

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

**Relación agua, comunidades y valoración económica de los beneficios derivados
de un programa de tecnologías de cosecha de agua de lluvia en la microcuenca
del río Olopa, en la región del triffinio Guatemala**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como
requisito para optar por el grado de *Magister Scientiae* en**

Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas

Onelia Rosa María Xicay Franco

TURRIALBA, COSTA RICA

2016


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

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL
DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

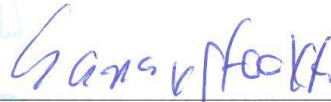
FIRMANTES:



Leida Mercado, Ph.D.
Directora de tesis



Francisco Jiménez, Dr.Sc.
Miembro Comité Consejero



Ney Ríos, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado

Onelia Rosa María Xicay Franco
Candidata

DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor.

A mi familia, por su amor, apoyo y compañía incondicional.

A Guatemala, país multiétnico, multicultural, multilingüe y sobre todo bendito.

A mis amigos, una bendición en mi camino.

AGRADECIMIENTOS

A Leida Mercado, por brindar valiosos aportes, así como el tiempo destinado a esta investigación.

A Francisco Jiménez, por su incondicional apoyo académico, confianza, paciencia y comprensión.

A Ney Ríos, por su apoyo, paciencia y colaboración.

A Herless Martínez, por su incondicional confianza y soporte, necesarios para culminar este ciclo académico.

Al CATIE, por el conocimiento transmitido en aulas, giras e investigación.

Al DAAD, por darme la oportunidad de cursar la maestría.

A Programa Agroambiental Mesoamericano MAP-Noruega, por su apoyo económico en esta investigación.

A MAP Trifinio, por su apoyo y asistencia en la fase de campo para esta investigación.

A las comunidades del Trifinio, por su colaboración incondicional para esta investigación.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, por su indispensable amistad, apoyo y cordialidad.

Al personal de Posgrado, por su valiosa colaboración en todos los procesos académicos y extracurriculares.

CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. Justificación e importancia	1
2. Objetivos	2
2.1 General	2
2.2 Específicos.....	2
3. Preguntas de Investigación	2
4. Marco referencial	3
4.1 Recurso hídrico.....	3
4.2 El recurso hídrico bajo presión	3
4.3 Fuentes de agua	3
4.4 Consumo diario	3
4.5 Acceso al agua	4
4.6 Escasez del recurso hídrico	4
4.7 Adaptación para el abastecimiento del agua.....	4
4.8 Captación de agua de lluvia	5
4.8.1 Captación de agua de lluvia para uso doméstico y riego	5
4.9 Importancia de la valoración económica del agua	5
4.10 Valoración económica de los servicios ecosistémicos	5
4.10.1 Valores de uso	6
4.10.2 Valores de no uso.....	6
4.11 Métodos de Valoración Económica.....	6
4.12 Método de elección múltiple.....	7
4.12.1 Ventajas del método de elección múltiple	7
4.12.2 Limitaciones del método de elección múltiple.....	8
4.13 Microcuenca Olopa	8
4.13.1 Aspectos socioeconómicos	9
4.13.2 Actividades económicamente productivas	9
5. Principales resultados.....	9
5.1 Fuentes de suministro recurso hídrico para consumo humano, uso doméstico y riego por época del año.....	9

5.2	Consumo diario y tratamiento del agua.....	9
5.3	Acceso al agua para consumo.....	10
5.4	Medidas de adaptación para el abastecimiento del recurso hídrico	10
5.5	Características socioeconómicas de los hogares entrevistados.....	10
5.6	Preferencias sobre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia.....	11
5.7	Valoración económica de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia	11
5.7.1	Disposición a pagar (DAP)	11
5.7.2	Probabilidades de elección	11
6.	Principales conclusiones.....	11
7.	Literatura citada	12
ARTÍCULO I Interacción entre agua y comunidades en la microcuenca del río Olopa, región del Trifinio Guatemala		
17		
1.	Introducción	17
2.	Metodología.....	18
2.1	Ubicación y descripción del área de estudio	18
2.2	Procedimientos metodológicos.....	19
2.2.1	<i>Estimación del tamaño de la muestra para encuestas.....</i>	19
2.2.2	<i>Componentes de información incluidos en las encuestas</i>	20
2.2.3	Organización y análisis de la información	21
3.	Resultados y discusión	21
3.1	Fuentes del recurso hídrico para consumo humano, uso doméstico y riego por época del año	21
3.2	Consumo diario del agua por época del año.....	23
3.2.1	Tratamiento del agua para el consumo humano	24
3.3	<i>Acceso al agua.....</i>	25
3.3	Medidas de adaptación ante la escasez de agua	27
4.	Conclusiones	28
5.	Referencias.....	28
ARTÍCULO II Valoración económica de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, en la región del trifinio Guatemala		
31		
1	Resumen.....	31
2	Introducción y justificación del estudio.....	32
3	Marco analítico general	33
3.1	Modelización de la elección.....	33

3.2	Modelo Logit	34
3.3	Modelo Logit condicional	34
3.4	Disponibilidad a pagar.....	34
4	Área de estudio y metodología	35
4.1	Área de estudio	35
4.2	Diseño del experimento	36
4.2.1	Diseño de la muestra.....	37
4.3	Diseño de la encuesta	37
4.3.1	Identificación de la DAP	38
4.4	Aplicación de la encuesta o recolección de datos.....	39
4.5	Estimación de la Disposición a Pagar (DAP).....	39
5	Resultados y discusión	39
5.1	Preferencias sobre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia	39
5.2	Valores estimados.....	41
5.2.1	Estimación del modelo logit condicional.....	41
5.2.2	Estimación de la disposición a pagar	41
5.2.3	Probabilidades de elección	42
5.3	Disponibilidad a pagar vrs costo de implementación	43
5.4	Relación entre las características socioeconómicas y la disposición a pagar (DAP) 44	
5.5	Otras características socioeconómicas.....	45
6	Conclusiones.....	47
7	Recomendaciones	48
8	Referencias	49
	ANEXOS	51
1.	La variabilidad climática y sus impactos en la microcuenca.....	51
2.	Captación de agua de lluvia a través de techos en la aldea Talquezal, Olopa, Chiquimula	54
3.	Guía para el Grupo Focal	54
4.	Guía de la entrevista semiestructurada con actores clave	56
5.	Formato de encuesta.....	57
6.	Conjunto de elecciones de las alternativas de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia 72	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la microcuenca del río Olopa	8
Figura 2. Ubicación de la microcuenca del río Olopa II	19
Figura 3. Porcentaje de uso de las fuentes de suministro del recurso hídrico ...	22
Figura 4. Época y grado de uso de las fuentes de agua en la microcuenca Olopa.	22
Figura 5. Porcentaje de los tratamientos del agua para consumo humano	24
Figura 6. Medidas de adaptación para el abastecimiento del recurso hídrico	27
Figura 7 Formas de almacenamiento del agua en la microcuenca del río Olopa	28
Figura 8. Ubicación de la microcuenca del río Olopa II	35
Figura 9 Interés por la tecnología de captación de agua a través de techos	40
Figura 10 Interés por la tecnología lagunas revestidas de polietileno	40
Figura 11 Interés por la tecnología zanjas de infiltración	40
Figura 12 Distribución de la temperatura media mensual de los años 1990 y 2014	52

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Preguntas de investigación	2
Cuadro 2. Ponderación de encuestas aplicadas por comunidades	19
Cuadro 3. Resumen estadístico del consumo diario per cápita de agua	23
Cuadro 4. Niveles de acceso al agua de los hogares de la microcuenca del río Olopa	25
Cuadro 5. Tipo de fuente de agua según la zona de la microcuenca	26
Cuadro 6 Atributos y niveles del experimento de elección	36
Cuadro 7 Parámetros estimados con logit condicional	41
Cuadro 8 Elección de tecnologías de cosecha de agua de lluvia: Efectos marginales para el modelo logit condicional	42
Cuadro 9 Relación costo/beneficio de las tecnologías: captación de agua de lluvia por techos, lagunas revestidas y zanjas de infiltración.	43
Cuadro 10 Relación entre las características socioeconómicas y la disposición a pagar (DAP)	44

Cuadro 11 Características de los padres o madres de familia	45
Cuadro 12 Distribución de ingresos anuales en los hogares.....	46
Cuadro 13 Características de las viviendas	46
Cuadro 14 Comportamiento de la precipitación en los años con sequía comparados con el promedio de los años 1990-2010	51
Cuadro 15 Eventos de lluvias intensas en el municipio de Olopa	52
Cuadro 16 Características de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia	53

LISTA DE UNIDADES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

m: Metros

mm: Milímetros

m³: Metro cúbico

m²: Metros cuadrados

ha: Hectáreas

ASORECH: Asociación Regional Campesina Chortí

CTPT: Comisión Trinacional del Plan Trifinio

DAP: Disponibilidad a Pagar

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

GIZ: Cooperación Alemana para el Desarrollo

GWP: Asociación Mundial del Agua

IARNA: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente

INE: Instituto Nacional de Estadística

INSIVUMEH: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala

MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala

MAP-Noruega: Programa Agroambiental Mesoamericano, CATIE

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SESAN: Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

URL: Universidad Rafael Landívar

WMO: Organización Meteorológica Mundial

WWAP: Programa de Evaluación Mundial del Agua de las Naciones Unidas

RESUMEN

Con el fin de conocer las relaciones entre el recurso hídrico y las comunidades rurales en la región del triffinio (área fronteriza entre El Salvador, Honduras y Guatemala); además de identificar sus preferencias y disponibilidad a pagar que tienen los hogares por diferentes tecnologías de cosecha de agua de lluvia, en el marco de esta investigación, se estudiaron diferentes acciones respecto al manejo y gestión del recurso hídrico. El estudio se realizó en 18 comunidades de la microcuenca del río Olopa, en la región del Triffinio. Para ello, se realizó un muestreo aleatorio con 300 encuestas dirigidas a jefes de hogar, con base en un nivel de confianza del 95% y error de muestreo del 5%, para el cálculo del tamaño de la muestra.

En la encuesta se recogió información para evaluar lo siguiente: las fuentes del recurso hídrico para consumo humano, uso doméstico y riego, por época del año; el consumo per cápita en litros por día por época del año; el tratamiento del agua para consumo humano; el acceso que las familias tienen al agua; y las medidas de adaptación a la sequía que las familias han adoptado para al almacenamiento del agua. Esta información se organizó en una base de datos en formato Excel y se trabajó en el software estadístico Infostat; para el análisis se utilizaron tablas de frecuencias, figuras y descripciones.

En la encuesta también se evaluaron las preferencias declaradas de los hogares a través del método de experimento de elección, que es un método de valoración económica indirecto, a través del cual se puede valorar más de una alternativa en una encuesta. Con este método se investigó el grado de interés y las preferencias por tres tecnologías diferentes de cosecha de agua de lluvia, la disponibilidad a pagar (DAP) de los beneficiarios por dichas tecnologías, la relación existente entre la DAP y las características socioeconómicas de los hogares beneficiarios, así como las probabilidades y cambios en estas, con el aumento en precio de implementación. Con los coeficientes estimados en un modelo logit condicional con parámetros fijos, se estimó la DAP para cada tecnología de cosecha de agua evaluada.

ABSTRACT

With the purpose of understanding the relationships between water resources and rural communities in the Trifinio region (border area between El Salvador, Honduras and Guatemala); and identify their preferences and willingness to pay (WTP), with the homes, various technologies of rainwater harvesting, as part of this research various actions regarding water management were studied. The study was conducted in 18 communities in the watershed of Olopa River in the Trifinio region. To do so, a survey with a sample of 300 household heads was held, based on a confidence level of 95% and error sampling of 5% to calculate the sample size.

In the survey the following information was collected: the sources of water resources for human consumption, domestic use and irrigation by season; per cápita consumption in liters per day per season; treatment of water for human consumption; access to water for families; and adaptation measures to drought that families have adopted for water storage. This information was organized in a database in Excel format and worked in the Infostat statistical software; for analyzing frequency tables, figures and descriptions were used.

The survey stated household preferences through the method of choice experiment, which is an indirect economic valuation method, through which you can evaluate more than one alternative in a survey. With this method the degree of interest and preferences for three different technologies of rainwater harvesting, the willingness to pay (WTP) of beneficiaries for these technologies, the relationship between the WTP and the socioeconomic characteristics of the households investigated beneficiaries as well as the chances and changes in these, with the increase in price of implementation. With estimates in a conditional logit model with fixed parameters coefficients, the WTP was estimated for each water harvesting technology evaluated.

INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS

1. Justificación e importancia

El territorio guatemalteco se caracteriza por un clima tropical con dos estaciones bien definidas: la estación lluviosa y la estación seca (IARNA y URL 2015). Los efectos de la variabilidad y el cambio climático acelerado se manifiestan principalmente en exceso y escasez de agua. Como ejemplo de escasez, en el año 2014 la condiciones climáticas alteraron la dinámica de las lluvias, como consecuencia, a nivel nacional hubo territorios en donde no llovió durante 45 días continuos en época lluviosa, excedió el promedio histórico de 10 días sin lluvia continua (SESAN 2014).

La variación en la precipitación y la temperatura afectan en mayor medida a los hogares que dependen directamente de la agricultura y la ganadería (PNUD 2014). Este es el caso de las comunidades de la microcuenca Olopa, que por habitar en zona rural, la principal fuente de ingreso es la agricultura, en consecuencia, son más vulnerables a dichos eventos (GPW, 2011).

En general el desarrollo comunitario está relacionado con la gestión del agua, aumento de la población, poca disponibilidad de tierra, deterioro del recurso suelo, bosque y agua. Para que estos recursos sean sostenibles es fundamental el manejo y gestión integral, a nivel de cuencas hidrográficas y en función de las necesidades humanas (INE-Semarnat 2004, Jiménez 2006, Faustino 2010). Con ello se pretende minimizar la escasez del recurso hídrico, que es el principal problema que enfrentan las comunidades; además en Guatemala la capacidad comunitaria para la gestión de este recurso es limitada (IARNA y URL 2015).

Bajo un escenario de escasez del recurso hídrico, ya sea por variabilidad climática o gestión ineficiente, las tecnologías de captación de agua de lluvia son una alternativa para el abastecimiento de agua para casi cualquier uso y usuario. Dichas tecnologías pueden ser utilizadas para proporcionar agua potable, irrigación para la agricultura, abrevaderos para el ganado y fauna silvestre, usos diversos en la casa, en jardines, protección de incendios, entre otros (Arana y Ruíz s.f.).

En la presente investigación se estima el bienestar percibido por los hogares derivado de un programa de tecnologías de cosecha de agua de lluvia como son: captación de agua de lluvia por techos, lagunas revestidas de polietileno y zanjas de infiltración. El beneficio se evidencia en la disposición a pagar de los hogares por desarrollar dicho programa, en este sentido, la valoración es esencial para el desarrollo de análisis económicos más completos de diferentes alternativas para resolver problemas ambientales (Dixon *et al.* (1994).

Esta investigación responde a la necesidad de la valorar económicamente el recurso hídrico de manera integral, con el fin de generar herramientas para la planificación y la toma de decisiones para regular el uso del recurso hídrico en una cuenca (UICN, 2004). El método de valoración económica que se aplicó fue el experimento de elección o elección múltiple.

La presente investigación representa una experiencia que puede aplicarse en otras cuencas, por parte de actores locales, las organizaciones, instituciones y demás entes que trabajan en diversos aspectos vinculados al recurso hídrico. El desarrollo de esta investigación prueba una herramienta de valoración económica de relevancia, que podría ser aplicada para cuencas hidrográficas donde se requiera estimar los beneficios

económicos que un programa o proyecto para la implementación de tecnologías de cosecha de agua. Esto con el fin de contribuir a la dotación del recurso hídrico de forma continua, y sobre todo, durante eventos de sequía.

2. Objetivos

2.1 General

Analizar la interacción entre el recurso agua y las comunidades y valorar económicamente los beneficios derivados del desarrollo de un programa de tecnologías para la cosecha de agua, bajo el enfoque de cuenca como unidad de gestión territorial, en la microcuenca del río Olopa, zona del Trifinio, Guatemala.

2.2 Específicos

Determinar algunos componentes de la interacción entre el recurso agua y las comunidades rurales en la microcuenca del río Olopa.

Estimar los beneficios económicos derivados del desarrollo un programa de cosecha de agua, con el fin de garantizar la provisión continua de este recurso durante la presencia de eventos de sequía en la cuenca del río Olopa.

3. Preguntas de Investigación

Cuadro 1 Preguntas de investigación

<i>Determinar algunos componentes de la interacción entre el recurso agua y las comunidades rurales en la microcuenca del río Olopa.</i>	<p>¿Cuáles son las principales fuentes de agua para consumo humano, uso doméstico y riego en la microcuenca del río Olopa?</p> <p>¿Cuál es el consumo per cápita de agua para consumo humano y uso doméstico en la microcuenca?</p> <p>¿Cuál es la percepción de los habitantes de la microcuenca referente al acceso al agua para consumo humano y uso doméstico, y riego en huertos familiares en la microcuenca?</p> <p>¿Cuáles son los principales métodos de tratamiento del agua para consumo humano que utilizan las familias en la microcuenca?</p> <p>¿Cuáles son las principales medidas de adaptación que utilizan las familias para garantizar el abastecimiento de agua?</p>
<i>Estimar los beneficios económicos derivados por desarrollar un programa de cosecha de agua, con el fin de garantizar la provisión continua de este recurso durante la presencia de eventos de sequía en la cuenca del río Olopa.</i>	<p>¿Cuáles son las preferencias de los hogares que influyen en esa disposición a pagar por tecnologías de cosecha de agua de lluvia?</p> <p>¿Cuál es la aceptación de los hogares por el desarrollo de un programa de tecnologías de cosecha de agua?</p> <p>¿Cuál es la disposición a pagar (DPA) de los hogares de la microcuenca por el desarrollo de un programa de tecnologías para cosecha de agua?</p>

¿Cuáles son las condiciones socioeconómicas de la población de la microcuenca del río Olopa y cómo estas influyen en su disposición a pagar (DAP) por las tecnologías de cosecha de agua?

4. Marco referencial

4.1 Recurso hídrico

El recurso hídrico se entiende como los volúmenes de agua que son capaces de satisfacer la demanda de uso identificable, en cantidad y calidad, en tiempo y en espacio (WMO y UNESCO 2012). Ya que el recurso hídrico es fundamental para el desarrollo natural, económico y social, debe darse un manejo efectivo del mismo. Esto requiere de la articulación de diferentes sectores y un enfoque participativo que involucre la formación de conciencia sobre la importancia del agua tanto entre los formuladores de políticas como el público en general (Andrade y Navarrete 2004).

4.2 El recurso hídrico bajo presión

Se prevé que el cambio climático mundial intensificará las tensiones actuales y futuras sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y el uso de la tierra, y provocará aumentos de la frecuencia y la intensidad de las sequías y las inundaciones (WWAP y UNESCO 2015).

En el siglo XX el uso de agua sin restricciones creció a nivel global a un ritmo de más del doble del aumento de la población, hasta tal punto que en muchas regiones ya no es posible el suministro de un servicio de agua fiable. La presión demográfica, el ritmo de desarrollo económico, la urbanización y la contaminación están ejerciendo una presión sin precedentes sobre un recurso renovable pero finito, sobre todo en regiones áridas y semiáridas (FAO 2013).

4.3 Fuentes de agua

Las fuentes de agua son fundamentales para diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable en las comunidades. Los tipos de fuentes son: Las pluviales que provienen de las precipitaciones o aguas lluvias; superficiales que fluyen sobre la capa superior de la tierra, de forma permanente o intermitente y que conforman los ríos, lagos, lagunas y humedales; y subterráneas, referidas al agua que se filtra y satura el suelo o las rocas, se almacena y, a su vez, abastece a cuerpos de aguas superficiales, así como a los manantiales y acuíferos (GWP 2013).

Las fuentes de agua potable están bajo la amenaza creciente de la contaminación, con consecuencias de gran alcance para la salud de niños y para el desarrollo económico y social de comunidades y naciones (UNICEF 2015). La falta de protección de las zonas de recarga hídrica, la presencia de focos de contaminación cercanos a las fuentes, el abastecimiento intermitente, y el tratamiento inadecuado o nulo, pueden ser las causas de contaminación. Incluso cuando la fuente de abastecimiento es buena, el agua puede contaminarse durante el transporte o almacenaje. En el mundo unos 1800 millones de personas utilizan fuentes de abastecimiento de agua para beber que están contaminadas con materias fecales (OMS 2015).

4.4 Consumo diario

El abastecimiento de agua por persona debe ser suficiente y continuo para el uso personal y doméstico. Estos usos incluyen de forma general el agua de beber, de saneamiento personal, para preparar alimentos, para la limpieza del hogar y para la

higiene personal (PNUD 2006). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS 2010) son necesarios entre 50 y 100 litros de agua diarios por persona para garantizar que se cubran las necesidades más básicas.

El tratamiento del agua en el hogar, el almacenamiento de agua y la manipulación adecuada aumenta considerablemente la calidad microbiológica del agua y repercute en mejor salud de una forma mayor a lo que se pensaba (UNICEF 2015).

4.5 Acceso al agua

De acuerdo con la Organización Mundial para la Salud (Howard 2003), el agua potable es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar. Se tiene acceso al agua potable si la fuente de la misma se encuentra a menos de 1 kilómetro de distancia del lugar de utilización y si se puede obtener de manera fiable al menos 20 litros diarios para cada miembro de la familia.

El agua es un derecho, por ende, todo el mundo tiene derecho a unos servicios de agua y saneamiento accesibles físicamente dentro o situados en la inmediata cercanía del hogar, de las instituciones académicas, en el lugar de trabajo o las instituciones de salud (PNUD 2006).

4.6 Escasez del recurso hídrico

“La escasez de agua se define como el punto en el que el impacto agregado de todos los usuarios, bajo determinado orden institucional, afecta al suministro o a la calidad del agua, de forma que la demanda de todos los sectores, incluido el medioambiental, no puede ser completamente satisfecha. La escasez de agua es entonces un concepto relativo y puede darse bajo cualquier nivel de oferta o demanda de recursos hídricos. La escasez también puede ser una construcción social (producto de la opulencia, las expectativas y unas costumbres arraigadas) o consecuencia de la variación en los patrones de la oferta, derivados, por ejemplo, del cambio climático” (WWAP 2012).

La escasez de agua ocurre cuando la demanda por dicho recurso supera el suministro en un área determinada, cambia con el tiempo a consecuencia de la variabilidad hidrológica natural, pero varía aún más en función de los modelos existentes de gestión, planificación y política económica (FAO 2013).

4.7 Adaptación para el abastecimiento del agua en condiciones de cambio climático

Para contrarrestar los efectos del cambio climático, específicamente en lo que se refiere a enfrentar una mayor variabilidad de las precipitaciones y el incremento de temperaturas, se requiere de la implementación de prácticas y tecnologías para asegurar la disponibilidad de agua (GWP 2013). Para lograr una sólida gestión del agua se necesitan medidas que contemplen la comprensión de la dinámica de la variabilidad actual y del cambio climático futuro, la integración de todos los sectores que hacen uso del recurso, y una mayor capacidad para responder ante los eventos de sequía o lluvias intensas (Artiga s.f.).

Se requiere un manejo y uso sostenible del recurso hídrico, que contemple prácticas para la conservación de áreas de recarga o fuentes de agua, técnicas para la cosecha de agua de lluvia y de escorrentía, técnicas para su almacenamiento y conservación, reciclaje o reutilización del agua y el uso eficiente de riegos y micro riegos. Estas son acciones fundamentales para contribuir a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático (GWP 2013).

4.8 Captación de agua de lluvia

Captar agua de lluvia es coleccionar, retener, interceptar, desviar, acumular, almacenar y liberar el agua de lluvia para uso futuro, y/o antes de que llegue a los acuíferos o arroyos (Arana y Ruíz s.f.).

La precipitación es la primera fuente que el agricultor debe contabilizar como agua disponible en su finca (FAO 2013). Son variados los beneficios que puede englobar un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALI) y es quizá el mejor instrumento para aminorar la extrema desigualdad social, que lamentablemente gira en torno al uso del agua. Generalmente esta tecnología es de diseño simple y costo asequible para la mayoría de los hogares (Ulacia 2014).

La garantía del buen uso y mantenimiento de un SCALI no radica en una correcta instalación, sino en el lograr generar sentido de pertenencia e identidad para con este. Lo anterior no es posible si no se incluye a los beneficiarios o comunidad local en un proceso participativo, equitativo e incluyente que debería considerar el pre, durante y pos instalación del SCALI (Ulacia 2014).

4.8.1 Captación de agua de lluvia para uso doméstico y riego

En algunos países de América Latina y el Caribe, desde hace más de tres siglos, se han practicado los sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico, donde el agua es recolectada de los techos y almacenada en cisternas de diferentes tipos. También el manejo y almacenamiento de escurrimientos superficiales se realizaba en presas de tierra, estanques y aljibes, que aún representan la fuente principal de agua para uso doméstico en ejidos y ranchos (Anaya 1998).

