del predio mediante imagen satelital. 3- Selección de predios la cual es en base a los predios más arbolados (Guzmán, 2005).</p>	<p>beneficiarios sino que a la par generen opciones económicas compatibles con el cuidado de la subcuenca.</p>
<p><b>Metodología empleada para establecer el monto del pago</b></p>	<p>Estudio de costo de oportunidad de la tierra, elaborado por el INE en el año 2002, estimó la rentabilidad económica de la agricultura (Maíz y frijol) y la ganadería (Carne en canal), consideradas como las actividades económicas con mayor probabilidad a las que un propietario cambiaría el uso de suelo de su bosque o selva (INE, 2002; Muñoz <i>et al.</i> 2006).</p> <p>Recientemente se incorporó el Riesgo de deforestación, como insumo para la selección de áreas prioritarias (Muñoz-piña, 2011).</p>	<p>Fue calculado a partir del promedio de ganancias obtenidas por una hectárea de café en la región. Sin embargo este valor no representó el verdadero costo de oportunidad de la tierra. Debido a que no existió una estimación real, además que en esos momentos el precio internacional del café se encontraba en caída (Muñoz <i>et al.</i> 2008).</p>	<p>Fue definido a partir de dos criterios. 1) Preguntándoles a los beneficiarios del PSAH de CONAFOR que se encuentran en la subcuenca, si el monto pagado era un valor significativo, además se les preguntó cuál sería el valor mínimo razonable al cual ingresarían a un esquema de PSAH. 2) Se realizó un análisis del valor pagado por CONAFOR, entre los técnicos de SENDAS y investigadores del Instituto de Ecología (INECOL), la UNAM y la Universidad Veracruzana (Fuentes, 2012).</p>
<p><b>Presupuesto inicial</b></p>	<p>\$200 millones de pesos provenientes de los usuarios del agua a nivel nacional</p> <p>A partir del 2008 hubo también una aportación extra directamente del congreso nacional de \$50-60 millones de dólares / año</p>	<p>Aportados por CONAFOR \$500,000, Ayuntamiento Coatepec \$400,000 y Aporte usuarios \$100,000.</p>	<p>\$300,000.00 pesos aportados por el ayuntamiento de Xalapa</p>
<p><b>Presupuesto año 2012</b></p>	<p>\$ 1,986 millones de pesos provenientes de los usuarios del agua a nivel nacional</p>	<p>Aportados por CONAFOR: \$638,889.79 Ayuntamiento Coatepec + usuarios y programa Adopta una hectárea: \$632,621,99 Para un total de: \$1,271,511.78</p>	<p>CONAFOR: \$506,917.60 y COCUPIX \$760,992.40 Para un total de \$1,1267,910</p>
<p><b>Pago anual</b></p>	<p>2003- 2012 la hectárea de bosque mesófilo \$400 pesos y \$300 pesos para bosque templado y selva.</p> <p>2008- 2012 fondos concurrentes aporta hasta \$1,100/ha por bosque mesófilo en zonas de alto riesgo de deforestación y hasta \$700/ha por bosque templado o selva.</p>	<p>2002 al 2010: en promedio \$800/ha al año.</p> <p>2011y 2012: en promedio \$1,100/ha al año</p>	<p>2006-2009: en promedio \$,1000/ ha al año.</p> <p>2012-2012: \$1,100/ha al año</p>
<p><b>Propietarios</b></p>	<p>Personas físicas o morales de nacionalidad mexicana que sean propietarios o poseedores de terrenos forestales,</p>	<p>Propietarios de predios de las zonas altas del municipio de Coatepec que se encontraran entre los 1,200 y 2,900 msnm, tuvieran una cobertura boscosa</p>	<p>Dueños de predios con cobertura forestal en la subcuenca del Pixquiac</p>

