



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**

**Consumo doméstico de agua y estrategias de adaptación ante la variabilidad climática en regiones secas de Nicaragua y Guatemala**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de**

***MAGISTER SCIENTIAE* en**

**Economía, Desarrollo y Cambio Climático**

**Danhy Estid Fuentes Aguilar**

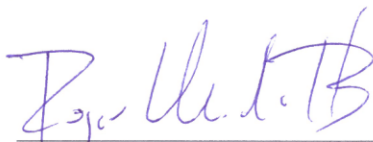
**Turrialba, Costa Rica**

**2017**

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

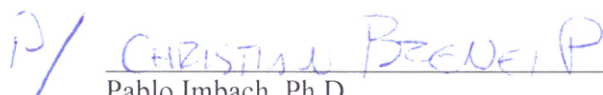
**MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**FIRMANTES:**



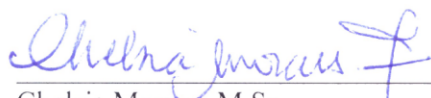
Roger Madrigal, Ph.D.

**Director de tesis**



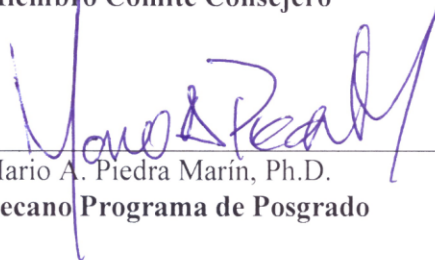
Pablo Imbach, Ph.D.

**Miembro Comité Consejero**



Chelsia Moraes, M.Sc.

**Miembro Comité Consejero**



Mario A. Piedra Marin, Ph.D.

**Decano Programa de Posgrado**



Danhy Estid Fuentes Aguilar

**Candidato**

## **DEDICATORIA**

*Primeramente, a Dios por haberme permitido culminar este gran logro.*

*A mi madre Carmen Alicia Aguilar, por brindarme su apoyo incondicional, amor y comprensión.*

*A mis hermanas: Ileana Gabriela, María José, Keyla Alejandra y a mi hermano José Fernando, por estar siempre pendientes y apoyarme siempre.*

*A mi novia: Sua Namibia Gallardo por brindarme su apoyo incondicional en todo el proceso de mi maestría e investigación.*

## AGRADECIMIENTOS

A mi profesor consejero, Róger Madrigal Ballesteros, por instruirme y guiarme en todo el proceso de investigación.

A Chelsia Moraes, por su apoyo, interés y aportes para la realización de esta investigación.

A todos los profesores de la Escuela de Posgrado del CATIE, que con su dedicación y esfuerzo han brindado y compartido sus conocimientos para mi formación académica y profesional.

A mis amigos y compañeros: Bianca Marcela Martín, Andrea Garay, Moisés Escobar, Héctor Rojas, Aldo Flores y Luis Soto, por sus consejos, apoyo y motivación para alcanzar esta gran meta.

“Al Proyecto Agua, Comunidades y Cambio Climático: impactos esperados y adaptación en América Central, desarrollado por CATIE con el apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC), por brindarme el apoyo financiero, logístico y la oportunidad de desarrollar esta investigación en sus áreas de influencia”.

“Al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) por brindarme el apoyo financiero a través del fondo Henry A. Wallace Legacy, para realizar mis estudios de posgrado”.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
ACRÓNIMOS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
I. SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General .....	1
Objetivos Específicos.....	1
II. ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	8
3.1. Ubicación de las áreas de estudio .....	8
3.2. Características de las áreas de estudio. ....	8
4. METODOLOGÍA.....	9
4.1. Selección de las comunidades de estudio .....	9
4.2. Selección de los hogares .....	10
4.3. Principales componentes de la encuesta .....	10
4.4. Descripción de la muestra de las regiones de estudio.....	10
4.5. Métodos.....	11
4.5.1. Identificación y análisis de medidas de adaptación ante la escasez de agua .....	11
4.5.2. Estimación de costos económicos de las medidas de adaptación ante la escasez de agua.....	11
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
5.1. Identificación de las medidas de adaptación.....	13
5.1.1. Uso de Fuentes de agua alternativas.....	13
5.1.2. Almacenamiento .....	15
5.1.3. Medidas de adaptación ante la percepción de más sequías .....	16
5.1.4. Adaptación futura ante la percepción de más escasez de agua.....	17
5.2. Estimación de los costos económicos de las medidas de adaptación implementadas .....	18
5.2.1. Estimación del tiempo en actividades de colecta y acarreo.....	18
5.2.1.1. Estimación del costo monetario del tiempo.....	19
5.2.1.2. Costos de transporte.....	20
5.2.2. Costos por compra de agua.....	21
5.2.3. Costos por almacenamiento.....	21
5.2.4. Costos totales de adaptación.....	22
6. CONCLUSIONES .....	24
7. LITERATURA CITADA .....	25

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características socioeconómicas de los hogares de las comunidades de regiones secas de Nicaragua y Guatemala consideradas en el estudio .....	11
Cuadro 2. Capacidad promedio de los recipientes de almacenamiento utilizados en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala.....	13
Cuadro 3. Uso de fuentes alternativas al servicio del acueducto comunitario, según horas de servicio diario del acueducto en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala.....	14
Cuadro 4. Uso de recipientes de almacenamiento de agua como medida de adaptación ante la escasez de agua según horas de servicio del acueducto comunitario en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala.....	16
Cuadro 5. Uso de medidas de adaptación ante la percepción de más sequías según horas de servicio del acueducto comunitario en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala.....	17
Cuadro 6. Promedio de horas al mes invertidas en colecta y acarreo de agua de las fuentes alternativas al acueducto comunitario en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala.....	19
Cuadro 7. Promedio de costos monetarios de colecta y acarreo para los hogares de regiones secas de Nicaragua y Guatemala.....	21
Cuadro 8. Costo mensual promedio por almacenamiento de agua en las regiones secas de Nicaragua y Guatemala .....	22

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio en Nicaragua.....	8
Figura 2. Mapa del área de estudio en Guatemala.....	9
Figura 3. Distribución de los costos de adaptación por rango de ingresos en los hogares de las regiones de Nicaragua.....	23
Figura 4. Distribución de los costos de adaptación por rango de ingresos en los hogares de las regiones de Guatemala.....	23

## ACRÓNIMOS

AC3	Proyecto: Agua, Comunidades y Cambio Climático
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
INIDE	Instituto Nacional de Información y Desarrollo de Nicaragua
INE	Instituto Nacional de Estadística
OCSAS	Organización Comunitaria de Agua y Saneamiento
PPA	Paridad del Poder Adquisitivo

## RESUMEN

Este documento se centra en identificar las acciones o medidas de adaptación adoptadas ante condiciones de escasez de agua, en hogares que hacen uso de acueductos comunitarios en Nicaragua y Guatemala. En este contexto, se identificaron las medidas de adaptación utilizadas y los costos incurridos en la implementación de las mismas. Los resultados muestran que los hogares de ambas regiones afrontan la escasez de agua mediante dos medidas de adaptación: 1) uso de fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y 2) almacenamiento. Dentro de la categoría uno se identificó que el agua de lluvia es la medida de adaptación más utilizada por los hogares de ambos países; sin embargo, su uso se limita a la época lluviosa; en la categoría 2, las medidas más utilizadas son: los pozos privados en propiedades de los hogares en Nicaragua y el agua purificada (embotellada) en Guatemala. En la categoría dos; las formas de almacenamiento más utilizadas en ambos países: son las pilas y los estañones o barriles. Estas dos categorías de medidas de adaptación imputan costos promedio de US\$5,64 mensuales en Nicaragua y US\$7,97 mensuales en Guatemala. En Nicaragua, los costos mensuales promedio por hogar se distribuyen en US\$4,38 por el uso de fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y US\$1,26 para almacenamiento. En Guatemala el costo promedio mensual es de US\$6,95, por uso de fuentes de agua alternativas y US\$1,02 por almacenamiento de agua en recipientes e infraestructuras (plástico o cemento).

Palabras clave: agua para consumo doméstico, escasez, medidas de adaptación, sequías, acueductos comunitarios.



## **ABSTRAC**

This document focuses on identifying actions or adaptation measures taken in response to water scarcity conditions in households that use community aqueducts in Nicaragua and Guatemala, and the implementation costs of the adaptation measures. The results show that households in both regions face water scarcity through two categories of adaptation measures: 1) the use of water sources alternative to the community aqueduct, and 2) proactive water storage. In category 1, rainwater was identified as the adaptation measure most frequently used by households of both countries; however, its use is limited to the rainy season. In category 2, the most frequently used measures are: private wells in Nicaraguan households and purified water in Guatemala. In category 2, the most widely used forms of water storage in both countries are sink and barrels. These two categories of adaptation measures imply average monthly household expenditures of US\$ 5.64 in Nicaragua and US\$ 7.97 in Guatemala. In Nicaragua, average monthly household expenditures for the use of water sources alternative to the community aqueduct are US\$ 4.38, and US\$ 1.26 for water storage. In Guatemala, the average monthly household expenditure for the use of alternative water sources is US\$ 6.95, and US\$ 1.02 for water storage.

Key words: Water for domestic consumption, scarcity, adaptation measures, droughts, community aqueducts.

# I. SÍNTESIS GENERAL

## 1. INTRODUCCIÓN

Las regiones consideradas en este estudio en Nicaragua y Guatemala se encuentran dentro del corredor seco de Centroamérica. Estas regiones históricamente han presentado largos periodos de sequías<sup>1</sup>, afectando la disponibilidad y la calidad del agua para consumo doméstico. En estas regiones los largos periodos de sequías, la alta demanda del vital líquido y la ineficiencia de los sistemas de acueductos comunitarios han provocado escasez de agua (Cobos 2002; Magrin *et ál.* 2007; CEPAL 2011; Galindo 2013; Bonilla 2014).

El acceso al agua se ha visto limitado considerablemente, surgiendo una gran necesidad por parte de los hogares de buscar medidas de adaptación para mantener la disponibilidad del recurso y satisfacer sus necesidades de consumo. Estas medidas de adaptación son apreciadas por los hogares de ambas regiones como fuentes de agua alternativas a los acueductos de comunitarios.

En esta investigación se consideran exclusivamente los hogares que están conectados a los sistemas de acueductos comunitarios en ambos países, con la finalidad de identificar y analizar las estrategias de adaptación implementadas ante la escasez de agua para consumo doméstico provocada por la deficiencia de estos acueductos y las sequías presentes en las regiones, entre otros.

Bajo este esquema se proporciona una base científica que contribuya a la toma de decisiones para garantizar un mejor desarrollo de la capacidad adaptativa ante la variabilidad climática en los hogares de las regiones secas de Nicaragua y Guatemala.

Para la realización de esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Analizar las estrategias de adaptación implementadas ante la escasez de agua para consumo doméstico a nivel de hogar en regiones secas de Guatemala y Nicaragua.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las medidas de adaptación implementadas en los hogares ante la escasez de agua en regiones secas de Nicaragua y Guatemala
- Estimar los costos económicos de las medidas de adaptación implementadas por los hogares ante la escasez de agua en regiones secas de Nicaragua y Guatemala.

---

<sup>1</sup> Las sequías son periodos prolongados de tiempo seco, por falta de precipitación ocasionando una considerable disminución en la cantidad del agua (IPCC 2012)

Los resultados de la investigación muestran que los hogares de ambas regiones enfrentan la escasez de agua mediante las siguientes medidas de adaptación: 1) fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y 2) almacenamiento de agua. Estas dos medidas de adaptación identificadas imputan costos promedio de US\$5,64 mensuales en Nicaragua y US\$7,97 en Guatemala. En Nicaragua los costos mensuales promedio por hogar se distribuyen en US\$4,38 para fuentes de agua alternativas y US\$1,26 para almacenamiento. En Guatemala el costo promedio mensual por uso de fuentes de agua alternativas es de US\$6,95 y US\$1,02 por almacenamiento.

