



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
MONITOREO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS SOCIOAMBIENTALES  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA

PROCESOS DE CAMBIO HACIA LA SOSTENIBILIDAD: COSECHA DE LLUVIA EN  
COMUNIDADES INDÍGENAS DE LA SIERRA WIXARIKA, JALISCO, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

SHIARA KIRANA GONZÁLEZ PADRÓN

TUTORA PRINCIPAL

DRA. AMY M. LERNER

INSTITUTO DE ECOLOGÍA, UNAM

COTUTOR(A)

DRA. MARISA MAZARI HIRIART

INSTITUTO DE ECOLOGÍA, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DRA. LETICIA MERINO PÉREZ

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, MARZO, 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sexagésimo primera sesión del 8 de octubre del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **González Padrón Shiara Kirana** con número de cuenta **512451314** con la tesis titulada “Procesos de cambio hacia la sostenibilidad: cosecha de lluvia en comunidades indígenas de la sierra Wixárika, Jalisco, México”, bajo la dirección de la Dra. Marisa Mazari Hiriart y la Dra. Amy Michelle Lerner.

PRESIDENTE: DRA. MARIE FRANÇOISE LOUISE PARÉ OUELLET  
VOCAL: DR. HORACIO RIOJAS RODRÍGUEZ  
SECRETARIO: DR. DANIEL ALFREDO REVOLLO FERNÁNDEZ  
VOCAL: DR. PAUL LIFFMAN  
VOCAL: DRA. LETICIA MERINO PÉREZ

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”**  
**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 18 de enero de 2021.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

*Nosotros somos wixaritari  
Y somos niños muy felices  
Nuestras costumbres y tradiciones vienen bordando mi corazón*

*La Cebolleta, lugar de niebla  
Entre montañas me encuentro yo  
Ellas me cuentan sobre mi abuelo  
Mi abuelo fuego que un día me habló*

*Yo soy montaña, yo soy halcón  
También soy magia del bien, yo soy  
Yo soy venado, soy soñador  
Somos los hijos de la lluvia y sol...*

*Un día en un sueño, la voz del fuego, con el venado él me enseñó  
De mis ancestros y sus secretos  
La medicina que guardo yo*

*Seremos siempre los caminantes que van sembrando el brillo del sol  
Con las estrellas, que desde el cielo vienen cuidando mi corazón*

*Ne ai ne hiki  
Ne kuixi ne hiki  
También soy magia del bien, yo soy!  
Ne maxa ne hiki  
Ne ti heiniwe  
Somos los hijos de la lluvia y sol  
Somos los hijos la lluvia y sol  
Somos los hijos de la lluvia y sol*

Canción escrita por alumnos, Escuela primaria La Cebolleta

Esta tesis está dedicada a mi madre, July C. Padrón Scott y,  
a la memoria de Larissa Lomnitz-Adler y Antonio Parra.

## AGRADECIMIENTOS

Esta sección que parece pequeña en comparación con todo lo escrito, para mi es la parte que considero más relevante de este texto y es que sin estas instituciones y personas nada de lo subsiguiente hubiera sido posible. Primero, quisiera agradecer al Posgrado en Ciencias de la sostenibilidad y todas las personas que ahí trabajan incansables, al Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACyT) por la beca de doctorado No. 421723 y también al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrados (PAEP) por todo el apoyo económico recibido en estos años. A mis tutoras Marisa Mazari Hiriart y Amy M. Lerner y a Leticia Merino como parte del comité tutor por su orientación y paciencia. A mi jurado por leerme y aportar grandes ideas y sumar a mi proceso de aprendizaje: Paul Liffman, Luisa Paré, Horacio Riojas y Daniel Revollo.

De manera más personal quisiera agradecer a lo que Larissa Adler-Lomnitz llamaría “mis redes. Esas redes que me han sostenido, impulsado, y en algunos momentos hasta empujado de manera cariñosa (y otras no tanto) a escribir esta tesis/no tesis. Si pudiera hacerles imaginar lo mucho que han sido parte de esto que hoy se manifiesta en un texto, lo verían como una gran y perfecta tela de araña donde cada puntito de conexión entre un hilo y otro tocó de forma directa al ser que soy ahora. Esta red está conformada por un número bastante grande de personas hermosas y generosas dentro y fuera de la academia y dentro y fuera del territorio mexicano.

Quiero empezar mencionando al pueblo wixárika en su totalidad por brindarme el ejemplo más cercano que tengo de un pueblo en resistencia amorosa y que me despertó la curiosidad y la necesidad de entender a mayor profundidad los cambios que estaban ocurriendo en su territorio y en sus formas de soñar el mundo. Quiero agradecer particularmente a las personas pertenecientes a La Cebolleta y La Laguna que me abrieron las puertas de sus casas, de sus corazones, de sus ceremonias y de sus sueños. Llegar a esas dos localidades siempre se sienten como llegar a casa y mi familia de la sierra siempre estará en mi corazón, a donde sea que mi cuerpo vaya. Siempre a ustedes ¡*Pamparios!*

La primera persona a la que quiero mencionar es a Enrique Lomnitz Climent, su persona es para mi el mejor ejemplo de amor incondicional que conozco, compañero incansable en este hermoso camino. Con él fui por primera vez a la sierra en el año 2010, durante mi primera visita

a México, y ese viaje cambió definitivamente el curso de mi vida. Quiero agradecer a su familia, que ahora llamo mi familia, tanto del lado de los Adler-Lomnitz en especial a Claudio, Tania y Beto, así como todos sus agregados: Moscoso, Soto, Loyo, Montemayor y Cancino, como del lado de los Climent-Smoland (Pili, Lucy y Elena), todxs ellxs fueron el amor de familia y apoyo que cualquier persona que migra y aterriza en un país desconocido desea tener. Dentro de esta sección de agradecimiento quiero incluir a mi hermosa y extensa familia que aunque muy lejos en distancia siempre están muy cerquita en el corazón, particularmente a mi papá Miguel Feliciano González Hernández por su optimismo y el mejor ejemplo de puro corazón.

También quisiera agradecer a algunas personas que, a través de su solidaridad académica, y personal, además de su estímulo intelectual hicieron esta tesis posible, particularmente a mis amigas y colegas: Elizabeth Tellman, Lakshmi Charli-Joseph, Abril Cid, Patricia Pérez Belmont, y Paola Massiel. Y a mis hermanes caminantes incansables Meli Mena y Matias C. Baranzelli. A mis compañeras y amigas del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS): Jannice Alvarado, Nallely Vázquez y Abi Ortiz Haro.

Ya para finalizar, quiero mencionar algunas de las personas más maravillosas que conozco y que han sido importantes no sólo para la realización de este trabajo, sino más importante aún, para el crecimiento de mi ser. Quiero dar un agradecimiento especial a Santiago Salcido Madrid por su presencia, su luz, su sonrisa y los muchos aprendizajes compartidos. También quiero dar un agradecimiento especial a mi hermana de vida Dunai Frank y hermano del alma Sergio Medrano, por tantas horas de compartir el ser entre fogatas y canciones. Quisiera agradecer a todas las personas que han formado y que forman parte de la red Ha Ta Tukari particularmente a Jennifer White, Chucho Sotomayor, Sergio Esquivel, Teresa Lobo, Alan Favero, Ángel Hernández (mejor conocido como *Wakana Uki*) y Liliana Rivapalacio.

## CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
ANTECEDENTES CONCEPTUALES Y MARCOS TEÓRICOS.....	13
CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD, DESARROLLO SOSTENIBLE Y SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS.....	13
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	14
COMUNIDADES INDÍGENAS Y DESIGUALDAD.....	15
PROCESO DE CAMBIO Y TRANSFORMACIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD..	16
MODOS DE VIDA SOSTENIBLES Y BIENESTAR HUMANO.....	20
DERECHO HUMANO AL AGUA Y LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO ECOTECNOLOGÍA.....	21
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS.....	22
CAPÍTULO II. METODOLOGÍAS.....	24
ZONA DE ESTUDIO.....	25
METODOLOGÍA MIXTA CUALI-CUANTITATIVA.....	25
CAPÍTULO III: ACCESO AL AGUA EN HOGARES DE LA SIERRA WIXÁRICA, JALISCO, MÉXICO.....	30
CAPÍTULO IV: IMPROVING WATER ACCESS AND HEALTH THROUGH RAINWATER HARVESTING: PERCEPTIONS OF AN INDIGENOUS COMMUNITY IN JALISCO, MEXICO.....	52
CAPÍTULO V: CAMBIOS, TRANSFORMACIONES Y TENSIONES EN RELACIÓN CON LOS ODS EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE LA SIERRA WIXÁRIKA, JALISCO, MÉXICO.....	77
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	115
REFERENCIAS.....	118



## **RESUMEN**

Las pruebas arrojadas en las últimas décadas por la comunidad científica sobre los cambios globales señalan la urgencia de un tránsito hacia la sostenibilidad; entendida ésta como la satisfacción de las necesidades de la sociedad y al mismo tiempo se preserven los sistemas naturales y posibilidades para las futuras generaciones. Con el fin de desarrollar mecanismos para alcanzar la sostenibilidad, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se ha propuesto 17 objetivos y 169 metas por medio de los llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los que se abordan temas centrales como: pobreza, desigualdad, pérdida de biodiversidad, hambre y escasez de agua. En el objetivo número seis de los ODS se reafirma el compromiso con respecto al derecho humano al agua limpia y al saneamiento. La problemática de escasez de agua en países en desarrollo como México es compleja ya que presenta una intrincada relación con procesos sociales tales como los altos grados de marginación, deterioro ecológico y desigualdad siendo las comunidades rurales indígenas las más afectadas. Los wixaritari (singular: wixarika) o huicholes son uno de los grupos indígenas catalogados con muy alto grado de marginación. Uno de sus problemas más apremiantes es la falta de acceso al agua en cantidad y calidad. En los últimos años, la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia en la región ha sido una práctica implementada para incrementar el acceso al agua de calidad con fines de consumo y uso en el hogar. En este trabajo se busca abordar la siguiente pregunta: ¿en qué medida elemento esencial como el agua de calidad y el acceso seguro a ella juega como un factor de cambio en comunidades marginadas e impulsa una transformación hacia la sostenibilidad? Este estudio busca entender los procesos de cambio y transformación que viven las comunidades indígenas de forma más plural y profundizar en las formas de promover una transformación en tiempos de grandes retos para la sostenibilidad local, regional y global. Llegamos a la conclusión de que es necesario un cambio de paradigma que ponga la equidad, los derechos, las sociedades locales y el respeto ambiental en el centro de la de-construcción y construcción de futuros social y ambientalmente sostenible.

## **ABSTRACT**

The evidence over the last decades by the scientific community related to global change indicates the urgency of a transition towards sustainability, defined by meeting the needs of society and at the same time preserving natural systems for future generations. In order to develop mechanisms to achieve sustainability, the United Nations (UN) has proposed 17 objectives and 169 goals through the Sustainable Development Goals (SDG) in which central issues such as poverty, inequality, loss of biodiversity, hunger and water scarcity are addressed. Goal number six of the SDGs reaffirms the commitment to the human right to clean water and sanitation. The problem of water scarcity in developing countries like Mexico is complex as it has an intricate relationship with high degrees of marginalization and ecological deterioration and inequality, with rural indigenous communities being the most affected. The Wixaritari (singular: Wixarika) or Huichol are one of the indigenous groups cataloged with a very high degree of marginalization and one of its most pressing problems is the lack of access to water in quantity and quality. In recent years, the installation of rainwater harvesting systems in the region has been a practice implemented to increase access to quality water for consumption and use at home. This work seeks to address the extent to which water quantity and quality play a factor in the transformation of marginalized communities towards sustainability. This study seeks to understand the processes of change and transformation experienced by indigenous communities in a more plural way and to delve into the ways of promoting transformation in times of great challenges for local, regional and global sustainability. We conclude that a paradigm shift is necessary that places equity, rights, local societies and respect for the environment at the center of the deconstruction and construction of socially and environmentally sustainable futures.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La crisis por agua se ubica en el lugar número uno de los riesgos globales con impacto en la sociedad anunciado por el Foro Económico Mundial en enero de 2015. A pesar de que a nivel mundial se reconoce al agua como un derecho inalienable del ser humano, actualmente cerca de un tercio de la población mundial vive bajo algún tipo de estrés hídrico y esta población podría llegar a dos tercios en el año 2025 (Johnston y Strang, 2012; Sherwood y Fu, 2014). En el 2005, la Organización Mundial de la Salud reportó 780 millones de personas en el mundo sin acceso a agua de calidad y 2 500 millones sin acceso al servicio (Gorchev y Ozolins, 1984). El consumo de agua de mala calidad ocasiona altas tasas de morbilidad de enfermedades gastrointestinales, lo que afecta diferentes aspectos del bienestar y ha llegado a ser la tercera causa de mortalidad infantil a nivel mundial (Bryce, Boschi-Pinto, Shibuya, y Black, 2005). Por otro lado, se calcula que en todo el mundo mujeres y niñas pasan alrededor de seis horas al día acarreado agua siendo un factor limitante para realizar otras actividades como trabajar, asistir a la escuela o atender a la familia (Soares, 2007; UN-Water, 2015).

En los países en desarrollo el problema es complejo debido a la relación existente entre la escasez de agua y los procesos sociales como la marginación, entendido como la exclusión de grupos rurales e indígenas a servicios que se supone deben ser garantizados por el Estado, por ejemplo, un sistema de salud y educación funcional o acceso a agua de calidad (Assmus, 2015). En el contexto del desarrollo sostenible, la Organización para las Naciones Unidas (ONU) reconoce al agua como un elemento clave, así como un factor limitante para el crecimiento económico, el bienestar humano y la salud, tal como enuncia en el sexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS6) propuestos en 2015. Incrementar el acceso al agua, saneamiento básico e higiene podría ser de las vías o mecanismos más efectivos para mejorar la salud y reducir la pobreza (UN, 2015). En Latinoamérica y el Caribe se han logrado avances con respecto al porcentaje de personas con acceso al agua, sin embargo, todavía hay 77 millones de residentes sin conexión al sistema de distribución de agua en sus hogares, 51 millones de los cuales son residentes de zonas rurales (World Water Council, 2009). En México, aproximadamente 10 millones de habitantes viven sin acceso a agua segura y las comunidades más afectadas por la escasez de agua son a menudo rurales e indígenas (CONAGUA, 2011).

La precariedad y desigualdad para acceder a derechos fundamentales como el acceso al agua es mayor en las comunidades indígenas y rurales dispersas del país. Estas comunidades se encuentran ubicadas en zonas de alto aislamiento geográfico, lo que dificulta que gocen de servicios básicos tales como atención médica, escuelas de calidad, drenaje y agua de buena calidad. En estas regiones existe menos presencia de infraestructura básica, programas sociales e intervenciones de organizaciones de la sociedad civil que promueven el desarrollo y garantizan una adecuada implementación. En muchas ocasiones, la gestión comunitaria de sus recursos naturales se vincula con usos y costumbres particulares subestimados por organismos implementadores. El trabajo que se presenta a continuación se llevó a cabo en dos localidades indígenas (La Laguna y La Cebolleta) perteneciente al grupo *wixárika*. Los *wixaritari* o huicholes constituyen un grupo indígena que habita la región conocida como el Gran Nayar, en la porción meridional de la Sierra Madre Occidental con una población cercana a 50 000 personas. La mayor parte del pueblo *wixárika* habita en los municipios de Mezquitic, Jalisco y el Nayar, Nayarit, con una población considerable que reside parte del año o todo el año en torno a ciudades como Guadalajara, Jalisco y Tepic, Nayarit. El municipio de Mezquitic está clasificado por el Consejo Nacional de Población (Conapo) como uno de los municipios con el mayor índice de marginación<sup>1</sup> en el país y con el Índice de Desarrollo Humano<sup>2\*</sup> (IDH) más bajo: 0.440, en comparación con el IDH nacional, que es de 0.774 (Conapo, 2015; Torre, 2012). Además, el estado de salud de las comunidades del pueblo *wixárika* es uno de los más precarios; el índice de salud<sup>3\*</sup> del municipio Mezquitic es de 0.323, en comparación con el promedio en México que fue de 0.885 en 2013.

En la localidad La Cebolleta desde el año 2010 y en La Laguna desde el año 2014, se han instalado sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) para suplir los requerimientos básicos de agua en el hogar; este proyecto es llevado a cabo por una alianza entre asociaciones no

---

1 Índice de marginación a nivel municipal se realizó con información capturada en la Encuesta del Instituto Nacional de Estadística y Geografía según el nivel o la intensidad de nueve tipos de deficiencias comprendidas en cuatro dimensiones socioeconómicas: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios (CONAPO 2015).

2 La medida del Índice de Desarrollo Humano (IDH) fue del logro promedio en las dimensiones clave del desarrollo humano: una vida larga y saludable, estar bien informado y tener un nivel de vida decente (Torre, 2012).

3 Índice de salud se calcula utilizando la esperanza de vida al nacer expresada como un índice utilizando un valor mínimo de 20 años y un valor máximo de 85 años

gubernamentales (Isla Urbana, Proyecto ConcentrArte, Desarrollo Rural Sustentable Lu'um, Wixari y el Instituto Internacional de Recursos Renovables (IRRI)), con financiamientos de diferentes instituciones gubernamentales (Indesol) y empresas privadas (HSBC, Fundación Pepsico, Fundación Carlos Slim, entre otras). Este trabajo de investigación se enfocó en entender los cambios generados a partir de la modificación de las condiciones de escasez de agua en estas dos comunidades de la Sierra Wixárika. El documento está compuesto de varias partes, inicia con una sección de antecedentes teóricos y conceptuales que brindaron las bases de el proceso de investigación (Figura 1) y una segunda sección donde se plantean las preguntas y objetivos de investigación.

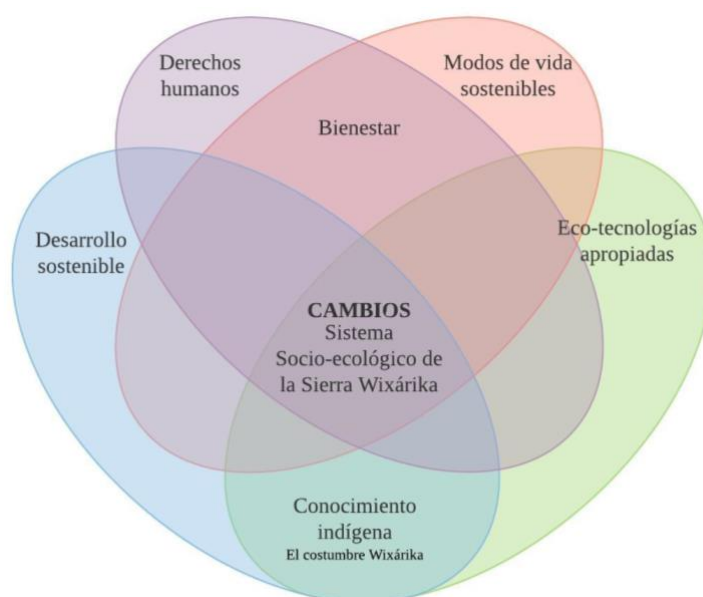


Figura 1. Bases teóricas y conceptuales en las que se basa el documento.