	preferentemente forestales o temporalmente forestales como, Ejidos, comunidades, pequeños propietarios, y poseedores de tierras que cuenten con bosques o selvas.	que quisieran conservar y manifestaran interés en pertenecer al programa (Contreras, 2013).	
Número Ha	2003: 126 mil ha 2004: 215 mil ha 2005: 195 mil ha 2006: 145 mil ha 2007: 145 mil ha 2008: 462 mil ha 2009: 502 mil ha 2010: 507 mil ha.	Inicial 500 hectáreas  Del 2003 al 2010: 808,74 ha  2011 y 2012: 1115,92 hectáreas.	2008 y 2009: 976,5 ha 2010: 1048,6 ha 2011: 1155,10 ha 2012: 1094,10 ha
Número de beneficiarios	Los beneficiarios ubicados en 15 estados de la república para los siguientes años: 2003: 215 predios 2004: 578 predios 2005: 302 predios 2006: 315 predios 2007: 1,447 predios 2008: 1,114 predios 2009: 693 predios 2010: 686 predios	Del 2002 al 2010 tuvieron 97 beneficiarios.  2011 y 2012 fueron 113 beneficiarios.	2008 y 2009: 228 beneficiarios  2010: 231 beneficiarios  2011: 286 beneficiarios  2012: 264 beneficiarios
Monitoreo	Verificación con fotografías multiespectrales que cotejan que la cobertura boscosa de un año a otro se mantenga, acompañada de visitas aleatorias a algunos de los predios inscritos al programa.	2002-2006 se realizó a través de imágenes satelitales multiespectrales suministradas por CONAFOR. 2007-actual se realiza mediante visitas eventuales a algunos predios, debido a que solo cuentan con una persona encargada para realizar esta verificación.	Realiza una visita anual a los predios participantes, donde se verifican los cumplimientos de los acuerdos. Además cuenta con la vigilancia participativa de la calidad del agua, mediante un red comunitaria de monitoreo participativo (Paré y Gerez, 2012).
Fortalezas	Es el programa base para el funcionamiento de los esquemas de PSA en México. Apoyos por periodos a mediano y largo plazo (5-10 años) Cuenta con recursos de los usuarios del agua y el congreso de la república. Comité Técnico Consultivo con expertos para asesorar	Aportes aumentó de uno y dos pesos de las tomas de agua del municipio para el financiamiento del PSAH. Nuevo programa Adopta una ha, nueva estrategia de corresponsabilidad ambiental. En el periodo 2005-2008, los hijos de 44 beneficiarios inscritos en el programa recibieron una becas por \$1,200 pesos al año para apoyar sus estudios (González, 2013). Programa visionario (primero en México) Pagos a personas del mismo municipio Oportunidad de entablar una corresponsabilidad entre los usuarios de agua en Xalapa y los propietarios de las tierras de las zonas altas de la subcuenca.	Ser un programa de gestión de cuenca, que busca enlazar el PSAH, con acciones de reforestación, reconversión productiva, sensibilización ambiental, manejo forestal y calidad del agua.  Oportunidad de entablar una corresponsabilidad entre los usuarios de agua en Xalapa y los propietarios de las tierras de las zonas altas de la subcuenca.  Pagos basado en estudios científicos (zonas, balance hidrológico, patrones de uso de suelos, etc.)  Monitoreo del servicio ambiental y no sólo la cobertura boscosa

## Programa CONAFOR

De acuerdo a las reglas de operación la población objetivo son las personas físicas o morales de nacionalidad mexicana que sean propietarios o poseedores de terrenos forestales, preferentemente forestales o temporalmente forestales y que tengan las siguientes características: 1- Ejidos,

comunidades, pequeños propietarios, y poseedores de tierras que cuenten con bosques o selvas. 2- El área forestal comprometida por beneficiario no exceda las 4000 hectáreas de bosques no comerciales. 3- En caso de tratarse de tierras de uso común, cumplir con los requisitos de organización que marca la Ley Agraria, y que las decisiones sean tomadas por la asamblea. 4- En caso de los predios que tengan programa de manejo forestal, serán elegibles para el pago de servicios ambientales hidrológicos aquellas áreas designadas permanentemente como de conservación, o un máximo de 200 ha, en áreas de recuperación o reposo (CONAFOR, 2004).