## II. ARTÍCULO CIENTÍFICO

### **Consumo doméstico de agua y estrategias de adaptación ante la variabilidad climática en regiones secas de Guatemala y Nicaragua**

Danhy Estid Fuentes Aguilar

Escuela de Posgrado CATIE

#### **RESUMEN**

Este artículo se centra en identificar las acciones o medidas de adaptación adoptadas ante condiciones de escasez de agua, en hogares que hacen uso de acueductos comunitarios en Nicaragua y Guatemala. En este contexto, se identificaron las medidas de adaptación utilizadas y los costos incurridos en la implementación de las mismas. Los resultados muestran que los hogares de las regiones de ambos países afrontan la escasez de agua mediante dos medidas de adaptación: 1) uso de fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y 2) almacenamiento. Dentro de la categoría uno se identificó que el agua de lluvia es la medida de adaptación más utilizada por los hogares de ambos países, sin embargo, su uso limita a la época lluviosa; la segunda medida más utilizada corresponde a los pozos privados en las propiedades de los hogares de las regiones de Nicaragua y el agua purificada (embotellada) en Guatemala. En cuanto al uso de fuentes de agua alternativas, las formas de almacenamiento más utilizadas en ambos países corresponden a las pilas y los estañones o barriles. Estas dos medidas de adaptación conllevan costos promedio de US\$5,64 mensuales en Nicaragua y US\$7,97 mensuales en Guatemala. En Nicaragua, los costos mensuales promedio por hogar se distribuyen en US\$4,38 por el uso de fuentes de agua alternativas y US\$1,26 para almacenamiento. En Guatemala, el costo promedio mensual es de US\$6,95 por uso de fuentes de agua alternativas y US\$1,02 por almacenamiento.

Palabras clave: Agua para consumo doméstico, escasez, medidas de adaptación, sequías, acueductos comunitarios.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aprovisionamiento de agua en Mesoamérica ha disminuido actualmente por la acción combinada de largos periodos de sequía, la reducción en la capacidad de reserva de los embalses de agua (CEPAL 2001), el alto crecimiento poblacional y los diversos patrones de consumo humano (Hernández 2006; Guzmán 2006; Bonilla 2014). El acceso al agua se ha visto limitado especialmente en el Corredor Seco Centroamericano, el cual se extiende desde Guatemala hasta Costa Rica. En esta región existen altas probabilidades de que el aumento en la frecuencia de las sequías agrave aún más la disponibilidad del recurso hídrico que afectan más a las comunidades rurales, las cuales presentan una limitada capacidad de adaptación a situaciones extremas de sequías (Benegas *et ál.* 2006; IPCC 2014).

En esta investigación se priorizaron las regiones secas de Nicaragua y Guatemala pues han sido más afectadas por los largos periodos de sequía y la alta demanda del recurso ha limitado el acceso al agua para consumo doméstico en las comunidades (Lentini 2010; INETER 2015; ENACAL 2016). En Nicaragua, el sector agropecuario demanda el mayor volumen (83%), seguido por el sector industrial (14%) y el sector doméstico con tan solo un 3%. En Guatemala, las demandas del recurso agua provienen de la industria (46,4%), el sector riego (38,2%) y el sector doméstico (8,7%) (Jiménez y Galizia 2012). Esta situación ha generado una competencia persistente por el agua, provocando mayor impacto en los hogares de escasos recursos económicos (Cobos 2002; Magrin *et ál.* 2007; Naciones Unidas 2010; Bonilla 2014).

En estas regiones, muchos hogares cuentan con servicios de acueductos comunitarios administrados por comités locales de agua. Sin embargo, la organización deficiente de estos comités, la deficiencia de los sistemas públicos de abastecimiento y la poca cantidad de agua que las fuentes proporcionan a los acueductos, especialmente durante la estación seca, provocan que muchos hogares se vean limitados a disponer de agua para el consumo doméstico (Magrin *et ál.* 2007; Lentini 2010; CEPAL 2011; Galindo 2013; Bonilla 2014; Kref *et ál.* 2014; ENACAL 2016).

Para hacerle frente a esta situación, los hogares se involucran en una dinámica cotidiana en la búsqueda de medidas o acciones adicionales que contribuyan a mantener agua suficiente para suplir sus necesidades domésticas (Agrawal *et ál.* 2014; Rodríguez *et ál.* 2013). Sin embargo, estas acciones o medidas de adaptación, muchas veces conllevan costos para las familias, que ven afectadas sus economías, sobre todo en el caso de hogares de escasos recursos económicos (Pattanayak *et ál.* 2005; Agrawal *et ál.* 2008).

Para conocer los aspectos relacionados a la escasez de agua para consumo doméstico y las medidas de adaptación utilizadas para mantener la disponibilidad del recurso, el Proyecto Agua, Comunidades y Cambio Climático (AC3), realizó 1649 encuestas a hogares de 39 comunidades ubicadas en el departamento de León, Nicaragua y 2249 a hogares de 50 comunidades de los departamentos de Chiquimula, Jalapa y Jutiapa en Guatemala. Los datos recolectados se utilizaron para llevar a cabo esta investigación que planteó como objetivos: identificar las medidas de adaptación ante la escasez de agua y estimar los costos que estas representan para los hogares de ambos países. Se utilizó estadística

descriptiva con el fin de analizar las medidas de adaptación utilizadas por los hogares en ambas regiones. Para la estimación de los costos se tomaron en cuenta aspectos importantes como el valor monetario del tiempo y los costos de transporte, de la compra de agua y de recipientes para almacenar agua.

Los resultados muestran que las familias entrevistadas en ambos países, utilizan dos medidas de adaptación ante la escasez de agua: 1) fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y 2) almacenamiento de agua. Estas medidas de adaptación conllevan costos mensuales promedio de US\$5,64 en Nicaragua y US\$7,97 en Guatemala. En Nicaragua, los costos se distribuyen en US\$4,38 para fuentes de agua alternativas y US\$1,26 para almacenamiento. En Guatemala, la distribución del costo es de US\$6,95 por el uso de fuentes alternativas y US\$1,02 por almacenamiento.

Estos resultados podrían contribuir en gran manera a mejorar la calidad de vida de los hogares e incrementar la capacidad adaptativa en las comunidades de estudio ante condiciones actuales y proyectadas de cambio climático (Kundzewicz *et. ál.* 2008). Además, son un referente que podría servir para evitar o disminuir costos de adaptación y contribuir a la toma de decisiones colectivas al momento de gestionar recursos para mejorar los suministros públicos de agua e implementar estrategias de adaptación que les permita a los hogares contar con mejores condiciones de acceso al agua y mantener la disponibilidad de la misma en cantidad y calidad.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

La escasez de agua para consumo doméstico, producto de largos periodos de sequías, la deficiencia de los sistemas de acueductos comunitarios, la alta demanda del recurso, entre otros, ha obligado a muchos hogares a tomar acciones para asegurar un nivel mínimo de consumo diario. En muchos de los casos los hogares han tenido que incurrir a la compra de agua, de recipientes e infraestructura para almacenar agua; a la recolección de agua lluvia y al acarreo de agua de ríos y quebradas hasta sus hogares (Jouravlev 2004; Rodríguez *et ál.* 2013). Estas acciones se constituyen como medidas de adaptación ante la escasez de agua, ya que promueven condiciones para mejorar el bienestar de las personas (Aguilar *et ál.* 2005; Conde *et ál.* 2006).

Muchas de estas acciones o medidas de adaptación representan altos costos para los hogares, afectando sus economías, aún más cuando los hogares son de escasos recursos económicos, ya que destinan una mayor proporción de sus ingresos a la obtención de agua, en relación a los hogares que tienen mejor situación económica (Jouravlev 2004).

En tal sentido, autores como Strand y Walker (2004); Nauges y Strand (2007); Nauges y Whittington (2010) entre otros, han realizado estudios en países en vías de desarrollo con el propósito de conocer las medidas de adaptación ante la escasez de agua que utilizan los hogares y los costos que estas reflejan. Estos autores consideran que la escasez de agua no solo se atribuye a las sequías, sino que también a otros factores como la alta demanda del recurso, a la ineficiencia, o ausencia, de los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua en las comunidades. Estas investigaciones brindan información

importante para conocer el comportamiento de los hogares ante situaciones de sequías y escasez de agua para consumo doméstico.

Bajo este contexto, Strand y Walker (2004) documentaron, en 17 ciudades de Centroamérica, acciones para suplir las necesidades de agua para consumo en hogares que tienen sistemas comunitarios de abastecimiento de agua y en aquellos que no disponen de este servicio. Las acciones identificadas fueron: colectar agua de pozos privados o públicos, comprarla de camiones, acarrear agua proporcionada por vecinos y colectarla de ríos o de corrientes de agua superficiales. Para la estimación de los costos de estas acciones o medidas de adaptación utilizadas por los hogares se consideró el tiempo empleado para acarrear y recolectar agua de las diferentes fuentes, con el propósito de asignarle un valor monetario al tiempo. Se encontró que los costos incurridos por los hogares que no poseen el servicio público de abastecimiento de agua fueron de US\$5,73 por metro cúbico. Sin embargo, para los hogares que sí poseen dicho servicio, los costos fueron de US\$0,22 por metro cúbico (Strand y Walker 2004; Nauges *et ál.* 2009). La diferencia entre estos costos, se debe a que los hogares que no poseen el servicio de acueducto comunitario invierten más tiempo en actividades de colecta y acarreo para mantener la disponibilidad del recurso en sus hogares.

Por su parte, Nauges y Berg (2009) identificaron en Sri Lanka fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario como medidas de adaptación ante la escasez para consumo doméstico; las medidas identificadas corresponden a pozos privados y pozos y chorros públicos. Los autores encontraron que el tiempo promedio invertido por los hogares cuando colectan y acarrear agua de los pozos privados es de 5 minutos y cuando colectan y acarrear agua de los pozos y chorros públicos es de 7 a 8 minutos. También Nauges y Strand (2007) y Nauges y Whittington (2010), encontraron que, en diferentes ciudades de Centroamérica, el tiempo de colecta por metro cúbico varía entre las diferentes fuentes de agua utilizadas. Estos tiempos van desde 3,4 hasta 12,35 horas al mes cuando la colecta se hace desde fuentes públicas (ríos, chorros y pozos), y desde 2,55 a 6,76 horas al mes cuando se realiza desde fuentes privadas.

Las investigaciones llevadas a cabo en estos países en vías de desarrollo, realizaron las estimaciones monetarias de colectar y acarrear agua utilizando el costo de oportunidad del tiempo y las tasas de salarios promedio de los sectores productivos no calificados, las cuales van desde el 20 al 83% (Whittington *et ál.* 1990; Pattanayak y Yang 2005; Jeuland *et. ál.* 2010). En este sentido, la valoración del tiempo ha contribuido a conocer los costos que representan las actividades de colecta y acarreo para hacerle frente a la escasez del agua para consumo doméstico (Whittington *et ál.* 1990).

Es importante mencionar que los hogares, además de la colecta y acarreo, usan otras dos medidas o acciones adicionales para hacerle frente a la escasez de agua: 1) almacenamiento de agua (en infraestructuras y recipientes) y 2) compra de agua a camiones o pipas distribuidoras y compra de agua embotellada (Pattanayak *et ál.* 2005).