El capítulo II corresponde a los materiales y métodos utilizados a lo largo de todo el proceso de investigación, donde se da una explicación breve sobre las herramientas utilizadas. El capítulo III es un manuscrito final y formará parte de un libro aceptado para publicarse por lo que aún será sujeto a una revisión por pares y comprende el contexto de la región, así como una descripción de la situación actual de desigualdad en torno al agua. La necesidad de destinarle un capítulo a esta sección surge de la importancia que tiene el entendimiento profundo del contexto en el que se lleva a cabo esta investigación y la poca información que existe sobre las comunidades dentro de la sierra. El capítulo IV consiste en un artículo publicado en octubre de 2019, donde se buscó

entender cuales fueron los procesos de cambio ocurridos a partir de la instalación de los SCALL en aspectos de salud, específicamente en los casos de enfermedades diarreicas agudas entre 2014 y 2017, así como la percepción de estos cambios dentro de los hogares de la comunidad La Laguna. Por último, el capítulo V corresponde a un manuscrito final por enviar para su publicación, el cual busca entender cuáles fueron los cambios, tensiones y aprendizajes generados en las comunidades a partir de las intervenciones dirigidas a lograr los ODS, así como los cambios ocasionados dentro del hogar a partir de la cosecha de lluvia. Las referencias finales corresponden a la parte introductoria, antecedentes teóricos y conceptuales y las discusión y conclusiones. Esta investigación contribuye en la generación de información relevante para analizar marcos conceptuales como el de desarrollo sostenible y los procesos de cambio y transformación hacia la sostenibilidad en comunidades indígenas y contextos del sur global. En esta tesis se busca una consistencia teórica y argumentativa del texto en su forma integral; sin embargo, cada capítulo conserva una cierta autonomía con todos los componentes que le permiten leerse independientemente en el orden que resulte más afín a sus intereses.

## ANTECEDENTES CONCEPTUALES Y MARCOS TEÓRICOS

Ciencias de la sostenibilidad, desarrollo sostenible y sistemas socioecológicos

Los problemas sociales y ecológicos actuales que amenazan a las sociedades humanas y al medio ambiente de todo el planeta son cada vez más complejos y de mayor escala. De acuerdo con la definición dada en 1987 en el *Brundtland Report*, el desarrollo sostenible ocurriría cuando se satisfagan las necesidades del presente sin comprometer las habilidades de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Desde ese entonces a la actualidad muchos han sido los debates sobre la definición que se establece de necesidad y se reconoce que los retos para lograr un desarrollo sostenible son cada vez más complejos. Estos retos se experimentan en niveles tanto globales como locales. Los problemas actuales se caracterizan por los altos niveles de incertidumbre y complejidad como, por ejemplo, la pobreza, la desigualdad o el cambio climático y sus consecuencias (van Kerkhoff, 2014). Estos se encuentran más allá del alcance de cualquier disciplina y se necesita un enfoque científico más inclusivo. De esta manera surgen las ciencias de la sostenibilidad, definidas por Kates et al. (2001) como un campo emergente de investigación que trata de entender las interacciones entre los sistemas naturales y sociales y sus

efectos para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras y mantener los sistemas de soporte vital del planeta.

Los marcos de trabajos en ciencias de la sostenibilidad parten de la premisa de estudiar los ecosistemas y sistemas sociales de manera integrada y definiéndolos como sistemas socioecológicos (Ostrom, 2009). Según Farhad, Gual y Ruiz-Ballesteros (2015), los sistemas socioecológicos son considerados sistemas integrados en los cuales la sociedad humana y sus múltiples expresiones culturales, políticas, sociales, económicas, institucionales y tecnológicas interactúan con los ecosistemas. Aunque los componentes sociales y ecológicos son componentes identificables, no pueden ser fácilmente separados para fines analíticos o propósitos prácticos (Walker et al., 2006). Un punto importante que vale la pena aclarar es que la sostenibilidad es imposible de medir de forma directa. Cualquier “medición” de sostenibilidad es en realidad una predicción en donde las características del sistema pueden ser más sostenibles (Costanza y Patten, 1995).

#### Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los ODS que constituyen la Agenda 2030, aceptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, expresan un reconocimiento inédito por parte de la instancia de mayor jerarquía de la comunidad internacional, del carácter insostenible de las condiciones sociales, políticas y económicas de esta crisis múltiple y profunda que priva en el mundo y del enorme riesgo que implica en la actualidad el deterioro ambiental del planeta para las sociedades y las personas. Los ODS fueron construidos con la visión de transformar nuestro mundo y no dejar a nadie atrás en este proceso (UN, 2015). Sin embargo, las metas definidas desde los organismos internacionales suelen generar desinterés y desconfianza, especialmente entre los ciudadanos de los países del llamado sur global. Estas metas no sólo se perciben como ajenas y lejanas, sino que incluso son vistas como imposiciones que responden a intereses y presiones de los países que dominan esos organismos (Carrasco Henríquez, Samaniego Sastre, y Durán Pérez, 2009). Las razones de esta desconfianza son legítimas: responden a una larga historia de colonialismo y abuso económico y político; sin embargo, los ODS pueden ser objeto de una lectura distinta; su definición ha sido resultado de un proceso de negociación política más incluyente. La mención de objetivos como el acceso al trabajo digno, la innovación tecnológica y la reducción de las desigualdades es

expresión de las voces de países de América Latina y África, como lo es también el reconocimiento de la necesidad de una cooperación internacional significativa para el logro de los propósitos de la Agenda. Ésta tiene una amplitud sin precedentes: sus 17 objetivos y 169 metas se refieren a temas socioambientales críticos y en conjunto plantea impulsar procesos de transformación hacia la sostenibilidad (Fukuda-Parr y Muchhala 2020). En los debates sobre las respuestas necesarias ante los cambios globales actuales cada vez se destaca más el concepto de transformación hacia la sostenibilidad (O'Brien y Sygna, 2013).

### Comunidades indígenas y desigualdad

Los pueblos indígenas del continente americano pueden ser definidos como los grupos descendientes directos de los pueblos que habitaban América Latina y el Caribe a la llegada de los europeos en el siglo XV que poseen una lengua, culturas propias y comparten formas de vida y cosmovisiones particulares, diferenciadas de las occidentales, sin desconocer la existencia de grandes grupos en ciudades y rurales, que no hablan su lengua originaria y se han adaptado a las prácticas propias del occidente y grupos que viven en ciudades y que hablan sus lengua originarias. Estos pueblos sufren problemas de desigualdad económica, social, cultural y política, principalmente cuando se les compara con otros grupos sociales, especialmente los blancos (Bello y Rangel, 2002). En México existen 68 pueblos indígenas con más de 11 millones de habitantes, y esta población viven en su mayoría en condiciones de pobreza y pobreza extrema<sup>4</sup>. Los territorios indígenas de México coinciden con los municipios con mas altos grados de marginación y vulnerabilidad, y usualmente no cuentan con acceso a recursos básicos como agua y saneamiento, acceso educación culturalmente sensible, tierras cultivables y ningún tipo de seguridad social (Gracey y King, 2009; Sarkar, Hanrahan, y Hudson, 2015). Si bien el acceso a servicios se reconoce como un medio para alcanzar o lograr modos de vida y realización individual, en el caso de los territorios indígenas se ha privado de manera sistemática la igualdad de oportunidades. Como menciona Stavenhagen en el 2001 “los indígenas no solamente tiene menor acceso a las instituciones sociales y económicas de desarrollo y bienestar, sino también cuando lo tienen, los resultados para ellos son inferiores al resto de la población. Ello ocurre en

---

<sup>4</sup> La población en pobreza extrema para INEGI es aquella cuyos ingresos no le permiten acceder a la canasta básica alimentaria, es decir sufre carencias alimentarias.



las instituciones de servicio social, así como en los flujos de capital y la construcción de infraestructura, todo lo cual ha conducido secularmente a la marginación persistente de los pueblos indígenas”. Se destaca la no inclusión de las perspectivas indígenas (visión, valores y prácticas) dentro de los ODS, sus metas e indicadores (Sterling et al., 2017; Watene y Yap, 2015) y toda la investigación dirigida a entender los procesos y caminos que llevan a los sistemas socio-ecológicos a una transformación hacia la sostenibilidad no incluyen el conocimiento local o indígenas (Lam et al., 2020).

#### Proceso de cambio y transformación hacia la sostenibilidad

El enfoque de transformación hacia la sostenibilidad provee un lenguaje muy tentador dentro de los campos de manejo de recursos y cambios medioambientales pero es necesario un entendimiento profundo de éste y sus orígenes (Andrachuk y Armitage, 2015). Dentro de la literatura de resiliencia, la transformación se define como un movimiento a nuevos estados, en el que se modifican fundamentalmente los atributos e interacciones de un sistema socio-ecológico, es decir una reorganización de sus estructuras, propiedades y controles (Folke et al., 2010; Moore et al., 2014; Pelling, O’Brien y Matyas, 2015). Los procesos de transformación pueden ser forzados por un fallo del sistema (resultado de un evento inesperado y no intencionado) o como una elección previa al colapso (un proceso deliberado) anticipatorio (Nelson, Adger y Brown, 2007). Según Patterson et al. (2015), el concepto de transformaciones hacia la sostenibilidad tiene el potencial de centrar la atención colectiva en el cambio transformador como respuesta a los retos globales y locales de sostenibilidad y reconocer la importancia de su aspecto político y su significado en contextos como el de las comunidades indígenas.

Se realizó una revisión bibliográfica para establecer una línea del tiempo que permita ubicar el concepto de transformación hacia la sostenibilidad en la literatura de los últimos 20 años (Figura 2). Este enfoque surge principalmente de dos marcos conceptuales: 1) La gestión de transición (*transition management*) y 2) La teoría de la resiliencia. La gestión de transición se centra en los sistemas sociotecnológicos en los que el ecosistema funge como escenario; se basa en la difusión de la innovación técnica y la idea de que las transiciones son procesos de cambio que involucran sistemas sociales, tecnológicos, institucionales, económicos y de valores (Smith y

Stirling, 2010). Este enfoque implica iniciar y desencadenar transiciones mediante el fomento a la innovación a un nivel de nicho y el reconocimiento de ventanas de oportunidad a un plano sociotécnico y paisajístico (Patterson et al., 2015). La teoría de resiliencia se centra en la transformación de los sistemas socioecológicos, donde la tecnología es un motor, pero no parte. El enfoque hace hincapié en cambio en la capacidad de los sistemas socioecológicos para hacer frente a los cambios perturbadores (Folke et al., 2010b). La perspectiva de resiliencia destaca la capacidad adaptativa de los sistemas socioecológicos.

Conceptualmente se establecen tres pasos clave: 1) Estar preparado o preparar el sistema para el cambio; 2) Promover la transición en los regímenes de uso, manejo y gobernanza de los recursos cuando hay oportunidad y 3) Trabajar para consolidar y construir la resiliencia del nuevo régimen. Sin embargo, la aplicación práctica de estos pasos no se ha establecido empíricamente. En ambos marcos conceptuales (la teoría de resiliencia y la de gestión de transición) destacan aspectos en común tales como la importancia de la innovación social e institucional como mecanismo clave para una transformación y la importancia crítica que tiene la agencia de los actores sociales (ver Figura 1) (Patterson et al., 2015).

A pesar de la amplia diversidad de metodologías y marcos de trabajo aplicados para intentar medir procesos como los de adaptación, transformación y resiliencia, la medición de estos últimos representa un reto. Es por esto que los modelos utilizados usualmente requieren de datos complejos y variables cuantificables en múltiples niveles de organización y largos periodos (Walker, Holling, Carpenter, & Kinzig, 2004). Esto resulta en una gran limitante que se hace aún más relevante en países en desarrollo donde el monitoreo a largo plazo no se lleva a cabo con frecuencia y se enfrenta a problemas recurrentes como la ausencia de datos y la poca continuidad de estos. Los trabajos enfocados en entender los procesos de transformación se necesitan a preguntas esenciales, como: 1) ¿Cómo se puede saber de forma empírica que una transformación ha ocurrido?, 2) ¿Qué tipo de evidencia se puede usar para sustentar las conclusiones acerca de la ocurrencia de una transformación?, es decir, la importancia de comparar una línea base con mediciones subsecuentes y 3) ¿Cómo son identificados los esfuerzos para conocer cuando una transformación ha ocurrido y quién lo está determinando?

Para los fines de este trabajo se toman en cuenta los elementos provenientes y complementarios de los marcos conceptuales de la teoría de gestión de transición y la teoría de

resiliencia, y se propone la siguiente definición de transformación: cambios en los atributos/componentes fundamentales de un sistema socioecológico que resultan en un incremento de las capacidades de gobernanza en todos los niveles con la finalidad de alcanzar valores e identidades deseables presentes y futuras. Esta definición sólo es funcional, tomando en consideración el contexto complejo donde se desarrolla esta investigación.

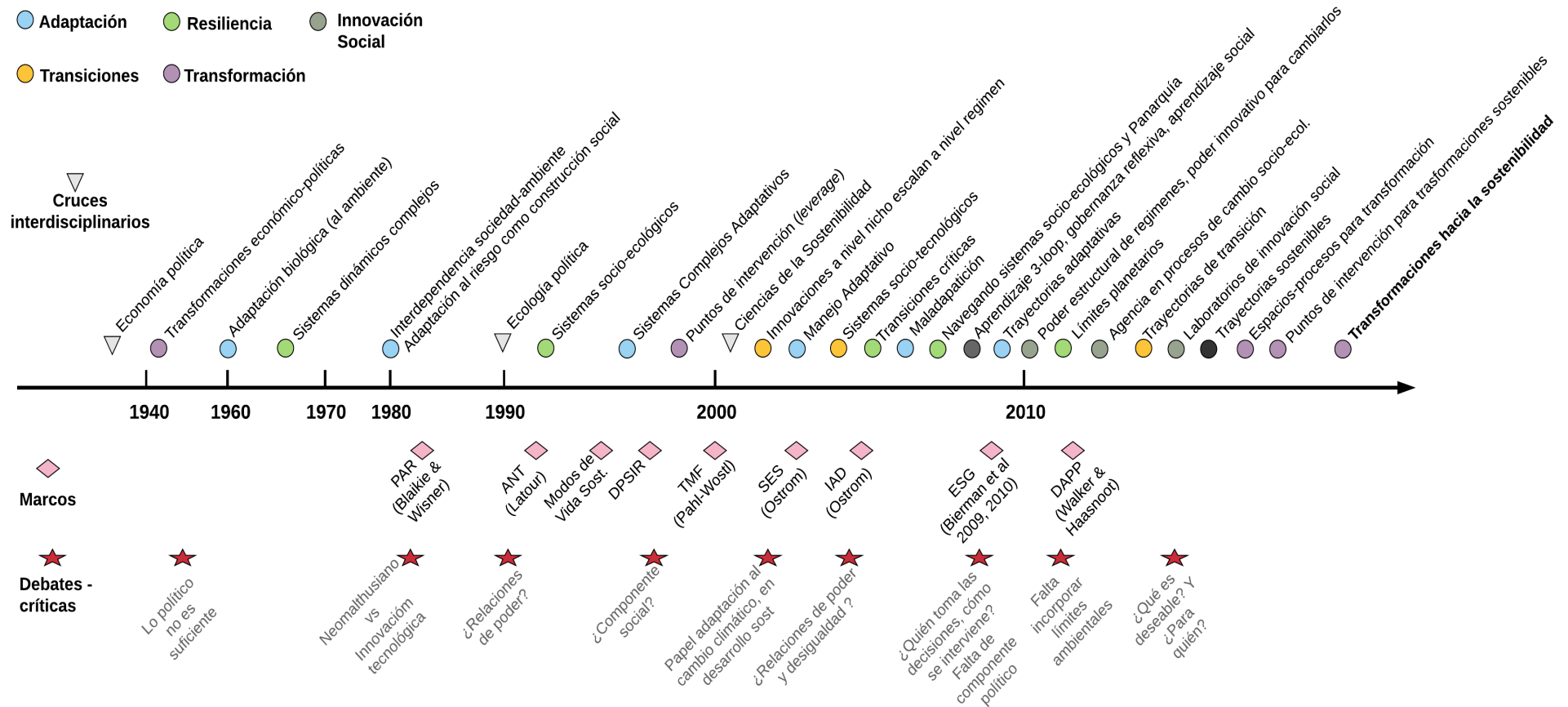


Figura 2. Línea de tiempo / marcos de trabajo relevantes en el origen y debates del concepto de transformación hacia la sostenibilidad (Elaborada con A. Cid, E. Rodriguez y L. Charli, 2018)

## Modos de vida sostenibles y bienestar humano

El concepto de modos de vida es muy usado en la investigación sobre temas como pobreza y desarrollo rural. Tiene una relación directa con “la forma” en la cual se puede vivir, pero no solo tomando en cuenta ingresos económicos o consumo. Chambers y Conway (1991) los definen como “las capacidades, bienes (acumulados, recursos, demandas y acceso) y las actividades necesarias para un medio de vida”. Es importante resaltar la relación que existe entre los bienes y la opción que tienen las personas de poseer en la práctica alternativas que les permitan un ingreso adecuado para su supervivencia (en términos monetarios y de bienes de auto-consumo). El concepto de modos de vida sostenibles es utilizado ampliamente por agencias internacionales para abordar el bienestar humano en países en desarrollo. Un modo de vida comprende las capacidades y capitales (incluyendo tanto recursos materiales como sociales) y actividades que sustenten las formas de vida (Scoones, 1998). Se han identificado diferentes categorías de capitales según diversos investigadores. Los capitales son recursos que pueden ser utilizados directa o indirectamente para generar los modos de supervivencia por los hogares y/o para sustentar su bienestar e incluyen capital humano, financiero, natural, y social.