El uso de estas tecnologías es útil para contrarrestar el déficit hídrico en determinadas zonas. Su utilización puede tener diferentes finalidades, desde riego, abrevadero y hasta consumo doméstico, dependiendo de la calidad del agua almacenada y de la severidad de la escasez (FAO 2013).

4.9 Importancia de la valoración económica del agua

La valoración es la asignación de valores monetarios a bienes y servicios ambientales, tengan estos o no expresión en el mercado (Cruz 2005; Dixon et al. 1994). La ausencia del valor monetario para el agua en el mercado fundamenta la importancia de estimar un valor económico a este recurso.

La valoración económica del agua es esencial para un análisis económico más completo de este recurso y es útil para los gobiernos, que cada vez más requieren determinar valores monetarios de los beneficios y costos, tanto directos como indirectos, de proveer el recurso agua, con el fin de calcular medidas de alternativas de inversión (Dixon et al. 1994). Por lo tanto, es fundamental la investigación que genere herramientas que constituyan insumos básicos para el diseño, la formulación y la evaluación de normativas, políticas y estrategias vinculadas al manejo del recurso hídrico.

4.10 Valoración económica

Valorar económicamente un bien o servicio ambiental significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, con base en el cambio del bienestar social de los individuos derivado de un cambio en el ambiente (Dixon et al. 1994). De acuerdo con esto, el valor de un bien o servicio ambiental, según Penna y Cristeche (2008), está estrechamente relacionado con el sistema de valor del individuo, dado que este último determina la importancia relativa de un bien o servicio en comparación con otros.

El valor económico total de un bien o servicio es la suma de los valores de uso, el valor de opción y los valores de no uso. Los valores de uso están estrechamente asociados a la expresión de valor que se desprende de la teoría económica de la utilidad, también conocida como teoría del consumidor. Por su parte, en los valores de no uso se ubican los paradigmas de valor intrínseco, sociocultural y ecológico (Penna y Cristeche 2008).

4.10.1 Valores de uso

Los valores de uso están ligados a la utilización directa o indirecta del recurso con el objeto de satisfacer una necesidad, obtener un beneficio económico, o la simple sensación de deleite. Las personas que utilizan los bienes ambientales se ven afectadas por cualquier cambio que ocurra con respecto a su calidad, existencia o accesibilidad. Dentro de este tipo de valor es posible diferenciar entre valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción.

Un valor de uso directo puede ser, por ejemplo, el que tiene la madera extraída de un bosque o los usos recreacionales de un parque natural. El valor de uso indirecto puede ser ejemplificado por medio de las funciones ecológicas (servicios ambientales) provistas por un agroecosistema, tales como la protección de cuencas hidrográficas (Herrador y Dimas 2001).

Algunos autores distinguen la subcategoría valor de opción, refiriéndose a los valores de uso directos e indirectos potenciales que pueden realizarse en el futuro; las personas prefieren tener abierta la opción de hacerlo en algún momento futuro (Cruz 2005, Izko y Burneo 2003). Además, para estas personas cualquier cambio en las características del bien o servicio supone un cambio en el bienestar, aunque no lo hayan utilizado jamás (Izko y Burneo 2003).

4.10.2 Valores de no uso

Es el valor que pueden tener los bienes y servicios ecosistémicos, sus componentes o sus atributos para un grupo de personas que no los utilizan directa o indirectamente, ni piensan hacerlo en el futuro, pero que valoran positivamente el simple hecho de que existan en determinadas condiciones. Su degradación o desaparición, por tanto, supone para estas personas una pérdida de bienestar (Izko y Burneo 2003). Los valores de no uso están conformados por valores de herencia y de existencia. El valor de herencia tiene en cuenta el valor asociado al hecho de que las generaciones futuras podrán hacer uso del bien, y el valor de existencia es el valor que se da a un bien o recurso por su mera existencia.

4.11 Métodos de Valoración Económica

Los métodos de valoración económica de los bienes y servicios ambientales se respaldan en diversas investigaciones: Azqueta (1994), Alpízar (2009), Retamal et al. (2008), Chaves (2008), Perny y Martínez (2012), Calles (2003), Valera(1998) entre otras.

Los métodos de valoración económica del medio ambiente son: (1) el método de los costos evitados o inducidos; (2) el método del costo de viaje; (3) el método de los precios hedónicos; (4) el método de la valoración contingente. Los tres primeros son considerados métodos de preferencias reveladas y el último es un método de preferencias declaradas, o alternativamente, métodos indirectos y método directo (Penna y Cristeche 2008). El denominador común de todas estas metodologías es que intentan asignar un valor a los bienes y a los servicios ambientales de la forma en que lo haría un mercado hipotético, que

luego, en caso de así desearlo, permiten realizar una estimación de la función de demanda del bien o servicio ambiental en cuestión (Penna y Cristeche 2008).

4.12 Método de elección múltiple

Según Espinal y Gómez (2011), el método de elección múltiple es una herramienta que permite desagregar el bien de no mercado en las diferentes características específicas que posee, para analizar el valor que la sociedad le otorga a cada uno de sus atributos y estimar de esta forma las medidas de bienestar ocasionado por cambios en sus atributos.

El método de elección múltiple o experimento de elección consiste en presentar a la persona entrevistada una serie de conjuntos de alternativas que contienen atributos comunes de un bien, pero con diferentes niveles, y se le pide que elija la alternativa preferida de cada conjunto. Cada conjunto de elección contiene una alternativa constante ("status quo"), es decir, el estado actual en el cual se encuentra el bien sin la implementación de algún cambio, y una serie de alternativas propuestas. La elección realizada por el individuo indica una preferencia por los atributos de una alternativa respecto a las otras; esto no es más que valorar cambios en los atributos del bien, lo que permitirá transformar las respuestas a estimaciones en magnitudes monetarias (Espinal y Gómez 2011).

"Existen fundamentalmente dos variantes del método de los experimentos de elección: la elección por parejas y la elección en conjuntos. En la elección por parejas, el investigador presenta dos opciones (alternativas), que reflejan variaciones tanto físicas como monetarias. Es práctica habitual incluir la alternativa que corresponde a la situación de "status quo" para poder interpretar los resultados en términos de economía de bienestar. El ejercicio se repite varias veces con cada persona, cambiando los valores de las alternativas que se le proponen. En la elección en conjuntos, el número de alternativas que se presentan simultáneamente al entrevistado es mayor" (Espinal y Gómez 2011).

En los estudios en donde se aplican experimentos de elección se han utilizado para la estimación de las medidas de bienestar los modelos logit multinomial o logit condicional (McFadden 1973, Soliño et al. 2008, Riera y Mogas 2006, Rodríguez y Cáseres 2007). Esto depende del interés del investigador para el análisis de los datos y resultados.

Recientemente los investigadores han utilizado el modelo logit mixto, pues supera las limitaciones de logit multinomial y condicional (Haan y Uhlenhorff 2006, Train 2002). Además se deriva del supuesto de que la parte no observable de la utilidad estimada se distribuye como una función de valor extremo: ausencia de correlación del componente no observable de la utilidad entre alternativas y el tiempo; la imposibilidad de representar variaciones en las preferencias aleatorias que no puedan relacionarse con características observables, ya sean de la alternativa o de los individuos; y la restricción impuesta por la propiedad de independencia de alternativas irrelevantes (IIA), según la cual, existe una situación proporcional entre alternativas que no depende ni de la existencia de alternativas adicionales ni de las características que definen a estas (Train 2002, Hole 2007).

4.12.1 Ventajas del método de elección múltiple

"Comparado con la valoración contingente, la principal ventaja de los experimentos de elección es que permiten estimar tanto los valores marginales de cada atributo como la media de las disposiciones a pagar para pasar del "status quo" a una alternativa específica" (Espinal y Gómez 2011). La principal ventaja y diferencia entre la valoración contingente y los experimentos de elección es que estos últimos permiten valorar los atributos separadamente y en combinación, lo cual da al investigador ventajas en la

evaluación de los atributos y en el análisis de cambios situacionales (Adamowicz *et al.* 1988).

4.12.2 Limitaciones del método de elección múltiple

Adamowicz et al. (1988) encontraron que “la utilidad asociada con moverse de la situación actual (el bien como existe en el presente) a otras alternativas, es negativa y significativa”, y se presenta un sesgo de “status quo” o situación actual. Esta forma de sesgo puede ser evitada simplemente al no incluir una opción de “status quo”. Sin embargo, esto haría difícil el análisis de bienestar ya que no se tendría una “base” para comparar los cambios.

4.13 Microcuenca Olopa

La microcuenca del río Olopa se localiza en Olopa y Esquipulas, municipios del departamento de Chiquimula, Guatemala; entre las coordenadas 14° 35´15” y 14° 42´40” latitud norte y 89° 18´30” y 89° 19´30” longitud oeste, con un área de 89.1 km², altitud media de 1.300 msnm, las cotas mínima y máxima son 890 msnm y 1720 msnm, respectivamente. Esta microcuenca forma parte de la cuenca del río Lempa, que es una cuenca transfronteriza que comprende territorio de Guatemala, Honduras y El Salvador.

La microcuenca está conformada por 27 comunidades (figura 1), de las cuales, 10 pertenecen al municipio de Esquipulas (El Sacramento, Tareas, Peñasco o Llano de la Muerte, La Olopita, Olopita Centro, Las Crucitas y Boyeros) y 17 del municipio de Olopa (la cabecera municipal de Olopa, Nochan, Talquezal, Agua Tibia, El Chucte, Los Cajones, Las Palmas, Barrio Nuevo de Olopa, El Palmar, Las Pomas, Valle Nuevo, La Cumbre, Piedra de Amolar, Llano Largo, El Rodeo, Chagüitón y El Rodeo).

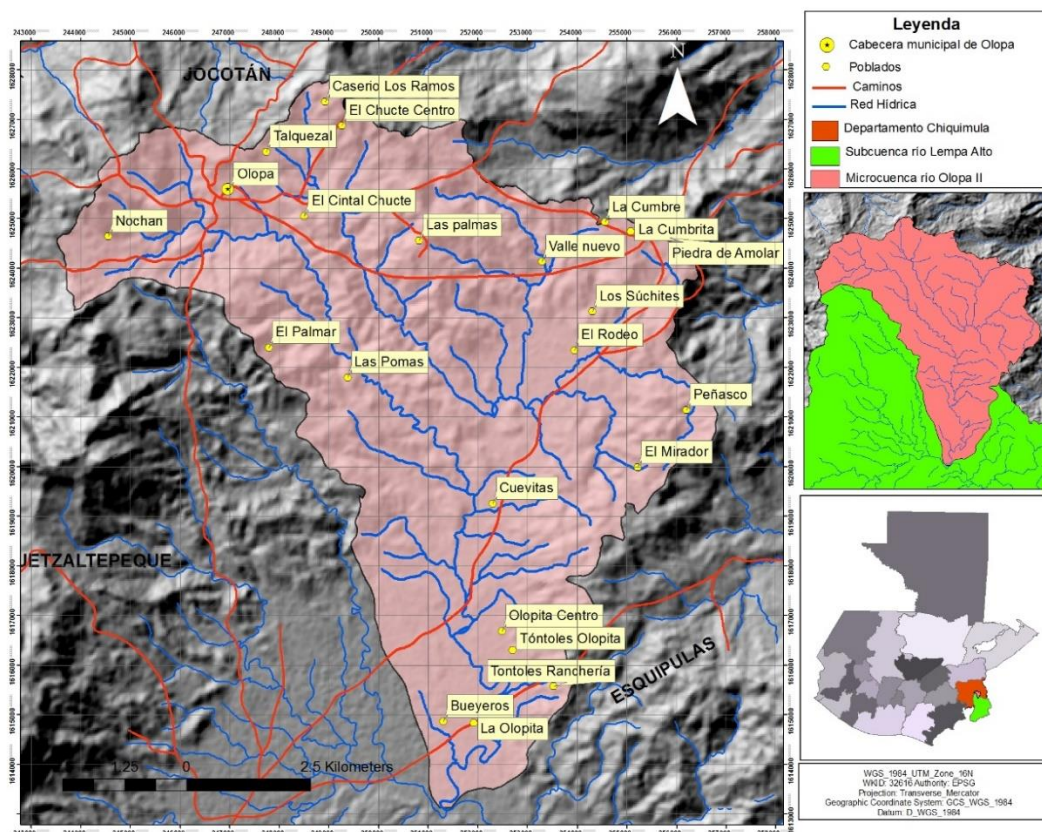


Figura 1. Ubicación de la microcuenca del río Olopa

4.13.1 Aspectos socioeconómicos

La cuenca de estudio comprende una zona urbana (la cabecera municipal de Olopa) y comunidades rurales de los municipios de Olopa y Esquipulas. La población total proyectada para el 2014 fue de 24.213 habitantes (INE 2002); a esto debe sumarse una gran cantidad de personas que visitan o que se establecen temporalmente en la cabecera municipal.

Como toda población, esta demanda de su entorno varios recursos para su supervivencia y desarrollo. La interacción humano-naturaleza puede crear un desbalance entre las partes, en primer lugar en forma negativa hacia a los recursos naturales involucrados, y por último hacia la propia sociedad humana. Por lo tanto, en cualquier estudio sobre los recursos naturales, necesariamente debe considerarse la relación de estos con el ser humano (Elías 2013).

4.13.2 Actividades económicamente productivas

Según POA-Olopa 2009, citado por Elías (2013), las principales actividades agrícolas del municipio de Olopa son: a) la producción de maíz y frijol como cultivos anuales asociados, los subproductos de estos son utilizados para consumo humano, como abono orgánico y alimento para animales de corral; b) el cultivo de café asociado con banano y frutales, que representa un 70% de la economía del municipio.

La actividad pecuaria está dentro del sistema típico de producción de finca y constituye una actividad relevante, especialmente con especies menores, donde participan mujeres y niños. Este sistema fortalece la canasta alimenticia familiar con productos de alto valor proteico tales como: huevos, leche y carne, los cuales son producidos a un bajo costo por el aprovechamiento de subproductos, residuos de cosecha y desperdicio de la finca.

Las especies más comunes y de importancia en el área son: las aves y porcinos, y en menor escala los bovinos. Los equinos son utilizados principalmente como medio de transporte. Los productos derivados de la leche, tales como crema, queso y requesón se destinan para el consumo familiar y para la venta (Elías 2013).

5. Principales resultados

5.1 Fuentes de suministro recurso hídrico para consumo humano, uso doméstico y riego por época del año

- Los hogares de la microcuenca Olopa se abastecen del recurso hídrico principalmente de forma directa en manantiales, nacientes o comúnmente llamados ojos de agua o vertientes, y de sistemas de agua potable que consisten en tanque de captación de agua superficial con tubería para distribución en las casas. Las fuentes de recurso hídrico que los hogares utilizan con menor frecuencia son: ríos o quebradas, casas vecinas, pozo artesanal propio, pilas comunales, compra de agua purificada, y pozo artesanal con bomba de extracción.
- Las actividades principales en las que los pobladores utilizan el agua son consumo humano, cocinar, lavar ropa y en aseo personal.

5.2 Consumo diario y tratamiento del agua

- En la época lluviosa, el consumo promedio es de 37 litros diarios per cápita (desviación estándar de 39, el mínimo 0,33 y máximo 333 litros diarios per cápita).

- En la época seca, el consumo promedio es 39 litros diarios per cápita (desviación estándar de 38, el mínimo 2 y máximo 333 litros diarios per cápita).
- El 52% de los hogares en la microcuenca tratan el agua para consumo humano. Los tratamientos que se aplican son: cloración, hervido, filtración y desinfección solar. El 48% no da ningún tratamiento al agua.

5.3 Acceso al agua para consumo

- Durante todo el año solo el 3% de los hogares recolecta menos de 5 litros diarios por persona, con lo que se garantiza solamente el consumo humano.
- El 38% y 43% de los hogares en época seca y lluviosa, respectivamente, tienen un nivel básico de acceso al agua, con un promedio que no supera los de 20 litros diarios per cápita.
- El 52% y 48% de los hogares tiene acceso intermedio al agua, cantidades entre 21-80 litros diarios per cápita.
- En la época seca, únicamente el 5% de los hogares y en la época lluviosa el 6%, tienen nivel de acceso óptimo al recurso hídrico, con un promedio de 104 litros diarios per cápita.

5.4 Medidas de adaptación para el abastecimiento del recurso hídrico

- El 82% de los hogares de la microcuenca almacena, ahorra agua, y acarrea agua de ríos y quebradas.
- El 86% de los hogares en la microcuenca almacena agua. Utilizan para ello diferentes tipos de contenedores: tambos, canecas, latas, botellas, galones, toneles o barriles, cántaros, ollas de barro, pilas, tanques, y cisternas o rotoplás.

5.5 Características socioeconómicas de los hogares entrevistados

- Un hogar promedio se integra de seis miembros y tres de ellos menores de edad; en los hogares hay un máximo de 13 miembros y 8 menores de edad.
- El 52% de hogares tiene ingresos mensuales menores de \$66, 34% entre \$66 y \$131, 11% entre \$132 y \$263, 3% entre \$264 y \$395. El 96% de los hogares depende únicamente del ingreso mensual del jefe de hogar.
- El 77% de las viviendas tiene techos de lámina de zinc y el 33% de paja. El 78% de las viviendas tienen piso de tierra, 18% piso de cemento y solamente el 4% tienen piso de granito o cerámica.
- El 87% de las viviendas tiene paredes de adobe o bahareque, el 9% tiene construcción de concreto o ladrillo y el 4% restante están construidas de otros materiales como de paja, caña, bambú y madera.
- El 49% de las viviendas no tiene cobertura sanitaria y utilizan espacios abiertos para sus necesidades fisiológicas, el 26% tiene letrinas secas, el 20% letrinas lavables y solo el 4% tienen inodoro.
- El 77% de las viviendas tienen alumbrado eléctrico y 13% utiliza ocote, candela o veladora como fuente de iluminación.

5.6 Preferencias sobre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia

- El 80% de los hogares están muy interesados en la captación de agua de lluvia por techos (las lagunas revestidas y las zanjas de infiltración tienen menor preferencia: el 42% de los hogares no están interesados en las lagunas revestidas y el 45% no está interesado en las zanjas de infiltración).
- En cuanto a la modalidad de implementación de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, el 82% prefiere de modalidad individual, 13% en grupos de familias o vecinos y el 5% la comunal.

5.7 Valoración económica de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia

5.7.1 Disposición a pagar (DAP)

- La disponibilidad que los hogares tienen a pagar por implementar la tecnología de captación de agua de lluvia a través de los techos es US \$254.
- La disponibilidad a pagar de los hogares por las zanjas de infiltración es US \$126.
- Para las lagunas revestidas la disponibilidad a pagar es US \$5, pero no es estadísticamente significativa.

5.7.2 Probabilidades de elección

- La probabilidad de elección para captación por techo con un precio promedio de US \$138 es de 56%.
- La tecnología de zanjas de infiltración tiene el 27% de probabilidad de ser elegida con un precio promedio de US \$64.
- La probabilidad de elección para las lagunas revestidas es el 6% con un precio promedio de US \$145.
- El no tomar ninguna elección y seguir con la situación actual respecto al agua (Status Quo) tiene 11% de probabilidad.

6. Principales conclusiones

Aunque existen diferentes fuentes de agua en la microcuenca, la mayoría de ellas son vulnerables ante factores climáticos y diferentes fuentes de contaminación, lo que afecta su calidad, cantidad y disponibilidad.

La falta de tratamiento del agua para consumo, además del alto porcentaje de no cobertura sanitaria, originan la existencia de múltiples focos de contaminación, tanto puntual como difusa. Esto representa un riesgo importante para la salud de los habitantes de la microcuenca.

Las medidas de abastecimiento del recurso hídrico se adaptan según las situaciones de cada época del año. La mayoría de los hogares opta por almacenar, ahorrar y acarrear agua de los ríos, quebradas o nacientes, también captan agua de la lluvia.

Se revela la preferencia que tienen los hogares por la tecnología de captación de agua de lluvia a través de techos, en comparación con las lagunas revestidas y las zanjas de infiltración. Esto debido al uso potencial del agua captada (uso doméstico), y que es almacenada en contenedores que ocupan poco espacio, y mantienen el agua en buenas condiciones por largo tiempo. Los hogares tienen mayor disponibilidad de pago por la tecnología de captación de agua de lluvia a través de techos, comparado con lagunas revestidas y zanjas de infiltración.

Debido a los conflictos en el pasado respecto a la administración de los recursos hídricos, si llegara a ejecutarse algún proyecto, los hogares prefieren que las tecnologías de cosecha de agua de lluvia se implementen de manera individual (por hogar). Son pocos los que prefieren entre grupos de vecinos y familias o comunitaria.

7. Literatura citada

- Adamowicz, W; Boxall, P; Williams, M; Louviere, J. 1988. Stated Preference Approaches for Measuring Passive Use Values: Choice Experiments and Contingent Valuation. *American Agricultural Economics Association* 80:64-75. Consultado 13 nov., 2014. Disponible en <http://hdl.handle.net/10.2307/3180269>
- Alpizar, F; Castillo, F; Naranjo, MA. 2009. Estimación de las tarifas de entrada y otros servicios prestados por las áreas silvestres protegidas en Costa Rica: Estudios de caso en el Parque Nacional Braulio Carrillo, sector Barva y Parque Nacional Chirripó. The Nature Conservancy (TNC), Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). Costa Rica. 46 p.
- Anaya, M. 1998. Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico para América Latina y el Caribe Manual Técnico. México, IICA Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura 133 p. Consultado 19 oct., 2014. Disponible en <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero01.pdf>
- Andrade Pérez, Á; Navarrete Le Blas, F. 2004. Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Enrique Leff Zimmerman ed. México, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA - Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental. 110 p. (Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental 8). Consultado 21 oct., 2014. Disponible en <http://www.ambiente.gov.ar/infotecaea/descargas/andrade01.pdf>
- Arana, E; Ruiz Córdova, S. s.f. Captación y aprovechamiento racional de lluvia: una alternativa de abastecimiento de agua en nuestra región. México, Global Water Watch GWW,. 36 p. Consultado 19 oct., 2014. Disponible en http://www.globalwaterwatch.org/GOMA/Docs/Reports/Talks/2012Sep29_Xalapa.pdf
- Azqueta Oyarzun, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, España, McGraw-Hill. 289 p.
- Calles Hernández, JR. 2003. Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico en la Cuenca Alta del Río Lempa y su Aplicación en el Ajuste de la Tarifa Hídrica del Área Metropolitana de San Salvador, El Salvador. Mg. sc. Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 150 p.
- Cruz Cerón, G. 2005. Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales. Trad. LF Escobar Velásquez. Colombia, Editorial Universidad de Caldas. 208 p.
- Chaves Esquivel, E. 2008. Valoración del agua en la cuenca del río Tempisque: Un ejemplo sobre el método de valoración contingente. *UNICIENCIA* 22:19-31.
- Dixon, JA; Scura, LF; Carpenter, RA; Sherman, P. 1994. Análisis económico de impactos ambientales. Turrialba, Costa Rica, Banco Asiático de Desarrollo. 249 p.

- Elías Lemus, HI. 2013. Determinación de la intensidad de uso de la tierra aplicando la metodología USDA, para proponer lineamientos generales que orienten el manejo del recurso en el municipio de Olopa, departamento de Chiquimula. Tesis Lic. Ing. Agr. Chiquimula, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 72 p. Consultado 28 oct., 2014. Disponible en http://sintet.net/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=166&sobi2Id=1124&Itemid=183
- Espinal Monsalve, NE; Gómez Zapata, JD. 2011. Experimentos de elección: una metodología para hacer valoración económica de bienes de no mercado. Ensayos de Economía 2138:211-242. Consultado 21 oct., 2014. Disponible en <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/27941>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, Roma). 2013. Afrontar la escasez de agua: un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. (en línea). Informe Sobre Temas Hídricos 38: Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura). 2013a. Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, FAO. 270 p. Consultado 15 oct., 2014. Disponible en <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11790.pdf>
- Faustino Menco, J. 2010. El Manejo de Cuencas Hidrográficas (en disco duro). J. Faustino Menco. Risaralda, Colombia. 32 p.
- GWP (Asociación Mundial para el Agua); ZONAF (Programa de Desarrollo de Zonas Fronterizas en América Central de la Unión Europea); BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica). 2011. Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada Guatemala. Tegucigalpa, Honduras, Impresiones Industriales 139 p. Consultado 21 oct., 2014. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf
- GWP (Asociación Mundial para el Agua, Centroamérica); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Mesoamérica). 2013. Tecnologías Para el Uso Sostenible Del Agua: Una Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Adaptación al Cambio Climático. Tegucigalpa, Honduras, FAO 2013. 168 p. Consultado 21 oct., 2014. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Tecnologias%20para%20el%20uso%20sostenible%20del%20agua.pdf
- Haan, P; Uhendorff, A. 2006. Estimation of multinomial logit models with unobserved heterogeneity using maximum simulated likelihood. Stata Journal 62:229-245.
- Hole, AR. 2007. Fitting mixed logit models by using maximum simulated likelihood. The Stata Journal 73:388-401.
- Howard, G; Bartram, J. 2003. Cantidad de Agua para Uso Doméstico: Servicio, Nivel y Salud (en línea). Suiza, Organización Mundial de la Salud. Consultado 5 set. 2015. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf.