Las Obligaciones y Derechos de los beneficiarios son: 1- No cambiar el uso de suelo y la cobertura forestal de los predios acordados. 2- Notificar a CONAFOR en un plazo no mayor de 30 días naturales, de cualquier eventualidad no prevista que reduzca la masa forestal no imputable al beneficiario. 3- No realizar, ni permitir que se realicen acciones que contribuyan a la deforestación o al deterioro de los bosques y/o selvas estipulados en la carta de adhesión. 4- Otorgar todas las facilidades posibles para la realización de las actividades de monitoreo y evaluación del Programa. 5- Mantener como mínimo, la vigilancia del predio, con la finalidad de asegurar la conservación de la misma cobertura forestal. 6- Solicitar a CONAFOR, apoyos para que su predio cuente con programa de manejo forestal. 7- Manifestar por escrito las quejas, denuncias e inconformidades. 8- Recibir con oportunidad el pago de los servicios ambientales hidrológicos del cual resultó beneficiario (CONAFOR, 2004).

El establecimiento de las reglas de operación varían año a año, sin embargo, para establecer las reglas iniciales se tuvieron en cuenta algunas consideraciones<sup>15</sup> como: a) el artículo 4 de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; b) el apartado 3.9 del Programa Nacional Forestal 2001-2006; c) la necesidad de trabajar en esquemas que detonaran el surgimiento de mercados para cada uno de los SA que brindan los ecosistemas forestales, debido a que a esa fecha solo se contaban con algunas iniciativas locales aisladas, y no mercados consolidados; d) la necesidad de incentivar a los dueños de los recursos forestales a través de un apoyo que les permita seguir conservándolas; y e) se reconoce la existencia y la importancia de los SA y que existe la voluntad de promover su protección e incentivar el mantenimiento de su producción a través de una estrategia de generación de mercados de SA (Diario Oficial, 2003).

Existen dos juegos de criterios 1) para establecer la elegibilidad de recibir pagos y 2) para evaluar y priorizar las solicitudes, estos también han variado en el tiempo, los criterios iniciales fueron: 1- Existencia de una superficie arbolada igual o mayor al 80% de la superficie, correspondiente a bosques y selvas. 2- Los predios debían estar localizados en zonas críticas para la recarga de acuíferos, catalogadas como sobre explotadas mediante el Acuerdo emitido por la Comisión Nacional del Agua; o zonas con aguas superficiales donde haya problemas de escasez, de calidad del agua, de sedimentos; o de riesgo de desastres hidrológicos. 3- Los polígonos participantes deben de estar vinculados con el abastecimiento de agua a centros poblacionales de más de 5,000 habitantes; o que se ubiquen dentro de las montañas listadas por CONAFOR (CONAFOR, 2004).

**Cuadro 22.** Presupuesto del programa nacional de PSAH administrado por CONAFOR.

Año	Presupuesto (millones de pesos)	Número de beneficiarios*	Hectáreas (miles)
2003	\$ 200	215	126
2004	\$ 387	578	215
2005	\$ 310	302	195
2006	\$ 231	315	145

<sup>15</sup> Entendido como cada una de las razones esenciales que preceden y sirven de apoyo a un fallo o dictamen.

2007	\$ 1,060	1447	145
2008	\$ 981	1114	462
2009	\$ 1,096	693	502
2010	\$ 1,112	686	507
2011	\$ 1,103	**	463
2012	\$ 1,986	**	**
<b>TOTAL</b>	<b>8,466</b>	<b>5,135</b>	<b>2,636</b>

\*CONAFOR considera a cada ejido como un solo beneficiario, es decir no suma el total de ejidatarios sino lo considera como persona moral con un representante legal.