La concepción de bienestar ha evolucionado a través de diferentes abordajes por diversos autores y se incluyen modos de vida y algunas ideas de desarrollo psicosocial humano. Una concepción social de bienestar involucra más que una noción individualista de lo que representa vivir bien y pone énfasis en los procesos colectivos y relacionales (Deneulin y McGregor, 2010). También va más allá de la concepción de bienes materiales así como necesidades básicas y se encuentra con mayor frecuencia en la literatura de modos de vida y de desarrollo humano (McGregor, Camfield, & Woodcock, 2009). En este trabajo se utilizará la definición del grupo de investigación en bienestar en países en desarrollo (WeD, por sus siglas en inglés), donde se unen de manera dinámica el interés sobre el bienestar de los sistemas humanos y el ecológico. Sobre esta base se define el bienestar como “una forma de estar con otros y el entorno ambiental natural al que se llega cuando las necesidades humanas se han cumplido, donde los individuos y grupos pueden actuar para perseguir sus metas y donde se encuentran satisfechos con sus formas de vida” (adaptado de Coulthard, Johnson, y McGregor, 2011).

Esta investigación se centra en determinar aspectos puntuales de los modos de vida en los hogares para poder identificar los cambios que han ocurrido y como han afectado la percepción

de bienestar. Se incluirá información de los cambios en modos de vida que pueden ser importantes para el análisis y para comprender las interacciones e influencia que tienen en los cambios ocurridos en las comunidades de estudio principalmente a partir de acceso al agua en cantidad y calidad suficiente.

#### Derecho humano al agua y la captación de agua de lluvia como ecotecnología

En el año 2010 se reconoció el derecho humano al agua. Los sistemas de recolección de agua de lluvia son probablemente la práctica más antigua utilizada en el mundo para hacer frente a las necesidades de suministro de agua. En las últimas décadas, como resultado de las nuevas posibilidades tecnológicas, muchos países están apoyando la implementación de sistemas modernos para abordar el aumento de las presiones de la demanda de agua asociadas con los cambios climáticos, ambientales y sociales (Amos, Rahman y Gathenya, 2016). Si bien se reconoce que el agua de lluvia es una fuente potencial para el uso y consumo del agua, las consecuencias para la salud (positivas o no) del consumo de agua de lluvia no se comprenden del todo. Diversos factores están relacionados con el riesgo que puede representar a la salud de las poblaciones humanas que utilizan el agua de lluvia como fuente de agua para consumo en contextos rurales o urbanos (Ímaz Gispert, Armienta Hernández, Lomnitz Climent y Torregrosa Flores, 2018; Tanner et al., 2014).

Se han realizado pocos estudios para evaluar los cambios asociados con la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia, especialmente en América Latina (Fonseca et al., 2014; Mercer y Hanrahan, 2017). Específicamente en México, existen aún desafíos empíricos y metodológicos para identificar y cuantificar este impacto. El sistema que se utilizó en las comunidades estudiadas fue diseñado por la organización no gubernamental (ONG) Isla Urbana (<https://islaurbana.org>), que se dedica a promover la captación de agua de lluvia en México.

El sistema instalado en las comunidades de estudio está compuesto por los siguientes componentes: 1. Superficie de captación (usualmente es un techo de lámina de metal); 2. Canaleta (el agua es transportada por medio de tubos de polipropileno o PVC); 3. Filtro de hojas (con una apertura de 1x2 mm que elimina hojas y otros contaminantes); 4. Interceptor de primeras aguas (componente utilizado para separar el agua que cae de las primeras lluvias y dirigir el agua que lava el techo a un recipiente separado para evitar que esa agua caiga en la

cisterna); 5. Cisterna (consiste en un contenedor de geomembrana de polietileno contenido en tubos de metal galvanizado con una capacidad aproximada de 14,500 l de agua); 6. Reductor de turbulencia (dispositivo que ayuda a evitar que se remuevan los sedimentos en el fondo de la cisterna).

## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

Con base en el planteamiento teórico mencionado se generó la siguiente pregunta de investigación: ¿en qué medida un elemento esencial como el agua en cantidad y calidad suficientes actúa como un factor de cambio en la salud humana de comunidades indígenas? Y ¿en qué medida éstas y otras intervenciones podrían generar cambios y transformación hacia la sostenibilidad? Para contestar estas preguntas se hará un análisis de la relación que tiene la modificación del acceso al agua con actividades dentro del hogar que afectan aspectos básicos del bienestar humano y se buscará identificar cambios que pueden generar una transformación hacia la sostenibilidad en comunidades indígenas marginadas.

Preguntas específicas de investigación:

¿Cuál es el contexto histórico y actual de las comunidades wixaritari? ¿Cuál es la situación actual de desigualdad con respecto al recurso agua?

¿Cuáles son los cambios que se ocasionan a partir de la introducción de sistemas de captación de agua de lluvia en aspectos de salud y la percepción de estos cambios, específicamente en relación con las enfermedades diarreicas agudas dentro de la comunidad La Laguna?

¿Cuáles son los cambios dentro del hogar que se generan a partir de la introducción de sistemas de captación de agua de lluvia dentro de los hogares de La Laguna y La Cebolleta?

¿Cuáles son los elementos que han cambiado y generan cambios identificados por las mujeres a nivel comunidad y la percepción de sus aspectos favorables y desfavorables?

¿Cuáles son las experiencias, expectativas y tensiones experimentadas a partir de intervenciones externas? Y ¿cómo se relaciona con la búsqueda del logro de los ODS en comunidades indígenas?

Objetivos específicos (OB):

OB1: Identificar elementos e interacciones del sistema socioecológico y describir su situación actual para profundizar en el entendimiento del contexto de las dos comunidades de estudio.

Este objetivo se atiende en el capítulo III, titulado: Acceso a agua en hogares de la Sierra Wixárika, Jalisco, México. En este capítulo se describirá a las comunidades de estudio (como un sistema socioecológico) mediante el uso de información general, sociodemográfica y la identificación de los sus elementos e interacciones (Cumming et al., 2005). Específicamente se pretende comprender el estado actual del acceso al recurso agua en cantidad y calidad así como sus usos, su relevancia diaria y cambios que se puede estar generando a partir del uso de sistemas de captación de agua de lluvia y como pueden ser equiparables a la situación de acceso a agua en toda la región.

OB2: Determinar si existen cambios ocasionados por la modificación de acceso al agua en la salud humana dentro de la comunidad La Laguna y cuál es la percepción de esos cambios dentro del hogar.

En el capítulo IV se adjunta el artículo titulado: *Improving water access and health through rainwater harvesting: Perceptions of an indigenous community in Jalisco, Mexico*. Este artículo presenta evidencia de los cambios ocurridos en el acceso al agua en cantidad y calidad, así como sus implicaciones y percepciones en aspectos de salud de la comunidad de La Laguna.

OB3: Analizar y caracterizar las experiencias, expectativas y tensiones experimentadas en los procesos de cambio que ocurren en dos comunidades indígenas en la Sierra Wixárika, a partir de intervenciones externas como la cosecha de lluvia, que relacionaremos con la búsqueda del logro de los ODS.

Para atender este objetivo se presenta el capítulo V titulado: Cambios, transformaciones y tensiones en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en comunidades indígenas de la Sierra Wixárika, Jalisco, México. Este capítulo está compuesto de dos secciones; la primera, enfocada a entender cómo ocurren los cambios dentro de los hogares a partir de la instalación de SCALL y mediante el uso de un diseño cuasiexperimental y; la segunda sección, enfocada a entender cómo las intervenciones en pro del desarrollo pueden generar tensiones dentro de



comunidades indígenas si no se toman en consideración sus visiones y su participación en la toma de decisiones. Se anexarán al documento dos artículos de divulgación generados a partir de esta investigación (ver Anexo I).

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍAS

### Zona de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en dos localidades indígenas wixaritari, ubicadas en la región del Gran Nayar. La descripción profunda del sistema socioecológico, su contexto histórico y actual se ampliará en el capítulo III de esta tesis. Si bien actualmente existe un reconocimiento generalizado en las ciencias de la sostenibilidad sobre la necesidad de investigar acerca de los sistemas sociales y ecológicos integrados, también se reconoce la complejidad inherente en el estudio de estos sistemas. Para abordar y entender este alto grado de complejidad es necesario el uso de múltiples métodos, lo que representa un gran reto en comparación con las investigaciones disciplinares y más convencionales (Balvanera et al., 2017). En este trabajo se integran metodologías cuali-cuantitativas que ayuden al entendimiento de los procesos de cambio generados en dos comunidades a partir del paso de una condición de escasez a una condición de acceso al agua. En este proyecto, el uso de los casos de estudio ayudará a desentrañar relaciones complejas y dar el seguimiento debido a una secuencia de acontecimientos y, por otro lado, permitirá desmenuzar y entender el entretejido de los hilos conductores dentro de un sistema socioecológico complejo.

### Metodología mixta cuali-cuantitativa

A continuación se mencionan las herramientas metodológicas mixtas (cuantitativos y cualitativos) utilizadas a lo largo de la investigación: Observación participante, entrevistas semiestructuradas a actores claves, entrevistas semiestructuradas en hogares, en conjunto con calendario cosmo-eco-cultural en hogares, taller de mapeo participativo con mujeres, muestreos de calidad de agua de consumo en el hogar y uso de datos epidemiológico de enfermedades diarreicas agudas (EDA) de una comunidad del 2014 al 2017.

### Observación participante y entrevistas semiestructuradas informales a actores clave

Se hicieron salidas de campo de entre dos y tres semanas, tres veces al año, desde 2015 hasta 2018. En 2017 se permaneció alrededor de tres meses continuos en las comunidades, al final de la temporada de secas y principio de la temporada de lluvias (de junio a agosto). Se llevó a cabo un registro de diario de campo (con 35 entradas) en el cual se destaca la información relevante

para responder a las preguntas pertinentes de la investigación. En particular, la observación brindó datos útiles para describir con mayor profundidad el contexto de las comunidades, así como reconocer las actividades que tienen un lugar importante dentro de la estructura sociocultural (v.g., el uso del agua para actividades rituales). En este periodo se efectuaron entrevistas semiestructuradas a actores clave dentro de las comunidades como autoridades religiosas, autoridades locales, personal médico, y personal docente de las escuelas. La información recabada a partir de las entrevistas informales a estos actores en cada una de las comunidades permitió profundizar en el entendimiento del contexto creación de lazos de confianza y establecimiento de acuerdos de colaboración. La información obtenida sirvió de base para el diseño y ajuste del instrumento que se utilizó posteriormente en las entrevistas semiestructuradas del hogar.

#### Entrevistas semiestructuradas y calendario cosmo-eco-cultural en hogares

De 2017 al 2018 se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas en los hogares de ambas comunidades. Para poder obtener información sobre cambios ocurridos a partir de la instalación SCALL en los hogares se hicieron dos grupos de hogares por cada comunidad, el primero caracterizado por tener un SCALL durante un periodo menor a dos años y el otro con más de dos años con un SCALL en el hogar. Aunado a esto, los hogares fueron seleccionados con base en criterios de representatividad, idioma (bilingüismo) y accesibilidad de la jefa o jefe de familia. Con esta selección de unidades de muestreo se buscó observar el efecto en que tiene la introducción de esta ecotecnología mediante la aplicación de un diseño cuasiexperimental. Este cuasiexperimento ofrece información relevante para determinar los cambios ocasionados en el hogar a partir de una intervención, en este caso la instalación de los SCALL. Para la formulación de las guías de entrevistas se definieron grupos de variables de interés con sus respectivos indicadores (a. Generales/socioeconómico, b. Agua, c. Salud e higiene y d. Participación). Todos los indicadores se encuentran relacionados con el estado actual del sistema socioecológico y el bienestar. Como el español no es la lengua materna de estas mujeres (muchas de ellas hablan muy poco o nada de español), se incluyó dentro de la entrevista semiestructurada una herramienta que ayudó a expresar y generar una conversación de manera no verbal

(Santo Domingo, Castro-Díaz, González-Uribe, The Wayúu Community of Marbacella, y The Barí Community of Karikachaboquira, 2016) (Figura 3).

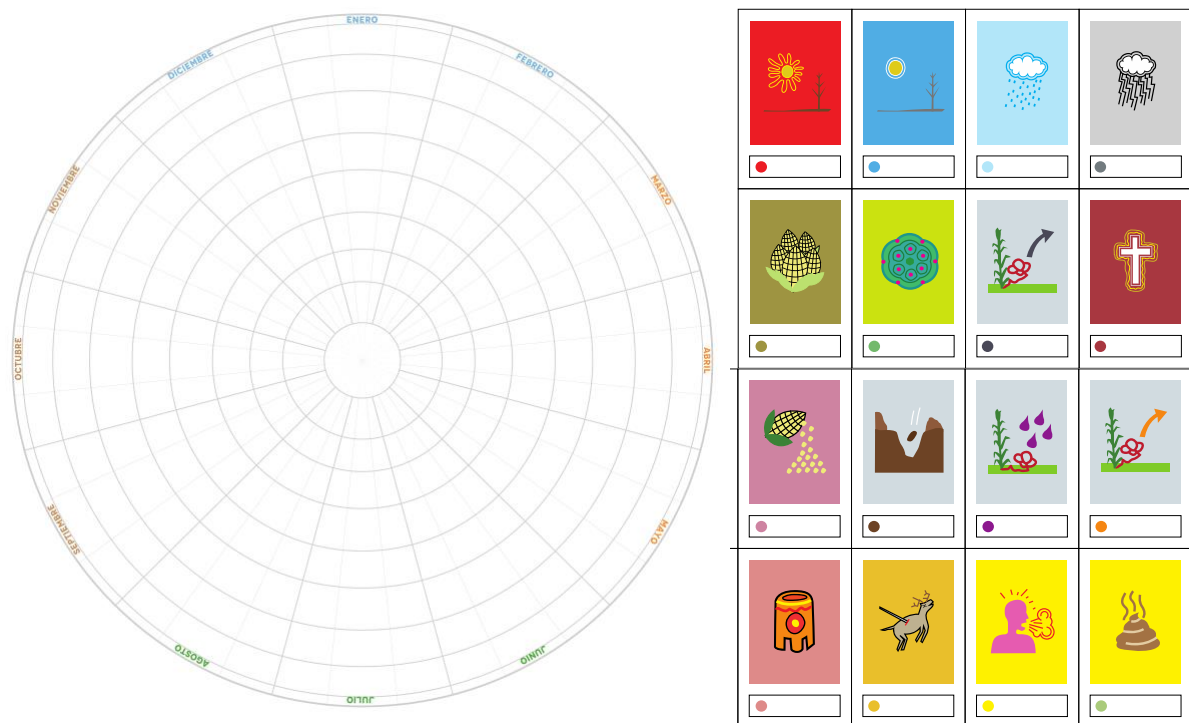


Figura 3. Calendario cosmo-eco-cultural: a) El calendario circular se llenó con diferentes colores de acuerdo con las actividades realizadas en las diferentes épocas, percepciones del clima, rituales o usos del agua y enfermedades; b) Las tarjetas de arriba hacia abajo representan las diferentes épocas (secas, cálidas, secas frías, lluvias y lluvias con tormentas), en segundo lugar las épocas de siembra y rituales y en la última fila están representadas las enfermedades respiratorias y diarreicas.

#### Taller de mapeo participativo con mujeres

Se llevaron a cabo dos talleres participativos con mujeres por ser las principales encargadas de el abastecimiento de agua en el hogar de las dos comunidades de La Cebolleta y La Laguna. El objetivo de los talleres fue generar un mapa con plastilina, pintura y otros materiales para identificar los elementos actuales dentro de su comunidad. Este mapa generó una conversación sobre la importancia dada a cada uno de los elementos y sobre cómo éstos han cambiado en los últimos años. Para representar estos cambios se cubrieron o cambiaron los elementos del mapa y

las mujeres expresaron la percepción positiva o negativa del cambio en esos elementos, así como acerca de cuáles elementos han persistido a lo largo del tiempo. A partir de las notas tomadas y la transcripción de los audios con lo mencionado por las mujeres en los talleres, se elaboró una matriz de clasificación de los elementos generados, su grado de importancia y el nivel de profundidad de los cambios ocasionados por ese elemento dentro de la comunidad. La transcripción de los audios de ambos talleres permitió el análisis de la información cualitativa y validación de la información con testimonios textuales de las mujeres participantes.

#### Muestras de calidad de agua de fuentes de consumo en el hogar

Dada la relevancia, no sólo de la cantidad, sino del acceso al agua de calidad, se identificó la calidad del agua consumida dentro de los hogares seleccionados en ambas comunidades; las muestras fueron colectadas directamente de las cisternas o de cubetas usadas para almacenar el agua dentro de la cocina y se preguntó la procedencia para identificar aquellas provenientes de fuentes naturales (FN) como de los SCALL. Las muestras fueron colocadas en membranas Petrifilm (3M) haciendo el análisis por triplicado; mediante la inoculación de 1 mL de agua sobre el gel, e incubando las membranas por un periodo de 24 horas a 32 a 34°C. Se identificaron unidades formadoras de colonia (UFC) para bacterias indicadoras (coliformes totales y *Echerichia coli*). Las colonias rojas fueron contadas como coliformes totales y las colonias azules fueron contadas como *E. coli*. Se sumaron los resultados por placa y se obtuvo una media de cada muestra; en todos los casos, el número de UFC se normalizó con el número de agua procesada multiplicándolo por 100 para obtener el conteo total estandarizado por 100 (Levy, Nelson, Hubbard y Eisenberg, 2012).

#### Datos epidemiológicos de edad del periodo entre 2014 y 2017 en La Laguna

Los datos de enfermedades generados por parte de la Secretaría de Salud son muy limitados y no existen a nivel comunitario. La información para esta investigación se obtuvo a partir de las hojas semanales de atención a consulta recabados desde enero de 2014 a diciembre del 2017 por el médico Claudio Alejo, de la comunidad de La Laguna, perteneciente a la Región Sanitaria 1 Norte, Colotlán. Para este análisis se digitalizaron los registros semanales que incluían los siguientes datos: número de pacientes, causa por la cual asisten a consulta, edad y género. Los

datos fueron organizados para obtener las principales causas de atención a consulta y se extrajeron los correspondientes a las EDA del periodo señalado. Éstos fueron agrupados por semana epidemiológica y número de casos mensuales debido a que el médico permanece sólo 20 días del mes en la comunidad. Para su análisis estadístico, los datos se agruparon por edades: niños (de 0 a 9 años), jóvenes (de 10 a 19 años), adultos (de 20 a 65 años) y adultos mayores (más de 65 años), y por género (mujeres y hombres).

### CAPÍTULO III: ACCESO AL AGUA EN HOGARES DE LA SIERRA WIXÁRIKA, JALISCO, MÉXICO

ACCESO A AGUA EN HOGARES DE LA SIERRA WIXÁRIKA, JALISCO, MÉXICO.  
WATER ACCESS IN HOUSEHOLDS OF THE SIERRA WIXÁRIKA, JALISCO, MEXICO.