El almacenamiento de agua, es practicado por los hogares en países en vías de desarrollo (Vásquez 2012). En Nicaragua se encontró que los recipientes más utilizados para almacenar agua son los tanques,

pilas y barriles. El costo promedio en el que incurren los hogares en estos recipientes es de US\$1,5 mensuales. Pattanayak *et ál.* (2005), en Katmandú, Nepal, mostraron costos de almacenamiento de agua bajo dos escenarios: el primero, en hogares que tienen sistemas comunitarios de abastecimiento de agua, donde el costo promedio incurrido es de US\$1,22 mensuales por hogar y el segundo, en hogares que no poseen el sistema público de abastecimiento de agua, el costo promedio por hogar es de US\$1,29 mensuales.

Por otro lado, la compra de agua es una de las medidas de adaptación ante la escasez que muchas veces incurre en costos mayores para los hogares; estos costos pueden estar influidos por el nivel económico de los hogares. En tal sentido Pattanayak *et ál.* (2005), mostraron que los hogares con mejor condición económica gastan más en la compra de agua que aquellos con menos recursos económicos; así, cuando los hogares entrevistados se clasificaron como no pobres de acuerdo a sus ingresos (> US\$118 mensuales), el gasto promedio al mes incurrido en la compra de agua fue de US\$20.

Es importante recalcar que para conocer el costo total en el que los hogares incurren para mantener la disponibilidad del agua para uso doméstico, es necesario realizar la sumatoria de los costos de colecta y acarreo, compra de agua y almacenamiento. Por ejemplo, Sagüi (2015) encontró en Maraxco, Guatemala, que los costos totales de adaptación ante la escasez de agua son de US\$15,14 al mes por hogar. Dichos costos se distribuyen en: US\$5,15 mensuales por concepto de colecta y acarreo, US\$0,96 mensuales por almacenamiento y US\$9,03 por compra de agua.

Anteriormente se mencionó que los costos de adaptación ante la escasez de agua tienen un impacto en la economía de los hogares y más aún en aquellos de escasos recursos económicos, afectando la calidad de vida de los mismos. Sin embargo, muchos de los hogares que cuentan con sistemas comunitarios de abastecimiento de agua podrían evitar dichos costos, si estos sistemas brindaran mejor servicio en términos de ofrecer agua suficiente, confiable y segura para consumirla (Pattanayak y Yang 2005).

Por otra parte, Mu *et ál.* (1990) y Whittington (1990), no solo se basan en estimar los costos de adaptación ante la escasez de agua, sino que también buscan determinar los factores que influyen en la elección de diferentes fuentes de agua para usos específicos en los hogares. Estos autores mencionan factores como el tiempo que los hogares tardan en acarrear y recolectar agua de la fuente, su sabor, el ingreso, el nivel de educación del jefe del hogar y el precio mismo del recurso.

Para la identificación de estos factores, muchos estudios hacen referencia a la utilización de modelos de regresiones logit y multinomiales, donde las diferentes fuentes de agua identificadas se convierten en variables de respuesta (Y) y los factores socioeconómicos en variables explicativas (X). En tal sentido, en algunos países como Uganda y Kenia, se utilizó un modelo de elección discreta (logit) para determinar la elección de la fuente de agua principal para los hogares; el modelo fue estimado con datos obtenidos a través de encuestas a 69 hogares. En este modelo se estableció como fuentes de agua principales el agua de vendedores y pozos. Los resultados determinaron que la decisión de la elección de la fuente de agua estaba influenciada por el tiempo que se tardaban las personas en recoger agua de las diferentes



fuentes, el precio y el número de mujeres en el hogar; sin embargo, el ingreso del hogar, no tuvo un efecto estadísticamente significativo (Mu *et ál.* 1990).

Se evidencia que, en muchos de los casos de respuesta a la escasez y deficiencias en la calidad del agua, los hogares prefieren invertir en fuentes de agua alternativas para mantener o asegurar sus niveles de demanda. Estas acciones o medidas de adaptación incurren en costos, afectando la economía de los hogares. De igual manera cada una de las fuentes usadas es elegida por los hogares considerando diversos factores (socioeconómicos, demográficos, entre otros), para el uso doméstico específico que se requiera en el hogar (beber, baño, lavandería, limpieza de la casa, etc.) (Madanat y Humplick 1993).

### 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1. Ubicación de las áreas de estudio

Las áreas de estudio se encuentran en el departamento de León en Nicaragua (Figura 1) y en los departamentos de Chiquimula, Jalapa y Jutiapa en Guatemala (Figura 2).

#### 3.2. Características de las áreas de estudio

El departamento de León se encuentra dentro del Corredor Seco de Nicaragua, en el cual destaca una precipitación promedio que va desde 1000 hasta 1800 mm/año; sin embargo, en la estación seca las precipitaciones disminuyen drásticamente, alcanzando valores que representan alrededor del 6% del total del año (INETER 2015), provocando largos periodos de sequías que tardan de 6 a 8 meses (Bendaña 2012).

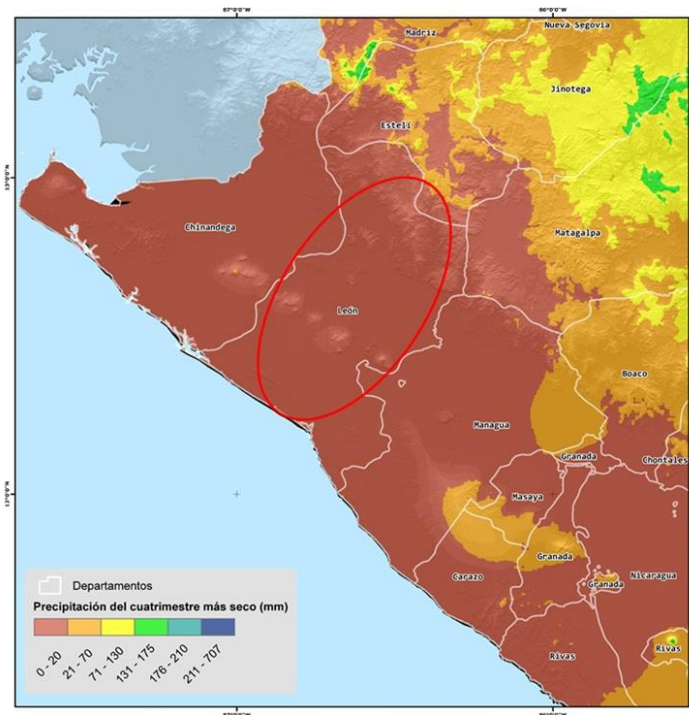


Figura 1. Mapa del área de estudio en Nicaragua

Fuente: Proyecto AC3

Nota: El área de estudio corresponde al departamento de León

Los departamentos de Chiquimula, Jalapa y Jutiapa se encuentran en el Corredor Seco de Guatemala. En estos departamentos las precipitaciones bajan hasta 400 mm/año; tal situación pone en riesgo a sus 292 053 habitantes debido a las sequías extremas presentes en las zonas (Arias *et ál.* 2012; Castellanos *et ál.* 2013).

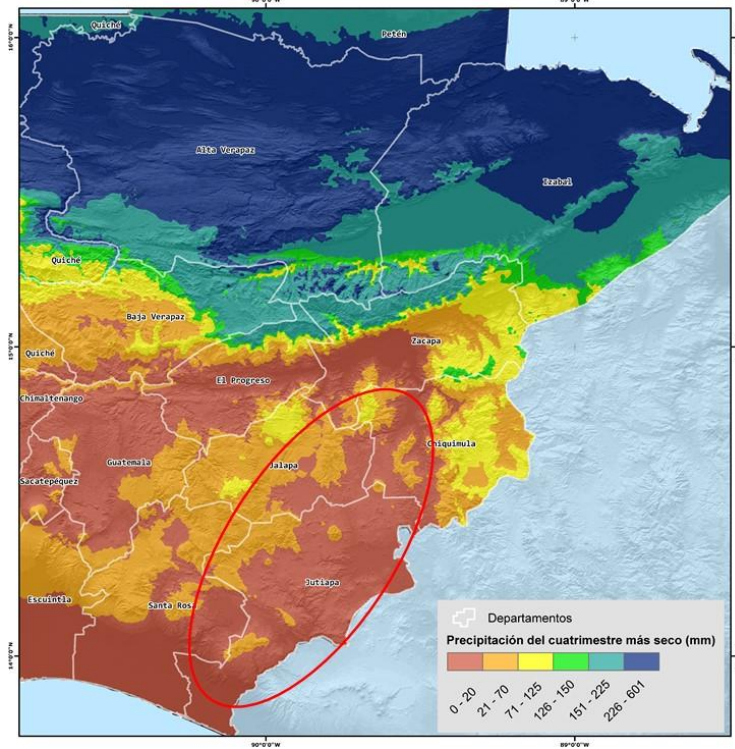


Figura 2. Mapa del área de estudio en Guatemala

Fuente: Proyecto AC3

Nota: El área de estudio corresponde a los departamentos de Chiquimula, Jalapa y Jutiapa.

## 4. METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se contó con información recolectada en los años 2014 y 2015, por parte del proyecto *Agua, Comunidades y Cambio Climático: impactos esperados y adaptación en América Central*, desarrollado por CATIE con el apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC).

### 4.1. Selección de las comunidades de estudio

Para la selección de las comunidades, el equipo técnico del Proyecto AC3 elaboró mapas de precipitación acumulada, utilizando datos de precipitación de los últimos 50 años para Nicaragua y Guatemala. Se identificó la precipitación acumulada promedio durante los tres meses más secos de cada año durante el periodo y se seleccionó como prioritarias las áreas donde la precipitación acumulada es menor durante estos tres meses. Los criterios de selección del área prioritaria también incluyeron la presencia institucional (CATIE), acceso y seguridad. Estas áreas prioritarias representan el decil más seco en los mapas (figuras 1 y 2) (áreas de rojo).

## **4.2. Selección de los hogares**

Para determinar el tamaño de la muestra por comunidad en ambos países, el equipo técnico del Proyecto AC3 utilizó la fórmula estándar de definición de muestra representativa para un muestreo al azar. Este cálculo se realizó a partir de la información disponible de número de hogares abastecidos por comunidad. En total se realizaron 1649 encuestas en 39 comunidades de Nicaragua y 2249 encuestas en 50 comunidades de Guatemala. El diseño muestral y la recopilación de datos se realizó en los años 2014 – 2015. Se utilizó un muestreo sistémico (Groves 2006), el cual consistió en asegurar la selección de hogares de todas las zonas abastecidas por el sistema de distribución de agua de la comunidad. Para ello se definió un nivel de confianza del 95% y con error de muestro máximo del 12-13%.

## **4.3. Principales componentes de la encuesta**

Los principales componentes de la encuesta utilizados en la investigación son: I) generalidades del hogar, II) evaluación del desempeño del acueducto – calidad en el hogar, III) evaluación del desempeño del acueducto (calidad del agua), V) adaptación familiar y VIII) caracterización socioeconómica. En el componente I se identificaba si los hogares entrevistados contaban con el servicio de acueducto comunitario, el II y III tenían como objetivo conocer el desempeño del servicio brindado por el acueducto comunitario a los hogares. El componente V, identificaba las diferentes medidas de adaptación que los hogares utilizan ante la problemática de escasez de agua para consumo doméstico y el componente VIII, identificaba los factores socioeconómicos que influyen en la elección de las diferentes medidas de adaptación ante la escasez de agua para consumo doméstico.