- IARNA (Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala), ; URL (Universidad Rafael Landívar, Guatemala). 2015. Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala Bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo (en línea). Guatemala, IARNA/URL. Consultado 1 set. 2015. Formato PDF. Disponible en http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/serie_amb/4.PDF. (Serie textos para la educación y el cuidado de la vida)
- INE (Instituto Nacional de Estadística GT). 2002. XI Censo nacional de población y VI de habitación (Disco Duro). Guatemala, Consultado 6 oct. 2014. Formato Excel. (Proyección poblacional de los municipios Olopa y Esquipulas por comunidades)
- Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 2004. El manejo Integral de Cuencas en México: Estudios y Reflexiones para Orientar la Política ambiental (en línea). México D.F., Mx. Consultado 6 oct. 2015. Disponible en: www.inecc.gob.mx/publicaciones/download/452.pdf
- Jiménez, Francisco. 2006. Enfoques Básicos del Manejo y La Gestión de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 3 may. 2015.
- Izko, X; Burneo, D. 2003. Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. (en línea). Ecuador, UICN Sur. Consultado 19 nov. 2015. Disponible en <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2003-008.pdf>.
- McFadden, D. 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. Ed. P Zarembka. Ney York, Academic Press.
- OMS, (Organización Mundial para la Salud); ACNUDH (Naciones Unidas Derechos Humanos); ONU-Hábitat. 2010. El derecho al agua: folleto informativo nº 35. Consultado 10 oct., 2015. Disponible en: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>
- OMS, (Organización Mundial para la Salud). 2015. Agua nota descriptiva No.391, sitio web (en línea). Consultado 10 oct., 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- Penna, JA; Cristeche, E. 2008. La valoración de servicios ambientales: diferentes paradigmas. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y de los Recursos Naturales. Documento de Trabajo 02:
- Perni, A; Martínez Paz, JM. 2012. Valoración Económica de los Beneficios Ambientales de la Recuperación del río Seguro (España). (en línea). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 1532:15-40. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/1650/165025358002.pdf>
- PNUD (Programa de las Naciones unidas para el Desarrollo). 2006. Informe sobre Desarrollo Humano 2006 (en línea). Estados Unidos de América, Grupo Mundi-Prensa. Consultado 5 ago. 2015. Disponible en http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf. (Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua)
- PNUD (Programa de las Naciones unidas para el Desarrollo). 2014. Informe sobre Desarrollo Humano 2014, Sostener el Progreso Humano: Reducir vulnerabilidades

- y construir resiliencia (en línea). Nueva York, Estados Unidos Consultado 3 oct. 2015. Disponible en <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/HDR/2014HDR/HDR-2014-Spanish.pdf>.
- Retamal, R; Madrigal, R; Alpízar, F; Jiménez, F. 2008. Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua para consumo humano en Copán Ruinas, Honduras. Serie técnica. Informe técnico CATIE 362:53.
- Riera, P; Mogas, J. 2006. Una aplicación de los experimentos de elección a la valoración de la multifuncionalidad de los bosques. INTERCIENCIA 312:110-115.
- Rodriguez Donate, MC; Cáceres Hernández, JJ. 2007. Modelos de Elección Discreta y especificaciones ordenadas: Una reflexión metodológica. Estadística Española 49166:451-471.
- SESAN (Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional). 2014. Pronóstico de Seguridad Alimentaria y Nutricional Período: septiembre a noviembre de 2014. Guatemala, Gobierno de Guatemala. 9 p. Consultado 26 oct., 2014. Disponible en <http://www.siinsan.gob.gt/LinkClick.aspx?fileticket=xVL6Sm76l3E%3d&tabid=37>
- Soliño Millán, M; Vázquez Rodríguez, MX; Prada Blanco, A. 2008. Consistencia en experimentos de elección: aplicación a la valorización eléctrica de la biomasa forestal en España. III Congreso de AERNA. Mollorca, España, Universidad de Vigo. Consultado 17 nov., 2014. Disponible en http://www.uibcongres.org/imgdb/archivo_dpo4091.pdf
- Train, K. 2002. Discrete Choice Methods with Simulation. Cambridge University Press. 355 p.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2004. Valor, considerar a los ecosistemas como infraestructura hídrica. Trads. L Emerton; E Bos. San José, Costa Rica, IUCN-Oficina Regional para Mesoamérica. 94 p.
- Ulacia Balmaseda, R. 2014. Sistema de captación de agua de lluvia. Impluvium Periódico digital de divulgación de la Red del Agua UNAM, México, abr. - jun., 2014 39. Consultado 10 oct., 2014 Disponible en <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero01.pdf>
- UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2015. Agua, Saneamiento e higiene, sitio web (en línea). Consultado 9 ago., 2015. Disponible en: http://www.unicef.org/spanish/wash/index_43106.htm
- Valera Mejías, VJ. 1998. Valoración Económica de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Grande de Tárcos, Costa Rica. Mg. sc. Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,, CR). 138 p.
- WMO (Organización Meteorológica Mundial, Suiza); UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura). 2012. Glosario Hidrológico Internacional (en línea). Suiza, Organización Meteorológica Mundial. Consultado 3 oct. 2015. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002218/221862M.pdf>.
- WWAP (Programa de Evaluación Mundial del Agua de las Naciones Unidas). 2012. Managing Water Under Uncertainty and Risk (Disco duro). París, UNESCO. Consultado 3 set. 2015. Formato PDF.

_____. 2015. El Informe de las Naciones Unidas para el Desarrollo Mundial del Agua 2015 : Agua para un mundo sostenible (en línea). París, UNESCO. Consultado 2 set. 2015. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>.

Interacción entre agua y comunidades en la microcuenca del río Olopa, región del Trifinio Guatemala

Resumen

La presente investigación recopila información respecto al manejo y gestión del recurso hídrico, en 18 comunidades de la microcuenca del río Olopa, en la región de trifinio (área fronteriza entre Guatemala, Honduras y El Salvador). Para ello, con un muestreo aleatorio se aplicaron 300 encuestas dirigidas a jefes de hogar, con base en un nivel de confianza del 95% y error de muestreo del 5%, para el cálculo del tamaño de la muestra. La encuesta consistió en 4 ítems de información para evaluar las siguientes variables: (i) Las fuentes del recurso hídrico para consumo humano, uso doméstico y riego por época del año; (ii) se estimó el consumo per cápita en litros por día, por época del año y el tratamiento que dan al agua para consumo humano; (iii) el acceso que las familias tienen al agua, se determinó mediante una clasificación con cuatro niveles, establecidos por la Organización Mundial de la Salud y con base en los resultados obtenidos, sobre el consumo de litros diarios per cápita; (iv) se identificaron las medidas de adaptación a la sequía, que adoptan las familias en las comunidades para el almacenamiento del agua. La información obtenida a través de las encuestas se organizó en una base de datos en formato Excel, se trabajó en el paquete estadístico Infostat, y para su análisis se utilizaron tablas de frecuencias, figuras y descripciones.

Palabra claves: Gestión del agua, consumo de agua, agua para consumo humano, agua para uso doméstico, calidad del agua, fuentes de agua, tratamiento del agua, medidas de adaptación a la escasez de agua, almacenamiento.

1. Introducción

La microcuenca del río Olopa se encuentra en el municipio del mismo nombre, en el departamento de Chiquimula, Guatemala, y es parte del Corredor Seco Centroamericano, región que ha sido afectada por la sequía, efecto del fenómeno de El Niño. Según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2015a), en julio del 2015 se reportó un rango entre 17 a 22 días sin lluvia en gran parte de esta región, lo que aumenta la escasez y déficit hídrico.

En el municipio de Olopa, el 66% de las viviendas tiene acceso al agua potable (GIZ y CTPT 2011); en el área de estudio solamente el 45% de los hogares dispone del servicio de agua potable a través de acueductos. La deficiencia de este sistema obliga a los hogares a la búsqueda de nuevas fuentes del recurso hídrico y los hace más vulnerables en los eventos de sequía.

La población ha aumentado en este municipio; la población en el 2010 fue de 22 994 habitantes y para el 2014 fue 24 213 habitantes, según el XI Censo (INE 2002). Las fuentes de agua no son suficientes; la escasez de agua es un problema en constante incremento, debido a la falta de manejo y gestión de los recursos hídricos y la falta de voluntad política de las municipalidades.

El acceso que tienen los hogares y el consumo diario es limitado, por lo tanto genera conflictos entre los hogares y en ocasiones entre comunidades. En algunos casos las mujeres y niños están obligados a desplazarse hasta una hora para obtener agua para actividades

básicas, consumo humano y preparación de alimentos; el lavado de ropa e higiene personal son actividades que algunos realizan directamente en las fuentes de agua.

Las aguas superficiales son captadas para abastecimiento del recurso hídrico para diversos usos, principalmente consumo humano y uso doméstico. Se debe dar tratamiento al agua para consumo humano. De quienes lo hacen, la mayoría adhiere cloro para mejorar calidad para los consumidores del agua (Sobsey 2015).

El objetivo de este estudio fue caracterizar diferentes componentes de la gestión del agua, principalmente para consumo humano y uso doméstico, en la microcuenca del río Olopa frente a la situación de déficit hídrico que se presenta en la región. Esto debido a la variabilidad climática y a las condiciones climáticas propias de la zona.

2. Metodología

2.1 Ubicación y descripción del área de estudio

La microcuenca del río Olopa se localiza en Olopa y Esquipulas, municipios del departamento de Chiquimula, Guatemala; entre las coordenadas 14° 35' 15" y 14° 42' 40" latitud norte y 89° 18' 30" y 89° 19' 30" longitud oeste, con un área de 89.1 km², altitud media de 1.300 msnm, las cotas mínima y máxima son 890 msnm y 1720 msnm, respectivamente. Esta microcuenca forma parte de la cuenca del río Lempa, que es una cuenca transfronteriza que comprende territorio de Guatemala, Honduras y El Salvador.

La microcuenca está conformada por 27 comunidades (figura 1), de las cuales 10 pertenecen al municipio de Esquipulas (El Sacramento, Tareas, Peñasco o Llano de la Muerte, La Olopita, Olopita Centro, Las Crucitas y Boyeros) y 17 del municipio de Olopa (la cabecera municipal de Olopa, Nochan, Talquezal, Agua Tibia, El Chucte, Los Cajones, Las Palmas, Barrio Nuevo de Olopa, El Palmar, Las Pomas, Valle Nuevo, La Cumbre, Piedra de Amolar, Llano Largo, El Rodeo, Chagüitón y El Rodeo).

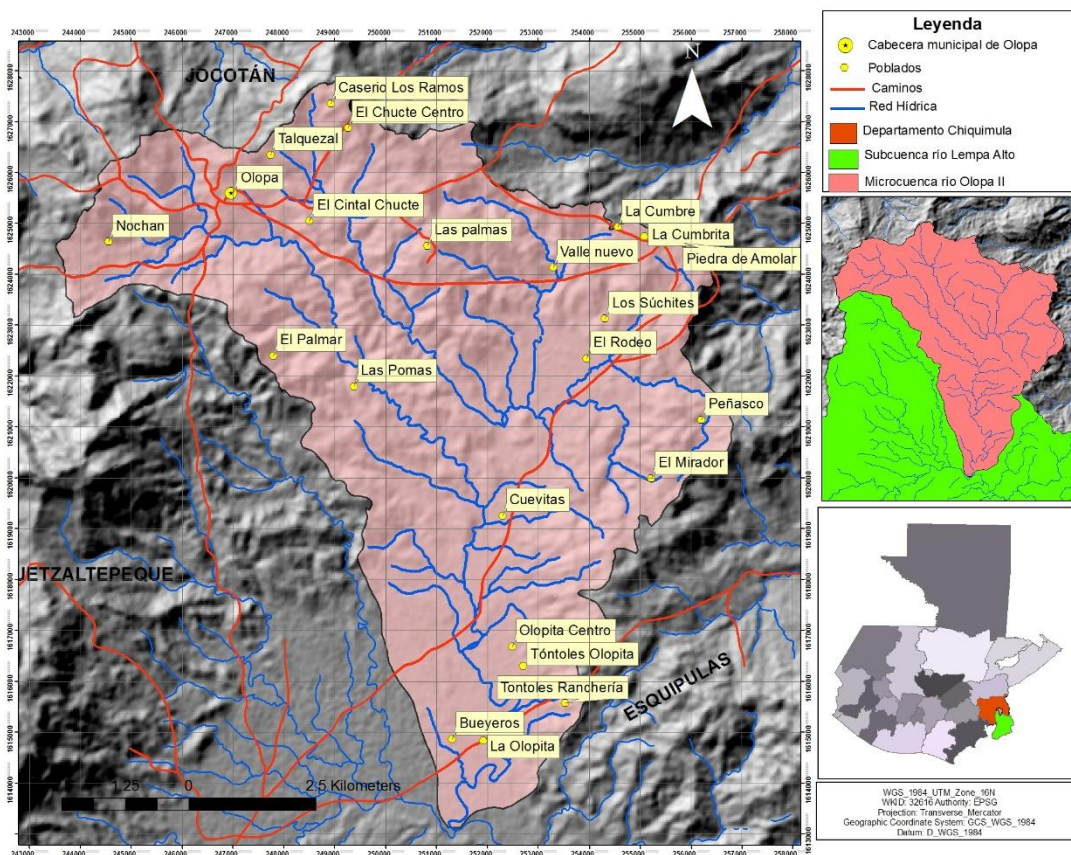


Figura 2. Ubicación de la microcuenca del río Olopa II

Desde el punto de vista socioeconómico, la cuenca de estudio comprende una zona urbana (la cabecera municipal de Olopa) y comunidades rurales de los municipios de Olopa y Esquipulas. La población total proyectada para el 2014 es de 24 213 habitantes según el XI Censo (INE 2002). A esto debe sumarse una gran cantidad de personas que visitan o que se establecen temporalmente en la cabecera municipal.

Según el POA-Olopa 2009, citado por Elías (2013), en cuanto a la distribución de la tierra, predominan los medianos y grandes propietarios. Los pequeños tienen parcelas que oscilan entre 0,5 y 2,2 hectáreas, los que no tienen tierra, arrendan a costos altos. El 54% de los predios son menores de 3,7 hectáreas.

Las principales actividades agrícolas productivas de la zona son la producción de maíz y frijol bajo la modalidad de cultivos anuales asociados, así como el cultivo del café asociado con banano y frutales, que representan un 70% de la economía del municipio. En lo referente a la producción pecuaria, las especies más comunes y de importancia en el área son las aves y los porcinos, y en menor escala los equinos. Los productos derivados de la actividad agropecuaria se destinan para el consumo familiar y para la venta (Elías 2013).

2.2 Procedimientos metodológicos

De las 27 comunidades que conforman la microcuenca del río Olopa, se seleccionaron 21 como población meta para realizar entrevistas; las mismas fueron seleccionadas por estar ubicadas en área rural y por tener organización comunitaria. En cada una de estas comunidades se realizó una entrevista.

Las entrevistas fueron dirigidas a actores claves, presidentes de COCODES y de comités de agua, para tener su visión de la comunidad y de la gestión del recurso hídrico. Además, estas entrevistas sirvieron para lograr una buena comunicación y conocimiento de la zona y establecer los vínculos que facilitarían la fase de aplicación de encuestas a los hogares.

Con base en los resultados de las entrevistas, se seleccionaron 18 de las 21 comunidades para la aplicar las encuestas. Las tres comunidades excluidas se deben a que no sufren problemas de escasez de agua y las organizaciones comunitarias son débiles.

De las 18 comunidades seleccionadas, cinco corresponden al municipio de Esquipulas (Olopita Centro, Cuevitas, Tontoles, Tontoles Ranchería y El Mirador) y están ubicadas en la zona baja de la microcuenca; las restantes pertenecen al municipio de Olopa (Piedra de Amolar, La Cumbre, La Cumbrita, Los Lirios, Chucte Centro, Cintal Chucte, Caserío Los Ramos, Nochán, Las Pomas, Las Palmas, El Rodeo, Los Súchites y Valle Nuevo) y corresponden a la zona alta y media de la microcuenca.

Con base en la encuesta se obtuvo la información para cada uno de los componentes de la gestión del agua considerados: fuentes, consumo diario, tratamiento, acceso, y medidas de adaptación para el abastecimiento.

2.2.1 Estimación del tamaño de la muestra para encuestas

La población total del área de estudio (18 comunidades) es de 1613 hogares. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó un nivel de confianza del 95% y error de muestreo de 5%, lo cual resulta en una muestra de 300 hogares a los que se aplicó la encuesta, distribuida de manera proporcional en las diferentes comunidades, según se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Ponderación de encuestas aplicadas por comunidades

Municipio	Comunidad	No. de casas	Porcentaje de casas	No.de encuestas
Esquipulas	Olopita Centro	75	4.65	14
	Cuevitas	60	3.72	11
	Tontoles	82	5.08	15
	Tontoles Ranchería	30	1.86	6
	El Mirador	36	2.23	7
Olopa	Piedra de Amolar	250	15.50	46
	La Cumbre	130	8.06	24
	La Cumbrita	123	7.63	23
	Los Lirios	48	2.98	9
	Chucte Centro	97	6.01	18
	Cintal Chucte	64	3.97	12
	Caserío Los Ramos	85	5.27	16
	Nochán	93	5.77	17
	Las Pomas	90	5.58	17
	Las Palmas	190	11.78	35
	El Rodeo	55	3.41	10
	Los Súchites	50	3.10	9
	Valle Nuevo	55	3.41	10
TOTAL	18	1613	100.00	300

2.2.2 Componentes de información incluidos en las encuestas

Se elaboró una encuesta con 4 ítems de información. Esta encuesta fue probada en 56 hogares antes de su aplicación definitiva a la muestra de hogares calculada. Los principales componentes de información sobre el manejo y la gestión del agua en las comunidades que se determinaron fueron los siguientes:

A. Fuentes de agua para consumo humano, uso doméstico y riego por época del año

Se determinaron las fuentes que los hogares usan para abastecerse de agua y la época del año en que las utilizan, principalmente para consumo humano y uso doméstico, pero también para riego y animales de patio. Las fuentes evaluadas fueron: nacientes, sistema de agua potable, agua de lluvia, ríos y quebradas, donación en casas vecinas, pozos artesanales con bomba y extracción manual, fuentes comunales, compra de agua purificada y sistema de bombeo comunitario.

Se preguntó cuáles fuentes de agua tienen en sus viviendas y en qué época utilizan cada una de ellas (todo el año, época seca o época de lluvia). Además se consultó sobre los usos que le dan a dicha fuente.

B. Consumo diario del recurso hídrico por hogar y época del año

A los encuestados se les preguntó cuántos litros diarios de agua se utilizan en su hogar y si existe variación de consumo en época seca y época lluviosa. Con esos datos se calculó el consumo per cápita en litros por día, tanto para la época seca como para la época lluviosa.

C. Acceso y tratamiento del agua

Para determinar el acceso de las familias al agua se elaboró una escala con cuatro niveles, establecidos por la Organización Mundial de la Salud y con base en los resultados obtenidos, sobre el consumo de litros diarios per cápita (l/d/p): Sin acceso cuando la cantidad promedio recolectada es menor a 5 l/d/p; Acceso básico cuando la cantidad promedio no puede superar los 20 l/d/p; Acceso intermedio en los casos donde cantidad promedio es aproximadamente 50 l/d/p; y Acceso óptimo cuando la cantidad promedio es de 100 l/d/p y más.

También se consultó a los encuestados si realizan tratamiento al agua para consumo humano, y cuando ello ocurre, el tipo del tratamiento que aplican: cloración, filtros, hervido, por radiación solar u otro.

D. Medidas de adaptación a la sequía mediante el almacenamiento de agua

A través de la encuesta se identificaron medidas de adaptación a la sequía que adoptan las familias en las comunidades para el almacenamiento del agua.

2.2.3 Organización y análisis de la información

La información obtenida a través de las encuestas se organizó en una base de datos en formato Excel y también se trabajó en el paquete estadístico Infostat, con el objetivo de realizar el análisis estadístico descriptivo para las variables o componentes de la gestión del agua que así lo requirieron. Para otros componentes de la información se utilizaron tablas de frecuencias, figuras y descripciones.

3. Resultados y discusión

3.1 Fuentes del recurso hídrico para consumo humano, uso doméstico y riego por época del año

Los hogares de la microcuenca Olopa se abastecen del recurso hídrico principalmente de forma directa de manantiales, nacientes, o los comúnmente llamados ojos de agua o vertientes, y de sistemas de agua para consumo humano que consisten en tanque de captación de agua superficial con tubería para distribución en las casas (figura 3).

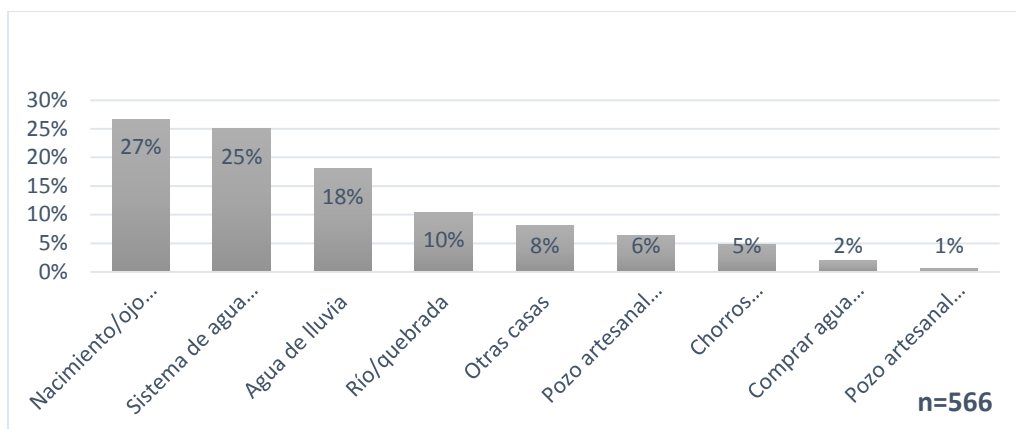


Figura 3. Porcentaje de uso de las fuentes de suministro del recurso hídrico

La captación del agua de lluvia es una práctica realizada por el 18% de los hogares encuestados. Esto es importante para establecer programas de captación de lluvia, ya que se puede aprovechar la experiencia de estos hogares en el fortalecimiento de las capacidades de otras familias o comunidades en este campo. Sin embargo, existen deficiencias importantes en la captación y almacenamiento de agua mediante esta tecnología, ya que se capta agua directo de la lluvia, solo algunos se ingenian un canal con láminas viejas. El almacenamiento de esta agua se realiza en recipientes de baja capacidad (20 a 200 litros), suficientes solamente para el consumo diario.

Las fuentes de recurso hídrico que los hogares utilizan con menor frecuencia son: ríos o quebradas (10%), casas vecinas (8%), pozo artesanal propio (6%), llena cántaros o pilas comunales (5%), compra de agua purificada (2%) y pozo artesanal propio con bomba de extracción (1%). Ninguna de las comunidades de la microcuenca cuenta con pozo mecánico y con bomba comunitaria debido al poco apoyo político de las municipalidades, y debido a que las comunidades no cuentan con recursos económicos para implementar proyectos de esta naturaleza.

En la figura 4 se describe la época de uso de cada tipo fuente del recurso hídrico: todo el año, época seca y época lluviosa.

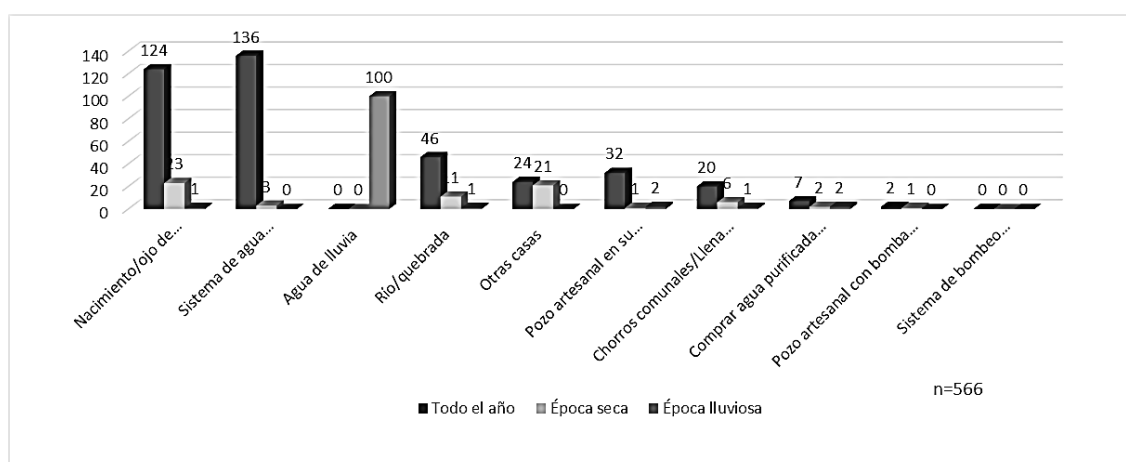


Figura 4. Época y grado de uso de las fuentes de agua en la microcuenca Olopa.