Autora: Shiara Kirana González Padrón

Adscripción: Posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad

Dirección de correo: [sk.gonzalezpadron@gmail.com](mailto:sk.gonzalezpadron@gmail.com)

Síntesis curricular (50 palabras): Candidata a Doctora en Ciencias de la Sostenibilidad por la UNAM. Colabora con diversas organizaciones de la sociedad civil en comunidades indígenas marginadas. Su trabajo se enfoca en entender procesos de cambio para transitar hacia la sostenibilidad ambiental, bienestar humano y justicia social en México y países del Sur Global.

Autor: Jesús Sotomayor-Bonilla

Adscripción: Isla Urbana

Dirección de correo: [chucho@islaurbana.org](mailto:chucho@islaurbana.org)

Síntesis curricular (50 palabras): Doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México, especializado en ecología de enfermedades y Una Salud. Ha participado en diversos proyectos sobre salud ambiental y sostenibilidad. Dirige el Departamento de Proyectos en comunidades rurales e indígenas de Isla Urbana y co-coordina proyectos de captación pluvial en la Sierra Wixárika.

Contribución para el libro: Desigualdad en el acceso al agua potable entre los hogares en México.

**Coordinadores responsables del libro: Dr. Daniel A. Revollo Fernández, Dra. Lilia Rodríguez Tapia, Dr. Jorge Morales Novelo (en proceso).**

## RESUMEN

Los wixaritari (huicholes) habitan en la región conocida como el Gran Nayar, en la porción meridional de la Sierra Madre Occidental de México. Su territorio tradicional abarca porciones de cuatro estados: Jalisco, Nayarit, Durango y Zacatecas. La mayor parte del pueblo wixárika (singular de wixaritari) habita en los municipios de Mezquitic, Jalisco y el Nayar, Nayarit, catalogados por la SEDESOL como municipios con muy alto grado de marginación. Las características geográficas en conjunto con una compleja organización sociopolítica y cosmológica de la población hacen que las comunidades en la región carezcan de servicios básicos como educación, servicios de salud y acceso a agua en cantidad y calidad suficiente. En los hogares wixaritari, la fuente principal de abastecimiento de agua es por medio de acarreo desde fuentes naturales. Dicho acarreo es realizado principalmente por mujeres, niñas y niños que recorren grandes distancias, invirtiendo aproximadamente dos horas diarias en esta labor para llevar agua a sus hogares. Diversos programas gubernamentales o de la sociedad civil han implementado estrategias de intervención sin éxito para solucionar el abastecimiento de agua en el hogar de estas comunidades. El uso de sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) para atender la precariedad hídrica ha sido implementada de forma exitosa desde el 2010 en dos comunidades wixaritari. En este capítulo se describe detalladamente la situación del acceso al agua de estas dos comunidades y entendiendo de forma más amplia el contexto regional. Se implementan diferentes herramientas metodológicas para entender la situación de escasez en el que viven las comunidades wixaritari, se describen algunas formas de abastecimiento y uso del agua a partir de la implementación la captación de agua de lluvia.

Palabras claves: Comunidades indígenas, acceso a agua, desigualdad, ecotecnología, captación de agua de lluvia.



## ABSTRACT

The Wixaritari (plural of Wixarika) communities inhabit the region known as the *Gran Nayar*, in the southern portion of the Sierra Madre Occidental in Mexico. Their territory includes portions of four states: Jalisco, Nayarit, Durango and Zacatecas. Most of the Wixarika people live in the municipalities of Mezquitic, Jalisco and Nayar, Nayarit, listed by CONAPO as municipalities with a very high degree of marginalization. In the region there is a lack of access to basic services such as education, health, and water in sufficient quantity and quality. The main source of water in Wixarika homes is supplied by hauling it from natural sources, and is mainly carried by women and children who travel great distances, investing approximately two hours a day in this activity. The geographical characteristics of the region combined with a complex socio-political and cosmological organization of the Wixarika communities have hindered the success of various governmental and civil society programs that have not considered the context for the design of appropriate intervention strategies, and they have invested significant economic resources without success to solve the issue of household water supply. The use of rainwater harvesting systems (RWHS) as an unconventional ecotechnology has been implemented in recent years to address the water shortage situation in two Wixarika communities. In this chapter we present the context of the region and an in-depth description of the situation of inequality of water access in two communities. We implement a mixed qualitative-quantitative methodology to understand the situation of water scarcity in which the Wixarika communities live, as well as to describe the supply and use of water from the implementation of RWHS.

Key words: Water access, Indigenous communities, Rainwater harvesting

## INTRODUCCIÓN

En México existen 68 pueblos indígenas, con más de 11 millones de habitantes que viven en su mayoría en condiciones de pobreza y pobreza extrema. Los territorios indígenas coinciden con los municipios con mayor grado de marginación y rezago social, que usualmente no cuentan con acceso a recursos básicos como salud, agua o alimentos (CONAGUA, 2015; CONEVAL, 2018). En estas comunidades, la falta de garantía de derechos fundamentales ocurre por la presencia insuficiente de infraestructura centralizada, programas sociales e intervenciones de organizaciones de la sociedad civil que promueven el desarrollo sostenible de las comunidades más necesitadas. Uno de los grupos indígenas con mayor índice de marginación, menor índice de desarrollo humano y menor índice de salud de todo el país son las comunidades pertenecientes al grupo wixárika, mal conocidos como huicholes (PNUD, 2020).

Los wixaritari (plural de wixárika) son uno de los grupos indígenas que habitan la región del Gran Nayar, en la porción meridional de la Sierra Madre Occidental. En esta región, la complejidad del paisaje, de la organización socio-política y cultural, así como la falta de atención por parte de las autoridades limitan el acceso a servicios básicos, tales como vías de comunicación (camino vehiculares transitables, teléfono o internet) atención médica, agua limpia, saneamiento y electricidad (Barrera, 2002). Actualmente, el acarreo continúa siendo la forma más común para llevar agua a los hogares y este trabajo es realizado principalmente por mujeres, niñas y niños, que caminan en promedio dos horas al día cargando alrededor de 20 litros de agua. Estas fuentes de agua suelen ser de mala calidad por estar en espacios abiertos y con libre acceso a animales. En general, la cantidad de agua utilizada por persona oscila entre los seis y ocho litros diarios, lo que es insuficiente para tener una vida digna según lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Las y los pobladores básicamente dependen de la precipitación pluvial que alimenta las fuentes naturales de agua. En algunas localidades, el agua es distribuida por sistemas precarios de infraestructura limitada, inapropiada o en desuso, que no garantiza el abasto autónomo y sostenible del agua en las viviendas. La captación de agua de lluvia es una forma para acceder al agua poco usada en la región. Solo se ha desarrollado la cosecha de lluvia en dos localidades de la Sierra.

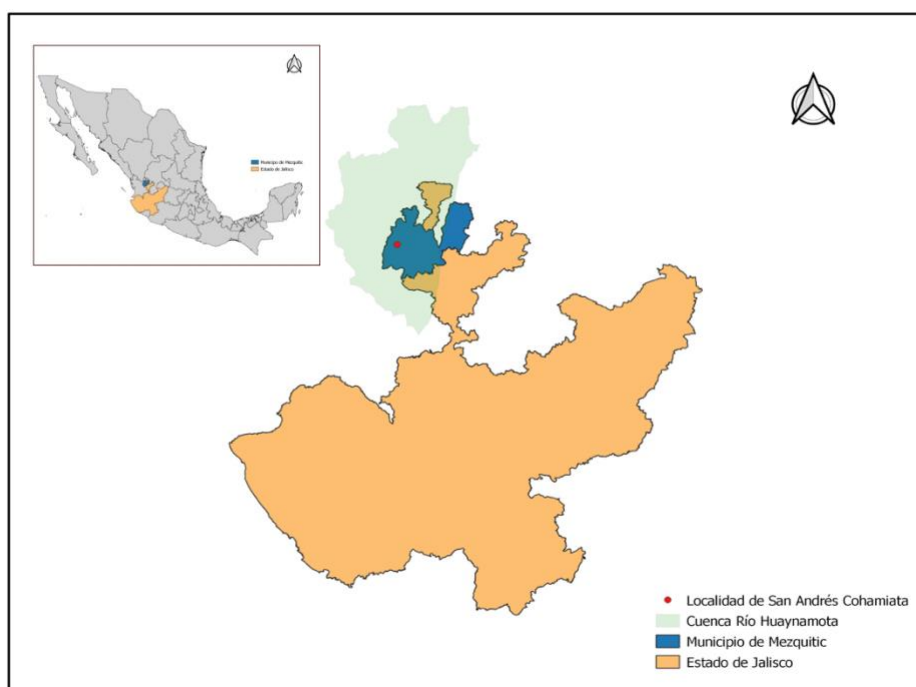
En este capítulo se describirá el contexto en la que viven las comunidades indígenas de la Sierra Wixárika, detallando la situación de acceso al agua de dos localidades donde se ha llevado

a cabo un proyecto desde hace 10 años por parte de una red de alianzas de organizaciones de la sociedad civil para atender la situación de precariedad hídrica. Por último, se realizó una descripción de otras localidades de la región y las desigualdades en el acceso al agua con respecto a otras regiones del país, entre las localidades de esta región y las que se viven dentro de los hogares.

Contexto wixárika: historia y situación actual.

Las comunidades wixaritari son uno de los pueblos indígenas más tradicionales de Mesoamérica. La información sobre su permanencia en la zona inicia tras la caída de Tenochtitlan cuando se conformó la región del Gran Nayar, tierra nativa de varios pueblos hablantes de lenguas de la familia yuto-nahua (coras, huicholes, tepehuanos del sur, tepecanos y nahuas mexicanos). Por más de 200 años, este territorio (en parte autónomo) resistió la expansión tanto de españoles como de mestizos y cuenta con un título real del año 1725, de un territorio de alrededor de 1500 km<sup>2</sup>. Aun así su actual reconocimiento gira en torno a cuatro comunidades agrarias y varios ejidos escondidos de ellas que heredaron parte de sus tierras y abarcan unos 4000 km<sup>2</sup>. Estas cuatro comunidades agrarias se titularon en diferentes años desde 1958. Por decreto presidencial, en el año 1965 les fue reconocido el territorio actual correspondiente a San Andrés Cohamiata (*Tateikie*), Santa Catarina Cuexcomatitlan (Taupurie), San Sebastián Teponahuaxtlán (*Wautia*), Tuxpan de Bolaños (Tutsipa) y un exanexo, ahora llamado comunidad Guadalupe Ocotán (*Xatsitsarie*) y los ejidos al noroeste de San André. Sin embargo, el territorio wixárika se extiende más allá de sus títulos de dominio, incluyendo lugares sagrados en cuatro distintos estados (Jalisco, Nayarit, Durango y Zacatecas) (Liffman, 2012).

La mayor parte de los pobladores viven en los municipios de Mezquitic y Bolaños, Jalisco y El Nayar, Nayarit. Ambos municipios tienen altos índices de marginación y bajos índices de salud. Por ejemplo, el municipio de Mezquitic está catalogado por el Consejo Nacional Poblacional con “Muy Alto Grado de Marginación”, tiene el menor índice de desarrollo humano del estado (0.44) y el menor índice de salud de todo el país (0.32). La situación se refleja en la alta tasa de mortalidad infantil, la cual es 76.66/??? en el municipio, mientras que la tasa nacional de mortalidad infantil es 16.76. (CONAPO, 2015).



**Figura 1** Ubicación espacial del municipio de Mezquitic, Jalisco, México (Elaboración propia con datos INEGI)

El paisaje está formado por abundantes mesetas, valles y barrancas con diversos tipos de vegetación entre los que predominan los bosques de encino-pino. En la región se presenta una marcada temporalidad, con cinco meses de lluvia (julio a noviembre) y siete meses de temporada seca (diciembre a junio) (Figura 2). La precipitación promedio anual es de ~770 mm y varía entre los 590 y 915 mm/año, con una desviación estándar de 79.3 mm/año (Barrera, 2002).

a)



b)



**Figura 2** a) Panorámica de la comunidad La Laguna durante la temporada de lluvia; b) Mirador San Andrés Cohamiata durante la temporada de secas, Mezquitic, Jalisco, México. Tomada por Shiara K. González-Padrón

Si bien en este capítulo no se profundizará en la cosmovisión wixárika, es importante mencionar que en la cultura de este pueblo no se separan claramente los aspectos cotidianos, naturales y sobrenaturales (o sagrados); y en todo el ciclo ritual está presente el elemento agua. Las fuerzas o elementos de la naturaleza son considerados deidades y viceversa, se les tratan también como antepasados y por tanto se sostienen una relación de parentesco con ella sin presentarse la dicotomía “naturaleza/cultura” que es una visión más occidental que mesoamericana. Dentro de “El costumbre”, como llaman a sus usos y costumbres, consideran que todo el mundo es una "gran casa" o comunidad (*kiekari*), y el centro del mundo se ubica dentro del territorio huichol, lo que refleja un alto sentido de pertenencia. Además, son considerados etnocentristas, ya que el funcionamiento del mundo se mantiene a través de los rituales (Agraz Rubín 2018).



**Figura 3** Mujeres acarreado agua al amanecer. Tomada por Shiara K. González-Padrón



**Figura 4** Infraestructura implementada por programas gubernamentales. Tomada por Jesus Sotomayor-Bonilla

## METODOLOGÍA

Sitios de estudio

*Tateikie* (San Andrés Cohamiata) es la principal cabecera poblacional del pueblo wixárika. Está compuesto por 23 localidades de menos de 500 habitantes y diversas rancherías de menos de 50 personas que subsisten de la agricultura de temporal con una producción de maíz, frijol y calabaza para autoconsumo. También viven de la ganadería a pequeña escala, así como de la producción de artesanías. En la actualidad, las interacciones comunitarias se han reforzado a través de los programas asistenciales y la presencia de escuelas que atraen a la población dispersa de las rancherías hacia asentamientos poblaciones más grandes (localidades o comisarías). *Tateikie* y la mayoría de sus localidades adscritas cuentan con centros de salud y escuelas de nivel básico. Sin embargo, la infraestructura en torno al agua y saneamiento es insuficiente, ineficiente o inexistente.

El presente trabajo se desarrolló en cinco localidades pertenecientes a la comunidad de San Andrés Cohamiata, llamadas La Cebolleta, La Laguna, San Miguel Huaixtita, Ciénega de Guadalupe y Chalate. Entre estas localidades existen características hidrológicas y sociales que engloban gran parte de la situación en la que viven las demás localidades wixaritari en cuanto el acceso al agua. Los habitantes hablan su propia lengua (wixárika) y son principalmente agricultores, que viven del autoconsumo, la producción de artesanías y el trabajo de jornalero en ciudades cercanas, sujetos a un calendario agrícola y religioso que los compromete al cumplimiento de “el costumbre”, a través de ofrendas y ceremonias a diferentes deidades (Liffman, 2011).

La Cebolleta es una localidad ubicada a la orilla de la carretera principal que va a *Tateikie*, aproximadamente a 40 minutos, en donde se registraron 177 habitantes en 38 viviendas. La Laguna se encuentra entre una hora y dos horas de *Tateikie*, dependiendo de la época del año y las condiciones de la terracería. Cuenta con 555 personas y 111 viviendas registradas por el proyecto *Ha Ta Tukari* en el 2016. En ambas localidades existen sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) instalados en espacios comunitarios (escuelas, centros de salud y comisaría) así como en todos los hogares construidos hasta el 2017.

San Miguel Huaixtita se encuentra a aproximadamente a cinco horas de distancia de *Tateikie*, llegando por un camino de terracería en malas condiciones. Es la localidad con mayor número de habitantes, casas y escuelas junto a *Tateikie*, con alrededor de 2000 habitantes en 400 viviendas. La localidad de Ciénega de Guadalupe está a 20 minutos de San Miguel Huaixtita, a la

orilla del camino principal. En esta localidad viven 200 habitantes en alrededor de 40 viviendas. La localidad El Chalate es de los asentamientos más remotos en la Sierra, debido a que no cuenta con un camino transitable para vehículos convencionales. El acceso debe ser en vehículos de doble tracción, animales (caballo o burro) o a pie desde el crucero del camino principal (entre una y tres horas de distancia). En esta localidad viven alrededor de 500 habitantes en aproximadamente 100 viviendas.

#### Metodologías mixtas cuali-cuantitativas

Se utilizaron cuatro herramientas metodológicas mixtas cuali-cuantitativa para obtener los datos y delimitar del contexto histórico y actual de las comunidades wixaritari en torno al agua, las cuales son, observación participante, entrevistas semiestructuradas, tomas de muestra de calidad de agua y mapeos participativos.

La herramienta de observación participante se realizó para profundizar en el entendimiento de la vida cotidiana y las interacciones que se generan a partir de la situación de acceso a agua, esta herramienta se utilizó durante tres viajes anuales por periodos de dos semanas desde el 2015 al 2018 y durante la permanecía en la región por un periodo de tres meses en el año 2017.

Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas un total de diez a actores claves que participan en la gestión comunitaria del agua dentro de la comunidad que incluyen autoridades comunitarias, autoridades religiosas, personal médico, y personas dentro del comité de agua. Esta herramienta permitió la elaboración de las entrevistas semi-estructuradas aplicadas en los hogares.

Se realizaron 41 entrevistas semi-estructuradas en hogares, de los cuales 15 fueron en La Cebolleta 26 en La Laguna que representan el 39% y 23% de los hogares de la localidad, respectivamente. Estas entrevistas se realizaron con preguntas dirigidas sobre el acceso a agua, los tiempos de acarreo y los usos de agua dentro del hogar en temporada de lluvias y en temporada de secas.

La toma de muestras de calidad de agua se realizó durante el periodo previo a las entrevistas como parte de un estudio piloto para determinar la calidad del agua en diferentes fuentes de abastecimiento en La Cebolleta donde se determinó la calidad del agua de agua de tres



SCALL, instalados en el centro comunitario, la escuela primaria y dos ojos de agua. En La Laguna, se tomaron muestras del SCALL del centro de salud, el tanque comunitario y tres ojos de agua. En ambas localidades se utilizó una prueba directa para cuantificar las unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL) de microorganismo indicadores de contaminación del agua, durante la temporada de lluvias y durante la temporada de sequía. En cada cuerpo de agua se recolectó 1 mililitro de agua superficial con una jeringa estéril, usando guantes de látex limpios para evitar cualquier contaminación externa a la muestra. En el mismo sitio, cada muestra fue vertida en placas por triplicado para el crecimiento de coliformes totales (placas 3M Petrifilm™), que fueron incubadas a 38 °C durante 48 horas para detectar y cuantificar el crecimiento bacteriano.