\*\* Datos no disponibles

Posteriormente, en el año 2007 CONAFOR incluyó criterios sociales como parte de las políticas de combate a la pobreza dentro de las reglas de operación, estos fueron: 1) Disminuir los índices de pobreza y marginación en áreas forestales, mediante la inducción a un manejo y uso adecuado de sus recursos naturales; 2) Generar desarrollo y expansión económica a partir de la valoración, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos de los bosques, selvas y la vegetación de las zonas áridas; 3) Impulsar la planeación y organización forestal, incrementar la producción y productividad de los recursos forestales, su conservación y restauración, así como elevar el nivel de competitividad del sector para contribuir a mejorar la calidad de vida de los mexicanos; 4) Dar cumplimiento a las atribuciones otorgadas a la Comisión Nacional Forestal por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, el Programa Nacional Forestal y el Programa Estratégico Forestal, así como a las demás disposiciones normativas aplicables (Diario Oficial, 2007).

La institución operadora del programa fue CONAFOR. Para asegurar una operación transexenal el presupuesto se administró a través del Fondo Forestal Mexicano (FFM), entidad que funcionaría como enlace entre las fuentes de financiamiento del programa: CNA, CONAFOR, Congreso de la Unión e instituciones internacionales como el Banco Mundial a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), mediante donaciones o préstamos (FONAFIFO *et al.* 2012). El cuadro 22, presenta el presupuesto operado por CONAFOR durante el periodo de 2003 a 2012.

### Programa FIDECOAGUA

En el segundo año el presupuesto del programa solo contó con los aportes del ayuntamiento y los aportes de los usuarios del municipio, a través de la CMAS-Coatepec con un aporte promedio de \$500,000 pesos, ocasionando que los montos a pagar a los beneficiarios se redujeran de \$991/ha a \$500/ha. Es importante significar que en este mismo año inició el programa de PSAH de CONAFOR, para lo cual las directivas del FIDECOAGUA lograron vincular las aportaciones del programa federal con el PSAH de la cuenca de los Gavilanes. Para ello se firmo un convenio de PSAH por cinco años. El convenio funciono del año 2003 al 2008 con un presupuesto anual de \$763,429 pesos beneficiando a 808.74 ha y 97 dueños de bosques, el pago otorgado por hectárea fue de \$900 al año.

En 2008 finalizó el convenio de FIDECOAGUA con PSAH-CONAFOR, pero inició el financiamiento con el Programa de Fondos Concurrentes de esta misma entidad, que busca incentivar la creación de mecanismos locales de PSAH. Este tuvo vigencia durante los años 2008 y 2009 con una aportación de \$763,429 pesos. Con esta nueva modalidad de financiamiento la administración del FIDECOAGUA convino en incrementar los montos de pago de \$900/ha a \$1,100/ha para un total de 808.74 hectáreas, debido a que el programa de Fondos Concurrentes les permitía contar con un ingreso mas fijo. En 2010 el FIDECOAGUA no renovó el convenio de

Fondos Concurrentes, ocasionando que ese año los beneficiarios no recibieran ese pago. En 2011 inició una nueva administración que retomó la firma del convenio de fondos concurrentes. En el 2012 inicio el programa de “Adopta una Hectárea”, el cual no solo beneficio áreas de bosque sino cafetales bajo sombra. Junto con el convenio de fondos concurrentes el FIDECOAGUA sumó un presupuesto de \$1,271,512.

Durante el funcionamiento del programa el número de beneficiarios se incremento de 97 entre 2002 y 2010, los cuales recibieron en promedio un pago de \$800 pesos por hectárea, a 113 beneficiarios en 2011 y 2012 que recibieron en promedio \$1,100 pesos por hectárea. Adicionalmente durante el periodo 2005-2008, los hijos de 44 beneficiarios inscritos en el programa recibieron una beca por \$1,200 pesos al año para apoyar sus estudios; por lo que en total cada uno de estos beneficiarios recibió \$2,100 pesos por año. (González, 2013).