Los manantiales y los sistemas de agua potable son las principales fuentes de suministro del recurso hídrico y abastecen a los hogares la mayor parte del año, aunque en la época seca la disponibilidad del recurso disminuye. Ello obliga, principalmente a las mujeres, a desplazarse

distancias mayores o dirigirse a los manantiales, quebradas o ríos en horas de la noche y madrugada. Además de la variabilidad climática, otros factores que influyen en las fuentes de agua son la tala de árboles, los pesticidas (productos químicos), la falta de conciencia para el uso racional de los recursos, los incendios forestales y el vertido de los desechos sólidos y líquidos en las fuentes de agua superficial.

Los meses en que se presenta mayor déficit del recurso hídrico difieren según la zona de la microcuenca; en la zona baja los meses críticos son febrero, marzo, abril, mayo y junio, mientras que en la zona alta los meses de escasez del recurso son marzo, abril y mayo. En la época lluviosa la captación del agua de lluvia es una fuente importante de suministro del recurso hídrico. En esta época se presentan intensas lluvias, las tuberías de distribución del agua son muy vulnerables, y con frecuencia se destruyen y se corta el suministro de esa fuente.

Las comunidades, cuando compraron las fuentes de agua, únicamente compraron el área de la naciente y actualmente no hay forma de cómo poder reforestar alrededor, porque los terrenos son propiedad privada y no permiten el acceso a los mismos. Anteriormente, cuando se gestionaba un sistema de agua, se celebraba un convenio entre el comité y el propietario de la fuente sin prever la necesidad de proteger la cuenca donde se situaba esta. Esto ha traído como consecuencia que no se respete la norma de no deforestar los sitios donde haya fuentes de agua, y lo mismo sucede con los nacimientos o fuentes que no están captadas.

3.2 Consumo diario del agua por época del año

Aunque existe una variabilidad alta, el consumo diario de agua por cada habitante de las comunidades de la zona de estudio para consumo humano y uso doméstico es mayor en la época lluviosa (cuadro 4), posiblemente debido a una mayor disponibilidad del líquido en las diferentes fuentes utilizadas. Los promedios de consumo diario son muy bajos, comparados con el acceso óptimo que recomienda la Organización Panamericana de la Salud, 100 litros diarios per cápita. Esto es totalmente crítico cuando se observan los valores mínimos, en cualquiera de las épocas del año. En estos casos, el agua se utiliza únicamente para consumo humano y preparación de alimentos; otras necesidades como lavado de ropa y aseo personal se realizan directamente en las fuentes de agua.

Cuadro 3. Resumen estadístico del consumo diario per cápita de agua

Época del año	Variable	N	Media	D.E.	C.V.	Min	Máx	Mediana
Época lluviosa	Litros diarios per cápita	290	37	39	105	0,33	333	27
Época seca	Litros diarios per cápita	290	33	38	113	2,00	333	23

Los usos domésticos posibles del agua en la zona de estudio son: para preparar alimentos, consumo humano directo, higiene personal, lavado de ropa y aseo de la vivienda. En la actividad pecuaria familiar los usos predominantes son en los abrevaderos y limpieza de los corrales; y en la actividad agrícola es el uso para riego, y piscicultura a pequeña escala. En algunos pocos casos el agua se utiliza para la pequeña industria o para actividades recreativas.

Los valores de consumo medio que se indican en el cuadro 4 se destinan prioritariamente a los usos de consumo humano, preparación de alimentos y aseo personal; el lavado de ropa regularmente se hace directamente en las fuentes de agua. En la época lluviosa 27 litros

diarios per cápita es el consumo de mayor frecuencia en los hogares, y 23 litros diarios per cápita durante la época seca. Para los valores máximos (333 litros diarios per cápita o cercanos a este) el agua es destinada al consumo humano y todos los usos domésticos, y algo para los animales o el riego de cultivos.

3.2.1 Tratamiento del agua para el consumo humano

El 52% de los hogares en la microcuenca Olopa dan tratamiento al agua para consumo humano, principalmente mediante cloración y hervido, y en mucho menos escala filtros y tratamiento a través de radiación solar (figura 5). A nivel de las comunidades, el 72% de ellas acostumbra clorar únicamente los tanques de captación y distribución de agua en los sistemas de agua entubada, sin embargo ello no es suficiente, ya que el agua está en contacto permanente con tuberías, válvulas, grifos y superficies de depósitos, todos los cuales pueden aportar más sustancias químicas contaminantes al agua (Sobsey 2015).

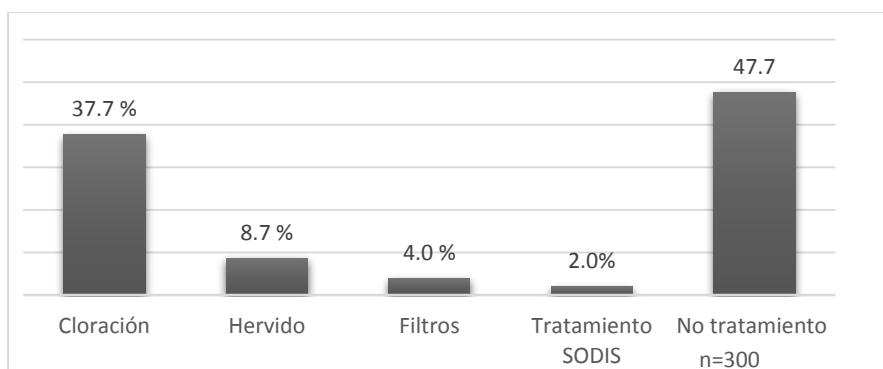


Figura 5. Porcentaje de los tratamientos del agua para consumo humano

El principal problema de Olopa es la contaminación de las fuentes de agua por los beneficios de café, que lanzan las aguas utilizadas en el proceso de beneficiado a las quebradas, y entonces las mismas no se pueden utilizar para consumo humano, animal ni para la agricultura. Esta situación problemática se da en la mayoría de comunidades del municipio, donde se encuentran beneficios de café, por ejemplo en Tituque, El Chucte, Piedra de Amolar y Laguna de Cayur.

Otros problemas que afectan la calidad del agua son los agroquímicos utilizados en la agricultura y la deposición de heces fecales en sitios abiertos, que muchas veces son arrastradas por escorrentía superficial hacia los cauces de los manantiales o se infiltran hacia los mantos acuíferos. En la microcuenca únicamente el 4% tiene inodoro conectado a una fosa séptica y el 49% no tiene ningún tipo de letrina y usa espacios abiertos. Además los ríos y quebradas son vertederos de animales muertos.

La zona urbana del municipio de Olopa se encuentra en la parte alta de la microcuenca y es un foco de contaminación muy importante que afecta a los hogares en la parte media y baja. Además el 80% del área es zona cafetalera, por lo tanto se presenta alta contaminación por vertido de aguas mieles y pulpa de café en la época de cosecha.

La Desinfección Solar del Agua (SODIS) es una solución simple, de bajo costo y ambientalmente sostenible para el tratamiento de agua para consumo humano a nivel doméstico, en lugares en los que la población consume agua cruda y microbiológicamente contaminada (Meierhofer y Wegelin 2003). Sin embargo, muy pocas familias la utilizan en la microcuenca.

El 48% de los hogares no realiza ningún tratamiento del agua para consumo humano, lo cual obedece a varias razones: (1) consideran de manera empírica que el agua es potable, principalmente en la zona alta y media de la cuenca; (2) desconocen cómo realizar el tratamiento al agua ya que no se abastecen de un sistema de agua entubada y no tienen asistencia por parte del Centro de Salud sobre este tema; (3) no les gusta tratar el agua debido al sabor y olor del agua después de aplicar la cloración; (4) no tienen la costumbre de hacerlo; y (5) las familias no tienen suficientes recursos económicos, a pesar de que conocen los tratamientos existentes para el agua.

En cuanto a la razón sobre el sabor y el olor, es importante anotar que la desinfección del agua con frecuencia puede afectar su sabor: el hervido dejará un agua con sabor insípido, el tratamiento solar hará que el agua se caliente y el cloro puede dejar un sabor desagradable (Federación Internacional De Sociedades De La Cruz Roja Y De La Media Luna Roja 2008).

El consumo de agua contaminada puede ser un alto riesgo para la salud de la población. Según datos a nivel nacional, en Guatemala la incidencia de enfermedades de origen hídrico en el 2010 fue de 37,22/1000 habitantes, la incidencia de casos mortales por enfermedades de origen hídrico para el 2010 fue de 0,75 casos/10000 habitantes, y la mortalidad infantil por enfermedades de origen hídrico para el 2010 fueron 236 casos (IARNA y URL 2012).

3.3 Acceso al agua

Las cantidades de agua necesarias para usos domésticos, y especialmente la ingestión, son generalmente muy pequeñas en comparación a las de la agricultura y la industria: 20 litros por persona por día para beber y para la higiene personal que se considera ser el acceso "básico" (UNICEF Y OMS 2011). Según IARNA (2005), para el 2000 se estimó que el consumo doméstico para los habitantes de la zona rural es de 60 litros diarios per cápita. La cobertura del servicio de agua potable ha mejorado, principalmente en la zona rural, para el 2011 se estimó el 58% de cobertura de dicho servicio a nivel nacional (IARNA 2012).

En el cuadro 4 se presentan los resultados de clasificación de los hogares en la zona de estudio, según el acceso al agua, tomando como base los niveles establecidos por Howard y Bartram (2003).

Cuadro 4. Niveles de acceso al agua de los hogares de la microcuenca del río Olopa

Nivel del servicio	Medida del acceso	Época seca	Época lluviosa
Sin acceso (la cantidad promedio recolectada es menor a 5 l/d/p)	Más de 1,000 m o 30 minutos de tiempo total de recolección	3%	3%
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar los 20 l/d/p)	Entre 100 y 1.000 m o de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	38%	43%
Acceso intermedio (entre 21 y 80 l/d/p y con la cantidad promedio de aproximadamente 50 l/d/p)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m o 5 minutos del tiempo total de recolección)	52%	48%
Acceso óptimo (cantidad promedio es de 100 l/d/p y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	7%	5%

Fuente: Adaptado de Howard y Bartram (2003).

Durante todo el año, el 3% de los hogares recolecta menos de 5 litros diarios por persona, con lo que se garantiza solo el consumo humano. No se garantiza otros usos, lo que podría afectar la salud de la población.

Con base en la clasificación utilizada, la mayoría de los hogares (38% y 43% en época seca y lluviosa, respectivamente) tienen acceso al agua en un nivel de acceso básico, o sea, la cantidad recolectada no puede alcanzar los 20 l/d/p. Esta cantidad puede alcanzar para el consumo humano (ingestión), la higiene, el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación, pero difícilmente para las actividades de lavado de ropa y aseo personal, que se deben realizar en las propias fuentes de agua.

Con la cantidad de agua recolectada entre los 21 y 80 l/d/p, es decir, en el nivel intermedio, se encuentra el 52 y 48% de los hogares, en época seca y lluviosa respectivamente. Se pueden cubrir las necesidades de consumo humano, higiene básica personal y de los alimentos, lavado y el aseo personal. El 7 y 5% de los hogares, en época seca y lluviosa tienen nivel de acceso óptimo al agua. Este grupo pequeño de hogares son los que tienen cubiertas todas las necesidades del recurso.

En el cuadro 5 se indican los tipos de fuentes de agua a los que los hogares tienen acceso, según la zona de la cuenca donde habitan.

Cuadro 5. Tipo de fuente de agua según la zona de la microcuenca

Zona de la cuenca	Fuentes de agua
Alta	Quebradas, captación de agua de lluvia, algunos pocos acueductos
Media	Nacientes, aguas superficiales, compra de agua
Baja	Ríos, quebradas, pozos artesanales, acueducto

En la zona media se encuentran la mayoría de nacientes, estas fuentes garantizan la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas más bajas durante todo el año (Jiménez 2006). El agua de los acueductos de las comunidades en la zona baja de la microcuenca provienen de nacientes en la zona media y las comunidades de la zona alta no tienen acceso a esas nacientes, ya que se requiere un sistema de bombeo, por lo que deben acarrear el agua de forma manual. Esta situación es especialmente crítica en la zona de estudio, ya que el centro urbano del municipio se encuentra en la parte alta de la microcuenca, lo que aumenta los focos de contaminación y la demanda de agua. Es importante recordar que los procesos en las partes altas de la cuenca invariablemente tienen repercusiones en la parte baja, dado el flujo unidireccional del agua (Jiménez 2006).

En la zona urbana y cercanías existen hogares que compran agua en garrafones para consumo humano. El 3,33% de los hogares encuestados dijo hacer esta compra y gastan en promedio US \$14.3.

Durante la época lluviosa, de 197 hogares el 88% (173) gasta en promedio 30 horas mensuales para la recolección de agua, el 7% gasta en promedio 90 horas y el 4% un total de 150 horas al mes, para ese fin. En el caso de la época seca, de 205 hogares, el 81% (166)

gastan en promedio 30 horas mensuales, 12% gastan 90 horas mensuales y 7% más de 150 horas mensuales.

3.3 Medidas de adaptación ante la escasez de agua

Las familias utilizan diferentes medidas para adaptarse a la falta de agua (figura 6), entre las que se destacan: almacenar agua, ahorrar el líquido, acarrearla desde ríos y quebradas y captar agua de lluvia.

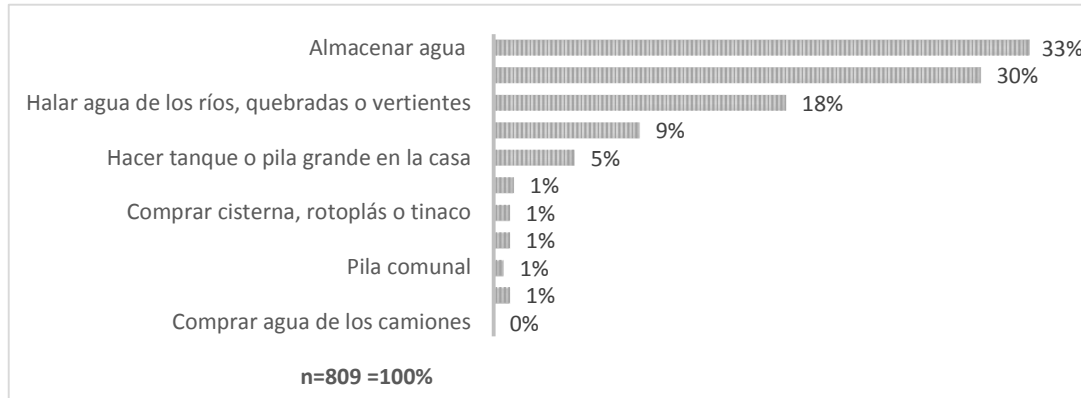


Figura 6. Medidas de adaptación para el abastecimiento del recurso hídrico

El almacenamiento se realiza en diferentes tipos de contenedores (figura 10). La mayoría de los hogares de la microcuenca captan, almacenan y ahorran agua, así mismo, la acarrean desde ríos y quebradas. La recolección y almacenamiento del agua son procesos muy importantes en cuanto a su calidad, ya que esta se puede contaminar con patógenos de origen fecal durante su transporte y almacenamiento debido a las condiciones insalubres de manejo (Sobsey 2015).

Los tambos, canecas o latas son los contenedores que utilizan con mayor frecuencia, con capacidad de almacenamiento de 20 litros. Son contenedores de plástico con tapa de boca ancha, excepto las latas que no tienen tapa. Otros contenedores de uso frecuente son las botellas y galones, toneles o barriles, cántaros y ollas de barro. Los estudios indican que el uso de contenedores con bocas estrechas para el llenado y dispositivos, como los grifos, protegen el agua recolectada durante su almacenamiento y uso domiciliario (Sobsey 2015). Las pilas, tanques, cisternas o rotoplás son las de uso menos frecuente, debido al alto costo que representa para la mayoría de familias.

En la mayor parte del mundo en desarrollo, las personas obtienen el agua de una increíble variedad de suministradores de servicios (PNUD 2006). En la microcuenca, el 72% de los hogares encuestados tiene más de una fuente de suministro del recurso hídrico y algunas varían de acuerdo con la época del año.

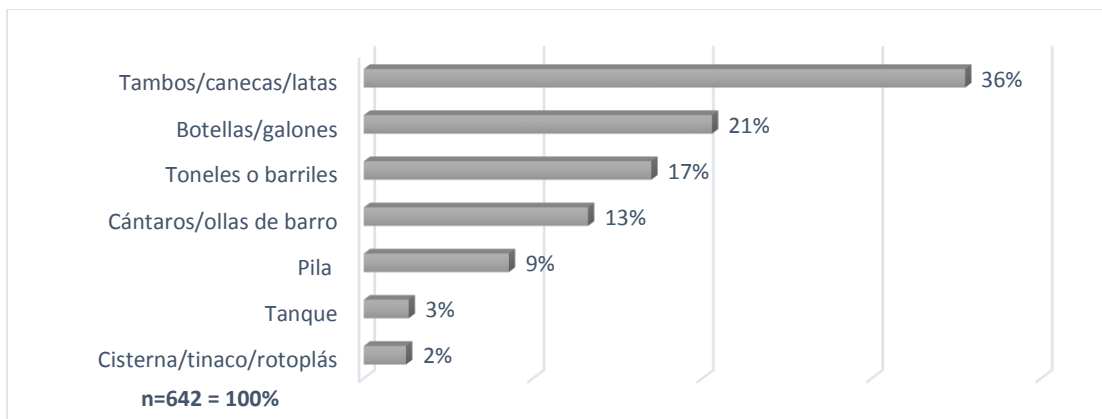


Figura 7 Formas de almacenamiento del agua en la microcuenca del río Olopa

4. Conclusiones

Aunque existen diferentes fuentes de agua en la microcuenca, las principales son manantiales o nacientes, sistema de agua potable, agua de lluvia y aguas superficiales (ríos o quebradas).

Los usos prioritarios de los hogares son para consumo humano preparación de alimentos y aseo personal. En cuanto al consumo, existe mucha variación en el consumo diario de agua en los hogares, pero el consumo de mayor frecuencia en los hogares es de 27 litros diarios per cápita, que es un bajo consumo si se compara con el consumo a nivel nacional para la zona rural de 60 litros diarios per cápita.

El 52% de los hogares dan tratamiento al agua para consumo humano, principalmente mediante cloración, hervido, filtrado y por radiación solar. El resto no lo hace por desconocimiento, falta de costumbre o por falta de dinero para comprar cloro.

EL 50% de los hogares tiene acceso intermedio al agua, que van entre 21 y 80 litros diarios per cápita, y logran cubrir las necesidades de consumo humano, higiene personal y preparación de alimentos. Sin embargo, un alto porcentaje (40%) de hogares no supera los 20 litros diarios per cápita, por lo que tiene un acceso básico, que para la mayoría no es suficiente para cubrir sus necesidades básicas diarias.

Las medidas de abastecimiento del recurso hídrico se adaptan según las situaciones de cada época del año, la mayoría de los hogares opta por almacenar, ahorrar y acarrear agua de los ríos, quebradas o nacientes, también captan agua de la lluvia. Las acciones que los hogares realizan para abastecerse del recurso hídrico no están ligadas a un proceso de gestión, por el contrario, responden a situaciones críticas de momento, sin solucionar la problemática a largo plazo. Por lo tanto, se requiere el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades para mejorar la gestión de los recursos hídricos.

5. Referencias

Elías Lemus, HI. 2013. Determinación de la intensidad de uso de la tierra aplicando la metodología USDA, para proponer lineamientos generales que orienten el manejo del recurso en el municipio de Olopa, departamento de Chiquimula. Tesis Lic. Ing. Agr. Chiquimula, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 72 p. Consultado 28 oct., 2014. Disponible en http://sintet.net/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=166&so bi2Id=1124&Itemid=183

- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, SZ. 2008. Sistemas domésticos de tratamiento y almacenamiento de agua en situaciones de emergencia (Disco duro). Suiza, Consultado 04 nov., 2014. Formato PDF.
- García Luna, JC. 2007. Diseño de abastecimiento de agua potable para el caserío la consolación, aldea carrizal y diseño de puente vehicular en caserío valle nuevo, aldea el rodeo, municipio de Olopa, Chiquimula. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). 119 p. Consultado 03 nov., 2014. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2791_C.pdf
- GIZ (Giz (Sociedad Alemana Para La Cooperación Internacional) y Ctpt (Comisión Trinacional Del Plan Trifinio)); CTPT (Comisión Trinacional del Plan Trifinio). 2011. Estado de la Región Trifinio 2010: Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios (en línea). Guatemala, Consultado 5 set. 2015. Disponible en <https://www.scribd.com/doc/118965660/Estado-de-la-Region-Trifinio-2010-Datos-socioeconomicos-y-ambientales-de-los-municipios>
- GWP (Asociación Mundial para el Agua, Centroamérica); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Mesoamérica). 2013. Tecnologías Para el Uso Sostenible Del Agua: Una Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Adaptación al Cambio Climático. Tegucigalpa, Honduras, FAO 2013. 168 p. Consultado 21 oct., 2014. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Tecnologias%20para%20el%20uso%20sostenible%20del%20agua.pdf
- Herrador, D; Dimas, L. 2001. Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador (en línea). El Salvador, Fundación PRISMA. Consultado 5 set. 2015. Disponible en <http://ww2.oikos.unam.mx/CIEco/comunidades/files/Valoraci%F3n%20Econ%F3mica%20del%20Agua%20para%20el%20Area%20Metropolitana%20de%20San%20salvador%20.pdf>.
- Howard, G; Bartram, J. 2003. Cantidad de Agua para Uso Doméstico: Servicio, Nivel y Salud (en línea). Suiza, Organización Mundial de la Salud. Consultado 5 set. 2015. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf.
- IARNA (Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente, GT), URL (Universidad Rafael Landivar, GT), 2012. Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012 Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. Trads. C Cleaves; J Gálvez. Guatemala, 400 p. (12).
- IARNA (Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala), URL (Universidad Rafael Landivar, Guatemala). 2015. Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala Bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo (en línea). Guatemala, IARNA/URL. Consultado 1 set. 2015. Formato PDF. Disponible en http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/serie_amb/4.PDF. (Serie textos para la educación y el cuidado de la vida)
- INE (Instituto Nacional De Estadística Gt). 2002. XI Censo nacional de población y VI de habitación (Disco Duro). Guatemala, Consultado 6 oct. 2014. Formato Excel. (Proyección poblacional de los municipios Olopa y Esquipulas por comunidades).
- Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 2004. El manejo Integral de Cuencas en México: Estudios y Reflexiones para Orientar la Política ambiental (en línea). México D.F., Mx. Consultado 6 oct. 2015. Disponible en: www.inecc.gob.mx/publicaciones/download/452.pdf

- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología GT). 2015a. Análisis Meteorológico del Mes de Julio 2015 (en línea). Guatemala, Gobierno de Guatemala. Consultado 11 set. 2015. Formato PDF. Disponible en http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/climaticos/climatico_m_05082015.pdf.
- Jiménez, Francisco. 2006. Enfoques Básicos del Manejo y La Gestión de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 3 may. 2015.
- Meierhofer, R; Wegelin, M. 2003. Desinfección Solar del Agua, Guía de Aplicación (Disco duro). Lima, Perú, Consultado 26 oct., 2014. Formato PDF.
- PNUD (Programa de las Naciones UNIDAS para el Desarrollo). 2006. Informe sobre Desarrollo Humano 2006 (en línea). Estados Unidos de América, Grupo Mundi-Prensa. Consultado 5 ago. 2015. Disponible en http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf. (Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua).
- Sobsey, M. 2015. Manejo del agua en la vivienda: beneficios acelerados para la salud derivados del abastecimiento de agua mejorado Suiza, Organización Mundial de la Salud. Consultado 6 oct. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/WSH02.07.pdf?ua=1.
- UNICEF (Unicef (United Nations Children's Fund) y OMS (Organización Mundial De La Salud)); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2011. Agua potable: equidad, seguridad y sostenibilidad. (en línea). Estados Unidos de América, 62 p. (Reporte Temático de Agua Potable 2011). Consultado 6 set. 2015. Disponible en <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/1194-eng.pdf>

ARTÍCULO II

Valoración económica de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, en la región del trifinio Guatemala

1 Resumen

En este artículo se presentan los resultados de un estudio sobre las preferencias declaradas de los hogares beneficiarios de un programa hipotético de cosecha de agua de lluvia en la microcuenca del río Olopa, en la región del Trifinio (área fronteriza entre El Salvador, Honduras y Guatemala). Las preferencias fueron evaluadas a través del método de experimento de elección, que es un método de valoración económica indirecto, a través del cual se puede valorar más de una alternativa en una encuesta. Se realizaron 300 encuestas dirigidas a jefes de hogar, en donde se recopiló información acerca de: (i) el grado de interés y las preferencias por tres tecnologías diferentes de cosecha de agua de lluvia, (ii) la disponibilidad a pagar (DAP) de los beneficiarios por dichas tecnologías, (iii) la relación existente entre la DAP y las características socioeconómicas de los hogares beneficiarios, (iv) las probabilidades y cambios en estas, con el aumento en precio de implementación. Con los

coeficientes estimados en un modelo logit condicional con parámetros fijos, se estimó la DAP para cada tecnología de cosecha de agua evaluada.