En enero del 2020 se aplicaron tres mapeos participativos en talleres comunitarios realizados con actores clave, tales como autoridades, docentes, mujeres y hombres de las localidades San Miguel Huaixtita, Ciénega de Guadalupe y Chalate. Estos mapeos nos permitieron conocer la situación de acceso al agua en estas localidades, profundizar en el entendimiento de la situación de agua en los hogares y detectar las posibles soluciones, de acuerdo con las prioridades de la comunidad.

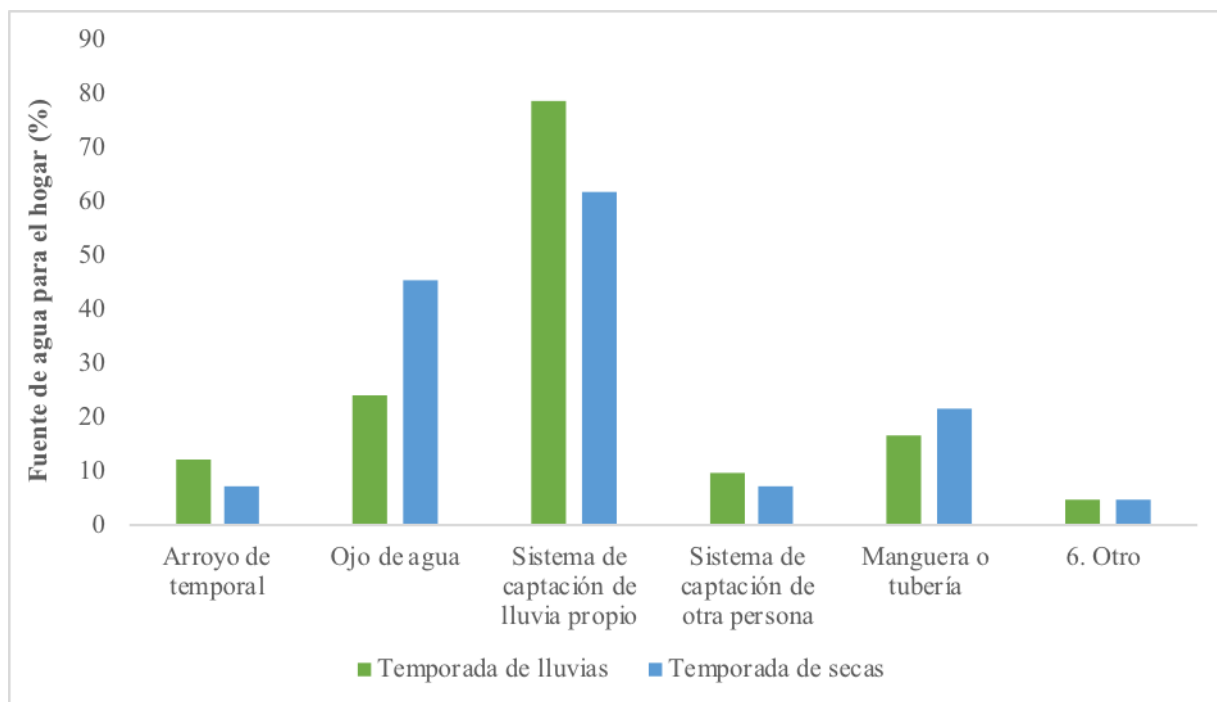


**Figura 5** Toma de muestras de agua Tomada por Shiara K. González-Padrón

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación actual de acceso a agua en cantidad y calidad de los hogares de La Cebolleta y La Laguna

El 80%, es decir 33 de los hogares encuestados en La Cebolleta y La Laguna usan a los SCALL como fuente principal de abastecimiento de agua durante la temporada de lluvia y el 60% de los hogares (es decir 25) durante la temporada de sequía, cada casa usa una diversidad de fuentes de agua por lo que el total no suma 100% (Figura 6). Además de que el agua de los SCALL se convirtió en la fuente principal para consumo humano durante la temporada de lluvias, la población reconoce al agua de lluvia como “agua limpia”. El tiempo y distancia de acarreo desde los SCALL a los hogares son mínimos, ya que los tanques de almacenamiento están instalados entre 3 y 10 metros de distancia de la entrada a los hogares. Las mujeres, niñas y los niños siguen realizando la tarea de acarreo del agua en cubetas de 20 litros o en recipientes más pequeños para su uso dentro del hogar. Sin embargo, el esfuerzo y tiempo implementado es considerablemente menor y se nota mayor participación de los hombres en el acarreo cuando existe un SCALL en el predio.



**Figura 6** Fuentes de abastecimiento de agua en dos temporadas, lluvias y secas, en los hogares de La Laguna y La Cebolleta, Jalisco

Dentro del hogar, se reportó que el agua que se usa para consumo en el hogar es tomada directamente de la cisterna y colocada en una cubeta en la cocina, y/o tomada directamente con un vaso para el consumo. Sin embargo, las familias aún acuden a ojos de agua durante de la época de lluvias (20%) y más del 40% durante la temporada de sequía, principalmente para realizar usos como lavado de ropa y baño, por lo que estos lugares siguen siendo una fuente de abastecimiento importante después de los SCALL. El acarreo desde estos puntos lo realizan comúnmente las mujeres y niños. En diversas ocasiones se observaron mujeres llevando la ropa a lavar a estos puntos en lugar de acarrear el agua hasta sus hogares para dicha actividad. El acarreo desde estas fuentes de almacenamiento es comúnmente a pie, aunque algunas familias utilizan animales de carga (burros) o vehículos para acarrear mayor cantidad de agua en el mes de mayo.

Algunas de las fuentes naturales de abastecimiento representan lugares sagrados en donde diversos peregrinos de la comunidad acuden a dejar ofrendas para rendir tributo a sus dioses y mantener su tradición ancestral. Por ejemplo, en La Cebolleta se encuentra el ojo de agua “Del Crucero” (Figura 7), ubicado a aproximadamente 800 metros del grupo de casas más cercano, al cual acuden personas a pie o en vehículo para extraer agua y dejar ofrendas. Otra alternativa para el acceso al agua que se usa en menor porcentaje (16-21%) son mangueras conectadas a ojos de agua que, por gravedad, distribuyen el líquido a un número limitado de casas. En La Cebolleta esta alternativa se restringe a un grupo reducido de hogares de menos de cinco casas beneficiadas por su ubicación. En La Laguna, esta alternativa beneficia a un mayor número de hogares de la localidad, a la escuela primaria e incluso a algunas parcelas familiares de cultivo. Esta fuente de abastecimiento es gestionada por los habitantes que viven cerca de las fuentes de abastecimiento, quienes abren y cierran la manguera según las necesidades de las familias que se benefician.



**Figura 7** Ojo de agua llamado “El Crucero” La Cebolleta (izquierda) y fuente de agua utilizada para beber, La Laguna (derecha). Tomada por Shiara K. González-Padrón

Aproximadamente el 10% de los entrevistados usan agua superficial de arroyos o escurrimientos, que generalmente sólo llevan agua durante la temporada de lluvias, ya que a medida que avance la temporada seca, disminuye su cauce y la calidad del agua, principalmente atribuido a la concentración de sedimentos. En La Cebolleta, los arroyos son fuentes de almacenamiento de muy difícil acceso por la orografía de la localidad. Sin embargo, en La Laguna existe un arroyo que cruza la comunidad y ofrece una fuente cercana de acceso al agua. El acarreo desde estos puntos lo realizan comúnmente las mujeres y niños, con la participación de los hombres sobre todo cuando realizan los acarreos con vehículos.

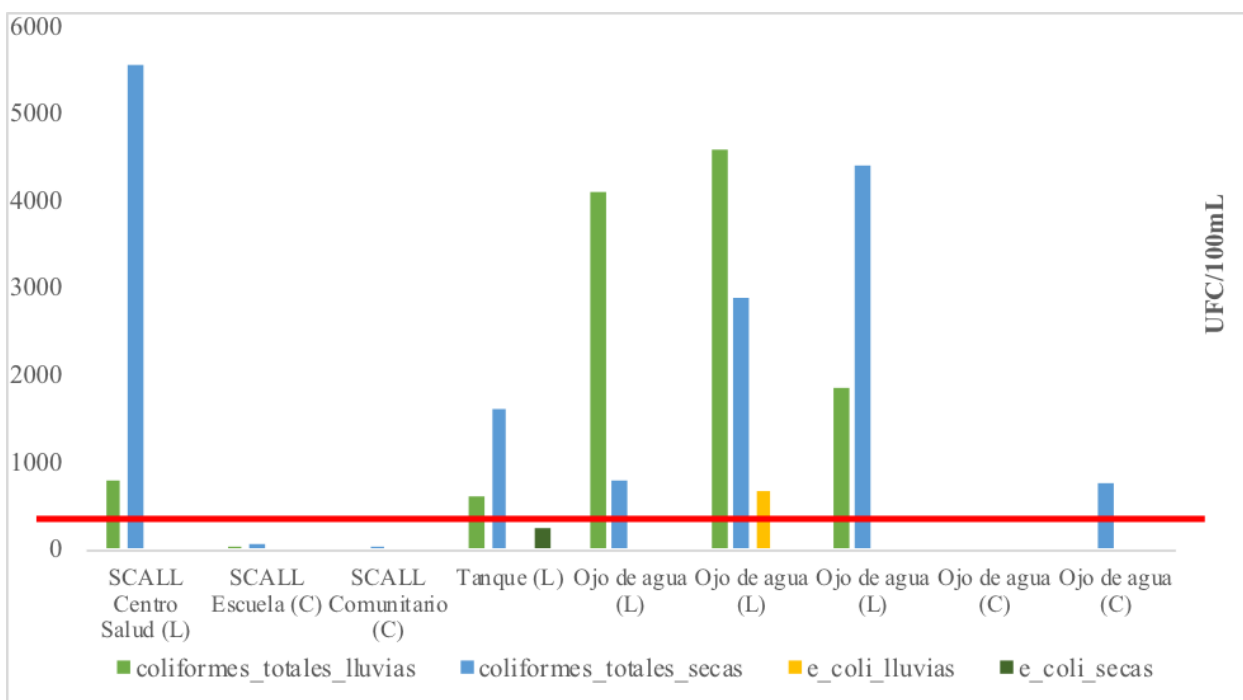
Alrededor del 5% de los entrevistados mencionaron el uso de agua de los bordos cercanos a la comunidad, los cuales son excavaciones de gran tamaño realizadas con maquinaria pesada, realizadas generalmente durante la construcción de carreteras o actividades de pavimentación, que retienen gran cantidad de agua estancada en la temporada de lluvias. El agua de estas fuentes es usada como última opción para el hogar, y la utilizan principalmente para darle de beber a los animales de pastoreo como vacas, chivos y borregos, pero puede ser usada en los hogares en situaciones de extrema sequía.

## Estudio piloto microbiológico de fuentes de abastecimiento La Cebolleta y La Laguna

Se encontró contaminación con microorganismos, particularmente de coliformes, los cuales funcionaron como indicadores de mala calidad del agua. Dos SCALL comunitarios y dos de los ojos de agua evaluados en La Cebolleta presentaron  $<5$  UFC/100 ml, por lo que se encuentra debajo del umbral que indica la normatividad mexicana para agua superficial (NOM-127-SSA1-1994; Figura 8). El SCALL comunitario analizado de La Laguna, instalado en el centro de salud, presentó niveles menores al umbral durante la temporada de lluvias. Sin embargo, durante la temporada de secas se encontraron niveles de contaminación muy elevados ( $>5000$  UFC/100 ml) debido a que los encargados del SCALL no realizaron las actividades de mantenimiento del tanque de almacenamiento durante dos años consecutivos. Las tres fuentes de abastecimiento naturales (dos ojos de agua y el tanque comunitario) de La Laguna presentaron niveles de contaminación superiores al umbral permitido por la norma ( $>20$  UFC/100 ml; Figura 8) durante ambas temporadas de muestreo. En dos fuentes de abastecimiento de la Laguna (el tanque comunitario y un ojo de agua) la contaminación es significativamente mayor durante la temporada de secas. Sin embargo, en las otras dos fuentes los niveles de contaminación son significativamente mayores en la temporada de lluvias. Esto se debe a que estas fuentes de agua se encuentran expuestas a animales domésticos y silvestres, pero sobre todo a las prácticas comunes de defecar al aire libre, muchas veces cerca de las fuentes de agua. En uno de estos ojos de agua se detectó evidencia de *E. coli* ( $>50$  UFC/100 ml), que puede producir graves enfermedades gastrointestinales sobre todo en niños y adultos mayores (Guevara, De Haro, Cabrera, García De La Torre, y Salazar-Schettino, 2003).

En La Cebolleta se analizó el ojo de agua cercano a las viviendas, en donde se detectaron niveles de calidad del agua sobre el umbral permitido sólo durante la temporada de lluvias, posiblemente por su exposición ambiental, a las personas y a la escorrentía durante dicha temporada. Tanto en los SCALL comunitarios como en las dos fuentes naturales de agua de la comunidad de la Cebolleta no se mostró evidencia de bacterias indicadoras en ninguna temporada de muestreo. Este ojo de agua se encuentra al borde de la carretera de acceso a la Sierra, se encuentra menos expuesto a la población porque está a aproximadamente 300 metros de distancia de las casas más cercanas y la comunidad se organiza para limpiarlo cada temporada

evidenciando un manejo y valoración del agua. En cuanto a los sistemas de cosecha, ambos sistemas son mantenidos por uno de los técnicos locales capacitados durante el proyecto Ha Ta Tukari, realizando el mantenimiento adecuado una vez al año, por lo cual resalta la importancia asociada entre el mantenimiento y la calidad de agua en este tipo de tanques de almacenamiento de agua de lluvia.



**Figura 8** Unidades formadoras de colonias por cada 100 mililitros de agua (UFC/100 ml) de coliformes y *Escherichia coli* durante la temporada de lluvias y de sequía, como medida de calidad de agua en fuentes de abastecimiento en La Laguna (L) y La Cebolleta (C). La línea roja indica el límite permisible de UFC en agua superficial.

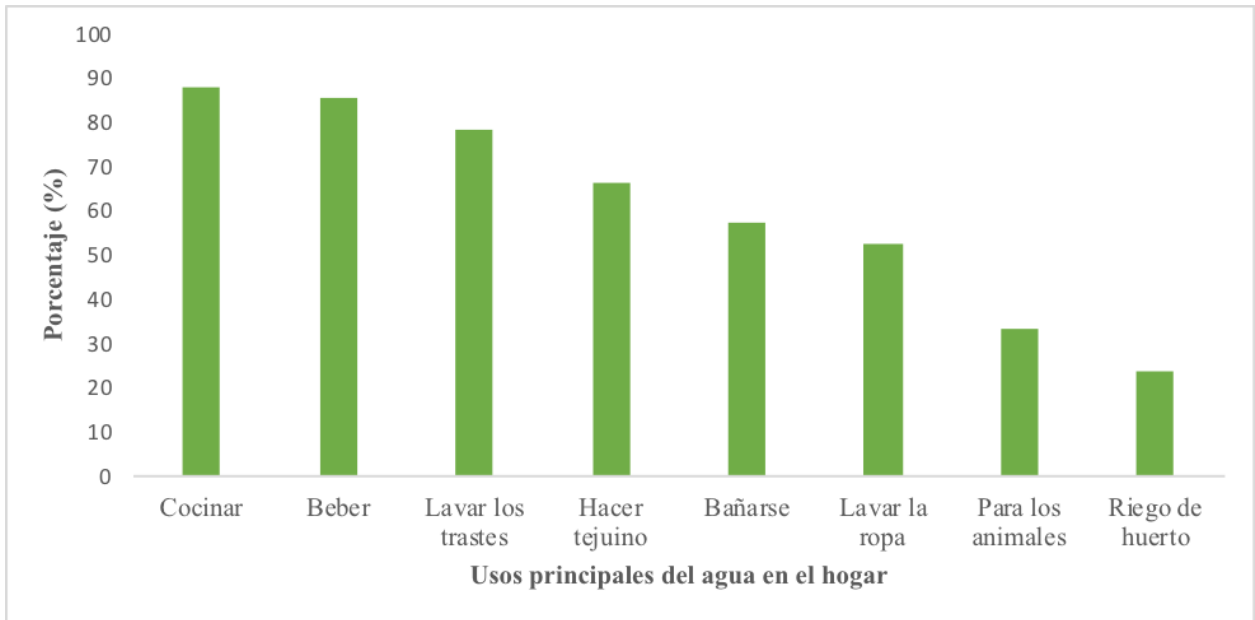
**Figura 9** Acarreo desde ojo de agua, localidad La Laguna y Popotita, San Andrés Cohamiata,



Jalisco. Tomada por Shiara K. González-Padrón, Jesús Sotomayor-Bonilla y Marco Sánchez (Izq. a Der.)