### **Programa PROSAPIX**

La población objetivo del programa son los dueños de predios con cobertura forestal en la subcuenca del Pixquiac. En los primeros años (2007-2008) los beneficiarios del programa fueron ejidatarios y pequeños propietarios de la zona media de la subcuenca, los cuales tenían principalmente fragmentos de bosque mesófilo de montaña y bosques de pino –encino. En 2009 se incorporó el ejido Agua de los Pescados perteneciente a la zona alta de la subcuenca, con bosques de coníferas. En este mismo año el programa dio a conocer los estudios técnicos del balance hídrico y el mapa de zonas prioritarias de la subcuenca, a partir de los cuales aplicaría el criterio de selección de los predios a vincular al programa (Fuentes, 2008; Paré y Gerez, 2012).

Los propietarios de los predios de PSAH se comprometen a: 1) Cumplir un acuerdo del uso de madera exclusivo para consumo doméstico, 2) Instalar señalamientos en las áreas en conservación, 3) Excluir el ganado en las áreas reforestadas, y 4) Participar en los proyectos de reconversión productiva.

El monitoreo del programa se realiza con una visita anual en campo de los predios participantes, donde se verifican los cumplimientos de los acuerdos del contrato. Esta actividad la realizan dos técnicos en compañía del dueño del predio y otro participante del programa.

La forma de funcionamiento y fuentes de financiamiento de este programa ha presentado varias fases, en su inicio en 2006 el programa arrancó con una partida de \$300,000 pesos aportados por el Ayuntamiento de Xalapa (provenientes de los pagos de agua potable) y canalizados a través de SENDAS A.C. El único sustento legal y marco institucional con el que se inició fue un acta de cabildo autorizando el uso de esa partida para actividades de reforestación y pequeños proyectos de capacitación comunitaria.

Para 2007 el financiamiento del ayuntamiento de Xalapa fue de \$412,000 pesos canalizados a través de SENDAS A.C para las mismas actividades que el año anterior. En 2008 y 2009 se operó un total de \$431,733 de los cuales \$376,136 pesos fueron financiados en partes iguales por el Gobierno del estado y por el Ayuntamiento de Xalapa. Estos recursos fueron canalizados a través de Fideicomiso ABC y asignados al COCUPIX<sup>16</sup> para su ejecución. Como contraparte a este financiamiento

<sup>16</sup> Comité de la Subcuenca del Río Pixquiac, busca ser una instancia o espacio de participación social, a partir del cual se articulen las políticas públicas y las iniciativas en pro de un desarrollo sustentable de la subcuenca. Este Comité está conformado por representantes de los ayuntamientos proveedores y usuarios de los servicios ambientales de la subcuenca, así como por académicos de institutos de investigación (INECOL, U.V), dependencias estatales y federales de gobierno (SEDESMA, DGDF, CMAS Xalapa, CONAFOR, CONAGUA), ejidos y asociaciones civiles. En sus inicios fue creado

CONAFOR aportó \$55,733 pesos bajo el programa de Fondos Concurrentes, la renovación de este financiamiento para estos dos años fue anual. Para estos años y con este recurso se beneficiaron 228 propietarios, con un total de 976.50 ha. Sin embargo de los 228 beneficiarios, 195 estaban inscritos en el PSAH-CONAFOR, de manera que al distribuir los apoyos asignados a PROSAPIX, asignaron solo \$500/ha a cada beneficiario, para evitar que el pago se duplicara y funcionara como un complemento del PSAH existente en esos predios. Mientras que a los 33 beneficiarios restantes de PROSAPIX, les otorgaron la totalidad del pago, es decir \$1,000 pesos/ha (Fuentes, 2008; León-Mateos, 2013).