## **4.4. Descripción de la muestra de las regiones de estudio**

El Cuadro 1 muestra las características socioeconómicas más importantes de los hogares entrevistados en esta investigación. El 69,8 y el 77,9% de las personas entrevistadas son mujeres en Nicaragua y Guatemala respectivamente; la edad promedio de los entrevistados es de 42,8 años en Nicaragua y 44,8 años en Guatemala. Los jefes de hogar en ambas regiones principalmente son hombres; en Nicaragua, estos jefes de hogar en su mayoría son empleados asalariados y agricultores, en contraste con Guatemala, donde la mayoría se dedica a la construcción. El 16,8% (Nicaragua) y el 18,6% (Guatemala) de los jefes de hogar culminaron sus estudios de primaria (6 años de educación); los ingresos promedio mensuales de los jefes de hogar son de US\$178,6 en Nicaragua y US\$277,1 en Guatemala. Es importante mencionar que los gastos promedio de los hogares al mes en comida y transporte son de US\$145,1 y US\$168,0 en Nicaragua y Guatemala respectivamente.

Cuadro 1. Características socioeconómicas de los hogares de las comunidades de regiones secas de Nicaragua y Guatemala consideradas en el estudio

Variable	Nicaragua	Guatemala
	Promedio	Promedio
Edad del entrevistado	42,4	44,8
Mujeres entrevistadas (%)	69,8	77,9
Jefe de hogar (hombres) (%)	86,3	88,9
Educación jefe de hogar (primaria completa) (%)	16,8	18,6
Ingreso/mes jefe del hogar (US\$)	178,6	277,1
Cantidad de personas por vivienda	4,6	4,5
Cantidad de familias por vivienda	2,1	1,1
Hogares con energía eléctrica (%)	96,8	95
Hogares con servicio de TV (%)	88,8	71,7
Hogares con teléfono móvil (%)	89,8	90,1
Hogares con refrigeradora (%)	43,3	70,5
Hogares con servicios sanitarios (%)	95,2	86,4

## 4.5. Métodos

### 4.5.1. Identificación y análisis de medidas de adaptación ante la escasez de agua

Para la identificación de las medidas de adaptación ante la escasez de agua, se consultó a los hogares de ambas regiones cuáles fuentes de agua usan en el hogar además del acueducto comunitario y las formas de almacenamiento para cubrir las necesidades domésticas (para fines de esta investigación se referirá a las fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario como medidas de adaptación ante la escasez de agua).

Una vez identificadas las medidas de adaptación, se clasificaron en dos categorías: 1) uso de fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario (todas aquellas fuentes que requieren una inversión de tiempo para coleccionar y acarrear el agua y las fuentes que incurren en una inversión monetaria directa para la compra de la misma) y 2) almacenamiento de agua. Posteriormente, con el fin de analizar y comparar las medidas de adaptación identificadas por los hogares entrevistados en ambas regiones se utilizó estadística descriptiva.

Para tener un conocimiento más amplio sobre el contexto y las condiciones en las zonas, se identificaron medidas de adaptación que los hogares han implementado ante la percepción de más sequías en los últimos cinco veranos (año 2014 de referencia para Guatemala y 2013 para Nicaragua). Posteriormente se utilizó estadística descriptiva para el análisis de estas medidas y conocer su grado de implementación, para luego realizar la respectiva comparación de los resultados entre países.

### 4.5.2. Estimación de costos económicos de las medidas de adaptación ante la escasez de agua

Para realizar la estimación de los costos de las medidas de adaptación, se procedió a estimar el costo del tipo de medidas de adaptación en dos grupos de análisis: 1) costos por uso de fuentes de agua

alternativas y 2) costos por almacenamiento. Estas medidas de adaptación ante la escasez de agua, identificadas en ambos países, son adicionales al sistema de acueducto comunitario.

Para estimar los costos por uso de fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario se estimaron los costos por colecta y acarreo y se hizo la sumatoria de los costos incurridos en la adquisición de agua de las fuentes adicionales utilizadas. En este sentido, se utilizó el tiempo invertido por cada hogar (ida, permanencia y regreso de los miembros del hogar que realizan esta actividad). Para valorar económicamente este tiempo se utilizó el costo de oportunidad tomando como valor de referencia el 50% del salario por hora de los sectores no calificados de cada uno de los países (Whittington *et al* 1990. Strand y Walker 2004; Nauges y Strand 2007; Nauges y Berg 2009; Nauges *et ál.* 2009). En Nicaragua, el salario se obtuvo de los resultados de las encuestas y se corroboró con el Anuario Estadístico de Nicaragua (INIDE 2013). Además, se identificó que los hombres son empleados asalariados u obreros permanentes, principalmente y las mujeres brindan servicios domésticos. En Guatemala, el salario se obtuvo de indicadores brindados por el INE (2013), donde se identificó que las actividades principales son la construcción (hombres) y los servicios domésticos (mujeres). Para la estimación de los costos de colecta y acarreo, se adicionó el costo monetario del transporte en el que las personas incurren al momento de pagar un medio de transporte (buses, taxis, motocicletas) para llegar a las diferentes fuentes de agua y regresar al hogar con el agua recolectada (bajo el supuesto de que las personas hacen el viaje solo para acarrear el agua) (Nauges y Strand 2007).

Para la estimación de los costos de compra de agua se utilizó el monto promedio del gasto que cada hogar invierte para comprar el agua (purificada y agua de camiones o pipas distribuidoras). En este sentido se realizó la sumatoria mensual de los gastos incurridos en la obtención de agua de fuentes alternativas al acueducto comunitario: en Nicaragua, el agua de pipas o camiones distribuidores de agua corriente y otras fuentes<sup>2</sup> y en Guatemala, chorros públicos comunitarios, agua de pipa o camiones distribuidores y agua purificada. Una vez obtenidos los costos estimados por colecta y acarreo y los costos por compra de agua, se realizó la sumatoria total para obtener los costos de uso de las diferentes fuentes de agua alternativas.

Los costos de almacenamiento incluyen el cálculo de los valores de amortización y depreciación mensual de las diferentes infraestructuras y recipientes; para ello se consideraron todos los recipientes de almacenamiento de agua que los hogares utilizan y luego se promedió el costo de todos de ellos. La sumatoria total brinda el costo monetario mensual promedio invertido por cada hogar en el almacenamiento de agua. Los precios de cada recipiente, recolectados de mercados locales de la zona de estudio, varían dependiendo de su capacidad de almacenamiento en litros (Cuadro 2). Los precios de los recipientes se capitalizaron al año en que los hogares indicaron como el tiempo de utilización de cada recipiente (ecuación 1) (Boardman *et ál.* 2001). Los diferentes recipientes empleados en el almacenamiento de agua en ambos países corresponden a tanques, bidones/galones, tinas/baldes, pilas, barriles, entre otros.

---

<sup>2</sup> Otras fuentes se refieren a agua de la tubería de un vecino en la misma comunidad, agua de tubería de una comunidad aledaña, ojos de agua o ríos de otra comunidad aledaña, otros ríos en la misma comunidad, pozos privados en la comunidad y agua de lluvia.

Para realizar su respectiva depreciación se tomó como base una vida útil de 30 años para la infraestructura de cemento (tanques y pilas) y 10 años como referencia para los recipientes de plástico (tanques de plástico, tinas/baldes, barriles y otros) (Pattanayak y Yang 2005; Nauges 2005; ISR 2012 y Vásquez 2012).

A continuación, se detalla la fórmula del valor actual:

$$VP=Y/(1+i)^n \quad (1)$$

Donde:

VP= valor de la inversión

Y= precio actual de adquisición (valor de mercado local)

i= tasa de interés<sup>3</sup>

n = número de años que tiene la inversión

Cuadro 2. Capacidad promedio de los recipientes de almacenamiento utilizados en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala

Recipientes	Capacidad promedio en litros	
	Nicaragua	Guatemala
Tanques	2791,4	1191,9
Pichingas/bidones	24,4	22,6
Tinas/baldes	46,6	29,8
Pilas	962,4	410
Estañones/barriles	233	207,6

Es importante mencionar que el cálculo del valor monetario se realizó con la moneda de cada país; para poder hacer una comparación entre países se empleó la paridad de poder adquisitivo (PPA). Los factores utilizados de conversión son: 9,59 (Nicaragua) y 3,74 (Guatemala); estos factores específicamente son del año en el cual se levantaron los datos en ambos países y el valor final que brindan están dados en dólares norteamericanos (World Bank 2016).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Identificación de las medidas de adaptación

Las medidas de adaptación ante la escasez de agua identificadas en las entrevistas a hogares de regiones rurales de Nicaragua y Guatemala se clasifican en dos categorías; 1) uso de fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y 2) almacenamiento (cuadros 3 y 4).

#### 5.1.1. Uso de fuentes de agua alternativas

Se identificaron siete fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario que los hogares de Nicaragua y Guatemala utilizan para abastecerse: pozo con bomba de motor en su propiedad, pozo artesanal en su propiedad, agua de lluvia y ríos o quebradas, compra de agua purificada (embotellada),

<sup>3</sup> Tasa de interés nominal del 8% para Nicaragua y 5% para Guatemala, porcentaje promedio de los últimos 10 años según el Banco Central de cada país.

compra de agua a camiones distribuidores y otras fuentes. Para el caso de Guatemala, los hogares identificaron dos fuentes más adicionales a las mencionadas: pozos y chorros públicos comunitarios (Cuadro 3).

La fuente de agua más utilizada (utilizada más frecuentemente), por los hogares en ambos países es el agua lluvia; sin embargo, esta medida se limita a la estación lluviosa. Los pozos artesanales en propiedades de los hogares es la segunda fuente de agua alternativa más utilizada en Nicaragua (Cuadro 3), siendo usada casi todo el año por un 88,5% de los hogares, lo cual pone de manifiesto la importancia de estos pozos en la región; su uso data de aproximadamente 20 años. En Guatemala los resultados muestran que la segunda fuente de agua más utilizada es el agua purificada (Cuadro 4), donde su consumo no depende de la época del año y es utilizada en un 100% para beber.

El consumo de agua purificada en ambos países difiere en gran porcentaje (3,5% en Nicaragua y 19,6% en Guatemala). Esto podría estar relacionado probablemente a factores económicos, ya que en Nicaragua la mayor parte de los hogares (aproximadamente el 90%), reciben ingresos menores a US\$44,00 al mes, mientras que en Guatemala la mayoría de los hogares (aproximadamente 93%), reciben ingresos arriba de los US\$60,00 al mes. Aunque es difícil establecerlo con certeza, en Nicaragua esta situación probablemente repercute y obliga a los hogares de menor ingreso a buscar fuentes de agua alternativas que les resulten más baratas en relación a la compra de agua.