#### Usos de agua en los hogares de La Cebolleta y La Laguna

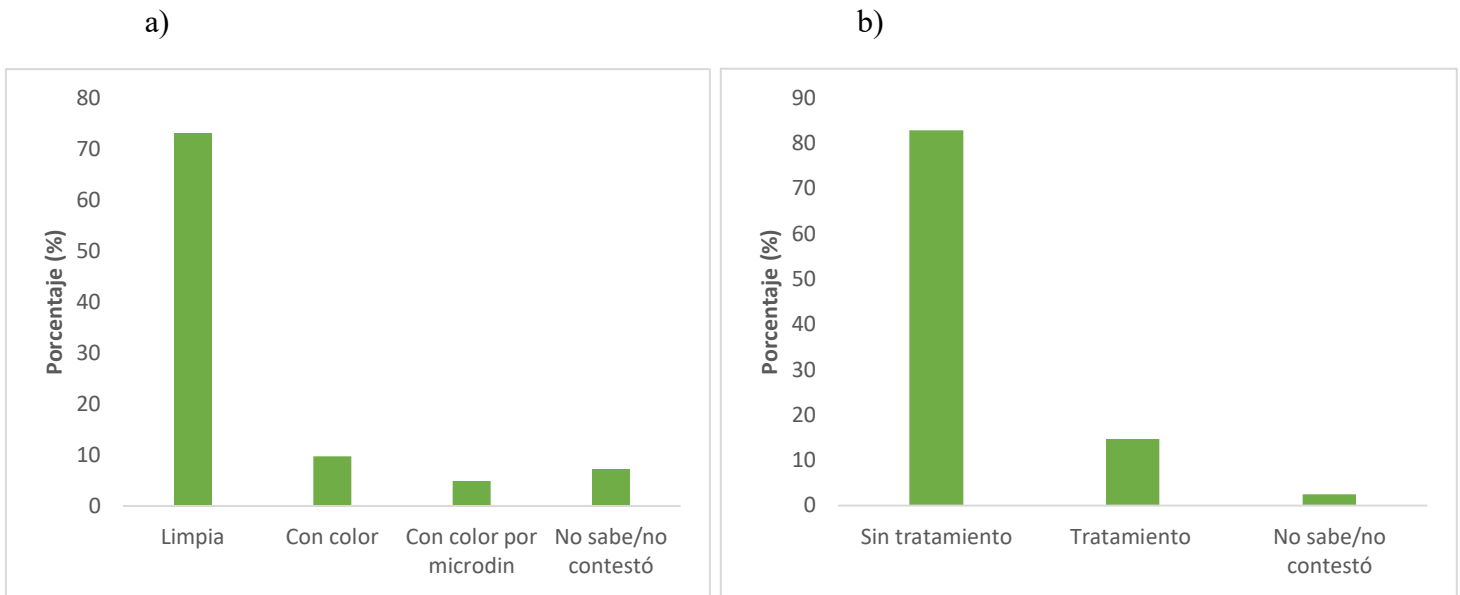
Durante las observaciones y entrevistas sobre los usos del agua en La Cebolleta y La Laguna se evidenció que las familias usan el agua para distintas actividades dentro del hogar, dependiendo la temporada del año (lluvias o secas). Durante la temporada de lluvias, las familias usan el agua de los SCALL para beber, cocinar, lavar trastes, bañarse, lavar ropa y regar plantas. Estos usos los empiezan a restringir conforme terminan las lluvias, hasta que limitan el uso del agua de los SCALL para beber y elaborar bebidas tradicionales durante la época de sequía. En dicha época, usan el agua de las fuentes de abastecimiento naturales habituales como ojos de agua y manantiales para lavar trastes, lavarse las manos y cocinar. (Figura 10). Esto implica que las familias regresan a prácticas tradicionales que realizaban antes de tener los SCALL en sus hogares, con sus respectivas restricciones para el acceso al agua, así como el esfuerzo físico y el tiempo que invierten, sobre todo niños, niñas y mujeres, para el acarreo.



**Figura 10** Usos principales del agua dentro proveniente del SCALL en los hogares de La Laguna y La Cebolleta, Mezquitic, Jalisco.

En los hogares, más del 80% de las personas entrevistadas mantienen el agua que utilizan para beber en recipientes (principalmente cubetas dentro de la cocina y/o garrafones y/o botes). Los que no tienen esta práctica de almacenamiento usan el agua para beber directo de cisternas. El agua de beber se percibe como aparentemente limpia en más del 70% de los casos. Dentro de las formas de describirla están: “cristalina”, “clara”, “clarita”, “transparente” y que “no tiene color”. En 82% de los casos, el agua para beber no recibió ningún tratamiento como hervir, clorar y/o aplicar desinfectante (Figura 11b). Las prácticas de desinfección del agua no están arraigadas en los usos y costumbres de la población local, por lo que futuros programas o intervenciones para fomentar esta práctica, deben ser sensibles al contexto cultural wixárica.





**Figura 11** a) Percepción de agua usada para beber; b) Tratamiento aplicado al agua de consumo en los hogares de La Laguna y La Cebolleta, Jalisco.

En La Cebolleta y en La Laguna, la instalación de SCALL en la totalidad de los hogares evidencia una mejor condición en el acceso al agua limpia. Los sistemas han sido una alternativa apropiada al estilo de vida y costumbre wixárika, pero no solucionan el problema completo. Según esta experiencia, cada SCALL capta alrededor de 25 mil litros de agua al año, lo cual aumenta el consumo diario de agua para beber por persona. Sin embargo, para lograr un mayor abastecimiento de manera sostenible es necesario diversificar alternativas apropiadas para el contexto ambiental y cultural como construcción de jagüeyes, manejo integral de la cuenca, entre otros.

Estas alternativas promueven que los niños, niñas y mujeres disminuyan el tiempo destinado para el acarreo de agua desde las fuentes naturales. Además, permite que la población atienda otras necesidades emergentes en su comunidad, como la necesidad de producir alimentos o artesanías para generar ingresos. Algunos pobladores y autoridades de comunidades aledañas han solicitado formal e informalmente el apoyo a distintas organizaciones de la sociedad civil para realizar proyectos de captación de agua de lluvia.

Situación actual de desigualdad en el acceso al agua en la sierra wixárika

Las características geográficas junto con una compleja organización sociopolítica y cultural de las comunidades wixaritari han dificultado el éxito de diversos programas gubernamentales que no han considerado el contexto socio-cultural y la cosmovisión en torno al agua para el diseño de estrategias adecuadas de intervención. Además, el crecimiento poblacional y la gentrificación a las cabeceras poblacionales agrava la problemática sobreexplotando las principales fuentes de abastecimiento. El servicio público para el acceso al agua en las localidades de la sierra wixárika es muy precario y desigual, con respecto a las localidades que se encuentran más cercanas a las cabeceras municipales. La infraestructura comunitaria, cuando existe, generalmente no cuenta con la aceptación de la población local, son alternativas no adecuadas al contexto, no son implementadas con estándares de calidad aceptables o no son monitoreados para garantizar su funcionamiento. Por dichas características la escasez de agua en los hogares de la sierra wixárika es extrema, en comparación con otras regiones del país.

Entre las localidades de San Andrés Cohamiata existen dos diferencias principales en cuanto a desigualdad en acceso a agua determinadas principalmente por el acceso al camino principal y por intervenciones gubernamentales o de organizaciones de la sociedad civil. Por ejemplo, en Tateikie y San Miguel Huaixtita, los principales asentamientos poblacionales comunicados por el camino principal, se han realizado proyectos para mejorar la infraestructura hídrica en escuelas y hogares con tanques rotomoldeados para el almacenamiento del agua, y que por sus dimensiones no serían posible de transportar a otras localidades que no cuentan con acceso vehicular.

En las localidades en donde la población ha solicitado apoyos a organizaciones de la sociedad civil, se ha observado el uso de alternativas para mejorar la situación de precariedad hídrica. Tal es el ejemplo de las localidades La Cebolleta y La Laguna, cuyos representantes tradicionales buscaron apoyo de organizaciones civiles para mejorar su situación de precariedad hídrica. Es así como desde el 2010 se implementa el proyecto *Ha ta tukari* (Agua nuestra vida) en estas localidades, con el objetivo de lograr el abasto sostenible de agua a través de la cosecha de lluvia, para promover el desarrollo comunitario a través del respeto a los derechos humanos, la equidad de género y el fortalecimiento de capacidades locales (Lobo, 2020).

Dentro de las localidades también existen desigualdades en el acceso al agua dadas por la disposición de los hogares con respecto a las fuentes naturales de agua y por la condición

socioeconómica de las familias. Las familias que viven cerca de fuentes naturales se ven más beneficiadas que familias que tienen que desplazarse mayor distancia para acarrear el agua. Asimismo, las familias que tienen mayor poder adquisitivo pueden acarrear más agua a través de vehículos y cuentan con tanques de almacenamiento de agua con respecto a familias sin medios y recursos para hacerlo. Finalmente, dentro de los hogares existe una marcada desigualdad en la repartición de trabajo para acarrear el agua, el cual es realizado generalmente por las mujeres, niñas y niños, independientemente de su condición de salud o edad.

## CONCLUSIONES

El acceso al agua limpia es un derecho fundamental con el que no cuentan en la mayoría de las localidades de la sierra wixárika. En todas las localidades visitadas durante el periodo de estudio se observó al menos un proyecto de infraestructura para llevar agua a la población, pero en todos los casos los proyectos estuvieron en desuso por falta de mantenimiento o fracasaron por falta de continuidad y/o monitoreo en la implementación o porque no fueron adoptados por la comunidad. La diversificación de alternativas para llevar el agua a los hogares es urgente y necesita complementarse con el desarrollo y implementación de sistemas comunitarios, como la construcción de zanjas de infiltración y la captación pasiva de lluvia conciliando los intereses y compromisos de los actores locales, organizaciones de la sociedad civil e instituciones gubernamentales.

Según las entrevistas y observaciones realizadas en La Cebolleta y La Laguna, es evidente que la captación de lluvia en los hogares favorece el acceso a una mayor cantidad e influye en una mejor calidad de agua. A pesar de no ser suficiente para brindar la cantidad de agua mínima necesaria por persona (de acuerdo con lo recomendado por la OMS), la captación de lluvia en los hogares tiene impactos positivos en la cantidad de agua consumida, en las prácticas de higiene (como lavado de manos y baños más frecuentes), tiempo y esfuerzo ahorrado en el acarreo del agua, recuperación de mantos freáticos, entre otros.

En las comunidades indígenas marginadas como las wixaritari, se ha podido observar como al atender el derecho humano al agua y garantizar un abastecimiento dentro del hogar puede detonar diferentes beneficios asociados. Por esto, creemos necesario establecer estrategias que garanticen este derecho hasta en las localidades más remotas, con modelos de

implementación y alternativas descentralizadas apropiados al contexto, para lograr la autonomía, el bienestar y disminución de la desigualdad de comunidades en otras regiones de México y del Sur Global.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, R. O. (2002). Consideraciones geomorfológicas sobre la Sierra Madre Occidental en el norte de Jalisco , México Geomorphological considerations about t the Sierra Madre Occidental in Northern Jalisco ,. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, 48, 44–75.
- CONAPO. (2015). La marginación en los municipios. Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015, 23–38. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.035>
- CONEVAL. (2020). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Informe de pobreza y evaluación 2020. Jalisco. Ciudad de México.
- Gorchev HG., & Ozolins, G. (1984). WHO guidelines for drinking-water quality. *WHO Chronicle*, 38(3), 104–108. [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(00\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(00)00006-6)
- Gorodezki, A, & Rajsbaum. (n.d.). Huicholes.
- Guevara, Y., De Haro, I., Cabrera, M., García De La Torre, G., & Salazar-Schettino, P. M. (2003). Enteroparasitosis en poblaciones indígenas y mestizas de la Sierra de Nayarit, México. *Parasitología Latinoamericana*, 58(1–2), 30–34. <https://doi.org/10.4067/S0717-77122003000100005>.
- Liffman, P. (2012) *La territorialidad wixarika y el espacio nacional. Reivindicación indígena en el occidente de México*. Zamora, México DF: El Colegio de Michoacán, CIESAS.]
- Lobo, T. (2019). *Ha Ta Tukari: Agua nuestra vida*. México. Instituto Mexicano de Energías Renovables AC. Recuperado de <http://www.islaurbana.org>
- Neurath, J. (2003). Huicholes. México. CDI, PNUD. Recuperado de <http://www.cdi.gob.mx>
- SEMARNAT. (2016). Agua en la Cosmovisión de los Pueblos Indígenas de México.
- PNUD (2020). Panorama Socioeconómico. Desafíos de desarrollo ante la COVID-19 en México, PNUD. México. Recuperado de de <http://www.mx.undp.org>
- Agraz Rubín, L. L. (2018). Narrativa y arte wixárika en el proceso de descolonización: una reivindicación de Wirikuta. *Revista nuestraAmérica*, 6(11), 110-126.

CAPÍTULO IV: IMPROVING WATER ACCESS AND HEALTH THROUGH RAINWATER HARVESTING: PERCEPTIONS OF AN INDIGENOUS COMMUNITY IN JALISCO, MEXICO

**Article: Improving Water Access and Health through Rainwater Harvesting: Perceptions of an Indigenous Community in Jalisco, Mexico**

**Shiara K. González-Padrón <sup>1</sup>, Amy M. Lerner <sup>2,\*</sup> and Marisa Mazari-Hiriart <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, Mexico 04510

<sup>2</sup> Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, Mexico 04510 (LANCIS-IE-UNAM)

\* Correspondence: [amy.lerner@ieecologia.unam.mx](mailto:amy.lerner@ieecologia.unam.mx)

**Abstract:** This article presents a mixed methods case study of an isolated indigenous community (the Wixaritari) in Jalisco state, Mexico, where the patterns of access to water have been changing due to Rainwater Harvesting Systems (RWHSs). The lack of water in this region is extremely precarious; women and children spend approximately one to three hours a day fetching water, and families live with less than 20 L per person/day. To better understand the relationship between water access and health derived from the use of RWHSs, we first analyzed epidemiological data (2014–2017) from cases of Acute Diarrheal Diseases (ADDs) and household water quality. Next, we surveyed households on water access after the introduction of RWHSs, including questions about perceptions of health problems associated with water. The results revealed that the introduction of RWHSs water access in this community has increased quantitatively and qualitatively and the incidence of ADDs has decreased significantly. However, the surveys and interviews indicate a disconnect between the incidence of ADDs and perceptions of health problems. We conclude that RWHSs can have tangible benefits, but they can be potentially undermined by perceptions of communities that have different understandings of the cause of disease.

**Keywords:** water quality; health; indigenous community; rainwater harvesting systems; sustainable development; Mexico.

## 1. Introduction

The United Nations (U.N.) General Assembly and the Human Rights Council recognized the human right to water in 2010 [(Murthy JD MPA, 2013)]. The sixth objective of the Sustainable Development Goals (SDG 6) proposed by the United Nations is to ensure access to water and sanitation for all [(UN, 2015)], which will be a challenge for many countries throughout the world, including those in Latin America. Although several Latin American countries have made advances regarding the percentage of people with access to water, there are still 77 million residents without a water connection in their homes, 51 million of whom live in rural areas [(World Water Council, 2009)]. In Mexico, approximately 10 million inhabitants live without access to safe drinking water and those communities most affected by water scarcity are often rural and indigenous [4].

Water scarcity occurs when water demand exceeds water availability, temporally and/or spatially [5,6]. In times of such scarcity, people need to spend more time obtaining water, thus constraining their domestic or productive activities (Murtinho, Tague, de Bievre, Eakin, & Lopez-Carr, 2013; Sullivan, 2002)<sup>38,39</sup>. There are several factors that drive water scarcity, including environmental (land-use/land-cover change or climatic shifts) and socioeconomic (population and economic growth or structural changes that can affect water distribution) factors [7,8]. In isolated rural communities of the Global South, the combination of environmental and socioeconomic factors produces a greater level of stress. A lack of formal institutional governance makes distribution of the vital liquid impossible in some contexts. Scarcity of water can lead to negative health outcomes such as gastrointestinal disease [9,10] and infant and child mortality [11]. Solving the water scarcity situation may positively impact reducing disease, improving health and well-being, particularly in rural communities.

One specific way to alleviate the lack of access to water is through the use of rainwater, especially in rural areas. Rainwater Harvesting Systems (RWHSs) are probably the most ancient practice used in the world to cope with water supply needs. In recent decades, as a result of new technological possibilities, many countries are supporting the implementation of modern systems to address the increase in water demand pressures associated with climatic, environmental, and societal changes [12]. Although rainwater is recognized as a potential source for water use and consumption, the health impacts (positively or not) of consuming rainwater are not fully

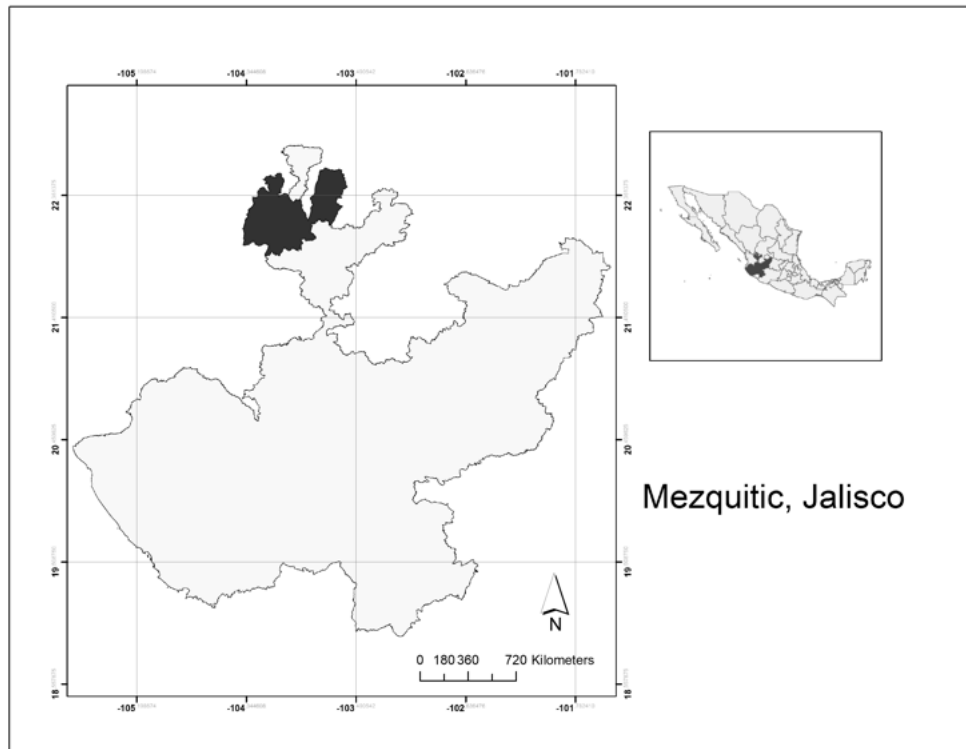
understood. Many factors are related to the health of human populations that use rainwater as a source of drinking water in rural and urban contexts [13,14] and few studies have been conducted to assess changes in health associated with the consumption of rainwater, especially in Latin America [14–16]. In Mexico, for example, there has been little investigation of the impact of RWHSs, including in rural, indigenous communities such as the one highlighted in this article.

In this paper, we describe the perceived and real health impacts of RWHSs in one Wixarika community, located in Northwest Mexico. In these contexts, women and children often spend on average of one to three hours a day to fetch water, and families live with less than 20 L of water per person per day. However, over the past four years, these conditions have been changing with the implementation of RWHSs promoted by a group of non-governmental organizations (NGOs) in a project called Ha Ta Tukari ('water, our life' in the Wixaritari language). To understand the implications of the use of rainwater harvesting systems, we present a case study of the La Laguna community, with data on the presence of acute diarrheal cases in different seasons from 2014 to 2017 when RWHSs were installed. We also present water quality data at the household level in two different seasons and contrast these data with the results of household-level interviews that assess residents' perception of water and health. One of our main findings is that the perceptions of health are often not correlated with the epidemiological data. Thus, despite the potential of RWHSs to improve health, households tend to have a different understanding of the impact of water quality on health, which could potentially undermine the benefits of the rainwater harvesting systems.