En 2010 PROSAPIX firmó el convenio de Fondos Concurrentes con CONAFOR por cinco años, recibiendo un financiamiento por parte de CMAS<sup>17</sup> de \$373,943.40 pesos asignados a través del COCUPIX y \$103,917 pesos como contraparte de CONAFOR. Bajo esta modalidad el programa espera que la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS) establezca una cuota fija para SA a los usuarios del agua (Paré y Gerez, 2012). Con el presupuesto del año 2010 se beneficiaron 231 propietarios con 1048.6 ha en conservación, a los cuales se les otorgó un pago de \$1,100/ha. El pago se realizó de la misma forma que el año anterior 36 beneficiarios recibieron el monto completo y los 250 restantes recibieron los \$500 pesos que les correspondía como complemento al monto que recibían de CONAFOR (León-Mateos, 2013).

En 2011 el financiamiento fue de \$490,493 asignados al COCUPIX y \$103,917 por parte de CONAFOR, otorgando un pago de \$1,100/ha al año a 286 beneficiarios con un total de 1155.10 ha. Para 2012 el financiamiento fue de \$506,918 pesos de CONAFOR y \$760,992.40 pesos a través del COCUPIX, beneficiando a 264 propietarios con 1094.10 ha (León-Mateos, 2013).

---

para facilitar la comunicación entre el Ayuntamiento de Xalapa y el equipo operativo de SENDAS-UNAM en pro de la toma de decisiones ambientales de la subcuenca (Fuentes, 2008; Pare y Gerez, 2012).

<sup>17</sup> Comisión Municipal de Agua de Xalapa.

**ANEXO 9. ESTIMACIÓN DE LAS GANANCIAS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA PARA CADA ZONA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC (FLUJOS DE CAJA)**

<b>Zona alta: Cultivo del maíz en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Preparación de la tierra (dos días de uso de tractor)	1150	1000 kilos	3850
Siembra (Surcado)	175	Apoyo de Pro campo	1300
Siembra (Dos yuntas)	350		
Siembra (6 Jornales)	360		
Semilla (20 kilos)	300		
Abonos	2700		
Limpia (3 Jornales)	360		
Aterrada (1 yunta)	175		
Químicos	270		
Piscada (9 Jornales)	1080		
<b>Total</b>	<b>\$6,920</b>	<b>Total</b>	<b>\$5,150</b>
<b>Ganancia</b>		<b>-1770</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona alta: Cultivo del papa en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>pesos</b>
Preparación	2100	200 cajas de primera	40000
Arado	700	180 cajas de segunda	27000
Semillas	30000	180 cajas de tercera	14400
Mano obra (6 Jornales)	720	40 cajas de desecho	2000
Yunta (5 Jornales)	2600		
Abonos	4800		
Químicos	8100		
Transporte	5140		
Desecante	890		
Cultivada	6000		
<b>Total</b>	<b>\$61,050</b>	<b>Total</b>	<b>\$83,400</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$22,350</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona alta: Cría de borregos en la subcuenca</b>											
	año1	año2	año3	año4	año5	año6	año7	año8	año9	año10	Total
Egresos	19430	20430	21430	22430	23430	24430	25430	26430	27430	28430	239,300
Ingresos	3750	7000	12900	18800	24700	30600	36500	42400	48300	54200	279,150
Ganancia	<b>\$279,150 - 239,300/10años = \$4000 pesos /año</b>										