Palabras clave: Experimentos de elección, modelo logit, disposición a pagar, captación de agua de lluvia.

2 Introducción y justificación del estudio

El corredor seco centroamericano se extiende en la franja del Pacífico, desde el occidente de Guatemala hasta Nicoya, Costa Rica, y pasando por el Trifinio. En el mismo se han presentado eventos continuos de sequía en los años 2012, 2013, 2014 y 2015, durante el período lluvioso, específicamente en junio, julio y agosto (Mancomunidad Copán Ch'orti' 2011, CIAT 2012, OXFAM 2013, SESAN 2013, SESAN 2014, INSIVUMEH 2015).

La escasez del recurso agua y la dificultad para abastecer a los hogares se hacen cada vez más comunes en la región, ya sea por la alteración en los patrones de precipitación, la disminución del volumen de aguas superficiales o por la falta de manejo y gestión integral del recurso hídrico.

En una evaluación de los impactos de la sequía realizada en el año 2013, se reportan pérdidas acumuladas desde el 2008, superiores al 50% de las cosechas de granos básicos, maíz y frijol, fundamentales en la dieta las familias de la región y en su producción agrícola de subsistencia. Una consecuencia directa fue la disminución significativa de las reservas de alimentos en los hogares, que satisface las necesidades entre los periodos de cosecha, por ende, su seguridad alimentaria (SESAN 2013). Según OXFAM (2014), para septiembre de 2013 hubo un incremento interanual del 42,3% de casos de desnutrición aguda en el departamento de Chiquimula.

Una alternativa que da respuesta a esta problemática es captar el agua de lluvia a través de diversas tecnologías que permiten recolectar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico (FAO 2013). Hay una gran variedad de tecnologías de cosecha de agua adaptadas a diferentes situaciones, y las mismas ofrecen una amplia gama de beneficios, que incluyen el contribuir a satisfacer la demanda del agua y reducir la erosión de los suelos.

En el presente estudio fueron evaluadas tres tecnologías de cosecha de agua de lluvia: (1) captación a través de techos, (2) lagunas revestidas de polietileno, (3) zanjas de infiltración. La captación a través de techos consiste en la captura del agua que cae directamente en los techos de las casas u otras construcciones como escuelas o bodegas a través de canaletas, para luego depositarla en estructuras de almacenamiento. Esta agua puede ser utilizada para consumo humano, uso doméstico o para regar pequeños huertos familiares (GWP y FAO 2013).

La tecnología de lagunas revestidas de polietileno consiste en una excavación rectangular cuyas paredes son fortalecidas con piedra y revestidas con láminas de polietileno, al igual que el fondo (Cajina 2006). Además de recolectar y almacenar agua de lluvia, esta estructura recolecta agua de fuentes superficiales. El agua puede ser utilizada en sistemas de riego o para abrevadero de animales (GWP y FAO 2013).

Las zanjas de infiltración consisten en una excavación en forma de canal en el suelo, con paredes en forma de talud, sin desnivel y construidas en la parte superior o media de laderas. Esta estructura tiene por objetivo captar el agua que escurre, lo que a su vez disminuye proceso erosivo, al favorecer la infiltración del agua en el suelo; con ello se almacena humedad para los cultivos (FAO 2013).

Estas tecnologías de cosecha de agua de lluvia constituyen estructuras permanentes, y su implementación tiene alto costo inicial pero bajo costo de mantenimiento. Por su parte, los recursos de los que disponen las municipalidades, Organizaciones Gubernamentales y no Gubernamentales son cada vez más escasos, y su inversión se prioriza en iniciativas que produzcan mayores beneficios. Aquí radica la importancia de estudiar las preferencias de los hogares y su DAP por diferentes tecnologías; además, identificar el vehículo de pago de los beneficiados, con el fin de distribuir los costos de la mejor manera.

El objetivo de este estudio es estimar la disponibilidad a pagar de los hogares, por los beneficios derivados de un programa de tecnologías de cosechas de agua de lluvia, a través de la valoración económica. Así, generar lineamientos para el manejo y gestión de los recursos hídricos en la región.

Con el fin de conocer los beneficios a ser generados por un posible proyecto de tecnologías de cosecha de agua, en este artículo se investigan las preferencias de los hogares de la región de triffinio por dichas tecnologías, y se analiza en qué medida el precio de implementación y la capacidad de almacenamiento, así como atributos específicos de cada tecnología y el ingreso mensual, el número de integrantes del hogar, género, educación, edad y ocupación del jefe del hogar, como características socioeconómicas, pueden incidir en tales preferencias. Para ello, el método de valoración económica utilizado fue el experimento de elección, que entre los métodos de análisis de preferencias declaradas, ha demostrado mayor auge en los últimos años, y se ha aplicado en el campo de la economía ambiental (Louviere et al 2000, Soliño et al 2008).

Con la información obtenida mediante el experimento de elección, se estimó un modelo logit condicional. Con base en los coeficientes del modelo, se estimó la DAP para cada una de las tecnologías evaluadas, también se calcularon sus probabilidades de elección a través de los efectos marginales del modelo.

3 Marco analítico general

3.1 Modelización de la elección

La teoría del consumidor supone la existencia de consumidores racionales que toman decisiones maximizando su utilidad. Desde este punto de vista, MaFadden (1973) formula un modelo de elección discreta, en el que la probabilidad de que se elija una alternativa se define como la probabilidad de que dicha alternativa tenga la mayor utilidad entre el conjunto de alternativas posibles.

De acuerdo con Rodríguez y Cáceres (2007), se explica que el proceso de decisión implica elegir entre $J+1$ alternativas, es decir, la variable dependiente Y_i toma valores que van desde 0 hasta J , de modo que interesa evaluar:

$$P(Y_i = j), \quad j = 0, \dots, J.$$

La utilidad que obtiene el individuo i de la alternativa j puede representarse mediante:

$$U_{i,j}, \quad j = 0, \dots, J.$$

La utilidad de cada una de las alternativas no es observable por el investigador; sin embargo, depende de un conjunto de características del individuo, x_i , y un conjunto de atributos propios de cada una de las alternativas, s_j , que sí son observables. Así, el componente determinístico o sistemático de la utilidad de la alternativa j para el individuo i puede especificarse como:

$$V_{i,j} = v_{i,j}(x_i, s_j).$$

La forma funcional que se utiliza generalmente para expresar el componente determinístico es lineal en los parámetros, de modo que $V_{i,j} = \beta'x_i + \beta's_j$, donde x_i es un vector de parámetros que determina diferentes probabilidades para cada alternativa j en función de las características del individuo i , mientras que s_j es otro vector de parámetros que introduce diferencias en las probabilidades de elegir cada alternativa como función de los atributos propios de esta.

Además, aparte de errores de medición, hay factores no observables por el analista que influyen en la utilidad y que no están incluidos en $V_{i,j}$; por ello, además del componente determinístico, debe considerarse un término aleatorio, cuya inclusión permite tener en cuenta que individuos aparentemente idénticos puedan escoger alternativas diferentes. Así, la utilidad del individuo para cada una de las alternativas queda recogida mediante la expresión:

$$U_{i,j} = V_{i,j} + \varepsilon_{i,j} \quad (\text{Rodríguez y Cáceres 2007}).$$

El individuo elegirá aquella alternativa que le proporcione máxima utilidad. Así, se elegirá la alternativa j si y solo si $U_{i,j} > U_{i,k}, \forall k \neq j$. Entonces, la probabilidad de que el individuo i elija la alternativa j puede expresarse como:

$$P(Y_i = j) = P(U_{i,j} > U_{i,k}, \forall k \neq j) = P(\varepsilon_{i,k} - \varepsilon_{i,j} < V_{i,j} - V_{i,k}, \forall k \neq j) \\ (\text{Rodríguez y Cáceres 2007}).$$

3.2 Modelo Logit

De los modelos de elección discreta, entre los más utilizados se encuentra el modelo logit, que parte del supuesto de que la parte aleatoria de la utilidad se distribuye como una función de valor extremo iid (independiente e idénticamente distribuida), y de la cual se deriva la probabilidad de elegir la alternativa i (McFadden 1973).

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{jn}}}$$

El modelo se resume en que un individuo n elegirá la alternativa i si esta le proporciona una utilidad superior a cualquiera otra alternativa j , disponible en su campo de elección (Camarena y Sanjuan 2005).

3.3 Modelo Logit condicional

En esta investigación se utilizó el modelo logit condicional, que constituye una variación del modelo logit y fue propuesto por McFadden (1974); ya que cuando las variables explicativas que se utilizan para estimar las probabilidades asociadas a cada una de las posibles alternativas que presenta, la variable endógena se refiere a atributos de las distintas alternativas, y no a las características de los individuos, y el valor de cada variable será distinto para cada alternativa.

En este caso solo existe un vector de parámetros a estimar, por ello, en la fórmula del modelo el vector parámetros no lleva asociado ningún subíndice relacionado con la alternativa a la que acompaña (Medina 2003).

El modelo logit condicional se expresa como:

$$P_{ij} = \frac{e^{\beta'X_{ij}}}{\sum_{j=1}^J e^{\beta'X_{ij}}} \quad \text{para } j=1,2, \dots, J \quad (\text{Medina 2003})$$

3.4 Disponibilidad a pagar

La disponibilidad a pagar (DAP) es la expresión monetaria que representa la máxima cantidad que un individuo pagaría por un bien o servicio. Existen dos rutas básicas y fundamentales en la estadística para la estimación de la disponibilidad de pago, la paramétrica y la no

paramétrica (Alpizar 2014). En esta investigación, la disponibilidad a pagar se calculó a través de la estimación paramétrica, se calcula como el cociente entre el parámetro de la alternativa de la que se trate y el parámetro de precio cambiado de signo, si se asume que el error se distribuye logísticamente.

4 Área de estudio y metodología

4.1 Área de estudio

La microcuenca del río Olopa se localiza en Olopa y Esquipulas, municipios del departamento de Chiquimula, Guatemala; entre las coordenadas 14° 35' 15" y 14° 42' 40" latitud norte y 89° 18' 30" y 89° 19' 30" longitud oeste, con un área de 89.1 km², altitud media de 1.300 msnm, las cotas mínima y máxima son 890 msnm y 1720 msnm, respectivamente. Esta microcuenca forma parte de la cuenca del río Lempa, que es una cuenca transfronteriza que comprende territorio de Guatemala, Honduras y El Salvador.

La microcuenca está conformada por 27 comunidades (figura 1), de las cuales, 10 pertenecen al municipio de Esquipulas (El Sacramento, Tareas, Peñasco o Llano de la Muerte, La Olopita, Olopita Centro, Las Crucitas y Boyeros) y 17 del municipio de Olopa (la cabecera municipal de Olopa, Nochan, Talquezal, Agua Tibia, El Chucte, Los Cajones, Las Palmas, Barrio Nuevo de Olopa, El Palmar, Las Pomas, Valle Nuevo, La Cumbre, Piedra de Amolar, Llano Largo, El Rodeo, Chagüitón y El Rodeo).

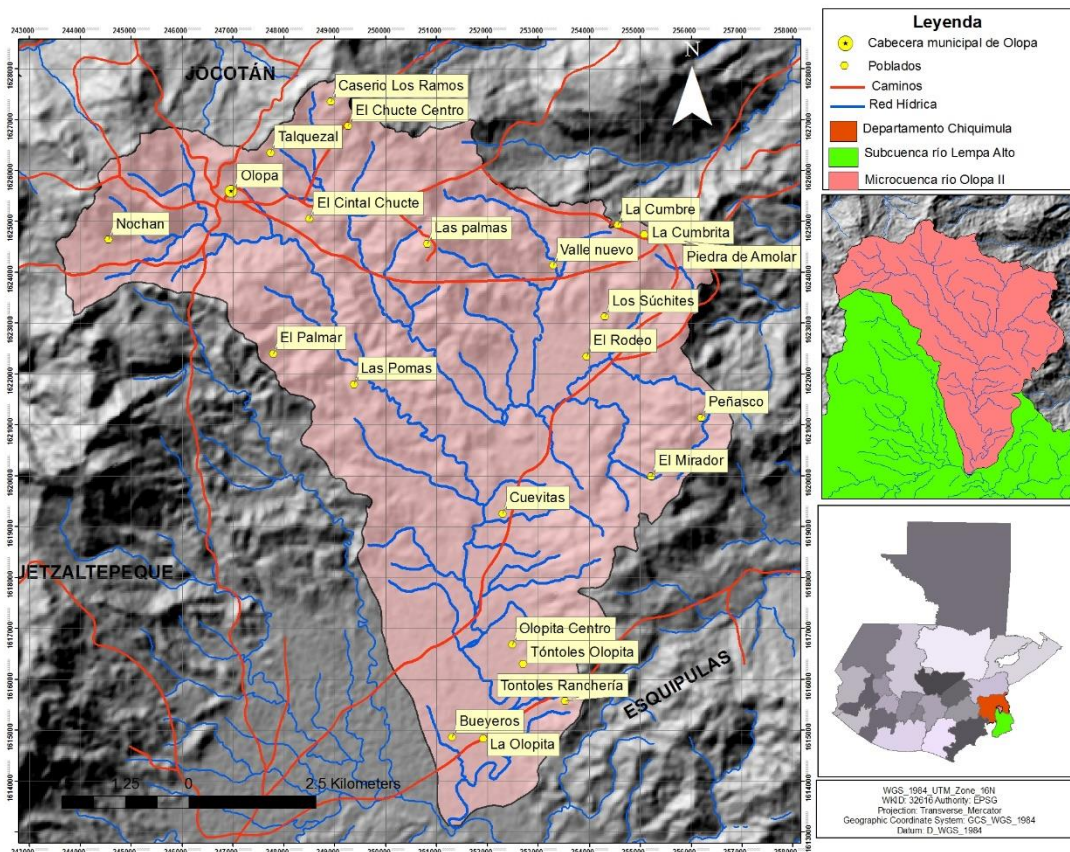


Figura 8. Ubicación de la microcuenca del río Olopa II

Desde el punto de vista socioeconómico, la cuenca de estudio comprende una zona urbana (la cabecera municipal de Olopa) y comunidades rurales de los municipios de Olopa y Esquipulas. La población total proyectada para el 2014 fue de 24 213 habitantes según el XI Censo (INE 2002). A esto debe sumarse una gran cantidad de personas que visitan o que se establecen temporalmente en la cabecera municipal.

Según el POA-Olopa 2009, citado por Elías (2013) en cuanto a la distribución de la tierra, predominan los medianos y grandes propietarios. Los pequeños tienen parcelas que oscilan entre 0,5 y 2,2 hectáreas; los que no tienen tierra, arrendan a costos altos. El 54% de los predios son menores de 3,7 hectáreas.

Las principales actividades agrícolas productivas de la zona son la producción de maíz y frijol bajo la modalidad de cultivos anuales asociados, así como el cultivo del café asociado con banano y frutales, que representan un 70% de la economía del municipio. En lo referente a la producción pecuaria, las especies más comunes y de importancia en el área son: las aves y los porcinos, y en menor escala los y equinos. Los productos derivados de la actividad agropecuaria se destinan para el consumo familiar y para la venta (Elías 2013).

4.2 Diseño del experimento

El método de experimento de elección se utilizó en este estudio para la estimación de la disponibilidad a pagar por la implementación de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia.

Con ese fin se diseñó una encuesta en la cual se incluyen las tres opciones hipotéticas a evaluar (captación por techos, lagunas revestidas de plástico, zanjas de infiltración), más status quo. Las opciones son definidas por combinaciones de niveles de atributos que incluyen precios y capacidad de almacenamiento de las tecnologías. Dichas opciones se le presentan al entrevistado y se le solicita elegir, simulando una situación real, la opción que más le satisface y mejor se ajusta a sus preferencias. La alternativa "status quo" se incluye entre las opciones, de esta forma se trata de cubrir todas las opciones posibles disponibles para los individuos y hacer que los modelos utilizados sean más compatibles con la teoría de la demanda, ya que en la realidad los individuos no se encuentran forzados a realizar una elección si las alternativas presentadas no les satisfacen (Louviere 2000).

En la asignación de atributos se plantean mejoras o cambios en las características del bien en su condición actual ("status quo") (Espinal y Gómez, 2011). Los niveles de los atributos de las tecnologías de cosecha de agua que se presentaron en las encuestas se describen en el cuadro 6.

Cuadro 6 Atributos y niveles del experimento de elección

Tecnología de cosecha de agua de lluvia	Atributos	Niveles
Captación por techos	Precio USD\$	66, 198, 296
	Capacidad de almacenamiento	6 m ³ , 10 m ³
Lagunas revestidas de polietileno	Precio USD\$	40, 145, 263
	Capacidad de almacenamiento	20 m ³ , 30 m ³
Zanjas de infiltración	Precio USD\$	4, 7, 33, 132, 211
	Capacidad de almacenamiento	3 m ³

Con los datos se estimaron los coeficientes del modelo logit condicional para la captación de agua de lluvia por techos, lagunas revestidas zanjas de infiltración, utilizando como variables

específicas de las alternativas a elegir el precio y la capacidad de almacenamiento; y como características del encuestado, ingreso mensual, número de personas por hogar género, educación, edad y ocupación.

Los modelos de elección discreta, como el que se utilizó, permiten la modelización de variables cualitativas, además, al modelo utilizado también se le clasifica como modelo de respuesta o elección múltiple por tener más de una alternativa de elección (Medina 2003). Estas características exigen la codificación, previo a la modelización, por lo cual las alternativas y las variables se codificaron en una base de datos, para ser utilizadas en los modelos y técnicas econométricas.

Para la estimación de los parámetros, el modelo logit condicional utiliza el método de máxima verosimilitud, en donde la matriz de datos muestrales está formada por n observaciones que toman el valor de 1 o 0 (Medina 2003).

El modelo se interpretó en términos probabilístico, es decir, se midió la probabilidad de que ocurra la elección. En cuanto a la interpretación de los parámetros estimados en un modelo Logit, el signo de los mismos indica la dirección en que se mueve la probabilidad cuando aumenta la variable explicativa correspondiente, sin embargo la medida del parámetro no coincide con la magnitud de la variación en la probabilidad, ya que una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia (Medina 2003).

4.2.1 Diseño de la muestra

El estudio se aplicó en 18 comunidades, cinco corresponden al municipio de Esquipulas (Olopita Centro, Cuevitas, Tontoles, Tontoles Ranchería y El Mirador) y están ubicadas en la zona baja de la microcuenca; las restantes pertenecen al municipio de Olopa (Piedra de Amolar, La Cumbre, La Cumbrita, Los Lirios, Chucte Centro, Cintal Chucte, Caserío Los Ramos, Nochán, Las Pomas, Las Palmas, El Rodeo, Los Súchites y Valle Nuevo) y corresponden a la zona alta y media de la microcuenca.

La población total del área de estudio (18 comunidades) es de 1 613 hogares. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó un nivel de confianza del 95% y error de muestreo de 5%, lo cual resultó en una muestra de 300 hogares a los que se aplicó la encuesta, distribuida de manera proporcional en las diferentes comunidades.

4.3 Diseño de la encuesta

En el proceso de diseño de la encuesta se recomienda realizar grupos focales con el fin de obtener las percepciones de algunos individuos respecto al tema específico del agua (Alpízar *et al.* 2009, Espinal y Gómez 2011). Para este estudio se realizó cuatro grupos focales en sitios comunales, en donde participaron líderes, padres y madres de familia de las 18 comunidades en estudio.

Los grupos focales se desarrollaron con discusión planificada con una guía semiestructurada, dividida en dos temas, el primero sobre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, en qué consisten, para qué sirven, los diferentes tipos y finalidades. Para facilitar la comprensión de este tema se hizo entrega de un manual a los participantes, el cual contenía aspectos sobre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia. En el segundo tema se abordó información útil para orientar y definir las preguntas de la encuesta, respecto a las tecnologías de cosecha de agua de lluvia a valorar y sus atributos, relevantes para los hogares.

La información obtenida fue útil para ayudar en el desarrollo de la encuesta, se conoció el léxico común en las comunidades y ello permitió la selección del vocabulario adecuado en la redacción de las preguntas, se identificaron los patrones de pensamiento y el posible comportamiento ante la pregunta de valoración, y también el vehículo de pago a utilizar.

Otro paso recomendado en el proceso de diseño y aplicación de la encuesta es realizar pruebas piloto una vez se tiene la encuesta diseñada. Es por ello que se realizó una prueba piloto en la que se aplicaron 56 encuestas, esto permitió conocer aquellos aspectos del recurso hídrico a valorar que más influyen en las preferencias de los encuestados, así como mejorar la redacción y detectar posibles errores de comprensión (Espinal y Gómez, 2011).

Posterior a la prueba piloto, se estructuró la encuesta final en tres secciones, la primera con preguntas que recogen información general en el tema de agua: Fuentes de abastecimiento de agua, consumo, tratamiento y la gestión de los recursos hídricos. Recoger esta información es necesario para tener una perspectiva real de la situación de las comunidades de la región del triffinio sobre los recursos hídricos, así justificar la viabilidad o no de la implementación de las tecnologías de cosechas de agua de lluvia.

En la segunda sección se identificó el grado de interés de los hogares por las tres opciones a evaluar: Captación por techos, lagunas revestidas de polietileno y zanjas de infiltración. Con ese fin se utilizó una escala de clasificación de 1 a 5, en donde: (1) No le interesa, (2) Poco interés, (3) Indiferente, (4) Interesado y (5) Muy interesado. De esta manera, se midió el interés específico de la utilidad percibida por los hogares para cada tecnología, sin tomar en cuenta el precio de implementación por cada una. Esto con la finalidad de comparar posteriormente el efecto del precio en las elecciones de los entrevistados. En esta sección también se identificó la disponibilidad a pagar del entrevistado(a) por las diferentes tecnologías de cosecha de agua, esto se amplía adelante.

Por último, la tercera sección contempló preguntas sobre las características socioeconómicas de los hogares del área en estudio, importantes para hacer un diagnóstico e identificar la influencia de estas en las preferencias y disponibilidad a pagar por las tecnologías de cosecha de agua de lluvia. Las características de los jefes de familia estudiadas se categorizaron de la siguiente manera: para el estado civil fueron tres categorías, casado o unión libre, soltero y divorciado, separado o viudo; en la edad las categorías son, adulto joven (18 a 40 años), adulto medio (41-60 años), adulto mayor (61-75 años) y ancianos (mayor de 76 años); para el nivel educativo, ninguno, primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa y universidad incompleta; y para la ocupación de los jefes de familia, las categorías fueron, trabajador no remunerado o ama de casa, trabajador por cuenta propia o independiente, trabajador asalariado, patrono o empresario y desempleado.

Se pidió a los encuestados que indicaran el ingreso mensual del jefe del hogar y el ingreso extra, si lo hubiera, de acuerdo con los rangos presentados; con la suma de los dos ingresos se obtuvieron los ingresos mensuales por hogar. También se preguntó el número de personas en cada hogar, considerando el hogar como las personas que realizan actividades en un mismo núcleo. Estas variables se evaluaron bajo el supuesto de que los ingresos mensuales y el número de personas por hogar deberían ser directamente proporcionales a la disponibilidad de pago.

Además, con el cuestionario de observación incluido al final de la encuesta, se obtuvo la descripción de las características de las viviendas y datos sobre la cobertura del servicio de alumbrado y sanitario.

4.3.1 Identificación de la DAP

En esta sección de la encuesta se identifica la disponibilidad a pagar del encuestado(a) por las tres tecnologías de cosecha de agua. Los encuestados eligieron de acuerdo con la máxima utilidad, percibida entre las opciones, según las necesidades de cada hogar y el precio a pagar por esta. Con ese fin se presentó información de cada una de las tres opciones, incluyendo en qué consiste cada una, los usos potenciales del agua almacenada, la capacidad de

almacenamiento y el precio a pagar por su implementación. En esta sección se incluyeron fotografías, para facilitar la comprensión de cada una de las opciones por parte de los encuestados (ver anexos).

Los niveles utilizados para el precio incluyeron precios altos, medios y bajos, en dólares, como se muestra en el cuadro 1. El pago de esos se presentó a los encuestados como el pago único por implementación de la tecnología elegida, en donde el vehículo de pago presentado son los aportes potenciales de los hogares, tales como días de trabajo por mes durante un año y metros cúbicos de piedra, arena y piedrín (ver anexos).

La DAP se estimó con base en el promedio de los precios altos, medios y bajos, con el fin de aumentar la variabilidad y el número de observaciones en el experimento; aunque pudo causar sesgo al momento en que el encuestado realizó la elección. Por ejemplo, que en el conjunto de elección de los precios altos, la tendencia de elección se base en la opción de menor precio, aunque no sea la preferida.

4.4 Aplicación de la encuesta o recolección de datos

Las encuestas fueron aplicadas en las comunidades, en los meses de junio y julio del 2015, visitando a los hogares y realizando entrevistas personales a jefes de hogar (hombres o mujeres) con la disposición y voluntad de hacerlo. Se implementó esa estrategia para obtener una información verídica y de primera fuente que permite conocer el contexto y la percepción de los habitantes de las comunidades.