## 2. Background

The Wixaritari (plural Wixarika) are a particularly isolated indigenous group in Mexico and still retain their pre-Hispanic traditions, such as language and cosmovision [17]. They are located in the Sierra Madre Occidental, in the North of the State of Jalisco, in the Mezquitic municipality (Figure 1). Mezquitic is classified by the National Population Council (CONAPO) as one of the municipalities with the highest degree of marginalization (the Marginalization Index at the municipal level was carried out with information captured in the Survey of the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) according to the level or intensity of nine types of deficiencies in four socioeconomic dimensions: education, housing, population distribution and monetary income) in the country the

lowest Human Development Index (HDI) (the Human Development Index (HDI) measures an average achievement in key dimensions of human development: life expectancy, education, and income), 0.440, compared to the national HDI which is 0.774 [18,19]. Additionally, the health care situation of the Wixarika communities is one of the most precarious; the Health Index (the Health Index is calculated using life expectancy at birth expressed as an index using a minimum value of 20 years and a maximum value of 85 years of the Mezquitic municipality is 0.323, compared to the average in Mexico which was 0.885 in 2013.



**Figure 1.** Map of Mezquitic municipality, Jalisco State, Mexico.

### *2.1. Traditional Knowledge, Practices, and Beliefs*

The Wixaritari people have a particular way of being in the world and believe that the spirit is central, which gives them a connection to land and other elements (i.e. Peyote, deer, sun and fire). They recognize cycles and fluxes (agricultural cycles), the importance of elders, a shared sense of community and many important ceremonies. In the worldview and territoriality of the Wixarika people, there is no clear separation between the areas of nature, society and the supernatural or sacred [20]. The Wixaritari cosmos can be considered ethnocentric which everyone



is a “great house”, a community (*kiekari*). The forces or elements of nature are considered deities and are ancestors of the Wixaritari. The center of the world is located within the Wixarika territory, which reflects an anthropocentric vision and a high sense of belonging for its territory [21–22]. Water is central to the Wixarika cosmivision; due to their seasonal agriculture, many of the rituals in Wixaritari communities revolve around “making rain”. Therefore, the relationship with water goes beyond a resource for daily use and is identified as the resource that gives life.

In the Wixarika political-ritual system, three or four times a year, the owners of the land or *comuneros* hold general assemblies that last at least four or five days and decisions must be taken unanimously. Religious festivities are even more frequent [23,25]. The details of these ceremonies will not be mentioned here, but they are referred to as *el costumbre* or the custom. *El costumbre* refers to “the religious-cultural expression that includes ancestral autochthonous religious elements that permeate and give meaning to the life of peoples. It is expressed in its rites, beliefs, behaviors, as well as in its social–religious organization and allows them to be in continuous communication with the sacred” [24]. The perception of health problems (gastrointestinal and respiratory disease) is diverse and ranges from a cosmological conception (*el costumbre*) to a Western way of thinking. For the Wixaritari, the cosmivision occupies an essential place in the legitimization of the practices and health, the state of equilibrium consists in maintaining a harmonious relationship with their deities and with their environment, which will result in ‘aixi pereu erie’ and ‘ne kareu kuye’: the feeling of well-being and being a functional (the absence of disease), the opposite to ‘nereu kuye’ [25].

## 2.2. Access to Water for the Wixarika People

The activities carried out around water are different between the rainy and dry seasons and can be classified into either seasonal activities (i.e. ritual and agricultural uses) activities carried out throughout the year (e.g., for drinking, cooking, and hygiene). Due to the geographical characteristics of the Sierra Madre, the end of the dry season is a critical period, when the water supply, and are situation is very precarious due to the scarcity of natural water sources. In these communities, there are sources of water throughout the year, but the households tend to be severely water stressed: they must walk long distances (1–3 h a day walking) to obtain the little water that each household uses. Another way to access water is to use hoses from natural water sources when it can be channeled by gravity. The lack of water during the dry season also

generates a decrease in the availability of food for breeding animals (livestock). Sometimes community members have to carry water not only for the home, but also to supply it to their animals, which have a higher risk of mortality during the dry season. The drought not only affects the water supply in the households and the community, it also has more dramatic consequences such as large forest fires.

### *2.3. Sustainable Development in an Indigenous Context*

The achievement of the Sustainable Development Goals (SDG) requires the construction of a new relationship between science, policy and society that can lead to effective actions for operationalizing and implementing SDGs from local to global scales [26]. Sustainable Development Goal (SDG) 6 is essential to achieve progress in the other SDGs and vice versa. Sustainable management of water resources and sanitation supports general initiatives to end poverty and promote sustainable development [27]. In addition, the integration of different knowledge systems including indigenous and traditional knowledge represent new opportunities to be explored by sustainability science research. Johnson et al. (2016) stresses that “productive and reciprocal collaboration, co-production and co-constructions of knowledge between indigenous and sustainability sciences could create a new vision for sustaining resilient landscapes” (p. 7) [28]. Although SDGs are presented as desirable goals for meeting human needs and interests, they do not include the kinds of complexities that are identified at the local level and in indigenous cultures, such as those in Mexico [29]. This research focuses on the SDG 6 and is an example of a study where a local study case reflects a problem that exists at the global scale. Our goal is to show the need to address water scarcity by including important aspects such as culture and worldviews at the local level.

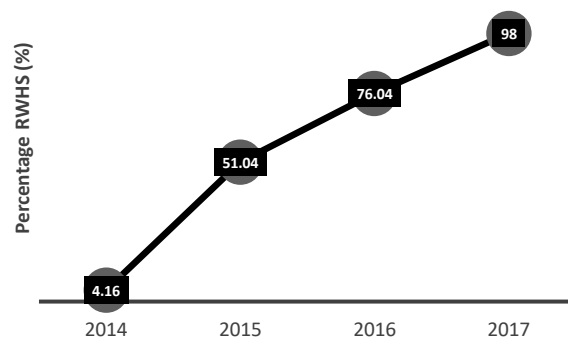
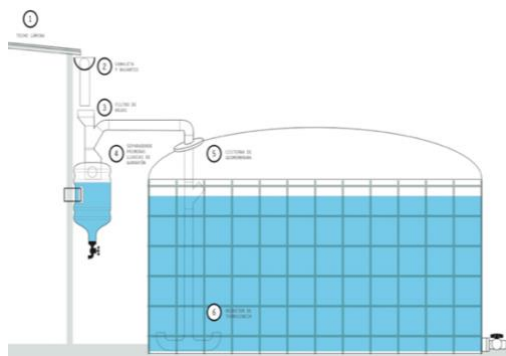
## 3. Materials and Methods

### *3.1. The La Laguna Social–Ecological System Case Study*

The data collection was conducted in La Laguna, a WixaritariWixarika community within the Mezquitic municipality, in the North of Jalisco, Mexico (Figure 1). In 2017, it had a population of 711 people in 110 households. It is approximately three hours from the main road, and five hours from the closest town Huejuquilla El Alto. The vegetation of the area consists of pine and oak

forest with a cold climate (mean temperature of 15 °C) and the annual precipitation ranges from 800 to 1200 mm/year [30]. The annual rainfall regime is bimodal (dry seasons and two rainy seasons). The main economic activities are subsistence agriculture with ancestral crops (corn, beans and squash), and artisanal activities [20,22]. It is one of the few communities in the region with a semi-permanent medical practice and a nurse.

The water scarcity situation began to change in 2014 with the implementation of RWHSs. The systems used were designed by Isla Urbana (<https://islaurbana.org>), a non-governmental organization dedicated to promoting water sustainability and RWHSs in Mexico. The systems consist of the following components: 1. A catchment surface (usually a sheet metal roof), 2. Conveyance (the water is transported through polypropylene and/or polyvinyl chloride (PVC) pipes), 3. A stainless steel or nylon mesh filter (apertures are approximately 1 × 2 mm to eliminate leaves and larger debris), 4. First-flush units (simple mechanisms used to divert the initial precipitation during a rainfall event to wash the roof before water is allowed into the tank), 5. A cistern (made from a high-density polyethylene geomembrane contained in a galvanized steel mesh, usually has a 14,500-L capacity), and 6. The inlet of the cistern, which has a turbulence-reducing device fitted to reduce the disturbance of sediments at the bottom of the tank by incoming water (Figure 2a). In La Laguna, the number of RWHSs increased progressively since the project was initiated in 2014, when community systems were installed in the primary school, preschool, children’s dining room and health center. By 2017, almost 100% of the homes had a RWHSs (Figure 2b).



(a)

(b)

**Figure 2.** (a) Diagram of Rainwater Harvesting System (RWHS) features: 1. Catchment surface; 2. Conveyance; 3. Stainless steel mesh filter; 4. First-flush units; 5. Cistern; 6. Turbulence-reducing device; (b) The percentage of homes with RWHSs installed in La Laguna since 2014.

### 3.2. Data Collection

The study employed a quali–quantitative mixed-method approach, including data from cases of Acute Diarrheal Diseases (ADD) from 2014 to 2017 obtained through the collaboration with the main physician in the La Laguna community. Additionally, semi-structured interviews were conducted with key actors (community authorities, and other community members), and semi-structured interviews were also conducted on water used with 26 households (representing 23% of the total households in the community). The household interviews included a tool designed to communicate across languages and allow the integration of the cultural worldview [31]. The first author spent two or three weeks in the community, three times a year from 2015 to 2018. In 2017, fieldwork was conducted for three months at the end of the dry season and the beginning of rainy season (June–August), which also included participating in the rituals (the peregrination to sacred places out of the Sierra), as a request of the religious authorities of the La Laguna community.

#### 3.2.1. Epidemiological Data at the Community Level

The data sources for illnesses reported at the community level are extremely limited. The information for this study was obtained through the collaboration with the main physician in the *La Laguna* community, which belongs to Sanitary Region 1 Norte Colotlan. We used 227 data registries, representing those who attended medical care services and reported illnesses from January 2014 to December 2017. Weekly records included: 1. The number of patients, reason for consultation, age and gender. In order to analyze the information, the data were converted into a digital database, and identified and selected according to the principal cause of the medical visit. We selected the cases of Acute Diarrheal Diseases to analyze the trends over the 2014–2017 period. The data was reorganized to obtain the number of monthly cases because the doctor was only present in the community for 20 days per month. For statistical analyses, the data were

grouped into four age groups: children (0–9 years old), young people (10–19), adults (20–65) and the elderly ( $\geq 65$ ), and by gender.

### 3.2.2. Statistical Analysis

For the analysis of the information, databases were organized according to the frequency of diarrheal diseases reported per month from 2014 to 2017. We used general linear models (GLMs) to analyze the frequency of diseases according to years and we used age as a random factor within the years. We tested the significance of the random factor “age” and compared the complete model (model) with another model (model fixed) without the random factor and the difference in verisimilitude. To determine the best model, we used Akaike’s information criterion (AIC). Adding age as a factor caused the AIC to decrease and the data was better explained. Then we replicated the same model with sex instead of age. R package version 3.1–117 was used.

### 3.2.3. Semi-Structured Interviews and the Cosmo–Eco–Health Calendar

From 2015 to 2017, 15 informal semi-structured interviews were conducted with community members, heads of household, community authorities and religious authorities in order to understand in greater depth the elements that make up the relationship that the community and its residents have with nature and specifically water. Based on participant observation and these semi-structured interviews, the instrument to be used in household interviews was developed, taking into account cultural and language barriers. Households were selected based on the representatives of all community areas, language (preferably bilingual) and accessibility (the consent of the family to participate in the interview). The interview with the heads of households were mostly with women because they are the ones responsible for providing water for the household. Twenty-six semi-structured household interviews were conducted to collect basic demographic data, such as household composition, age, gender, as well as preferred water sources, water consumption, water uses, hygienic practices and other variables such as waste disposal procedures. The interviews contained closed and open-ended questions, allowing an analysis about the perception of the relationship between water scarcity, quality (depending on the different sources), and health issues.



rituals, water uses and disease perception; **(b)** Cards depicting seasonality, rituals, water uses and disease. The top row represents different seasons, the second and third row represent the corn crop season and rituals, and the bottom row includes respiratory and diarrheal diseases.

### 3.2.4. Samples of Water Quality Indicators at the Household Level

Samples were collected from sources where users collect their drinking water. Samples were collected from two types of sources; directly from the RWHS' cistern and from storage containers in the kitchen of the household, identified as water from the RWHS or another source. All samples were collected and placed in Petrifilms (3M, St. Paul, MN) for Total Coliforms and *Escherichia coli*. The test was carried out in triplicate. Petrifilms were inoculated with 1 mL of water spread over the gel and incubated for 24 h at  $32 \pm 2$  °C. Red colonies were counted as Total Coliforms and blue colonies were counted as *E. coli*. The results of the three tests were added and divided by three to obtain the data of each sample. In all cases, the number of colony-forming units (CFU) was normalized by the volume of water processed and multiplied by 100 to obtain a standardized total count per 100 mL [32].

## 4. Results

### 4.1. Population Demographics of La Laguna Community

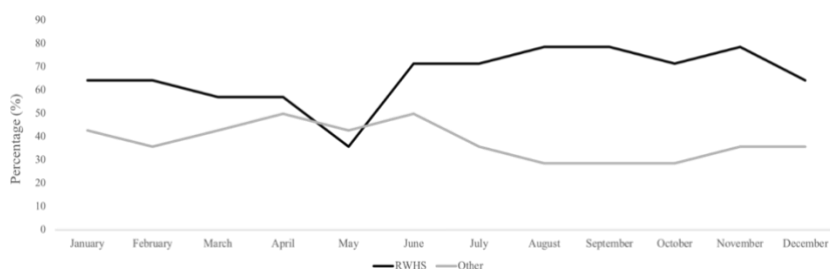
The demographic data about the study area reported by official government statistics differ from data collected at the community medical center. In 2017, it had a population of 711 people, with a high percentage (60%) of children and young people (between 1 and 19 years old) (Table 1), and no apparent difference between men and women.

**Table 1.** Population demographic, by age group and sex, of La Laguna Community.

<b>Age Group (Years)</b>	<b>Count (%)</b>
0–9	36.15
10–19	23.91
20–64	37.69
≥65	2.25
<b>Sex</b>	
Male	47.12
Female	52.88

### 4.2. Water Use and Management at Household Level (Rainy and Dry Season)

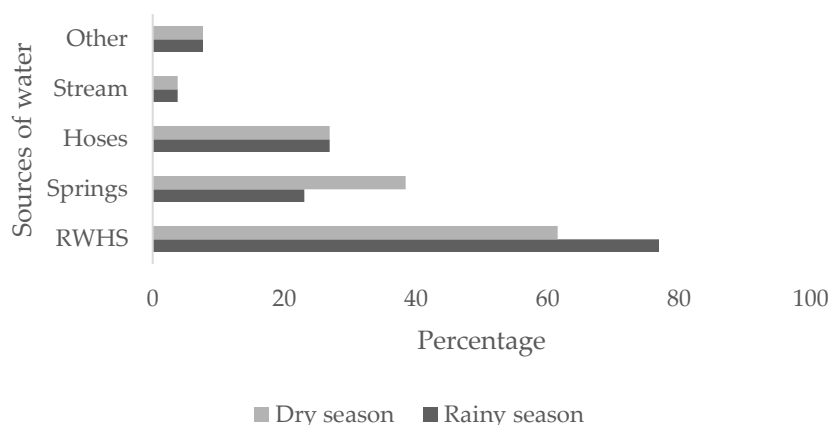
For most of the year, the main water source for households comes from the RWHSs, providing water for eight to ten months, depending on the end of the dry season (usually from June to April) and the beginning of the rainy season. Households that do not have a catchment system are mainly newly installed households and because of the way in which families are organized, they are usually located near a family home with RWHSs. The sources of water were classified as rainwater catchment systems and “others”, meaning springs (*ojos de agua*), and from “the tank”, a spring that was channeled through hoses. In the household interviews, significant changes were recognized in terms of the amount of water due to the installation of RWHSs (Figure 4).



**Figure 4.** Percentage of households using RWHSs and other sources of water throughout the year.

As observed in Figure 4, the use of water from RWHSs is dominant throughout the year, especially during the rainy season and at the beginning of the dry season (June–December). According to the household interviews, water management is central to daily and seasonal life, and the quantity of water used in the homes is different in rainy and dry seasons, and even between the beginning and end of those seasons. In the rainy season, families with RWHSs and storage places can use their water without any restrictions. The supply during the dry season depends on the storage volume, number of members of the family and how they administer rainwater from the collection systems (i.e. using it only for drinking and cooking) (Figure 5).





**Figure 5.** Water sources used at the household level during the dry and rainy season; the data was obtained from the household interviews.

During the rainy season, the water coming from the RWHSs is used broadly as compared to other sources and to the dry season (Table 2). The duration of the water during the dry months is related to water management (the amount used for drinking and cooking). The families that had more years with the RWHSs reported more months of duration and perceived better water quality than the families that recently installed the catchment system. In the interviews, it was pointed out that the rainwater was light in color and that it had no odor, in comparison with water from other sources. Rainwater is in general consumed directly without going through any filtering or disinfection process. Additionally, 76% of the families reported washing cisterns once a year before the rainy season. However, in 7% of the households, it was mentioned that they prefer the taste of the water sources they used before. Approximately 30% of the residents reported lower use of the RWHSs in the month of May, increasing the use of natural sources, due to the exhaustion of the resource (Figure 5). In most households, during the month of May, the water situation is similar to not having a system installed and women and children spend 1–3 h per day hauling water (Figure 4).

**Table 2.** Households and water sources.

Practice	Percentage (%)
Using rainwater from cisterns during the rainy season	80
Using rainwater from cisterns during the dry season	64
Using rainwater and another source during the rainy season	36
Using rainwater and another source during the dry season	40

### 4.3. Microbiological Contamination

In the 26 samples of water for household consumption, 81% of water came from RWHSs and 19% came from water from other sources. The water obtained from RWHSs was stored in buckets in the kitchen in 26% of cases, while the remainder take water directly from the cistern. When the water came from other sources, 100% of the households stored water in tanks or buckets in the kitchen. The results on Table 3 show that RWHSs have a lower contamination rate in rainy and dry seasons. In the rainy season, the difference between RWHSs and other sources can be seen in the high level of contamination with coliforms (71.43% from other sources in relation to 21.05% of RWHSs) and *E. coli*. (Table 3). Specifically, it is noteworthy that there was a high *E. coli* presence (>100 CFU 100 mL) in 28.58% of samples from another source during rainy season. During the dry season, this difference is less visible with Coliforms but *E. coli* was absent in all the samples in RWHSs compared to 11.11% of samples coming from another source. Coliforms were present in RWHSs, although less of the samples tested positively than for other sources of water, especially in the rainy season.