Cuadro 3. Uso de fuentes alternativas al servicio del acueducto comunitario, según horas de servicio diario del acueducto en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala

Fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario	De 1 a 12 horas promedio diarias del acueducto				Más de 12 horas promedio diarias del acueducto				Total	
	Nicaragua (N= 1029)		Guatemala (N= 1590)		Nicaragua (N= 675)		Guatemala (N= 707)		Nicaragua	Guatemala
	%	Años de uso	%	Años de uso	%	Años de uso	%	Años de uso	%	%
Pozo con bomba de motor en su propiedad	9,7	10,8	3,6	14,5	3,9	8,9	0,6	14,8	6,8	4,2
Pozo artesanal en su propiedad	11,6	23,0	3,5	15,9	9,7	18,6	1,7	24,2	10,7	5,2
Pozo público <sup>4</sup>	-	-	4,1	17,7	-	-	1,8	25,2	-	5,9
Chorros públicos <sup>5</sup>	-	-	3,2	18,8	-	-	1,4	18,5	-	4,6
Agua lluvia	29,0	16,7	29,3	14,1	18,8	17,7	27,0	14,2	24	28,2
Camiones distribuidores de agua (pipas)	1,0	2,6	1,6	3,5	0,0	0,0	0,1	1,0	0,5	0,9
Agua de río	2,3	18,8	4,4	14,5	3,7	15,5	2,1	11,4	3,0	3,3
Agua purificada	5,8	4,6	23,2	5,7	1,3	5,0	16,0	5,7	3,5	19,6
Otras fuentes	10,7	9,9	0,4	-	3,2	6,7	0,3	-	7,0	-
<b>Total de hogares</b>	<b>569</b>		<b>859</b>		<b>280</b>		<b>298</b>			

<sup>4</sup> Pozos públicos: se encuentran excavados en la tierra

<sup>5</sup> Chorros públicos: el agua cae por gravedad

El Cuadro 3 muestra el porcentaje de uso de las diferentes fuentes de agua alternativas de acuerdo al número de horas al día que los hogares reciben el líquido del acueducto comunitario. Se puede observar que cuando los hogares reciben menos de 12 horas de agua al día, estos incrementan el uso de la mayoría de las fuentes de agua alternativas en comparación con aquellos hogares que reciben más de 12 horas de agua al día (situación reflejada en ambos países). Probablemente los hogares se ven obligados a incrementar más el uso de las fuentes de agua alternativas cuando disminuye la cantidad y el número de horas de agua al día que reciben del servicio para garantizar la disponibilidad de agua para satisfacer sus necesidades domésticas. Otra situación que podría ocurrir es que los hogares que reciben más de 12 horas de agua al día, incrementen el uso de fuentes alternativas (p.ej., los ríos) ya que, probablemente, la cantidad de agua recibida del acueducto en esas horas de servicio, no sea suficiente para cubrir la demanda de los hogares.

### **5.1.2. Almacenamiento**

En las regiones de ambos países se identificó que los hogares utilizan cinco tipos de recipientes para almacenar agua: tanques, pichingas/bidones, tinas/baldes, pilas y estañones/barriles (Cuadro 4). Estos recipientes son utilizados simultáneamente (por lo cual las columnas del cuadro 4 no suman 100%) por los hogares para mantener la disponibilidad de agua para consumo doméstico.

De estos recipientes, los más utilizados para el almacenamiento de agua de los hogares en ambas regiones son los estañones/barriles y pilas. El 58 y el 43,1% de los hogares en Nicaragua y Guatemala respectivamente, utilizan estañones/barriles para el almacenamiento. Sin embargo, el uso de pilas en Guatemala (95,9%), es mucho mayor que en Nicaragua (47,6%) (Cuadro 4). Existen varios factores que podrían estar influyendo en la diferencia de uso (p.ej., culturales); sin embargo, quizá el precio o costo y su relación con la capacidad y material de los recipientes podrían ser algunos de los factores principales que determinarían la variación en el uso en ambos países, y a lo interno de los mismos.

En Nicaragua se puede observar que la mayoría de los hogares en general se inclinan más a usar recipientes de menor costo (p.ej. bidones, baldes y barriles; todos de plástico), en comparación con los hogares de Guatemala, que además de usar recipientes de menor costo, también hacen uso de infraestructura de mayor costo como las pilas y tanques de cemento (Cuadro 4). Esto pone en evidencia que los hogares con menores ingresos tienden a usar recipientes de menor capacidad que resultan más baratos y más fáciles de adquirir.

Por otra parte, los estañones/barriles y pilas se encuentran en áreas dentro de los perímetros de los hogares, lo cual representa una gran ventaja ya que facilita el acceso y manejo del agua para consumo doméstico, en comparación a fuentes de agua como ríos, pozos y chorros públicos, donde las personas deben de movilizarse para la adquisición de la misma. En promedio cada hogar las regiones de ambos países posee una pila de cemento y dos barriles/estañones de plástico. Esta infraestructura ha contribuido a mantener el abastecimiento de agua en los hogares desde hace aproximadamente unos 10 años, lo cual las convierte en elementos esenciales para hacerle frente a la escasez de agua.



Las tinas y bidones o galones son utilizados en menor proporción (Cuadro 4), probablemente porque la capacidad de almacenamiento de estos es pequeña (Cuadro 2), y en muchos de los casos son utilizados para transportar el agua hasta los hogares. Sin embargo, estos recipientes son de menor costo por lo cual los hogares pueden llegar a tener hasta tres tinas y cuatro galones en promedio.

Cuadro 4. Uso de recipientes de almacenamiento de agua como medida de adaptación ante la escasez de agua según horas de servicio del acueducto comunitario en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala

Formas de almacenamiento de agua para consumo doméstico	De 1 a 12 horas de servicio del acueducto				Más de 12 horas de servicio del acueducto				Total	
	Nicaragua (N= 1029)		Guatemala (N= 1590)		Nicaragua (N= 675)		Guatemala (N= 707)		Nicaragua	Guatemala
	%	Años de uso	%	Años de uso	%	Años de uso	%	Años de uso	%	%
<b>Tanques</b>	4,2	5,5	19,1	6,8	2,5	7,1	6,4	6,3	3,4	12,7
<b>Pichingas/bidones</b>	42,2	6,8	19,8	10,5	33,3	5,6	22,9	11,1	37,8	21,4
<b>Tinas/baldes</b>	37,1	6,4	8	7,5	28,4	6,2	4,5	7,3	32,8	6,3
<b>Pilas</b>	53,7	10,2	94,4	12,9	41,5	10,5	97,3	12,8	47,6	95,9
<b>Estañón/barril</b>	70,9	9,2	54,2	7,3	45,5	9	31,9	7,3	58,2	43,1
<b>Otros</b>	3,9	8	0,3	-	2,7	3	0,1	-	3,3	-
<b>Total de hogares que almacenan agua</b>	<b>1003</b>		<b>1594</b>		<b>565</b>		<b>707</b>			

El Cuadro 4 muestra que el uso de las diferentes formas de almacenamiento varía de acuerdo al número de horas que los hogares reciben el líquido del acueducto comunitario. En el caso de los hogares de Nicaragua, el uso de los recipientes de almacenamiento (todos los recipientes identificados), incrementa más cuando estos reciben menos 12 horas de agua al día del acueducto en comparación con los que reciben más de 12 horas. En Guatemala, los hogares que reciben menos de 12 horas de agua al día del acueducto, incrementan más el uso de los tanques, las tinas y estañones. En general los hogares de ambas regiones que reciben menos de 12 horas de agua al día se vuelven más propensos a utilizar recipientes de almacenamiento de agua para poder colectarla y mantener disponible este vital recurso.

### 5.1.3. Medidas de adaptación ante la percepción de más sequías

Para ahondar más sobre el contexto y las condiciones de los países de estudio, se logró identificar medidas de adaptación que los hogares han adoptado al percibir una mayor intensidad de sequías que azotan a estas regiones. Muchos de los hogares entrevistados han percibido que las sequías han aumentado mucho más, especialmente en estos últimos cinco veranos (2013, año de referencia para Nicaragua y 2014 para Guatemala).

En esta investigación se revela que el 62% de los hogares entrevistados en Nicaragua y el 79% en Guatemala, han percibido que los últimos cinco veranos han sido más secos. Dentro de estos grupos, el 58,4% (Nicaragua) y el 30,7% (Guatemala), han tenido que usar medidas de adaptación ante la

percepción de más sequía: almacenar agua en pilas y barriles, ahorrar más, comprar tanques, construir pozos en las propiedades del hogar, acarrear agua de pozos y comprar agua purificada (Cuadro 5).

Los hogares que no utilizaban estas medidas de adaptación hace cinco veranos, actualmente se han visto en la necesidad de implementarlas para mantener el abastecimiento de agua. Por ejemplo, en el Cuadro 5 se puede observar una diferencia porcentual entre países en cuanto a las formas de almacenamiento (pilas y barriles): 58,8% en Nicaragua y 34,6% para Guatemala. Esta medida se está utilizando desde hace 12 años aproximadamente en Guatemala, por lo cual un gran porcentaje de hogares ya cuentan con estos recipientes para almacenar agua (Cuadro 4).

Cuadro 5. Uso de medidas de adaptación ante la percepción de más sequías según horas de servicio del acueducto comunitario en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala

Uso de medidas de adaptación ante la escasez de agua, en los últimos 5 veranos	De 1 a 12 horas de agua al día del acueducto		Más de 12 horas de agua al día del acueducto		Total	
	Nicaragua (N= 523)	Guatemala (N= 446)	Nicaragua (N= 197)	Guatemala (N= 95)	Nicaragua	Guatemala
	%	%	%	%	%	%
Almacenar agua en pilas y barriles	56,2	31,2	61,4	37,9	58,8	34,6
Ahorrar agua	25,6	30,9	31,5	44,2	29,6	37,6
Comprar tanque	0,2	0,9	1,0	1,1	0,6	0,9
Hacer pozo	3,4	2,7	2,0	1,1	2,8	1,9
Comprar agua purificada	0,4	1,3	-	0,0	0,2	0,7
Pozo comunal	-	12,3	-	6,3	-	9,3
Fuentes públicas	-	4,5	-	1,1	-	2,8
Ir al río	-	2,5	-	2,1	-	2,3
Otras medidas <sup>6</sup>	14,1	13,7	4,1	6,3	18,2	10,0

*Nota: El Cuadro 5 difiere del Cuadro 4, ya que en el primero se presentan las medidas adoptadas por los hogares en los últimos 5 veranos como consecuencia de una mayor percepción de sequías en los dos países de estudio.*

#### 5.1.4. Adaptación futura ante la percepción de más escasez de agua

Además de identificar las medidas de adaptación ante la percepción de más sequías en los últimos 5 veranos, se identificaron las medidas de adaptación que los hogares planifican y desean adoptar en un futuro, ya que consideran que en los próximos años los veranos serán mucho más secos, por lo cual la escasez de agua para consumo doméstico probablemente será mucho mayor que la actual.

Se identificó que el 42,1% de los hogares en Nicaragua y el 22,4% en Guatemala, consideran que los próximos cinco veranos serán más secos que el actual (2014). De estos hogares el 77% y el 64% en Nicaragua y Guatemala respectivamente, coinciden que utilizarán estrategias para adaptarse a las situaciones futuras de escasez de agua.

<sup>6</sup> Otras medidas: realizar acciones de conservación y protección de los recursos naturales, aumentar profundidad de pozos, compra de agua embotellada, incrementar capacidad de almacenamiento, usar fuentes adicionales en la comunidad, instalar bomba al pozo existente.

En este contexto, las principales medidas que los hogares de las regiones de estudio en ambos países planifican tomar son el almacenamiento y el ahorro de agua. Sin embargo, los hogares que actualmente no tienen pozos (aproximadamente el 92% de los hogares en ambos países) y tanques en sus propiedades (aproximadamente el 90%), expresaron el deseo de construirlos para mantener el abastecimiento de agua (88,3% de hogares en Nicaragua y 61,4% en Guatemala desean construir tanques y el 98,2% en Nicaragua y 77,2% en Guatemala desean construir o adquirir tanques). No obstante, aproximadamente el 65% de los hogares en ambas regiones consideran que uno de los principales factores limitantes para tener pozos son los altos costos de construcción, y un 98,5 y 67,9% de los hogares en Nicaragua y Guatemala respectivamente, consideran que no les alcanza el dinero para comprar tanques de almacenamiento. Estos resultados sugieren que el factor económico es uno de los principales que limitan a los hogares a mejorar su capacidad adaptativa para afrontar la escasez de agua actual y futura; por lo cual se ve la necesidad de implementar algún mecanismo para financiar estas inversiones (p.ej. preparación y gestión de un proyecto a través de la cooperación internacional, donde las comunidades puedan contribuir con una contra parte (mano de obra, materiales, alimentación) y las municipalidades puedan respaldar el proyecto propuesto por las comunidades.

## **5.2. Estimación de los costos económicos de las medidas de adaptación implementadas**

Los costos económicos atribuidos a las medidas de adaptación ante la escasez de agua en ambos países se distribuyen en: a) costos de uso de fuentes de agua alternativas, b) costos por almacenamiento.