Previo al desarrollo del trabajo de campo, se realizaron las siguientes actividades:

- Selección y capacitación de los encuestadores: Se trabajó con tres encuestadores, conocedores del área, que se capacitaron tanto en el tema de cosecha de agua de lluvia como en los procedimientos y técnicas para aplicar una encuesta. Además se elaboró una guía paso a paso de cómo aplicar la encuesta con el fin de guiar a los encuestadores.
- Coordinación con los líderes comunitarios: Se realizaron las gestiones requeridas para el desarrollo de las encuestas, en cada una de las 18 comunidades, a través de llamadas telefónicas y visitas de campo en las que se conversó con los líderes comunitarios para informar de la realización de las encuestas.

4.5 Estimación de la Disposición a Pagar (DAP)

Con los parámetros estimados en este modelo se calcula la DAP. Para cada tecnología de cosecha de agua de lluvia, la disponibilidad a pagar es el cociente entre la constante de cada alternativa y el coeficiente del precio, como única característica específica influyente.

Entonces para calcular la magnitud del cambio, en la probabilidad de elección entre las alternativas, captación por techos, lagunas revestidas de polietileno, zanjas de infiltración y la no elección, se estiman los efectos marginales del modelo logit condicional. Cuando aumenta en una unidad el precio de una alternativa, la probabilidad ser elegida disminuye, por ende, aumenta la probabilidad de elección para el resto de alternativas.

5 Resultados y discusión

5.1 Preferencias sobre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia

En general, los hogares tienen interés por las tecnologías de cosecha de agua de lluvia debido a la necesidad de contar con fuentes de agua, principalmente para consumo humano y uso doméstico. Por esta razón, el 96% de los encuestados están dispuestos a participar en las actividades que ayuden a disminuir los problemas asociados a la falta de agua y a ser capacitados en la construcción de infraestructura para la cosecha de agua de lluvia.

En las figuras 2, 3 y 4 se muestra el grado de interés que los hogares tienen para la implementación de la captación de agua de lluvia por techos, lagunas revestidas de polietileno y zanjas de infiltración; sin tomar en cuenta el costo de construcción para cada una, solamente la naturaleza de la tecnología como tal, el uso potencial, la calidad y facilidad de acceso del agua almacenada, ya que el uso prioritario es el doméstico.

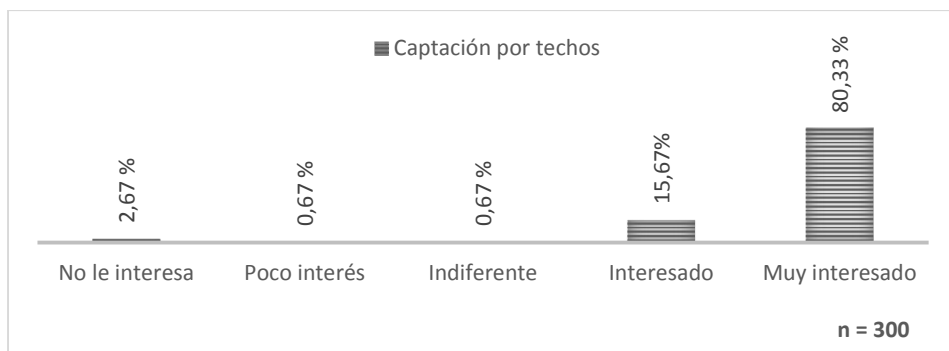


Figura 9 Interés por la tecnología de captación de agua a través de techos

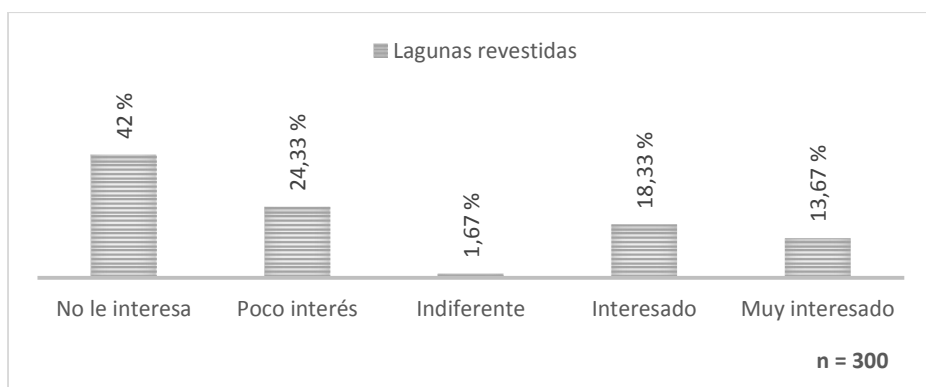


Figura 10 Interés por la tecnología lagunas revestidas de polietileno

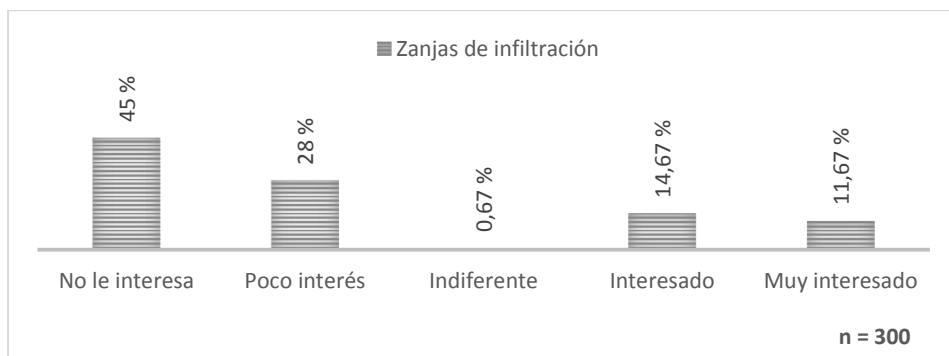


Figura 11 Interés por la tecnología zanjas de infiltración

Los hogares están muy interesados en la captación por techos (80,33%); las lagunas revestidas y las zanjas de infiltración son menos preferidas en comparación con la tecnología de captación de techos, el 42% y 45% de los hogares no están interesados en estas tecnologías.

Existe preferencia por las soluciones individuales, ya que a los hogares les interesa la implementación de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, pero de manera individual, es decir, que sean construidas en cada hogar (82%). Algunos hogares están dispuestos a implementarlas entre grupos de familia o vecinos (13%) y una minoría está interesada en trabajarlas de manera comunal o comunitaria (5%).

5.2 Valores estimados

5.2.1 Estimación del modelo logit condicional

En el cuadro 8 se muestran los resultados de los parámetros estimados con el modelo logit condicional.

Cuadro 7 Parámetros estimados con logit condicional

<i>Logit condicional</i>		
	Coeficiente	Error Standard
Precio	-0,0116053 **	0,0015518
Volumen	0,0000415	0,0000322
Techo	2.960235**	0,3945987
Laguna	0,067199	0,846932
Zanjas	1,470993**	0,2783504
LL(e)₁	-308,51	
LL(0)	-327,64	
LLR	63,77	(0,0000)
N. Observaciones 1200		
N. de casos 300		
**Nivel de confianza 99%		

El signo de los parámetros estimados proporciona información sobre el efecto del aumento o disminución que una característica tiene sobre la probabilidad de elegir un producto que incluya tales características.

Con base en la interpretación de los parámetros estimados, se puede concluir lo siguiente: El precio tiene un efecto negativo y es inversamente proporcional a la utilidad de los hogares, a medida que el precio a pagar por las tecnologías de cosecha de agua aumenta, los beneficios percibidos por los hogares disminuye, y por lo tanto, incrementa la posibilidad de elegir una tecnología de precio menor.

Las tres tecnologías de cosecha de agua de lluvia tienen un efecto positivo sobre la utilidad percibida por los hogares. Sin embargo, la presencia de la alternativa lagunas revestidas de polietileno, no afecta significativamente la probabilidad de su elección, frente a las otras dos.

5.2.2 Estimación de la Disposición a pagar

La elección de una tecnología sobre la otra depende del monto a pagar, mientras este aumenta la probabilidad de elección de alguna tecnología disminuye.

La disponibilidad que los hogares tienen para pagar por implementar la tecnología de captación de agua de lluvia a través de los techos es **US \$255**, esto muestra que es la tecnología de mayor preferencia, es por la que tienen mayor disponibilidad a pagar.

El monto que pagarían los hogares por las zanjas de infiltración es **US \$127**. Para las lagunas revestidas la disponibilidad a pagar es **US\$ 6**, pero no es estadísticamente significativo.

En Talquezal, una aldea cercana al centro urbano de Olopa, se implementó hace dos años la captación de agua de lluvia por techos por cada hogar, el agua es almacenada en 2 cisternas de 6 mil litros en época lluviosa y utilizada en época seca, cuando se presenta escasez. Como lo fundamenta Anaya (1998), estas alternativas han ayudado a resolver los problemas de su abastecimiento de agua y representan opciones reales para incrementar los volúmenes disponibles uso doméstico principalmente.

5.2.3 Probabilidades de elección

La probabilidad de elección para captación por techo con un precio promedio de US \$138 es de 56%; para zanjas de infiltración tiene el 27% de probabilidad de ser elegida, con un precio promedio de US \$64; y la probabilidad de elección para las lagunas revestidas es el 6%, con un precio promedio de US \$145. El no tomar ninguna elección y seguir con la situación actual (Status Quo) tiene 11% de probabilidad.

En el cuadro 9 se presentan los cambios en la probabilidad de elección entre las tecnologías, con el aumento de US \$100 en precio.

Cuadro 8 Elección de tecnologías de cosecha de agua de lluvia: Efectos marginales para el modelo logit condicional

	Cambio de \$100 en precio			
	Status Quo	Techos	Lagunas	Zanjas
Cambio en Pr (Status Quo)	-0,125	0,079	0,0007	0,038
Cambio en Pr (Techos)	0,079	-0,304	0,04	0,186
Cambio en Pr (Lagunas)	0,0007	0,039	-0,668	0,019
Cambio en Pr (Zanjas)	0,038	0,18	0,019	-0,2424

Por cada \$100 que se incremente el monto a pagar, a partir de 0, para el "Status Quo" disminuye 0,125 la probabilidad que esta sea elegida, por ende aumenta la probabilidad de elección de las otras alternativas. La probabilidad de la captación por techos es la de mayor incremento, 0,079, para zanjas de infiltración incrementa 0,038, y la probabilidad de lagunas revestidas no incrementa significativamente (0,0007).

Un incremento de \$100 en el precio de la captación por techos disminuye en 0,304 la probabilidad su elección. En este caso, la probabilidad a ser elegida aumenta más en las zanjas de infiltración (0,186) en comparación a quedarse con la situación actual (Status Quo) y las lagunas revestidas, 0,079 y 0,04 respectivamente.

Un incremento de \$100 en el precio de las lagunas revestidas disminuye significativamente en 0,668 la probabilidad su elección. En este caso, la probabilidad de que los hogares elijan estar quedarse en la situación actual no es considerable (0,0007), en comparación a la captación por techos y zanjas de infiltración, 0,039 y 0,019 respectivamente.

Cuando el precio de las zanjas de infiltración aumenta \$100, su probabilidad a ser elegida disminuye a 0,2424. La probabilidad que la captación por techos sea elegida aumenta a 0,18, también aumenta para Status Quo y lagunas revestidas, 0,038 y 0,019, respectivamente.

5.3 Disponibilidad a pagar vs. costo de implementación

La disponibilidad a pagar es la máxima cantidad que los hogares están dispuestos a pagar, por única vez, para la implementación de alguna tecnología de cosecha de agua de lluvia, es decir, el valor monetario asignado como el bienestar percibido por los hogares, por cada tecnología.

Los costos (\$) son los costos reales de cada tecnología de cosecha de agua de lluvia, varían dependiendo principalmente de los materiales que se utilicen y de su capacidad de almacenamiento (cuadro 10). La relación costo/beneficio (B/C) es el cociente de dividir los beneficios percibidos entre costos reales, para cada una de las tecnologías. Cuando este se acerca a 1, existe un equilibrio entre estos, cuando es menor a 1 los costos sobrepasan a los beneficios percibidos, y cuando es mayor que 1 los beneficios sobrepasan a los costos reales.

Cuadro 9 Relación costo/beneficio de las tecnologías: captación de agua de lluvia por techos, lagunas revestidas y zanjas de infiltración.

Tecnología de cosecha de agua de lluvia	Uso potencial	Capacidad potencial de almacenamiento (m ³)	Costos (\$)	DAP (\$)	B/C
Captación por techos	Usos domésticos y riego de huertos familiares	5	689	255	0,37
Lagunas revestidas de polietileno	Uso agrícola y abrevadero de animales	70	210	6	0,03
Zanjas de infiltración	Uso agrícola	3	6	127	21,17

Fuente: GWP 2013, Cajina 2006.

El costo de establecimiento de la captación de agua de lluvia a través de techos depende del tipo de material que se utilice para los canales de captación y de sus dimensiones. También de la estructura para almacenamiento, que pueden ser cisternas de plástico, pilas o taques de cemento, incluso lagunas revestidas de algún material.

En el caso de cisternas de plástico, como estructuras de almacenamiento, el costo varía desde US \$130 hasta US \$780, de acuerdo con su capacidad de almacenamiento y calidad, desde 1 m³ hasta 6 m³. Los costos promedio de las lagunas revestidas de polietileno varían de acuerdo con el tamaño de la obra, oscilan entre US \$300 y US \$3000. Se estima un costo promedio de US \$3,00 por metro cúbico (GWP 2013, Cajina 2006).

La relación costo/beneficio demuestra que para las tecnologías de captación de agua de lluvia y lagunas revestidas se necesita un programa o proyecto para su implementación, pues el monto a pagar por los hogares, percibido como beneficio, no cubre los costos reales en su totalidad. Aunque las zanjas de infiltración no son la preferida por los hogares, estos si tienen

la capacidad económica para cubrir el costo de implementación para esta tecnología, que es relativamente bajo, comparado con el costo de las otras dos tecnologías.

5.4 Relación entre las características socioeconómicas y la disposición a pagar (DAP)

El ingreso mensual del hogar, el número de personas en la familia, el género, grado de educación, edad y ocupación del jefe de hogar, fueron las características socioeconómicas que se consideraron influyentes para los encuestados, en la elección entre las tecnologías de cosecha de agua de lluvia y su disponibilidad a pagar. El lugar de nacimiento, el estado civil y la tenencia de la vivienda son características que se supone no influyen en la disposición de estos al pago por alguna de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia. Esto ya que el 99% de los encuestados nació en el municipio donde habitan actualmente (Olopa y Esquipulas); el 82% está casado o en unión libre; y el 96% cuenta con vivienda propia.

Cuadro 10 Relación entre las características socioeconómicas y la disposición a pagar (DAP)

Captación por techos	p valor	Coefficiente	Error Standard
Ingreso mensual	0,508	0.0002692	.0004067
Miembros de familia	0.377	0.0763061	0.0864604
Género	0.863	-0.1511234	0.8738299
Grado de educación	0.687	.1024432	.2540482
Edad	0.767	.0881938	.2981515
Ocupación	0.864	.1511209	.8804865
Lagunas revestidas de plástico			
Ingreso mensual	0.070	-.0019246	.0010633
Miembros de familia	0.074	.2476682	.1387227
Género	0.247	-1.383719	1.194964
Grado de educación	0.402	.3327243	.3968023
Edad	0.433	-.4190995	.5341514
Ocupación	0.150	1.71128	1.188656
Zanjas de infiltración			
Ingreso mensual	0.876	.0000666	.0004273
Miembros de familia	0.116	.1399446	.0890602
Género	0.476	-.6480512	.9090237
Grado de educación	0.339	.2497263	.2611662
Edad	0.378	.2756323	.3128607
Ocupación	0.740	.3027374	.9123773
	LL(θ) ₁	-292.21254	

LL(0)	-315.10173	
LLR	76,13	(0,0000)
N. Observaciones 1200		
N. de casos 300		

Las características socioeconómicas de los hogares no son relevantes en la disposición a pagar. Únicamente para las lagunas revestidas el ingreso mensual y el número de miembros en la familia son significativos ($p < 0,10$) en la disposición a pagar.

5.5 Otras características socioeconómicas

Se hace un diagnóstico de las características socioeconómicas de los hogares del área en estudio, y se describen en los cuadros 12, 13 y 14.

Cuadro 11 Características de los padres o madres de familia

Género	Mujeres	Hombres
Estado civil		
Casado (a) o Unión libre	43% (128)	39% (116)
Soltero (a)	7% (20)	0% (1)
Divorciado (a), Separado (a), Viudo (a)	10 (32)	1% (3)
Edad		
18-40 años (Adulto joven)	31% (92)	15% (46)
41-60 años (Adulto medio)	25% (74)	19% (56)
61-75 años (Adulto mayor)	4% (13)	5% (15)
> 76 años (Anciano)	0% (1)	1% (3)
Educación		
Ninguna	32% (97)	22% (66)
Primaria Incompleta	19% (57)	15% (46)
Primaria Completa	7% (20)	2% (5)
Secundaria Incompleta	1% (4)	1% (2)
Secundaria Completa	0% (1)	0% (1)
Universidad Incompleta	0% (1)	0% (0)
Ocupación		
Trabajador no remunerado/Ama de casa	54% (162)	1% (3)
Trabajador por cuenta propia o independiente/Trabajo informal	4% (162)	32% (95)
Trabajador asalariado	2% (7)	6% (18)

Patrono/empresario	0% (0)	1% (2)
Desempleado	0% (0)	1% (2)

El 99% de las personas encuestadas nació en el municipio o municipio vecino, en general el 82% de los encuestados está casado o en unión libre. Estas características crea en los hogares un sentido de pertenencia al lugar donde actualmente habitan y la necesidad de mejorar las condiciones de vida para su familia. El 46% de los encuestados (hombres y mujeres) es adultos jóvenes entre dieciocho y cuarenta años de edad.

La educación de los niños y jóvenes es interrumpida, porque se dedican a trabajar a temprana edad, obligados por la necesidad de sostener económicamente a sus familias. De la población objetivo, 54% no tuvo educación alguna, 33% asistió a primaria pero sin culminarla y únicamente 8% tuvo educación primaria completa.

Un hogar promedio se integra de seis miembros y tres de ellos menores de edad, existen hogares con 13 personas por familia y otros con 8 menores de edad por familia. Solo 23 hogares encuestados tienen algún integrante de la familia mayor de 75 años. Con respecto a los ingresos mensuales por hogar, es decir, la suma del ingreso del jefe de familia y el ingreso extra, si hubiera, solo el cuatro por ciento de los hogares tiene ingreso extra. El resto depende únicamente del ingreso mensual del jefe de hogar (cuadro 13).

Cuadro 12 Distribución de ingresos anuales en los hogares

Ingreso anual por hogar	Porcentaje (frecuencia)
Menos de 792 USD\$	52% (155)
Entre 792,1 y 1584 USD\$	34% (101)
Entre 1584,1 y 3156 USD\$	11% (33)
Entre 3156,1 y 4740 USD\$	3% (7)
	n=296

El 52% de los hogares está dispuesto a pagar el 32% (\$255) de los ingresos percibidos en un año (\$792), por la implementación de la tecnología captación de agua de lluvia por techos, que es la de mayor preferencia para los hogares.

Referente a las condiciones físicas, en donde habitan los hogares del área de estudio, se clasifican las características de las viviendas, según materiales de construcción (cuadro 13).

Cuadro 13 Características de las viviendas

Características de las viviendas			
Pared	Porcentaje (frecuencia)	Servicio Sanitario	Porcentaje (frecuencia)
Block o ladrillo	9% (28)	Inodoro	4% (12)

Madera	1% (3)	Letrina lavable	20% (61)
Adobe/Bahareque	87% (261)	Letrina seca	26% (79)
Paja, caña, bambú	3% (8)	No tiene (utilizan espacios abiertos)	49% (148)
Techo		Alumbrado	
Lámina/Zinc	77% (230)	Luz eléctrica	77% (232)
Paja	1% (2)	Planta o Generador	0% (1)
Teja	23% (68)	Candela	9% (26)
Terraza	0%(0)	Ocote	14% (41)
Piso			
Tierra (sin piso)	78% (233)		
Cemento/baldosa	18% (55)		
Mosaico	4% (12)		N=300

Por las condiciones de pobreza de los hogares en la microcuenca, los materiales de construcción de las viviendas son precarios. El 87% de las viviendas tiene paredes de adobe o bahareque, el 77 % de las viviendas tiene techos de lámina de zinc y el resto de paja; el tipo de piso que predomina en las viviendas es de tierra sin ningún recubrimiento (78%).

Sobre los servicios básicos de sanidad y alumbrado eléctrico que tienen las viviendas, el 49% no tiene cobertura sanitaria y utilizan espacios abiertos, 26% tiene letrinas secas, 20% letrinas lavables y solo el 4% tienen inodoro. Con estos datos se denota la falta de saneamiento ambiental, y se encuentra un foco de contaminación para las fuentes de agua. El 77% de las viviendas tiene alumbrado eléctrico y el resto utiliza ocote, candela o veladora como fuente de iluminación.

6 Conclusiones

Los hogares tienen interés y disponibilidad a participar en las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, con el fin de cubrir su demanda del recurso hídrico. Esto a pesar de no conocer a cabalidad las múltiples tecnologías de cosecha de agua de lluvia, su funcionamiento y forma de implementación.

La captación de agua de lluvia a través de techos es la tecnología preferida por los hogares (80,33%), debido a que el agua almacenada de esta forma puede ser usada en las actividades domésticas e incluso para consumo humano con previo tratamiento. Estos son usos de prioridad para los hogares.

Las zanjas de infiltración no son de interés para la mayoría, al 45% de los hogares no les interesa, debido a que la finalidad de estas es captar y almacenar agua para mantener la humedad y recuperación de los suelos.

A medida que aumenta el precio a pagar por las tecnologías de cosecha de agua de lluvia, disminuyen los beneficios de dichas tecnologías percibidos por los hogares, y por lo tanto, incrementa la posibilidad de elegir una tecnología de precio menor. Por esta razón, las zanjas

de infiltración tienen el 27% de probabilidad de ser elegidas, pues en todos los conjuntos de elección se presentó con el menor precio.

La mayor disponibilidad a pagar por los hogares es \$255 y corresponde a la implementación de la captación por techos, comparado con las disponibilidades a pagar de \$6 y \$127, para lagunas revestidas de plástico y zanjas de infiltración.

Al aumentar \$100 el precio de cada una de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia en estudio, la captación por techos aún presenta el 26% de probabilidad de ser electa por los hogares. Por el contrario para las otras dos tecnologías, lagunas revestidas y zanjas de infiltración, la probabilidad de elección no es significativa, 0 y 2%, respectivamente.

Para la implementación de la tecnología de cosecha de agua de lluvia a través de techos, se requiere la creación de programas y proyectos en instituciones y organizaciones respectivas, porque los hogares no tienen la capacidad económica para financiar por completo el costo de implementación. Además, la relación costo beneficio estimada para esta tecnología es 0,37, es decir, que el monto que los hogares están dispuestos a pagar únicamente cubre el 37% del costo total. Desde el punto de vista político, el pago que los hogares están dispuestos a hacer, ya sea monetario o aporte comunitario, influye positivamente para que las organizaciones ejecutoras de proyectos para la implementación de tecnologías de captación de agua de lluvia, cuenten con esa contraparte de las comunidades beneficiadas, pues las fuentes de financiamiento para proyectos disminuyen cada vez más.

Las características socioeconómicas de los hogares no influyen en la disponibilidad a pagar por las tecnologías de captación de agua de lluvia propuestas, debido a su homogeneidad y la necesidad del abastecimiento del recurso hídrico de los hogares en el área de estudio.

El 82% de los hogares prefieren que las tecnologías de captación de agua de lluvia sean implementadas individualmente, es decir, que sean construidas en cada hogar. Esto revela la poca disposición de los hogares para la búsqueda de soluciones en común, y debe ser considerado en el diseño de programas y proyectos de tecnologías de cosecha de agua de lluvia.

En la comunidad Talquezal, ubicada dentro del área de estudio, se ejecutó un proyecto de captación de agua de lluvia a través de techos. En el año 2013, los vecinos de esta comunidad no realizaron ningún pago para tener esta tecnología en su hogar. Con este estudio se demuestra que para la ejecución de este proyecto, los hogares hubieran estado dispuestos a pagar por ello, y de esa manera poder beneficiar a más hogares.

7 Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones y organizaciones que trabajan en el área de estudio la planificación y ejecución de proyectos para la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia a través de techos de viviendas, bodegas, y áreas comunes, para uso doméstico y consumo humano.

Promover la capacitación de agricultores, amas de casa y personas en general, respecto a las alternativas de captación de agua de lluvia, para minimizar los efectos de escasez del agua para su aprovechamiento.

Se recomienda la combinación de la tecnología de captación de agua de lluvia a través de techos con el manejo de aguas servidas para riego de huertos familiares.

Evaluar la eficiencia del proyecto ejecutado en la comunidad Talquezal, con el fin sistematizar experiencias respecto a la viabilidad de estos proyectos en la zona del Trifinio, y que sirva de base para nuevos proyectos de este tipo.