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona media: Cultivo del maíz en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Chapeo (6 Jornales)	780	1500 kilos	9000
Barbecho (4 Jornal Yunta)	1600	200 rollos de hoja	1600
Siembra (6 Jornales)	800	Venta del rastrojo (1 ha)	1000
Semilla (15 kilos)	70		
Abonos	1400		
Limpia (10 Jornales)	1300		
Aterrada (10 Jornales)	1300		
Químicos	500		
Doblada (8 Jornales)	1040		
Piscada (12 Jornales)	1560		
Transporte	2000		
<b>Total</b>	<b>\$12,350</b>	<b>Total</b>	<b>\$11,600</b>
<b>Ganancia</b>		<b>-750</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona media: Cultivo de papa en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Preparación de la tierra	6250	Papa de primera	30500
Siembra	1320	Papa de segunda	8900
Semilla (15 kilos)	7840	Papa de tercera	900
Abonos	8265		
Limpia	940		
Químicos	2780		
Cultivada	4000		
Transporte	2250		
<b>Total</b>	<b>\$33,645</b>	<b>Total</b>	<b>\$40,300</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$6,655</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona media: Cultivo de Macadamia en la subcuenca</b>																
	año1	año2	año3	año4	año5	año6	año7	año8	año9	año10	año11	año12	año13	año14	año15	Total
<b>Costos</b>	17150	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	8003
<b>ingresos</b>	0	0	0	0	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	30500
<b>Ganancia / Año</b>	-17150	-7350	-7350	-7350	15150	15150	15150	15150	15150	15150	15150	15150	15150	15150	15150	337450
<b>Ganancia Promedio anual</b>	<b>\$337,450 / 15 = \$22,495</b>															

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona media: Cultivo de flores (alcatraz) en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Preparación de la tierra	120	2240 docenas a 4 pesos	8960
Herbicida	100		
Siembra	1560		
Semilla	1000		
Mantenimiento	480		
Cosecha	3840		
<b>Total</b>	<b>\$7,100</b>	<b>Total</b>	<b>\$8,960</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$1,860</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona media: Carbón vegetal en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
1 árbol	550	50 lonas de carbón a \$95 cada una	
Tirar y cortar	1390		4750
Apilado y prendido	450		
Armado del horno	390		
Visita para verificar	300		
Encostalar	500		
Transporte	440		
<b>Total</b>	<b>\$4,020</b>	<b>Total</b>	<b>\$4,750</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$730</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona media: Cultivo de frijol en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Preparación de la tierra	650	150 kilos a \$32,5 el kilo	4875
Semillas	75		
Siembra	260		
Abono	550		
Embarada	1300		
Baras	430		
Cosecha	1040		
<b>Total</b>	<b>\$4,355</b>	<b>Total</b>	<b>\$4,875</b>
<b>Ganancia</b>		<b>-750</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona Baja: Cultivo de caña en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Preparación	3300	90 toneladas a \$651 tonelada	58590
Semillas	8400		
Mano de obra	2500		
Limpia	3000		
Químicos	5880		
Transporte	2340		
Cosecha	4050		
Gastos extra	450		
<b>Total</b>	<b>\$29,920</b>	<b>Total</b>	<b>\$58,590</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$28,670</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona Baja: Cultivo de Macadamia en la subcuenca</b>																
	ano1	ano2	ano3	ano4	ano5	ano6	ano7	ano8	ano9	ano10	ano11	ano12	ano13	ano14	ano15	Total
<b>Costos</b>	17150	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	8003
<b>ingresos</b>	0	0	0	0	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	75000	75000	75000	75000	30500
<b>Ganancia / Año</b>	-17150	-7350	-7350	-7350	15150	15150	15150	15150	15150	15150	15150	67650	67650	67650	67650	337450
<b>Ganancia en Promedio año</b>	$337,450 / 15 = 22,495$															

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).

<b>Zona Baja: Cultivo de café en la subcuenca</b>			
<b>Costos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Pesos</b>
Plantas	6000	90 toneladas a \$651tonelada	58590
Surcada	840		
Siembra	840		
Limpia/abonada	360		
Chapeo	5760		
Cosecha	4050		
Gastos extras	450		
<b>Total</b>	<b>\$29,920</b>	<b>Total</b>	<b>\$58,590</b>
<b>Ganancia</b>		<b>\$28,670</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y trabajo de campo. Precios del 2012 (año).