Para la estimación de los costos de uso de fuentes de agua alternativas fue necesario realizar una estimación del tiempo que los hogares invierten en actividades de colecta y acarreo en cada una de fuentes de agua (ida, permanencia y regreso de los miembros del hogar que realizan esta actividad), con el fin de valorar económicamente el tiempo destinado.

### **5.2.1. Estimación del tiempo en actividades de colecta y acarreo**

Los resultados muestran un promedio de 7,8 horas al mes que cada hogar en Nicaragua invierte para realizar las actividades de colecta y acarreo de las fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario. Tanto los hombres como las mujeres le dedican el mismo tiempo para llevar a cabo esta actividad (3,7 horas promedio); los niños solo le dedican 0,4 horas promedio al mes. En Guatemala, el promedio de horas al mes invertidas por hogar para la misma actividad es de 2,4 horas, las cuales se distribuyen en 0,6 horas para los hombres, 1,7 horas las mujeres y 0,1 horas los niños (Cuadro 6).

Los tiempos encontrados en esta investigación contrastan con los de Sagüi (2015) quien en un estudio realizado en Maraxco, Guatemala, encontró que el tiempo encontrado en actividades de colecta y acarreo de agua fue de 11,70 horas promedio al mes por hogar. Por su parte, Strand y Walker 2004; Nauges *et al.* 2009 y Nauges y Berg 2009, en lugares que no cuentan con un servicio de acueducto comunitario, determinaron que el tiempo promedio invertido por los hogares en la colecta y acarreo de agua desde diferentes fuentes es de 11 horas promedio al mes.

El tiempo promedio encontrado en cada uno de estos estudios difiere debido a que probablemente las condiciones de acceso y uso de las diferentes fuentes de agua son diferentes en todos los lugares así

como la distancia a las fuentes de agua, calidad y fiabilidad del agua extraída, el precio, ingresos del hogar y hasta el número de personas que se encargan de la recolecta y acarreo del agua (Mu *et ál.* 1990; Nauges y Berg 2009).

En el caso de esta investigación, probablemente el factor económico juega un papel determinante ya que en ambos países se encontró que la mayoría de los hogares tienen bajos ingresos (> US\$44,00 mensuales en Nicaragua y < US\$60,00 en Guatemala; situación que puede obligar a los hogares de Nicaragua a invertir más tiempo en actividades de colecta y acarreo de las diferentes fuentes de agua alternativas para asegurarse la disponibilidad del agua para consumo.

Cuadro 6. Promedio de horas al mes invertidas en colecta y acarreo de agua de las fuentes alternativas al acueducto comunitario en hogares de las zonas de estudio en Nicaragua y Guatemala

Fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario	Nicaragua			Total horas/hogar	Guatemala			Total horas/hogar
	Promedio horas/mes				Promedio horas/mes			
	Hombres	Mujeres	Niños	Hombres	Mujeres	Niños		
Pozo con bomba de motor en su propiedad	0,6	0,5	0,0	1,0	0,1	0,1	0,0	0,2
Pozo artesanal en su propiedad	2,0	1,5	0,3	3,9	0,2	0,2	0,1	0,5
Pozo público	-	-	-	-	0,1	0,4	0,0	0,5
Chorros públicos	-	-	-	-	0,0	0,6	0,0	0,6
Camiones distribuidores de agua (pipas)	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua de río	0,2	0,8	0,0	1,0	0,2	0,3	0,0	0,5
Agua purificada	-	-	-	-	0,1	0,1	0,0	0,2
Otras fuentes	0,9	0,8	0,1	1,8	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>0,4</b>	<b>7,8</b>	<b>0,6</b>	<b>1,7</b>	<b>0,1</b>	<b>2,4</b>

### 5.2.1.1. Estimación del costo monetario del tiempo

La estimación del costo monetario del tiempo de colecta y acarreo se ha realizado de acuerdo al tiempo que los hogares se dedican a coleccionar agua de las diferentes fuentes de agua alternativas (Nauges y Strand 2007).

En esta estimación se excluyó el tiempo invertido por los niños<sup>7</sup>, para evitar sobreestimaciones en el costo de oportunidad del tiempo, debido a que, si los niños están involucrados en las actividades de colecta y acarreo de agua, pueden limitarse a la realización de actividades que contribuyan a mejorar su calidad de vida (Salazar 1996). En este sentido, probablemente el tiempo que los niños utilicen en estas actividades reduzca el tiempo dedicado a educación, recreación, entre otras actividades necesarias que ayuden a despertar o desarrollar sus habilidades.

Para esta estimación se consideró el salario de los sectores que concentran el costo de oportunidad del tiempo de las personas en las regiones de estudio de ambos países: el sector de empleados asalariados

<sup>7</sup> Niños menores de 15 años de edad

o empleados permanentes (tasa de salario US\$0,72/hora) y el sector de construcción (tasa de salario de US\$0,81/hora) para los hombres de Nicaragua y Guatemala respectivamente. Para el caso de las mujeres, las tasas de salario del sector de servicios domésticos son: US\$0,57/hora (Nicaragua) y US\$0,42/hora (Guatemala). A la estimación realizada se le asignó el 50% del valor del salario por hora para los sectores no calificados de ambas regiones (Whittington *et ál.* 1990; Pattanayak *et ál.* 2005). Así, las tasas de salarios utilizados por hora son: US\$0,36 y US\$0,40 para los hombres y US\$0,28 y US\$0,21 para las mujeres de Nicaragua y Guatemala respectivamente.

Aunque Whittington *et ál.* (1990) y Pattanayak *et ál.* (2005), han estimado el valor monetario del tiempo utilizando tasas de salario promedio por hora (50 y 56% respectivamente), derivadas de estudios realizados en países en vías de desarrollo, es importante mencionar que las características socioeconómicas, culturales, demográficas y condiciones particulares (climáticas y de acceso al agua) de cada región pueden ser diferentes, por lo cual el valor monetario del tiempo puede variar. Sagüi (2015), considera una tasa de salario del 50% para los sectores no calificados, aludiendo que es una tasa conservadora en referencia con los mencionados por Jeuland *et ál.* (2010) (tasas de 20 a 83% en estudios en países en desarrollo).

En este contexto, nuestros resultados indican que los hogares de Nicaragua incurren en costos monetarios promedio de US\$2,4 al mes, los cuales se distribuyen en US\$1,35 para los hombres y US\$1,06 para las mujeres. En Guatemala el costo monetario promedio al mes por hogar es de US\$0,59, distribuido en US\$0,25 para los hombres y US\$0,34 para las mujeres (Cuadro 7). Esta diferencia de costos entre países se obedece a que en Nicaragua los hogares invierten también una buena proporción de tiempo en coleccionar y acarrear agua de otras fuentes (Cuadro 6), por lo cual el costo monetario del tiempo es mayor. Es importante mencionar que estos costos no contrastan mucho con los encontrados por Pattanayak *et ál.* (2005) en Katmandú, Nepal, los cuales se encuentran en un rango de US\$0,85 a US\$2,81 promedio por hogar al mes.

#### **5.2.1.2. Costos de transporte**

En muchos de los casos los hogares, debido a su ubicación y distancia a las fuentes de agua, incurren en gastos monetarios ya que deben pagar medios de transporte para ir a recolectar el agua y regresar a sus hogares. En Nicaragua, los ríos/quebradas y la compra de agua purificada constituyen la fuente de agua alternativa que requiere de transporte. En Guatemala, las fuentes que demandan transporte son los pozos y chorros públicos comunitarios, ríos/quebradas y la compra de agua purificada. Para este cálculo, se utilizó el monto de ida y vuelta que los miembros de los hogares pagan a los buses, taxis y motocicletas por acarrear el agua desde las fuentes de agua. Los resultados obtenidos indican que en Nicaragua, el costo de transporte promedio al mes que los hogares asumen es de US\$0,70 y en Guatemala es de US\$1,01 al mes por hogar (Cuadro 7).

Sagüi (2015), reporta costos promedio de transporte de US\$0,52 mensuales por hogar; no obstante, alude que se excluyen los pagos realizados por movilización cuando los hogares utilizan el agua para lavar ropa y limpieza personal (bañarse). Los resultados encontrados en esta investigación abarcan los

pagos de transporte de agua sin discriminar el motivo de viaje a la fuente de agua (beber, lavar, bañarse, cocinar.).

### 5.2.2. Costos por compra de agua

Estos costos están relacionados a la compra de agua purificada y a camiones distribuidores (pipas). En promedio cada hogar en Nicaragua gasta US\$1,32 al mes, en contraste con Guatemala, donde el promedio de gastos por hogar es de US\$5,35 mensuales. La compra de agua probablemente está estrechamente relacionada con la capacidad económica que los hogares tengan para adquirirla. Recordemos que entre más elevado sea el costo de adquisición del agua, los hogares de bajos ingresos económicos limitan su compra. En este caso la mayoría de los hogares de Guatemala presentan mejores ingresos económicos (>US\$60,00 mensuales), en comparación con Nicaragua (> US\$40,00 mensuales); por lo cual muchos hogares probablemente prefieren comprar el agua (agua purificada y agua de camiones distribuidores) a estar invirtiendo más tiempo en la colecta y acarreo de agua de otras fuentes alternativas como pozos, chorros públicos y ríos.

Cuadro 7. Promedio de costos monetarios de colecta y acarreo para los hogares de regiones secas de Nicaragua y Guatemala

Países de estudio	Promedio horas/mes		Costo monetario del tiempo por hogar (US\$)		Costo monetario del tiempo por hogar (US\$/mes)	Costos por transporte, promedio por hogar (US\$/mes)	Costos por compra de agua, promedio por hogar (US\$/mes)	Costo total de uso de fuentes de agua, promedio por hogar (US\$/mes)
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer				
Nicaragua	3,7	3,7	1,33	1,03	2,36	0,7	1,32	4,38
Guatemala	0,6	1,7	0,25	0,34	0,59	1,01	5,35	6,95

### 5.2.3. Costos por almacenamiento

Los hogares entrevistados en ambos países utilizan cinco formas de almacenamiento de agua: tanques, pichingas/bidones, tinas/baldes, pilas y estañones/barriles. Se supone que todas estas formas de almacenamiento de agua imputan costos monetarios para ya que deben de comprarlos en los mercados locales o construirlos (en el caso de las pilas de cemento) (Cuadro 8). Para realizar la estimación del costo de almacenaje, se consultó en los mercados locales de cada región de estudio los precios de adquisición de cada recipiente. Una vez que se obtuvo el valor actual de mercado se utilizó la fórmula de valor actual para conocer el precio del recipiente cuando fue adquirido, considerando los años de uso de los recipientes. Se empleó el método de depreciación lineal, considerando la respectiva vida útil de los recipientes (10 años para los recipientes plásticos y 30 años para los recipientes o infraestructura de cemento) (Pattanayak y Yang 2005; Vásquez 2012; ISR 2012). Siendo así, los costos atribuibles a cada hogar corresponden a la depreciación mensual de todos los recipientes utilizados en los hogares.

En Nicaragua el promedio del costo por almacenamiento es de US\$1,26 al mes por hogar y para Guatemala es de US\$1,02 (Cuadro 8). Estos resultados no se diferencian mucho de los encontrados por Sagüi (2015), quien reporta costos promedio por almacenamiento de US\$0,96 al mes por hogar en

Maraxco, Guatemala. Los recipientes de almacenamiento son adquiridos con la finalidad primordial de almacenar agua para consumo doméstico más aun cuando se sabe que el servicio del acueducto comunitario es ineficiente.