Se recomienda que a través del proyecto MAP-Noruega de CATIE, que actualmente trabaja en la región del Trifinio, se promuevan iniciativas para implementar estructuras para captar agua de lluvia a través de techos, en conjunto con las escuelas de campo ECAS, para producción en huertos familiares. De esa forma, minimizar los efectos negativos que los eventos de sequía han causado en la seguridad alimentaria de las familias.

8 Referencias

- Cajina Canelo, MJ. 2006. Alternativas de captación de agua para uso humano y productivo en la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 205 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical Internacional). 2012. Vulnerabilidad y estrategias de adaptación al cambio climático en los medios de vida de las familias cafetaleras de Guatemala (Disco duro). Nicaragua Consultado Formato PDF. (Informe final).
- Elías Lemus, HI. 2013. Determinación de la intensidad de uso de la tierra aplicando la metodología USDA, para proponer lineamientos generales que orienten el manejo del recurso en el municipio de Olopa, departamento de Chiquimula. Tesis Lic. Ing. Agr. Chiquimula, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 72 p. Consultado 28 oct., 2014. Disponible en http://sintet.net/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=166&sobi2Id=1124&Itemid=183
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, FAO. 270 p. Consultado 15 oct., 2014. Disponible en <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11790.pdf>
- GWP (Asociación Mundial para el Agua, Centroamérica); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Mesoamérica). 2013. Tecnologías Para el Uso Sostenible Del Agua: Una Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Adaptación al Cambio Climático. Tegucigalpa, Honduras, FAO 2013. 168 p. Consultado 21 oct., 2014. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAm_Files/Tecnologias%20para%20el%20uso%20sostenible%20del%20agua.pdf

- INE (Instituto Nacional de Estadística GT). 2002. XI Censo nacional de población y VI de habitación (Disco Duro). Guatemala, Consultado 6 oct. 2014. Formato Excel. (Proyección poblacional de los municipios Olopa y Esquipulas por comunidades)
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología GT). 2015. Análisis Meteorológico del Mes de Julio 2015 (en línea). Guatemala, Gobierno de Guatemala. Consultado 11 set. 2015. Formato PDF. Disponible en http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/climaticos/climatico_m_05082015.pdf.
- Louviere, J; Hensher, DA; Swait, J. 2000. Stated Choice Methods: Analysis and Applications. New York, Cambridge University Press. 399 p.
- Mancomunidad CopánCh'orti'; ACF (Acción Contra el Hamabre). 2011. Evaluación de Daños y Necesidades por el Impacto de la Depresión Tropical 12-E en la Región Maya Ch'orti' (Disco duro). Guatemala Consultado 23 feb. 2015.
- McFadden, D. 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. Ed. P Zarembka. Ney York, Academic Press.
- OXFAM. 2013. Evaluación Rápida: Impacto de la Pérdida de Cultivos de Granos Básicos en la Seguridad Alimentaria de pequeños Productores y Productoras del Corredor Seco de Guatemala. Guatemala, 12 p.
- OXFAM; Save the Children; COOPI; PMA (Programa Mundial de Alimentos); Mercy Corps. 2014. Crónica de una crisis alimentaria anunciada: Desempleo rural en el sector cafetalero y la pérdida de cultivos de granos básicos en productores de infra-subsistencia en Guatemala. Guatemala, 24 p.
- Rodriguez Donate, MC; Cáceres Hernández, JJ. 2007. Modelos de Elección Discreta y especificaciones ordenadas: Una reflexión metodológica. Estadística Española 49166:451-471.
- SESAN (Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional); MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación); OXFARM; ACF (Acción Contra el Hamabre); PMA (Programa Mundial de Alimentos). 2013. Impacto de la Canícula Prolongada en la Población de Infra y Subsistencia del Corredor Seco de Guatemala (Disco duro). Guatemala, Gobierno de Guatemala. Consultado Formato PDF.
- SESAN (Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional). 2014. Pronóstico de Seguridad Alimentaria y Nutricional Período: septiembre a noviembre de 2014. Guatemala, Gobierno de Guatemala. 9 p. Consultado 26 oct., 2014. Disponible en <http://www.siinsan.gob.gt/LinkClick.aspx?fileticket=xVL6Sm76l3E%3d&tabid=37>
- Soliño Millán, M; Vázquez Rodríguez, MX; Prada Blanco, A. 2008. Consistencia en experimentos de elección: aplicación a la valorización eléctrica de la biomasa forestal en España. III Congreso de AERNA. Mollorca, España, Universidad de Vigo. Consultado 17 nov., 2014. Disponible en http://www.uibcongres.org/imgdb/archivo_dpo4091.pdf

RESULTADOS E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**1. La variabilidad climática y sus impactos en la microcuenca**

Para resumir los eventos de sequía en los últimos años, en el cuadro 1 se hace una comparación de las precipitaciones, en los primeros meses de época lluviosa (mayo-julio), los días de duración de canícula (julio-agosto) y los últimos meses de época lluviosa (agosto-octubre) de los últimos veinticinco años.

Cuadro 14 Comportamiento de la precipitación en los años con sequía comparados con el promedio de los años 1990-2010

Comportamiento	Promedio 1990-2010	Sequía 2009	Sequía 2012	Sequía 2013	Sequía 2014
Cantidad de lluvia Mayo-Julio (mm)	731,9	633	742,6	660,8	493,7
Días sin lluvia en Julio-Agosto (días)	25	30	20	24	38
Cantidad de lluvia Agosto-Octubre (mm)	830,1	750,5	971	926,7	878

Fuente:
Estación

Meteorológica del Esquipulas INSIVUMEH.

Es importante señalar que INSIVUMEH publicó un pronóstico que indicaba la disminución significativa de lluvias hasta el 15 de agosto del 2013, pronóstico que se concretó y produjo pérdidas importantes en la producción de maíz y frijol en las zonas productivas de los departamentos anteriormente indicados (Oxfam 2013).

En setiembre 2012, OXFAM desarrolló una evaluación rápida para determinar el impacto de la canícula prolongada. La evaluación determinó que la canícula prolongada tuvo un impacto importante sobre la producción de granos básicos, puesto que estos se encontraban en la fase de floración y fructificación, y hubo pérdidas de la producción de maíz y frijol, especialmente en las parcelas de producción de infra y subsistencia (OXFAM 2013). Ya es una constante que las personas agricultoras tengan pérdidas cada año en los cultivos, y de acuerdo con la evaluación, el principal evento que ha afectado de las zonas evaluadas es la sequía, que ha mantenido una constante en los últimos 5 años. Los últimos tres (2011, 2012 y 2013) han sido los de mayor impacto: 79 por ciento en promedio de los agricultores entrevistados que reportan haber sido afectados por la sequía (SESAN et al 2013).

En el 2014 las familias de esta región agotaron sus reservas de maíz en el mes de abril, tampoco cuentan con reservas de frijol negro; por lo tanto, compraban estos granos básicos para satisfacer sus necesidades de alimentación, hasta que inició la cosecha en agosto. Sin embargo, debido a los efectos de la canícula prolongada, muchas de estas familias perdieron parte de sus cosechas de maíz y frijol. Además, la disminución de jornales en la cosecha de café afectará la disponibilidad de ingresos de las familias que dependen de este cultivo, en consecuencia, aumenta su vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria (SESAN 2014).

El reporte del INSIVUMEH para el mes de julio del 2015 indica que debido a las condiciones océano-atmosféricas en la región, el fenómeno del Niño se encuentra en la categoría de moderado a fuerte. Esto provocó un inicio temprano de la Canícula y favoreció que esta se prolongara, lo cual provocó que las lluvias fueran muy irregulares a nivel nacional. El oriente del país fue donde se presentaron los mayores impactos (INSIVUMEH 2015a).

La variación de la temperatura promedio mensual del rango de veinticinco años se grafica en la figura 4.

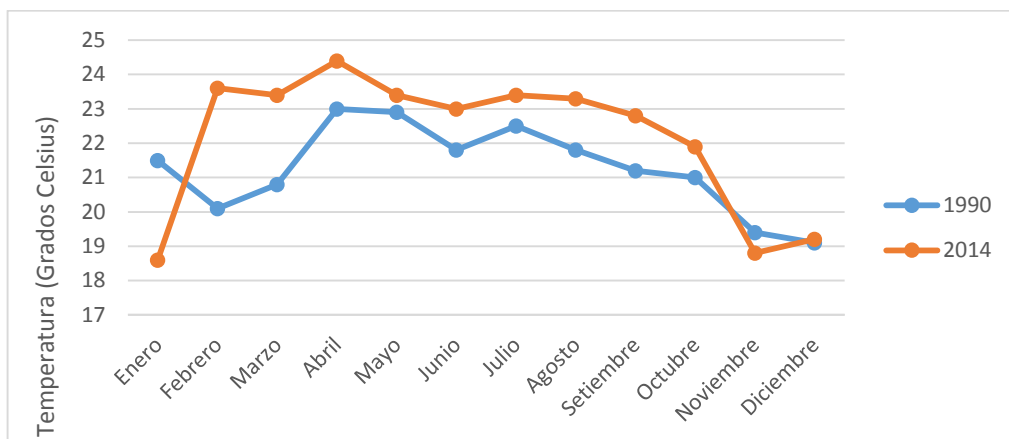


Figura 12 Distribución de la temperatura media mensual de los años 1990 y 2014

En los años anteriores en Olopa había mayor cantidad de bosques, mayor humedad en el suelo, mayor cantidad de agua y más frío. El frío aumentaba en los meses de octubre, noviembre y diciembre, y se sembraba en abril (CIAT 2012). Se observa que para el año 1990 el registro más alto de temperatura promedio mensual fue de 23 centígrados para los meses de abril y mayo.

La evolución del fenómeno de El Niño en Guatemala ha causado temperaturas de la superficie del océano Pacífico arriba de lo normal, el aumento se ha pronunciado con mayor intensidad en los últimos cinco años. Del año 1990 al 2014 ha aumentado en promedio anual 0,9 centígrados, en febrero y marzo se ha incrementado hasta 3,5 y 2,6 centígrados respectivamente.

En el cuadro 5 se muestra el registro de los eventos de lluvias intensas de mayor magnitud en el municipio de Olopa.

Cuadro 15 Eventos de lluvias intensas en el municipio de Olopa

Fecha del evento	Tipo de evento	Lugar	Efectos
27/09/2011	Avenida torrencial	Río Tres Quebradas	Corriente del río se lleva un microbús con 18 pasajeros, luego de 3 días había todavía 6 desaparecidos.
08/10/1989	Deslizamiento	Faldas de cerro en aldea San Antonio Lajas	Hundimiento en cerro alcanza carretera y la obstruye.
01/09/2010	Deslizamiento	Aldea Tablón de Cayur	1 puente destruido, 34 viviendas dañadas. Daños en fincas de café, maíz y frijol.
19/09/2002	Inundación	Zonas bajas del municipio	

Fuente: Corporación Osso (2013)

En agosto del 2010, 2011 y 2012 se presentaron las mayores precipitaciones, pero la lluvia de setiembre y octubre causa algunos desastres debido a la humedad acumulada en el suelo. El exceso de lluvia, a pesar de que no afecta a la mayoría, ha sido un fenómeno recurrente todos los años (SESAN et al 2013). Las lluvias de mayor intensidad se presentan en los meses

de setiembre y octubre, lo que aumenta el riesgo a desastres en zonas de mayor vulnerabilidad.

La depresión tropical 12-E afectó directamente al 22.08% de un total de 24,000 familias de la región Maya Ch'orti' en octubre del 2011. Como lo registró la Mancomunidad Copánch'orti' y Acción Contra el Hambre (2011), la pérdida en la producción de granos básicos afecta directamente la disponibilidad de alimentos en 5 301 familias damnificadas y de una manera indirecta a 18 699 lo que aumenta la posibilidad de sufrir una crisis de inseguridad alimentaria por la escasez de granos básicos proyectada al año 2012.

2. Organizaciones e instituciones vinculadas a proyectos de agua en la región

Las organizaciones e instituciones de Olopa y Esquipulas que según los vecinos podrían administrar la implementación del proyecto de cosecha de agua de lluvia se enlistan a continuación:

La Asociación Regional Campesina Cho'rti' (ASORECH) estuvo trabajando con un proyecto de donación de pilas.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación con sede en Olopa, actualmente está trabajando con construcción de cosechas de agua de lluvia para riego.

La Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria de Centroamérica (ACICAFOC), con el apoyo del Fondo de Cooperación de Agua y Saneamiento (FECAS) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). En Guatemala se ejecutó a través de La Mancomunidad Copán Cho'rti' el proyecto piloto de captación de agua de lluvia a través de techos.

3. Tecnologías de cosecha de agua de lluvia

En el cuadro 16 se describen las características de las tres tecnologías de cosechas de agua estudiadas.

Cuadro 16 Características de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia

Captación de agua a través de techos	Lagunas revestidas de polietileno	Zanjas de infiltración
<p>La tecnología consiste en la captura del agua que cae directamente sobre los techos de las casas u otras construcciones como escuelas o bodegas.</p> <p>El objetivo es captar el agua lluvia y pasarla a estructuras de almacenamiento y uso posterior para consumo humano o en pequeños huertos familiares o escolares (GWP 2013). Esta tecnología corresponde a soluciones del tipo</p>	<p>Consiste en una excavación rectangular con paredes rectas, fortalecidas con piedra. Las paredes y el fondo de las lagunas están revestidos con lámina de polietileno (Cajina 2006).</p> <p>Dado su tamaño, las lagunas se trabajan en común, como parte de una comunidad, cooperativa, un grupo de productor o un productor privado con capacidad de inversión o beneficiarios de un programa de cooperación externa (GWP 2013).</p>	<p>Consisten en una excavación en forma de canal en el suelo, con las paredes en forma de talud, sin desnivel y construidas en la parte superior o media de laderas. Esta estructura tiene por objetivo captar el agua que escurre, lo que a su vez disminuye proceso erosivo, al favorecer la infiltración del agua en el suelo; con ello se almacena humedad para los cultivos (FAO 2013).</p> <p>El agua guardada en las zanjas es útil para riego de cultivos y huertos familiares.</p>

<p>unifamiliar o multifamiliar.</p> <p>El tamaño de las estructuras de almacenamiento depende del área de captación, la precipitación y la demanda de agua de los usuarios o beneficiarios. Para el consumo directo el agua debe ser desinfectada, y si las circunstancias lo requieren, previamente debe ser filtrada (GWP 2013).</p>	<p>Aunque los usos principales son riego para la agricultura, bebederos de animales e incluso para cría de peces, también se pueden usar para actividades del hogar como lavandería e higiene de la casa.</p>	<p>Si cubrimos la zanja con plástico negro calibre 1000 podemos usar esa agua guardada para llenar la bomba de fumigación.</p>
--	---	--

4. Captación de agua de lluvia a través de techos en la aldea Talquezal, Olopa, Chiquimula

Talquezal es una comunidad del municipio de Olopa, departamento de Chiquimula, Guatemala. Se ubica a 2 kilómetros de la cabecera municipal de Olopa, misma que se localiza a 42.5 kilómetros de la cabecera departamental de Chiquimula. La comunidad Talquezal es de clima templado y se encuentra ubicada a 1,450 msnm. Limita al norte con los municipios Jocotán, San Juan Ermita y San Jacinto; al este y al sur con Esquipulas; al oeste con Quezaltepeque, San Jacinto y San Juan Ermita, todos del departamento de Chiquimula.

Los entrevistados indican que la población de la comunidad contaba con el servicio de agua potable, sin embargo por problemas en el caudal y por problemas de tenencia legal, perdieron el nacimiento de agua que los abastecía. Antes de implementar el proyecto de cosecha de agua, durante todo el año los comunitarios halaban el vital líquido con cántaros y cubetas de afluentes cercanos, incluso muchas personas iban a lavar ropa a la cabecera municipal de Olopa debido a su cercanía. Como consecuencia de la falta de agua potable y por la contaminación de los afluentes, en la comunidad se presentaban muchos casos de diarrea, que afectaba principalmente a niños.

La población de la comunidad Talquezal ha sido beneficiada desde hace dos años por la implementación del proyecto de cosecha de agua de lluvia, que ha contribuido a solucionar el problema de la falta de agua, ejecutado por la Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria de Centroamérica (ACICAFOC), con el apoyo del Fondo de Cooperación de Agua y Saneamiento (FECAS) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

5. Guía para el Grupo Focal

Objetivo de la encuesta: Estimar los beneficios económicos por desarrollar un programa de tecnologías para cosecha de agua, con el fin de garantizar la provisión continua de este recurso durante la presencia de eventos de sequía en la cuenca del río Olopa II.

El grupo focal nos servirá para identificar y delimitar las preguntas que deben estar en la encuesta que posteriormente se pasará a los hogares de las comunidades del estudio. Las preguntas que se esperan responder con la encuesta son las siguientes:

¿Cuál es la aceptación por desarrollar un programa de tecnologías de cosecha de agua respecto a las condiciones socioeconómicas de la población de la microcuenca del río Olopa?

¿Cuál es la disposición a pagar (DPA) de los habitantes de la microcuenca por desarrollar un programa de tecnologías para cosecha de agua?

¿Cuáles son las preferencias de los atributos de las tecnologías de cosecha de agua que influyen en esa disposición de pago?

Cada uno de los participantes responderá a las siguientes preguntas según la situación de su comunidad, se discuten y concluye. La guía de las preguntas es la siguiente:

1. ¿Cuáles son las causas de la contaminación y escasez de agua en las quebradas, vertientes o ríos, ojos de agua, pozos o tanques de almacenamiento de agua?
2. ¿Cuántas casas hay en su comunidad?
3. ¿Cuánta agua se gasta diario en las siguientes actividades?

Consumo humano _____

Cocinar _____

Lavar trastos _____

Lavar Ropa _____

Bañarse _____

Regar hortalizas _____

Para las aves de patio _____

Para el ganado _____

Lavar café _____

4. De acuerdo con lo aprendido de los diversos tipos de cosecha de agua de lluvia, ¿Cuáles son los elementos más importantes que se tienen que considerar para implementar una cosecha de agua en los hogares de la comunidad?

¿Qué materiales de construcción? _____

¿Capacidad (volumen) de almacenamiento? _____

¿Cuánta área se requiere? _____

¿Cuánto tiempo de almacenamiento? _____

5. ¿Usted aceptaría participar en un programa para implementar algún tipo de cosecha de agua? Sí, No ¿Por qué?
6. ¿Según su capacidad, cuál sería su aporte para la implementación de una cosecha de agua?

Tipo de aporte: Mano de obra/material local/dinero.

7. ¿Y cuál considera usted que sería el aporte máximo que podría dar por la implementación de un tipo de cosecha de agua?

Días de mano de obra por hogar.

Cantidad de material local.

8. ¿A su criterio, cuál debería ser la organización de Olopa y Esquipulas que pueda administrar el la implementación de una tecnología de cosecha de agua?

6. Guía de la entrevista semiestructurada con actores clave

Presentación y consentimiento informado:

En algunas comunidades de los municipios de Olopa y Esquipulas que están dentro de la cuenca del río Olopa, se plantea la implementación de tecnologías de cosecha de agua como alternativa a disponer de recurso hídricos en época seca.

La presente entrevista se realiza a los actores claves de la población, con el fin de tener una primera aproximación sobre la posible apreciación y aceptación de las tecnologías de cosecha de agua, la visión en relación con la necesidad de dichas tecnologías y la disposición a pagar por parte de los pobladores por desarrollar un programa de tecnologías para cosecha de agua.

Los resultados de estas entrevistas constituyen aportes relevantes para elaborar la encuesta, dirigida a los hogares del área rural de la microcuenca. De acuerdo con el contexto de la zona, aspectos biofísicos y socioeconómicos de estas comunidades.

Con base en los resultados, se estimarán los beneficios económicos percibidos por los habitantes de la cuenca de Olopa de acuerdo con las tecnologías de cosecha de agua se requiera.

II. Objetivo de la Entrevista: A través de la información que faciliten los actores clave de la microcuenca, lograr definir los usos que le dan al recurso hídricos, la demanda de este recurso para uso doméstico y riego en huertos familiares; también tener una primera aproximación de la posible apreciación de la población en relación con la implementación de tecnologías de cosecha de agua.

Quisiéramos antes aclararle algunos aspectos importantes:

- Si usted no desea participar en la entrevista, siéntase con la libertad de abstenerse. Si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírnoslo, en cualquier momento, sin ningún problema.
- Si en algún momento **se incomoda y no quiere continuar**, por favor háganoslo saber.
- También nos gustaría aclarar que sus **respuestas son anónimas**, es decir, aunque sus respuestas y las de las otras personas son importantísimas para entender la región, serán estudiadas en conjunto y no se tomará en cuenta los nombres de los entrevistados, sino solamente lo que respondieron.
- Si por algún motivo nuestras preguntas no son claras o **si desea alguna explicación adicional**, por favor no dude en preguntarnos.

Quisiéramos agradecerle por su tiempo y asegurarnos de que su participación en esta entrevista es **voluntaria**.

Nombre de entrevistado: _____

Nombre de la comunidad: _____

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora de fin: _____

- 1) ¿Cuáles son los usos que le dan al agua en su comunidad? (¿Cuál es el uso que le dan los hogares?)

- 2) ¿De dónde obtienen el agua en su comunidad? (¿De dónde obtienen el agua para uso doméstico? ¿De dónde obtienen el agua para riego de huertos familiares? ¿De dónde obtienen el agua para beber?)
- 3) ¿Cuánta agua se requiere? (¿Cuánto se utiliza de agua por persona? ¿Cuánto por hogar? ¿Cuánto por riego de parcelar de patio?)
- 4) ¿El agua es suficiente para cubrir las necesidades de su uso en los hogares?
- 5) ¿Cuáles son los problemas sociales y ambientales existentes al no tener disponible el recurso hídrico? (¿Quiénes son los afectados de estos problemas?)
- 6) ¿Existe sequía en la comunidad? (¿En qué meses? ¿A qué sectores o áreas afectan los eventos de sequía? ¿Cómo son afectados los hogares?)
- 7) ¿Qué sabe usted sobre "cosecha de agua"? (Se hará una descripción de las tecnologías de cosecha de agua y la importancia de su implementación).
- 8) De acuerdo con sus conocimientos y a la descripción anterior, ¿Cuáles son los elementos más importantes que se tienen que considerar para implementar una tecnología de cosecha de agua en los hogares de la comunidad? (¿Qué materiales de construcción? ¿la capacidad (volumen) de almacenamiento? ¿Cuánta área se requiere? ¿Cuánto tiempo de almacenamiento?)
- 9) ¿Usted aceptaría participar en un programa para implementar alguna tipo de cosecha de agua? Sí, No ¿Por qué?
- 10) Según su capacidad, ¿cuál sería el monto mínimo que pagaría para la implementación de una tecnología de cosecha de agua? Monto en quetzales por cada hogar.
- 11) ¿Y cuál considera usted que sería el monto máximo que podría pagar por la implementación de un tipo de cosecha de agua? Monto en quetzales por hogar.
- 12) Para usted, ¿cuál sería la mejor forma de pago para la implementación de un tipo de cosecha de agua en los hogares?

A su criterio ¿quién sería la organización de Olopa y Esquipulas que pueda administrar la implementación de una tecnología de cosecha de agua?

7. Formato de encuesta

ENCUESTA SOBRE LA PERCEPCIÓN Y DISPOSICIÓN A PAGAR POR TECNOLOGÍAS DE COSECHAS DE AGUA DE LLUVIA EN LAS COMUNIDADES DE OLOPA Y ESQUIPULAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO OLOPA, CHIQUIMULA, ZONA DE TRIFINIO GUATEMALA

Encuesta No. _____ Repetición _____

Encuestador (a): _____ Fecha: _____

Comunidad: _____ Municipio: _____

Iniciar acá _____

Buenos días/tardes.

Mi nombre es _____ y trabajo para el Programa Agroambiental Mesoamericano – MAP del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). MAP trabaja con las familias, su huertos y fincas capacitándole para que aprendan herramientas que les ayuden mejorar su calidad de vida sin dañar el ambiente. Estamos haciendo encuestas como parte de un estudio sobre "Cosecha de agua de lluvia" en algunas comunidades de Olopa y Esquipulas. Las Cosechas de agua de lluvia consisten en captar y

guardar el agua de la lluvia para aprovecharla y usarla de diferentes formas, para los usos del hogar así como para producción de huertos en patio. Estas técnicas son usadas en lugares con escasez de agua y sirven para aprovechar la fuente principal de agua que tienen los agricultores: la lluvia.

La idea es conversar con las personas de esas comunidades para comprender la importancia que tiene el agua para ellas y sus comunidades, principalmente durante la época de verano, y saber si existe aceptación por parte de los hogares en las comunidades en estudio. Esto para participar en un posible proyecto para implementar estructuras de cosechas de agua de lluvia y las preferencias en cuánto a las características de las mismas.

Su hogar ha sido seleccionado al azar y nos gustaría conocer su opción de algunos aspectos sobre el agua que usan en su hogar. ¿Sería tan amable de contestar unas preguntas que durarán más o menos 30 minutos?