Cuadro 8. Costo mensual promedio por almacenamiento de agua en las regiones secas de Nicaragua y Guatemala

Formas de Almacenamiento	Nicaragua	Guatemala
	Costo mensual promedio por hogar (US\$)	Costo mensual promedio por hogar (US\$)
Tanques	0,16	0,43
Pichinga/bidón	0,02	0,00
Tinas/balde	0,08	0,02
Pilas	0,19	0,24
Estañón/barril	0,80	0,32
<b>Total</b>	<b>1,26</b>	<b>1,02</b>

#### 5.2.4. Costos totales de adaptación

Se atribuyen a la sumatoria de los costos promedio (fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y almacenamiento) en que los hogares de las regiones de cada país incurren para abastecerse de agua ante las sequías y escasez de agua.

Los costos mensuales promedio para los hogares son de US\$5,64 y US\$7,97 para Nicaragua y Guatemala respectivamente. En Nicaragua los costos mensuales promedio por hogar se distribuyen en US\$4,38 para fuentes de agua alternativas al acueducto comunitario y US\$1,26 para almacenamiento. En Guatemala en US\$6,95, por uso de fuentes de agua alternativas y US\$1,02 por almacenamiento.

En ambas regiones de estudio, los costos monetarios reflejan el esfuerzo que los hogares hacen para abastecerse de agua para uso doméstico, lo genera un impacto en la calidad de vida de los mismos. Sin embargo, estos esfuerzos permiten hacerle frente a la problemática de la limitada disponibilidad y abastecimiento de agua que deben enfrentar.

En la Figura 3 se puede observar que los hogares con menos ingresos (<US\$78,20) tienden a gastar más dinero (ya que invierten más tiempo) en fuentes de agua alternativas que son más baratas (colecta y acarreo) en comparación con los hogares que tienen mejores ingresos. Probablemente cuando es menor el ingreso económico de los hogares, estos prefieren incurrir en costos de tiempo, ya que no tienen el dinero para pagar el agua de otras fuentes que les resulte de mejor calidad (p.ej. agua purificada) (Figura 3). Los costos de adaptación ante la escasez de agua tienen un impacto en la economía de los hogares y más aún en aquellos que son de escasos recursos económicos afectando la calidad de vida de los mismos. Sin embargo, muchos de estos hogares podrían evitar dichos costos, si los sistemas de acueductos comunitarios brindaran un mejor servicio en términos de ofrecer agua suficiente, confiable y segura para consumirla (Pattanayak y Yang 2005; Sagüi 2015).

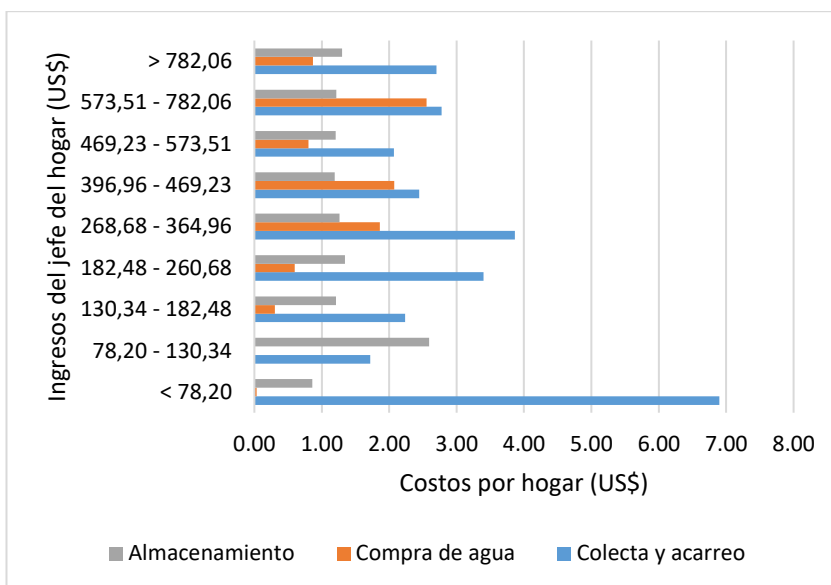


Figura 3. Distribución de los costos de adaptación por rango de ingresos en los hogares de las regiones de Nicaragua.

En la Figura 4 se observa que, en Guatemala, la tendencia es que los hogares que tienen mayores ingresos económicos incurren en costos mayores para la compra de agua (agua purificada y de camiones distribuidores). Lo anterior pone de manifiesto que probablemente, cuanto mayor sean los ingresos, las personas tienen la capacidad económica para comprar agua y mantener su abastecimiento (Figura 4).

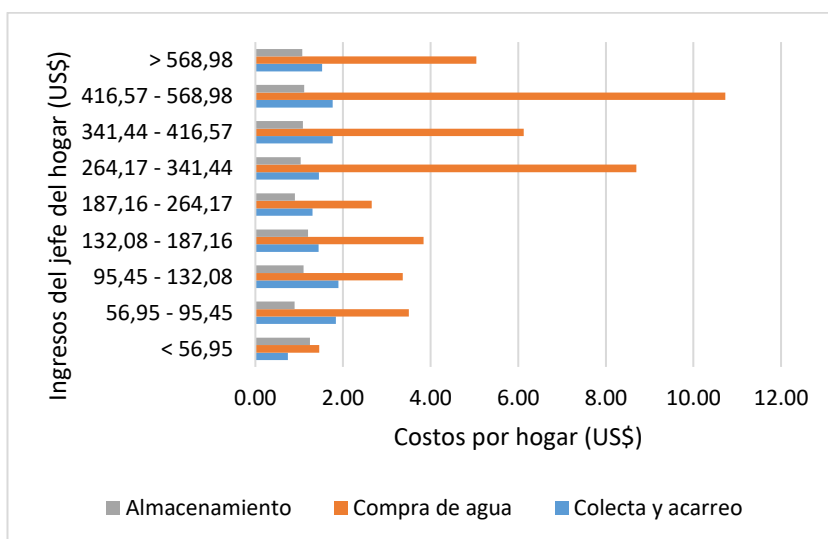


Figura 4. Distribución de los costos de adaptación por rango de ingresos en los hogares de las regiones de Guatemala.



## 6. CONCLUSIONES

El principal objetivo de esta investigación fue analizar las medidas de adaptación que los hogares de las regiones secas de Nicaragua y Guatemala han adoptado ante la situación de escasez de agua para consumo doméstico, situación que probablemente está relacionada con los largos períodos de sequías que azotan estas regiones, la deficiencia de los acueductos comunitarios y la alta demanda del recurso. Se identificó que los hogares utilizan diferentes fuentes alternativas de abastecimiento al acueducto comunitario (pozos con bomba de motor y pozos artesanales en los patios de los hogares, pozos y chorros públicos, ríos, agua purificada, agua de camiones distribuidores, entre otras) y diferentes formas e infraestructuras para almacenar el agua (tanques, pilas, estañones/barriles, baldes, tinas y pichingas/bidones) para asegurar agua suficiente y suplir sus necesidades domésticas.

La adopción de tales medidas de adaptación implica costos económicos a los hogares y en muchos casos, implicaciones en el bienestar de los mismos (reducción de la calidad de vida), especialmente en aquellos de bajos recursos económicos. Se encontró que el costo mensual promedio de adaptación ante la escasez de agua para consumo en Nicaragua es de US\$5,64 mensuales por hogar, mientras que en Guatemala es de US\$7,97. La mayoría de los costos de adaptación en Nicaragua se atribuyen al tiempo dedicado a la colecta y acarreo de agua de las fuentes alternativas al acueducto comunitario. Estos costos constituyen el 54,25% de los costos totales de afrontamiento para los hogares; mientras que, en Guatemala, la compra de agua purificada (embotellada) es la de más costos con un 67,5% del total. Es importante destacar que en Nicaragua la mayoría de los hogares (90%) reciben ingresos mensuales inferiores a los US\$40,00; por ende, el impacto y el grado de afectación es mucho mayor por su bajo nivel económico. Estos hogares se ven obligados a incurrir en costos de tiempo (colecta y acarreo), ya que no tienen el dinero para pagar o acceder al agua de otras fuentes (agua purificada, agua de camiones distribuidores). Caso contrario, en Guatemala el 93% de los hogares cuentan con un mayor ingreso económico (>US\$60,00 mensuales), por lo cual esto contribuye a mejorar sus condiciones de acceso a agua en cantidad y de mejor calidad para su consumo.

Sin duda alguna, los costos monetarios reflejan el esfuerzo que los hogares hacen para abastecerse de agua, lo que genera un impacto en la calidad de vida y más aún en hogares de escasos recursos económicos, que presentan mayor vulnerabilidad y baja capacidad adaptativa ante eventos climáticos extremos (sequías). No obstante, los resultados encontrados son un referente de las condiciones en las que se encuentran las regiones de estudio y pueden contribuir a mejorar dichas condiciones (especialmente los más vulnerables), e incentivar la toma de acciones colectivas (p.ej., gestión de proyectos para financiar inversiones de infraestructuras comunitarias de agua, implementación de políticas públicas enfocadas al mejoramiento de los acueductos comunitarios y apoyo para asegurar una mejor y eficiente organización de los comités de agua). Asimismo, para disminuir o evitar costos económicos en las acciones o medidas de adaptación adicionales (nivel de hogar) utilizadas ante la escasez de agua.

La implementación de medidas colectivas como las antes mencionadas, podrían significar aspectos importantes para el mejoramiento de la capacidad adaptativa de los hogares apoyando en gran medida el afrontar condiciones actuales de sequía y potenciales efectos de cambio climático no solamente en las

regiones de estudio, sino que también en aquellas comunidades o regiones que presenten similares condiciones climáticas y de sequía o limitado acceso al agua para consumo doméstico.

Por otra parte, los resultados de esta investigación puede servir como una herramienta y punto de partida para realizar más análisis o estudios tendientes a conocer el costo-beneficio para la mejora de los sistemas de acueductos comunitarios (que se requieran), con el propósito de conocer si los costos de adaptación exceden el costo de mejoramiento de los sistemas o, en caso contrario, si los costos de adaptación son menores que los costos de mejoramiento de los sistemas y determinar los beneficios que traería consigo a corto, mediano y largo plazo el mejoramiento de los sistemas de acueductos en las comunidades.