SÍ___ Gracias por permitirnos hacer la entrevista **(PASAR A CONSENTIMIENTO INFORMADO)**

No___ **AGRADECER Y DAR POR TERMINADA LA ENTREVISTA.**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Antes de continuar con la encuesta, es importante que usted sepa que:

- ✓ Su participación es totalmente voluntaria. Si no desea participar o si existe alguna pregunta que no desea contestar, puede decirlo sin ningún problema.
- ✓ Si en algún momento se incomoda y no quiere continuar, por favor hacerlo saber.
- ✓ Su respuesta es anónima, es decir, aunque sus respuestas y las de las otras personas son importantes, estas serán estudiadas en conjunto y no una por una, por eso no se va a saber cuáles fueron sus respuestas. En caso de que usted nos brinde su nombre y apellido así como otros datos personales, los mismos serán guardados con estricta confidencialidad y no serán compartidos con terceros.
- ✓ Si mi pregunta no es clara o si desea alguna explicación adicional, por favor no dude en preguntarme.
- ✓ Estaremos tomando notas y si nos permite fotos de nuestra entrevista para no perder la información y poder analizarla, esperamos que no le incomode, si le incomoda, favor me lo hace saber.

Nada más para confirmar, ¿Nos da usted su consentimiento para continuar con la encuesta?

SÍ _____ No _____

¡Agradecemos su tiempo!

Hora en que empezó la encuesta: _____

¿Me puede indicar su nombre? _____

¿Cuántos años tiene viviendo en esta comunidad? _____

SECCIÓN A. INFORMACIÓN GENERAL

GENERALIDADES DEL TEMA "AGUA"

9. ¿Vive acá algún miembro del Comité de Agua? Si No

10. ¿Me podría decir si esta familia forma parte del Programa Agroambiental Mesoamericano MAP del CATIE?

Si No

11. ¿Me puede decir de dónde viene el agua que usan en su hogar?

Fuentes de Agua	Uso (marcar X)	¿En qué temporada la usan? Todo el año (TA) Verano (V) Invierno (I)	¿Cuál es el uso principal del agua de esta fuente? 1.Doméstico (Consumo humano, Cocinar, Lavar ropa, Bañarse). 2. Dar agua para los animales en el patio. Riego del huerto familiar en el patio. 3 Todas las anteriores.
Sistema de agua entubada/Tanque de captación de naciente y tubería de distribución/Agua potable			
Chorros comunales/Llena cántaros/ cantareras			
Río/quebrada/vertiente			
Comprar agua purificada (garrafrones)			
Agua de lluvia			
Pozo artesanal en su propiedad (cubeteado)			
Pozo artesanal con bomba de extracción en su propiedad.			
Sistema de bombeo comunitario (Pozo mecánico y con bomba para toda la comunidad)			
Otras casas vecinas			
Otro (Indicar)			

12. ¿Me puede decir cuánta agua usan al día en su hogar para los siguientes usos en invierno y verano?

¿Cuánto gasta de agua?	En Invierno Volumen/Frecuencia	En Verano Volumen/Frecuencia	Litros/diarios/hogar	Litros/diarios/hogar
Consumo total				

13. ¿En su hogar le dan algún tratamiento al agua para tomar?

Si No

SI LA RESPUESTA ES POSITIVA, CONTINUAR LA ENCUESTA

SI LA RESPUESTA ES NEGATIVA, PASAR A LA PREGUNTA 7

14. ¿Cuál es el tratamiento que le dan al agua para tomar?

	Marcar con X
Hierven el agua	
Cloran el agua	
Filtran el agua	
Tratamiento SODIS	
Otro (Indicar)	

15. ¿Por qué no dan tratamiento al agua para tomar?

Razones	Marcar con X
El agua es potable	
No sabe cómo hacerlo	
No le gusta	
Otra	

COMITÉ DE AGUA

16. ¿Sabe usted si existe comité de agua en la comunidad?

Si *No*

SI LA RESPUESTA ES POSITIVA, CONTINUAR CON LA PREGUNTA 9.

SI LA RESPUESTA ES NEGATIVA, PASAR A LA PREGUNTA 11.

17. ¿Cuál es su opinión sobre el desempeño del comité de agua local para lograr el abastecimiento de agua?

Bueno *Regular* *Malo* *No aplica*

18. ¿Usted u otro miembro de su familia ha participado en alguna Asamblea General que convocó el comité de agua en este año?

Si *No*

En caso afirmativo, ¿Quién asistió?

Padre *Madre* *Hijo* *Hija* *Otro (indicar)* _____

ACUERDOS SOBRE EL USO DEL AGUA

19. ¿Me podría decir cuánto paga por el servicio del agua?

_____ **Quetzales/año**

20. ¿Me podría decir cuáles son los acuerdos para el uso del agua en la comunidad?

Medidas al momento de escasez del agua.

Regulación del uso del agua. (Acuerdos, actas, reglamentos)

Otro (Indicar)

Ninguno

No aplica

21. ¿En los últimos 5 años hubo escasez de agua en su hogar para usos domésticos y riego de huertos familiares?

Sí No

EN CASO QUE EL ENTREVISTADO RESPONDA "SI", CONTINUAR CON LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA 14.

SI LA RESPUESTA ES NEGATIVA, PASAR A LA SECCIÓN B, VOLUNTAD DE PAGO

22. ¿En los últimos 5 años cuáles son los meses del año dónde hay escasez de agua en su hogar?

Enero		Julio	
Febrero		Agosto	
Marzo		Septiembre	
Abril		Octubre	
Mayo		Noviembre	
Junio		Diciembre	

23. En los meses de escasez de agua, ¿qué medidas ha tomado para abastecerse de agua de uso doméstico (consumo humano, bañarse, lavar ropa)?

MARCAR MÁS DE UNA OPCIÓN SI CORRESPONDE

- Almacenar agua (cubetas, baldes, botellas, pilas, tanques)
- Ahorrar agua (gastar menos agua y no desperdiciar)
- Hacer tanque o pila grande en la casa
- Halar agua de los ríos, quebradas o vertientes
- Captar agua de Lluvia
- Comprar cisterna, rotoplás o tinaco
- Comprar agua purificada (garrafrones, botellas)
- Comprar agua de los camiones
- Otro (indicar) _____

SOLO SI EL ENCUESTADO RESPONDE QUE ALMACENA AGUA, CONSTRUYE TANQUE O PILA, O CAPTA AGUA DE LLUVIA, HACER LA PREGUNTA 16

24. ¿Me podría decir cuáles son las formas de guardar el agua en su hogar?

Forma de almacenamiento	Uso Sí X	¿En qué época lo usa? Todo el año (A) Verano (V) Invierno (I)	¿Cuál es la capacidad en litros del recipiente? (por unidad)
Tanque			
Pila grande			
Tambos/galones/botellas			
Tinas/baños/cubetas/latas			

Cisterna/tinaco/rotoplás			
Toneles o barriles			
Otros (indicar)			

EN EL CASO DE HALAR AGUA DEL RÍO, QUEBRADA O VERTIENTE, HACER LAS PREGUNTAS 17, 18, 19 y 20.

25. ¿Cuántas horas al día gasta usted y su familia en halar agua del río o quebrada?

	En Invierno	En Verano	Horas/mes/ Hogar En Invierno	Horas/mes/ hogar En Verano
Horas diarias				

26. ¿Cuánto dinero y cuántas horas gasta por semana usted y su familia en comprar agua purificada?

	En Invierno	En Verano	Q/mes/hogar En Invierno	Q/mes/hogar En Verano
Gasto por semana				

27. ¿Cuánto dinero y cuántas horas gasta por semana usted y su familia en comprar agua de los camiones?

¿Cuánto gasta?	En Invierno	En Verano	Q/mes/hogar En Invierno	Q/mes/hogar En Verano
Gasto por semana				

28. Según su opinión, ¿cuáles son las razones por las cuales ha habido escasez de agua en los últimos 5 años?

Razón	Marcar con X
Falta de Infraestructura	
Mal uso del agua/ Desperdicio	
Mala o nula gestión sobre el recurso hídrico	
Clima	

SI EL ENTREVISTADO CITA CLIMA, PASAR A LA PREGUNTA 21

29. Según su opinión, ¿existen diferencias del clima entre este año y los 5 años anteriores?

Más días lluvias

- Más días secos*
- Lluvias más fuertes*
- Lluvias menos fuertes*
- No hay ninguna diferencia*

SECCIÓN B. VOLUNTAD DE PAGO PARA APOYAR UN POSIBLE PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE COSECHAS DE AGUA DE LLUVIA

En este estudio estamos identificando qué tanto las familias valoran y aceptan las cosechas de agua, que son soluciones o alternativas que vendrán a ser un apoyo para que los hogares tengan agua la mayor parte del año.

Los resultados de este estudio se compartirán con las instituciones del área y organizaciones internacionales, quienes trabajan con proyectos en el tema del agua, y algunas están empezando a trabajar en proyectos de cosecha de agua de lluvia. Por eso sus respuestas son muy importantes para ayudar a las instituciones a entender la importancia de desarrollar este tipo de proyectos para solucionar el problema de escasez de agua y lograr un mejor sistema de abastecimiento de agua a sus familias.

Ahora le voy a preguntar su opinión acerca del posible proyecto de cosecha de agua de lluvia para la comunidad.

Escenario

Supongamos que el COCODE y el comité de agua de la comunidad en conjunto con una Organización y la municipalidad deciden hacer un proyecto de "cosecha de agua de lluvia". La "cosecha de agua de lluvia" consiste en captar agua de la lluvia, guardarla y usarla para mejorar el abastecimiento de agua a los hogares. De esa manera podrían usar el agua almacenada tanto para uso doméstico (para beber, cocinar, lavar, bañarse) como en el patio para dar a beber los animales del patio y regar el huerto familiar. La cosecha de agua de lluvia es una alternativa para abastecer de agua cuando hay escasez de agua o cuando NO se tiene una fuente de agua segura.

Contar con la infraestructura para captar agua de lluvia puede garantizar el abastecimiento de agua en los hogares o parcelas en la época de invierno, así como el abastecimiento de una parte las necesidades de agua en el verano. Esto evitaría que su familia realice gastos adicionales para comprar agua o se ahorre el tiempo y el trabajo en acarrear agua de los ríos, quebradas o vertientes.

En caso de que un proyecto de cosecha de agua de lluvia se lleve a cabo, usted continuaría contando con las fuentes de agua que se tiene actualmente, las mismas no desaparecerán ni dejarán de funcionar, ya que los proyectos de cosecha de agua lo que buscan es completar el abastecimiento de agua que usted tiene actualmente.

TIPO DE COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

a) Sistema de captación de lluvia por techos

Consiste en recolectar el agua de lluvia que cae en el techo por medio de canales y llevarla a un depósito por medio de tubos PVC.



El agua puede ser guardada en tinacos/Rotoplás, tanques de cemento, block, ladrillo o materiales combinados.

Uso: Cocinar, lavar, bañarse, riego de plantas y cultivos, hasta para tomar con algún filtro o tratamiento.

El volumen de agua captado puede variar **de acuerdo con el** tamaño de la estructura de almacenamiento. La superficie del techo también es importante, se ha establecido que por cada metro cuadrado de techo se logra guardar 1000 litros de agua en una hora de lluvia.



b) Lagunas revestidas de plástico negro



Se construyen lagunas o lagunetas que se cubren de plástico negro del más grueso, calibre 1000, para evitar que el agua se infiltre en el suelo y se pierda. Este plástico se cambia cada dos años, depende del tipo de suelo.

Pueden ser
pequeñas,
medianas,
Grandes,
Depende el
volumen de agua
que se pueda
captar.



Aunque los usos principales de esta agua guardada son para riego de cultivos y huertos familiares, bebederos de animales e incluso para cría de peces, también se puede usar para actividades del hogar como lavar y limpieza.

c) Zanjas de infiltración



El agua que se acumula en la zanja se infiltra al suelo, y mantiene la humedad a las plantas de la parte baja de la zanja, lo que es de gran ayuda en la época de poca lluvia.



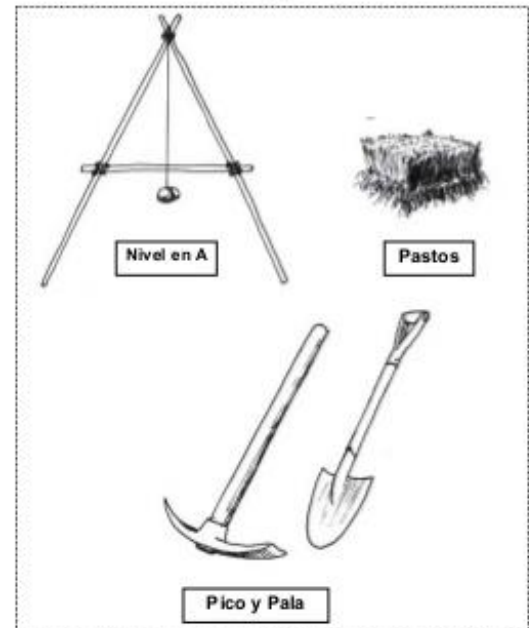
El tamaño de la zanja de infiltración por lo regular es de 2 m de largo x 0.5 m de ancho x 0.5 m de profundidad.

El agua guardada en las zanjas nos servirá para riego de cultivos y huertos familiares.

Si cubrimos la zanja con plástico negro calibre 1000 podemos usar esa agua guardada para llenar la bomba de fumigación.



¿QUE MATERIALES Y HERRAMIENTAS SE NECESITAN PARA CONSTRUIR LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN?



Según la descripción anterior de los tres tipos de cosecha de agua de lluvia: captación de agua de lluvia por techos, lagunas revestidas de plástico y zanjas de infiltración, ahora queremos saber su opinión del interés que usted tiene sobre esos tres diferentes tipos de cosecha de agua de lluvia.

30. En una escala de 1 a 5, según su preferencia, ¿qué importancia le da a la captación de lluvia por techos?

1. *No le interesa*

2. *Poco interés*

3. *Indiferente*

4. *Interesado*

5. *Muy interesado*

31. De una escala de 1 a 5, según su preferencia, ¿qué importancia le da a las lagunas revestidas de plástico negro?

1. *No le interesa*

2. *Poco interés*

3. *Indiferente*

4. *Interesado*

5. *Muy interesado*

32. De una escala de 1 a 5, según su preferencia, ¿qué importancia le da a las zanjas de infiltración?

1. *No Le interesa*

2. *Poco interés*

3. *Indiferente*

4. *Interesado*

5. *Muy interesado*

A continuación presentamos opciones de "cosechas de agua". Por favor le pido que escoja, de acuerdo con lo que usted prefiera más.

Recuerde que no hay respuestas correctas ni incorrectas, es lo que usted prefiera.

Tome el tiempo necesario para contestar.

33. Para construir alguna estructura de cosecha de agua de lluvia ¿Qué manera prefiere?

Individual *Comunal* *Grupo entre familia o vecinos*

Preguntas de control

34. ¿Está dispuesto usted a ser capacitado para la construcción de cosechas de agua de lluvia?

Si *No*

35. ¿Está dispuesto usted a ser capacitado para dar buen uso al agua y no desperdiciarla?

Si *No*

SECCIÓN C. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Favor indicarnos los siguientes datos de su hogar. Recuerde que todos los datos proporcionados durante esta entrevista son estrictamente confidenciales.

36. Género de la persona entrevistada (**OBSERVACIÓN**): *Mujer* *Hombre*

37. Por favor, ¿Podría usted decirme cuál es su estado civil:

Casado (a) o Unión libre

Soltero (a)

Divorciado (a), Separado (a), Viudo (a)

No aplica

38. ¿Podría decirme cuál es su edad?

- 18 – 40 años
- 41 – 60 años
- 61 – 75 años
- > de 76 años

39. ¿Cuál es su lugar de nacimiento? _____

- Municipio o Municipio vecino*
- Otro departamento*
- Otro país*

40. ¿Me podría decir cuál es su grado de estudios?

- Ninguna*
- Primaria Incompleta*
- Primaria Completa*
- Secundaria Incompleta*
- Secundaria Completa*
- Universidad Incompleta*
- Universidad Completa*
- Otro*
- No aplica*

41. ¿Me podría decir a que se dedica?

- Trabajador no remunerado / Ama de casa***
- Trabajador por cuenta propia o independiente / Trabajo informal***
- Trabajador asalariado***
- Patrono / empresario***
- Desempleado***
- Otro (indica)***

42. ¿Puede decirme cuántas personas viven en esta casa?

Menores de edad _____ Mayores de 60 años _____ Total _____

43. ¿Esta vivienda es ...?

- Vivienda propia*
- Vivienda no propia*
- No aplica*

44. Tamaño de la casa (para estimar el techo): _____

- < 20m²
- 21 – 50m²
- > 51m²

SI EL ENCUESTADO ESCOGE LAS LAGUNETAS EN LAS OPCIONES, HACER LAS PREGUNTAS 38, 39 Y 40.

45. ¿Algún miembro de su hogar es dueño de una parcela o finca agrícola o ganadera?:

Si No

46. ¿Algún miembro de su hogar tiene parcela o terreno sin producir?:

Si No

47. ¿Esta vivienda tiene servicio sanitario?

Inodoro

Letrina lavable

Letrina seca

Otro (Indicar)

No tiene (utilizan espacios abiertos)

48. Podría por favor indicar el ingreso MENSUAL del jefe (a) de hogar. Antes de que me conteste le repito que esta encuesta es confidencial. Si prefiere marque usted el rango de ingreso:

Menos de 500 quetzales

De 500 a menos de 1000

De 1000 a menos de 2000

De 2000 a menos de 3000

De 3000 a menos de 4000

De 4000 a menos de 5000

De 5000 a menos de 6000

De 6000 a menos de 7000

Más de 7000 quetzales

No aplica

49. ¿Me podría decir si hay otro ingreso al hogar a parte del ingreso del jefe (a) de hogar?

No hay ingreso extra

Menos de 500 quetzales

De 500 a menos de 1000

De 1000 a menos de 2000

De 2000 a menos de 3000

Más de 3000 quetzales

50. ¿Hay algo más que usted quisiera agregar?

¡FIN DE LA ENCUESTA: MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO Y SUS RESPUESTAS!

SECCIÓN D. DEBE SER COMPLETADO POR EL ENCUESTADON INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA ENTREVISTA, BASARSE EN LO OBSERVADO.

Hora en que terminó la entrevista_____

51. El alumbrado que tiene esta casa es... **(observación)**

Luz eléctrica

Planta o Generador

Candela

Otro (Indicar)

No tiene

52. Material predominante en las paredes

Block, ladrillo / concreto.

Madera

Adobe/Bahareque

Paja, caña, bambú

Otro

53. Tipo de material del techo de la casa

Zinc/ Lámina

Paja

Teja

Terraza

Otro

54. Tipo de material del piso de la casa

Tierra (no piso)

Cemento/baldosa




Mosaico

Otro (indique)

55. Comentarios que el encuestador considere importante

8. Conjunto de elecciones de las alternativas de las tecnologías de cosecha de agua de lluvia

SET 1 Conjunto de elección A1

Opción 1	Opción 2	Opción 3
<p>Sistema de captación de lluvia por techos</p>  <p>Uso del agua: Cocinar, lavar, bañarse, riego de plantas y cultivos, hasta para tomar con algún filtro o tratamiento.</p> <p>El agua puede ser guardada en tinacos/Rotoplás, tanques de cemento, block, ladrillo o materiales combinados</p>	<p>Lagunas o revestidas de plástico negro</p>  <p>Aunque los usos principales de esta agua guardada son para riego de cultivos y huertos familiares, bebederos de animales e incluso para cría de peces. También se puede usar para actividades del hogar como lavar y limpieza.</p>	<p>Zanjas de infiltración</p>  <p>El agua guardada en las zanjas nos servirá para riego de cultivos y huertos familiares.</p> <p>Si cubrimos la zanja con plástico negro calibre 1000 podemos usar esa agua guardada para llenar la bomba de fumigación.</p>
<p>3000 Litros = 15 toneles = 150 cubetas o latas = 200 cántaros</p>	<p>20000 Litros = 100 toneles = 1000 cubetas o latas</p>	<p>3000 Litros = 15 toneles = 150 cubetas o latas = 200 cántaros</p>

	= 1333 cántaros	
Q. 2,000 = 24 días de trabajo por mes durante 1 año = 12 metros cúbicos de arena o pedrín.	Q 2250 = 27 días de trabajo por mes durante 1 año = 13 cubetas de arena o pedrín.	Q 1000 = 12 días de trabajo por mes durante 1 año. = 4 metros cúbicos de arena o pedrín.
<p>¿Cuál opción sería su preferida?</p> <p><input type="checkbox"/> Opción 1 <input type="checkbox"/> Opción 2 <input type="checkbox"/> Opción 3 <input type="checkbox"/> Seguir con las fuentes de agua que tiene actualmente</p> <p>¿Si su primera elección no estuviera disponible,Cuál sería su segunda opción preferida?</p> <p><input type="checkbox"/> Opción 1 <input type="checkbox"/> Opción 2 <input type="checkbox"/> Opción 3 <input type="checkbox"/> Seguir con las fuentes de agua que tiene actualmente</p>		

SET 2. Conjunto de elección A2

Opción 1

Sistema de captación de lluvia por techos

Uso del agua: Cocinar, lavar, bañarse, riego de plantas y cultivos, hasta para tomar con algún filtro o tratamiento.

El agua puede ser guardada en tinacos/Rotoplás, tanques de cemento, block, ladrillo o materiales combinados.



6000 Litros
= 30 toneles
= 300 cubetas o latas
= 400 cántaros

Opción 2

Lagunas o revestidas de plástico negro

Aunque los usos principales de esta agua guardada son para riego de cultivos y huertos familiares, bebederos de animales e incluso para cría de peces. También se puede usar para actividades del hogar como lavar y limpieza.



20000 Litros
= 100 toneles
= 1000 cubetas o latas
= 1333 cántaros

Opción 3

Zanjas de infiltración

El agua guardada en las zanjas nos servirá para riego de cultivos y huertos familiares.






Si cubrimos la zanja con plástico negro calibre 1000 podemos usar esa agua guardada para llenar la bomba de fumigación.

3000 Litros
= 15 toneles
= 150 cubetas o latas = 200 cántaros

<p>Q 1000</p> <p>= 12 días de trabajo por mes durante 1 año.</p> <p>= 4 metros cúbicos de arena o pedrín.</p>	<p>Q. 1,500</p> <p>= 19 días de trabajo por mes durante 1 año</p> <p>= 6 metros cúbicos de arena o pedrín.</p>	<p>Q 500</p> <p>= 6 días de trabajo por mes durante 1 año</p> <p>= 2 metros cúbicos de arena o pedrín.</p>
<p>¿Cuál opción sería su preferida?</p> <p><input type="checkbox"/> Opción 1 <input type="checkbox"/> Opción 2 <input type="checkbox"/> Opción 3 <input type="checkbox"/> Seguir con las fuentes de agua que tiene actualmente</p> <p>¿Si su primera elección no estuviera disponible, Cuál sería su segunda opción preferida?</p> <p><input type="checkbox"/> Opción 1 <input type="checkbox"/> Opción 2 <input type="checkbox"/> Opción 3 <input type="checkbox"/> Seguir con las fuentes de agua que tiene actualmente</p>		

SET 3 Conjunto de elección A3

Opción 1	Opción 2	Opción 3
<p>Sistema de captación de lluvia por techos</p>  <p>Uso del agua: Cocinar, lavar, bañarse, riego de plantas y cultivos, hasta para tomar con algún filtro o tratamiento.</p> <p>El agua puede ser guardada en tinacos/Rotoplás, tanques de cemento, block, ladrillo o materiales combinados.</p>	<p>Lagunas o revestidas de plástico negro</p>  <p>Aunque los usos principales de esta agua guardada son para riego de cultivos y huertos familiares, bebederos de animales e incluso para cría de peces. También se puede usar para actividades del hogar como lavar y limpieza.</p>	<p>Zanjas de infiltración</p>  <p>El agua guardada en las zanjas nos servirá para riego de cultivos y huertos familiares.</p> <p>Si cubrimos la zanja con plástico negro calibre 1000 podemos usar esa agua guardada para llenar la bomba de fumigación.</p>
<p>10000 Litros = 50 toneles = 500 cubetas o latas</p>	<p>30000 Litros = 150 toneles = 1500 cubetas o latas</p>	<p>3000 Litros = 15 toneles = 150 cubetas o latas = 200 cántaros</p>

= 660 cántaros	= 2000 cántaros	
Q. 250 = 3 días de trabajo por mes durante un año. = 30 cubetas de arena o pedrín.	Q 300 = 4 días de trabajo por mes durante 1 año. = 48 cubetas de arena o pedrín.	Q 50 = 1 día de trabajo por mes durante un año. = 6 cubetas de arena o pedrín
<p>¿Cuál opción sería su preferida?</p> <p>/__/ Opción 1 /__/ Opción 2 /__/ Opción 3 /__/ Seguir con las fuentes de agua que tiene actualmente</p> <p>¿Si su primera elección no estuviera disponible,Cuál sería su segunda opción preferida?</p> <p>/__/ Opción 1 /__/ Opción 2 /__/ Opción 3 /__/ Seguir con las fuentes de agua que tiene actualmente</p>		