## 7. LITERATURA CITADA

- Aguilar, E; Peterson, T; Ramírez, P; Frutos, R; Retana, J; Solera, M. Mayorga, R. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Geophysical Research*. 110:1-15. DOI: 10.1029/2005JD006119.
- Agrawal, A; McSweeney, C; Perrin, N. 2008. Local institutions and climate change adaptation. *Social Development Notes* No. 113:1-8.
- Agrawal, S., Bosello, F., Carraro, C; De Bruin, K; De Cian, E; Dellink, R; Lanzi, E. 2011 ¿Plan or react? Analysis of adaptation costs and benefits using integrated assessment models (on line). *Climate Change Economics* 2(3):175-208. Consultado 21 oct. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/37052983?\\_ir=1](http://booksc.org/book/37052983?_ir=1)
- Arias, A; Zee, J; Meyrat, A; Poveda, C; Picado, L. 2012. Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano (en línea). Roma, Italia, FAO. Tomo I, 90 p. Consultado 22 oct. 2015. Disponible en <http://docplayer.es/12617776-Tomo-i-estudio-de-caracterizacion-del-corredor-seco-centroamericano-paises-ca-4.html>
- Bendaña, G. 2012. Agua, agricultura y seguridad alimentaria en las zonas secas de Nicaragua (en línea). Managua, Nicaragua, FAO. Consultado 22 oct. 2015. Disponible en [https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/13/13437461885650/agua\\_agricultura\\_y\\_san\\_en\\_las\\_zonas\\_secas\\_-\\_guillermo\\_bendaa\\_garca.pdf](https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/13/13437461885650/agua_agricultura_y_san_en_las_zonas_secas_-_guillermo_bendaa_garca.pdf)
- Benegas Negri, LA. 2006. Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 160 p.
- Bonilla, V. A. 2014. Patrones de sequía en Centroamérica: Su impacto en la producción de maíz y frijol y uso del Índice Normalizado de Precipitación para los Sistemas de Alerta Temprana. Tegucigalpa, Honduras, GWP Centroamérica, COSUDE. 52 p.
- Boardman, A.E.; Greenberg, D.H.; Vining, A.R.; Weimer, D.L. 2001. Cost and benefit analysis: concepts and practice. 2 ed. United States of America, Prentice Hall. 526 p.
- Castellanos, E.; Martínez, M.; Martínez, D.; Medinilla, O; Alfaro, G.; García, M. 2013. Evaluación del bienestar humano y ambiente, en el corredor seco oriental de Guatemala (en línea). Guatemala, PNUD. 40 p. Consultado 7 de nov. 2015. Disponible en [https://www.unpei.org/sites/default/files/e\\_library\\_documents/Evaluacion\\_del\\_Bienestar\\_Humano\\_Ambiente\\_en\\_el\\_Corredor\\_Seco\\_Oriental\\_de\\_Guatemala.pdf](https://www.unpei.org/sites/default/files/e_library_documents/Evaluacion_del_Bienestar_Humano_Ambiente_en_el_Corredor_Seco_Oriental_de_Guatemala.pdf)
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). 2002. El impacto socioeconómico y ambiental de la sequía 2001 en Centroamérica. s.n.t. Consultado el 12 de noviembre del 2015. Disponible en <https://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/pdf/spa/doc1744/doc1744.pdf>

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). 2011. La economía del cambio climático en Centroamérica. Naciones Unidas. s.n.t. 419 p. Consultado 12 nov. 2015. Disponible en <http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/lcmex11016.pdf>
- Cobos, C. 2002. El agua: Situación actual y necesidades de gestión. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 31 p. (Serie de documentos técnicos no. 5).
- Conde, C; Ferrer, R; Orozco, S. 2006. Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study. *Atmósfera* 19(3):181-194.
- EGUATE 2015. Consultado 20 noviembre 2015 (en línea, sitio web). Disponible en: <http://www.eguate.com/site/es/historia.html>
- ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados). 2016. (en línea, sitio web). Consultado 20 set. 2016. Disponible en <http://www.enacal.com.ni/>
- Galindo, LM; Samaniego, J; Alatorre, JE. 2013. Cambio climático y adaptación en América Latina.
- Guzmán, ER. 2006. La RAAD en el consumo de agua potable en hogares de Coyoacán e Iztapalapa (en línea). *Boletín del Archivo Histórico del Agua* 32:23-30. Consultado 10 oct. 2016. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5394350&orden=1&info=link>
- Hernández, EC; Palma, HC; Quezada, VD; Meza, YF; Suárez, TS. 2006. Situación de los recursos hídricos en Nicaragua (en línea). *Boletín Geológico y Minero* 1171:127-146. Consultado el 12 octubre 2016. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/265914079\\_Situacion\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_en\\_Nicaragua](https://www.researchgate.net/publication/265914079_Situacion_de_los_recursos_hidricos_en_Nicaragua)
- INIDE (Instituto Nacional de Información y Desarrollo de Nicaragua). 2016. Anuario estadístico 2013 (en línea). Consultado 10 oct. 2016. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/>
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala). Encuesta nacional de empleos e ingresos (en línea). Guatemala. Consultado 10 oct. 2016. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/>
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2015. Consultado el 17 de noviembre del 2015 (en línea, sitio web). Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. 104 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2012. Glossary of Terms. Annex II. *In Field*, CB; Barros, V; Stocker, TF; Qin, D; Dokken, DJ; Ebi, KL; Mastrandrea, MD; Mach, KJ; Plattner, GK; Allen, SK; Tignor, M; Midgley, PM. (eds). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (en línea). Cambridge, UK, Cambridge University Press. p. 555-564. Consultado 5 oct. 2016. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Annex\\_Glossary.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Annex_Glossary.pdf)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC ¿Qué Implica para Latinoamérica? (en línea). 40 p. (Resumen ejecutivo). Consultado 20 oct. 2015. Disponible en <http://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/12/INFORME-del-IPCC-Que-implica-para-Latinoamerica-CDKN.pdf>
- ISR, L.d. Diario Oficial de Centro América. Guatemala. 2012 (en línea, sitio web). Consultado 23 nov. 2015. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/161276552/Ley-Del-ISR-Guatemala-Actualizada-Al-Decreto-4-2012>
- Jouravlev, A. 2004. Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI (en línea). Santiago de Chile, CEPAL. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en [http://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/6440/2/S047562\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/6440/2/S047562_es.pdf)
- Jeuland, M; Lucas, M; Clemens, J; Whittington, D. 2010. Estimating the private benefits of vaccination against cholera in Beira, Mozambique: A travel cost approach (en línea). *Journal of Development*

- Economics 91(2):310-322. Consultado 9 oct. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/16786893?\\_ir=1](http://booksc.org/book/16786893?_ir=1)
- Jiménez, B; Galizia, J. (coord). 2012. Diagnóstico del Agua en las Américas (en línea). México, D.F., México, FCCyT. 447 p. Consultado 17 ene. 2017. Disponible en: [http://www.ianas.org/water/book/diagnostico\\_del\\_agua\\_en\\_las\\_americas.pdf](http://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf)
- Kreft, S; Eckstein, D; Junghans, L; Kerestan, C; Hagen, U. 2014. Global Climate Risk Index 2015: Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2013 and 1994 to 2013. Bonn, Germany, Germanwatch. 32 p.
- Lentini, E. 2010. Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito (en línea). Santiago de Chile, CEPAL, 95 p. (Documentos de Proyectos no. 335). Consultado 1 nov. 2016. Disponible en <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/3787>
- McDowell, Z. 2010. Cambio Climático: Vulnerabilidad Social y Escasez de Agua en Comunidades Indígenas Campesinas de Bolivia (en línea). Agua Ambiente 3:11-33. Consultado 9 set. 2016. Disponible en [http://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/C.C\\_Una\\_mirada\\_local\\_a\\_un\\_fenomeno\\_global\\_\(AguaAmbiente\).pdf#page=11](http://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/C.C_Una_mirada_local_a_un_fenomeno_global_(AguaAmbiente).pdf#page=11)
- Magrin, G; Gay García, C; Cruz Choque, D; Giménez, J.C; Moreno, A.R; Nagy, G.J; Nobre, C; Villamizar, A. 2007. Latin America (en línea). In Parry, ML; Canziani, OF; Palutikof, JP; van der Linden, PJ; Hanson, CE. (eds). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. p. 581-615. Consultado 10 oct. 2015. Disponible en <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter13.pdf>
- Madanat, S; Humplick, F. 1993. A model of household choice of water supply systems in developing countries (en línea). Water Resources Research 295:1353-1358. Consultado 8 nov. 2016. Disponible en <http://booksc.org/dl/20421004/02417a>
- Mu, X; Whittington, D; Briscoe, J. 1990. Modeling village water demand behavior: a discrete choice approach (en línea). Water Resources Research 264:521-529. Consultado 11 nov. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/20486027?\\_ir=1](http://booksc.org/book/20486027?_ir=1)
- Naciones Unidas. 2010. Agua, Cambio Climático y Desastres (en línea). s.n.t. Consultado 12 oct. 2015. Disponible en [http://www.cinu.mx/minisitio/Agua\\_2014/N1026067.pdf](http://www.cinu.mx/minisitio/Agua_2014/N1026067.pdf)
- Nauges, C; Strand, J. 2007. Estimation of non-tap water demand in Central American cities (en línea). Resource and Energy Economics 293:165-182. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/17052304?\\_ir=1](http://booksc.org/book/17052304?_ir=1)
- Nauges, C; Van Den Berg, C. 2009. Demand for piped and non-piped water supply services: Evidence from Southwest Sri Lanka (en línea). Environmental and Resource Economics 424:535-549. Consultado 14 nov. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/7833827?\\_ir=1](http://booksc.org/book/7833827?_ir=1)
- Nauges, C; Strand, J; Walker, I. 2009. The value of water connections in Central American cities: a revealed preference study (en línea). Environment and Development Economics 1403:349-370. Consultado 10 nov. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/38543535?\\_ir=1](http://booksc.org/book/38543535?_ir=1)
- Nauges, C; Whittington, D. (2010). Estimation of water demand in developing countries: An overview (en línea). The World Bank Research Observer 25(2):263-294. Consultado 7 set. 2016. Disponible en [http://booksc.org/book/35832247?\\_ir=1](http://booksc.org/book/35832247?_ir=1)
- Pattanayak, SK; Yang, J.-C. 2005. Coping with unreliable public water supplies: Averting expenditures by households in Kathmandu, Nepal (en línea). Water Resources Research 41. doi:10.1029/2003WR002443. Consultado 23 nov. 2015. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2003WR002443/pdf>

- Pattanayak, S. K; Yang, J. C; Whittington, D; Bal Kumar, K. C. 2005. Coping with unreliable public water supplies: averting expenditures by households in Kathmandu, Nepal (en línea). *Water Resources Research* 41. doi:10.1029/2003WR002443. Consultado 23 nov. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/20371180?\\_ir=1](http://booksc.org/book/20371180?_ir=1)
- Groves, R. 2006. Nonresponse rates and nonresponse bias in household surveys (en línea). *Public Opinion Quarterly* 70(5)646–675. Consultado 3 dic. 2015. Disponible en [http://booksc.org/book/28098974?\\_ir=1](http://booksc.org/book/28098974?_ir=1)
- Rodríguez Villamil, N; Restrepo-Mesa, S; Zambrano-Bejarano, I. 2013. Carencia de agua y sus implicaciones en las prácticas alimentarias, en Turbo, Antioquia (en línea). *Revista de Salud Pública* 153:422-434. Consultado 1 oct. 2016. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/42173>
- Sagüi Gómez, NJ. 2015. Análisis económico de la adaptación de los hogares a la sequía y su relación con el sistema de distribución de agua, Comunidad Maraxco, Chiquimula, Corredor seco de Guatemala. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Salazar, MC. 1996. El trabajo infantil en América Latina (en línea). s.n.t. . Consultado 2 nov. 2016. Disponible en [http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/rce33\\_03ensa.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/rce33_03ensa.pdf)
- Strand, J; Walker, I. 2004. Water markets and demand in Central American cities (en línea). *Environment and Development Economics* 1003:313-335. Disponible en [http://booksc.org/book/41195723?\\_ir=1](http://booksc.org/book/41195723?_ir=1)
- Soares, D. 2007. Acceso, abasto y control del agua en una comunidad indígena chamula en Chiapas: Un análisis a través de la perspectiva de género, ambiente y desarrollo. *Región y Sociedad* 19(38):25-50.
- Herrera, MCP; Rueda, A; Pinzón, C; Sánchez, J. 2012. Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia. *Ambiente y Desarrollo* 16(31); 25-37.
- World Bank 2016. Consultado el 10 de octubre del 2016. (en línea, sitio Web). Disponible en <http://datos.bancomundial.org/indicador/PA.NUS.PPP>
- Vásquez, WF. 2012. Reliability perceptions and water storage expenditures: Evidence from Nicaragua (en línea). *Water Resources Research* 48(10). DOI: 10.1029/2011WR011024. Consultado 23 nov. 2015. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011WR011024/full>
- Whittington, D; Mu, X; Roche, R. 1990. Calculating the value of time spent collecting water: Some estimates for Ukunda, Kenya. *World Development* 182:269-280.