**Table 3.** Water contamination with Total Coliforms and *Escherichia coli* for households.

Range of Contamination (CFU/100 mL)	Rainy Season		Dry Season	
	Percentage of Samples with Contamination: Rainwater Harvesting Systems (RWHS)	Percentage of Samples with Contamination: Another Source	Percentage of Samples with Contamination: RWHS	Percentage of Samples with Contamination: Another Source
Total Coliform *				
0	47.37	14.29	47.06	33.33
1–10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
11–100	5.26	N.D.	5.88	11.11
101–1000	31.58	14.29	17.65	N.D.
>1000	21.05	71.43	29.41	55.56
<i>E. coli</i> *				
0	94.74	71.43	100	88.89
1–10	5.26	N.D.	N.D.	11.11
11–100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
101–1000	N.D.	14.29	N.D.	N.D.

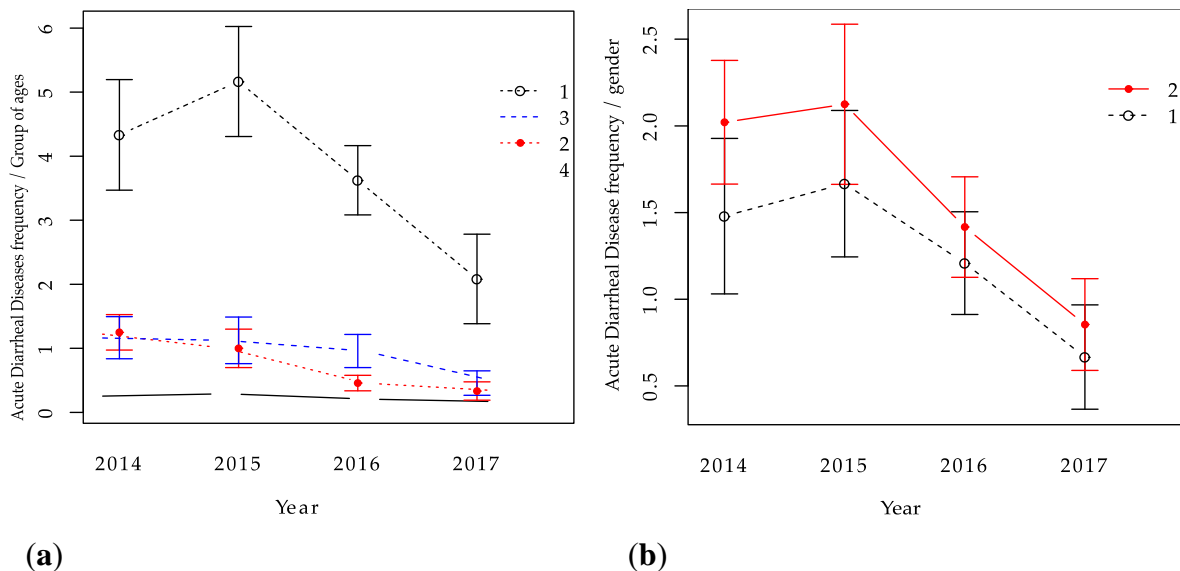
>1000	N.D.	14.29	N.D.	N.D.
-------	------	-------	------	------

Note \*: Any presence in water indicates contamination. None Detected (N.D.).

#### 4.4. The Epidemiological Data and Cases of Acute Diarrheal Diseases from 2014 to 2017

The epidemiological data show the incidence of diseases that occurred from 2014 to 2017. The three main diseases, in order of importance, were: acute respiratory illness, acute diarrheal disease, and poison from scorpion bites. The data show a significant difference ( $p < 0.01$ ) in the cases of gastrointestinal disease from 2014 and 2017, with the number of cases substantially decreasing over the time period (Figure 6). Specifically, there was a significant decrease in the number of cases of acute diarrheal diseases from 2014 to 2017. Figure 6a depicts the frequency of diseases as a function of age, demonstrating that those that decrease in frequency of gastrointestinal disease are children in the first category (youngest).

When the analysis was conducted with gender, there was no significant difference between females and males, despite females having more cases of diarrheal disease. The number of cases were higher between June and September, which corresponds to the end of dry season and the beginning of rainy season (see Figure 7b).

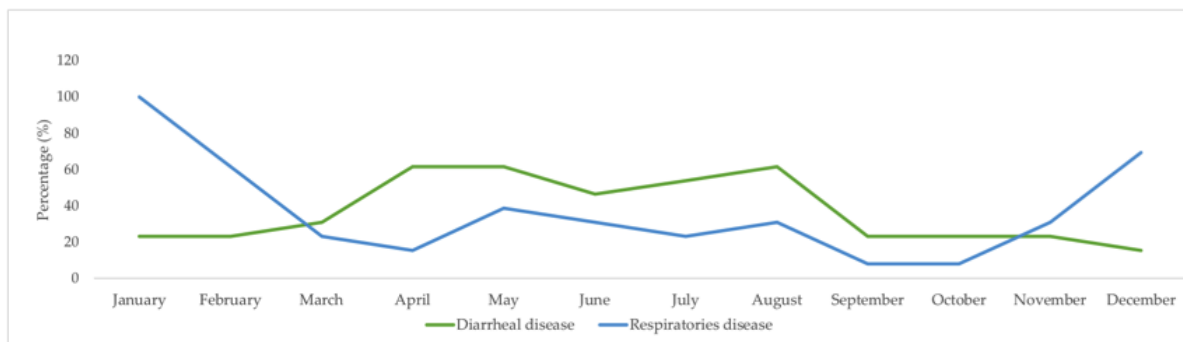


**Figure 6.** Frequency of cases of acute diarrheal disease (2014–2017): **(a)** with age as a random factor within the years: 1. Children (0–9 years old), 2. Young people (10–19), 3. Adults (20–65), and 4. Elders (≥65); **(b)** with gender as a random factor within the years: 1. Men and 2. Women.

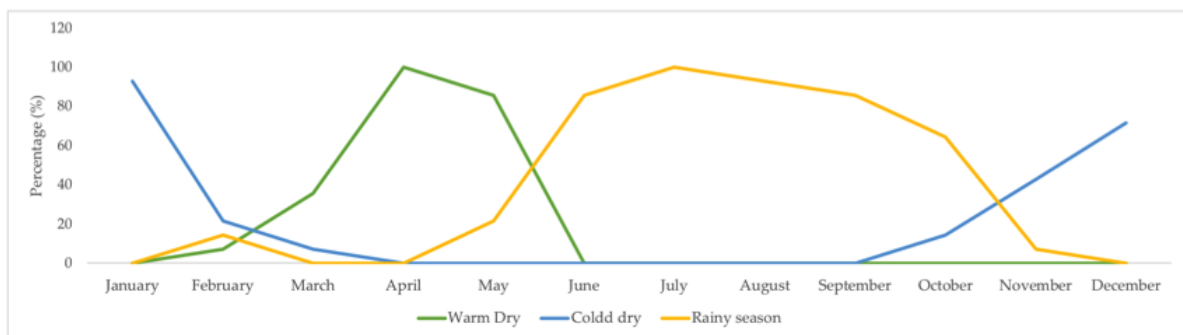
#### 4.5. Health Perceptions at the Household Level

##### 4.5.1. Disease Incidence by Month (perceived and recorded) and Seasonality

Household inhabitants differed in their perception of gastrointestinal and respiratory disease by month. As observed in Figure 6a, respiratory diseases are perceived to be more frequent in the dry season, whereas gastrointestinal disease are perceived as more common during the rainy season. Figure 7b shows how households identify seasons by month. The perceived seasonality Figure 7b corresponds somewhat to the perceived disease in Figure 7a, as households tend to associate diseases with climate. For example, over 60% of the households identify April to August as months with more diarrheal disease. These months were also considered as the last part of the warm dry season and ‘rainy’, and the interviewed people tended to mention the heat and rain as a cause of the disease. Similarly, November to February were considered months with higher respiratory disease and were also identified as ‘cold dry’ months. The perception of diarrheal and respiratory diseases is similar but not equal to the recorded disease data obtained from the epidemiological register from 2014 to 2017 that show that the number of cases of ADDs is high from May to August, and the number of cases with Acute Respiratory Disease (ARD) is high between October and February (Figure 8).

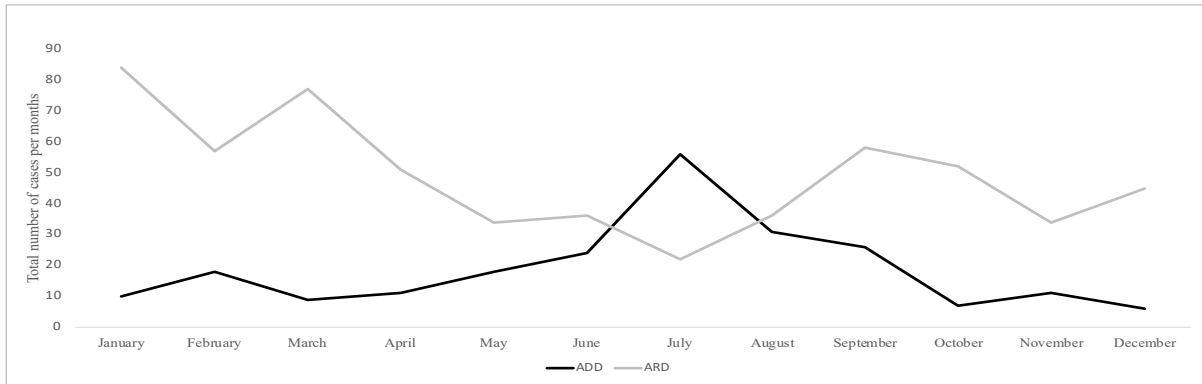


(a)



(b)

**Figure 7.** (a) Perceptions of diarrheal and respiratory diseases (diseases identified by month); (b) Perceptions of the seasonal changes; how household inhabitants identify the season by month.



**Figure 8.** Acute Diarrheal Diseases (ADDs) and Acute Respiratory Disease (ARD) recorded by month 2014–2017.

Additionally, households identified various rituals related to water and agriculture. In the season where the corn is planted (the first rainy), it is believed that the corn needs the energy from the children to grow, and the deer (a sacred animal) jumps on the growing corn plant. At that time, children become sick and lose weight, and this disease is called “deer jumping diseases”.

#### 4.5.2. Perceptions of Causes and Origins of Disease

There are different views of the cause of diseases and understanding the perception that these communities have regarding the causes and consequences of disease is deeply complex. The interviews reflected what has been observed in other studies: that the relationship of cause with diseases is related to the community’s worldview [25]. In this case, disease is a result of disrespecting gods, by not performing rituals or performing them incorrectly, or the gods heal the members of the family and they must be paid with offerings. For example, in one household interview, the mother indicated that their lack of performing a cow sacrifice led to their children getting sick with diarrhea for over a month, and that the medicine that the doctor gave them would not cure them until they sacrificed a calf in the maize field.

Although the concept of well-being is very similar to the Western concept of health, the state of imbalance differs from the Western notion of disease. It is believed that when the gods are not treated correctly (for not complying with *el costumbre*), this imbalance manifests magically by introducing strange objects to the body (stones or other objects) that, during the healing rites,

must be extracted from the bodies of the patients by the traditional doctor (*mara'akame*). Several topics cannot be explained in detail; however, it is important to take into account the importance of *el costumbre* (the religious cosmovision of the Wixaritari), which is based on the notion of very close and direct reciprocal relationships between people and nature.

#### 4.5.3. Household Hygiene Practices and Sanitation

The issue of hygiene was not generally perceived to be related to disease incidence and water management, according to the interviews. The average number of bath days per week is 2.4. Fifty-two percent of households responded that they wash their hands before eating and only 8% responded that they wash their hands after going to defecate. Households tended to answer questions according to the instructions given to them by health professionals in the community and by an educational program conducted by the Ha Ta Tukari organization, which includes a school workshop that shows the need for a full body bath “every three days” and washing of hands “before eating”. Indeed, 96% of households do not have bathrooms (plumbing) or latrines, and open defecation is a common practice. Garbage disposal was similar in all households; 72% reported burning part of the garbage near the houses.

According to the results presented above, we observed an association between RWHSs and lower gastrointestinal disease rates and higher water quality. However, household perceptions do not necessarily reflect this observation. Based on household interviews, we created a two-belief typology: 1. Belief that climate is causing disease and; 2. Belief that rituals (or absence of) are causing or healing the disease. Sixty-four percent of interviewees in households perceived typology number 1, 16% perceived typology number 2, and 20% answered that they do not know the cause of disease. Typology number 2 was not evident at first but after longer discussions and open-ended questions, the importance of rituals became evident in many interviews. In the majority of cases, hygiene was not seen by households as related to disease incidence. Therefore, there is a disconnect between the impact of RWHSs (water quantity and quality) and the way that many households in this indigenous community understand the way that disease is transmitted and its relationship to water.

## 5. Discussion

### *5.1. The Potential for RWHSs to Improve Water Quantity and Quality in Indigenous Rural Communities*

Water scarcity (quantity and quality) differentially affects the poorest and most vulnerable populations. For example, there are 370 million indigenous people across the world and a vast majority still live in isolated areas where environmental conditions are harsh and access to basic services is rare [33,34]. Their access to health services is usually lower, their health status is usually poorer, and health-related data for these populations remains incomplete, inaccurate, or absent [35]. The health situation of indigenous communities is in at a substantial disadvantage compared with non-indigenous people in Mexico. One of the main consequences of water stress faced by the Wixarika communities is a high incidence of gastrointestinal and skin disease [28,36]. In this community, the access to water over the last four years has changed with the implementation and adoption of RWHSs, and the results of this analysis show that water access through this technology is associated with improved water quality, quantity, and a reduction in the incidence of gastrointestinal disease.

The use of rainwater to solve a water scarcity problem is not new and has been considered a valid option, especially in isolated rural contexts where infrastructure is limited [16,37–49]. The understanding of the consequences of the implementation of these systems has been studied, but the evidence of the benefits is still scarce [17,40]. To address water scarcity, this community has been diversifying their water sources over the last four years, including with RWHSs. At present, there is a diversity of water sources, which reflect a process of adaptation to water scarcity. The variation and use of water sources change throughout the different seasons. The understanding the context in this study is essential because the customs or *el costumbre* has a broad influence on all the aspects of their lives (including health and even scarcity of water). Strategies to address problems such as water scarcity or diarrhea in children are unlikely to be effective without an understanding of the household perception of health problems associated with water. For example, although water quality in the samples was better when water came from rainwater capture, there was still a presence of Coliforms, which means that the management of water (i.e. storage procedures) is also imperative for increasing water quality. The presence of *E. coli* in high levels (>1000 CFU) in water that is used to drink is very important because *E. coli* is considered a pathogenic bacterium and the main cause of gastrointestinal diseases [41]. The health and wellbeing of local communities and ecosystems will need a deeper understanding of

the local context and will need to address current and future human–environmental challenges depending on the active involvement of all water users [10].

### *5.2. Implications for Sustainable Development*

Ecotechnologies have been touted as a potential solution to meet the needs of marginalized communities, often in rural contexts. The collection of rainwater appears to be a viable alternative to solve problems of scarcity and water quality in isolated communities. However, these technologies not only operate in tangible terms (i.e. access to basic services), but they also interact with culture and customs of the communities as well as households where they are implemented. The results of this study show that RWHSs do have an impact on water quantity and quality and on the incidence of gastrointestinal illness. However, the presence of these systems does not control other factors such as the storage and use of other sources of water—nor do they control for hygiene practices and how households perceive the link between health and water quality.

Diarrheal disease is the second leading cause of death in children under five years old. A significant proportion of diarrheal disease can be prevented through safe drinking water and adequate sanitation and hygiene [11,44]. Shifts in perception and behavior related to water use and hygiene are complex and these require understanding diverse cosmovisions that dictate behavior in indigenous communities. Consequently, what is initially a technological fix to a problem of basic needs becomes a potential step in modifying customs and habits within households and communities and a step towards sustainable development from the Western point of view. The idea that health is related to the behavior of individuals and households is not part of the cosmovision of this community, so increased water quantity and quality can only go so far in modifying health issues in the communities. But to what extent should ecotechnologies shift culture in specific contexts? Is it desirable to move cosmovision towards a Western view of cause–consequence in the name of sustainable development. These are questions that are difficult to answer but are linked to the desire to meet the sustainable development goals. Although the findings of this study are restricted to a single study case, many other communities in the region and in Mexico live under similar conditions to the inhabitants of La Laguna. A fully inclusive



collaboration, both horizontally and vertically, is required to create a more feasible balance between national and international goals [10].

## 6. Conclusions

This study examined the impacts of RWHSs and the potential of this eco-technology as a viable option for solving water stress in very isolated communities, while taking into account household perceptions of the relationship between access to water and health. The findings suggest that the reduction of the incidence of cases of acute diarrheal disease is associated with improvement in access to water quantity and quality. However, the perceptions of the households about health issues throughout the year were generally not related to water access. Although higher quality drinking water can produce a change in the incidence of cases of diarrhea in children, the households as linked to health in the community under investigation did not link sanitation and hygiene to health, which could have a major health impact.

In an isolated, but ever changing social–ecological system, focusing only on the impacts of water access may overlook the context in which interventions occur. In order to improve access to water in isolated and indigenous communities, it is imperative to consider the local context and culture. Future research is needed to understand how addressing a specific goal such as improving water access can produce deeper changes in other aspects of life in specific contexts of the Global South. For example, increased access to water could allow a household to dedicate more time to other activities, but at the same time could limit water-collection activities that provide a shared space for women. Work with indigenous people requires a more systematic and holistic understanding through which water interventions operate.

As our findings suggest, traditional measures of development and progress like those outlined in the Sustainable Development Goals—access to water, sanitation, electricity, Western health and medicine—may not indicate ‘progress’ or development to some of the Wixarika people. As Carrasco Henríquez et al. (2009) have noted, even though development indicators reflect new ways of understanding development and are intended to involve communities, they are still limited to quantitative data (literacy, poverty, longevity, birth rate or access to water, etc.), and make the qualification of the actors invisible while measuring the success or failure of sustainable development projects [42]. Drawing on our findings in this case study, we argue that,

in terms of water access, different scales (sustainable wellbeing from local, regional to global) and perceptions should be considered in order to meet the ambitious Sustainable Development Goals, specifically SDG number 6.

**Author Contributions:** Conceptualization, S.G.P.; Investigation, S.G.P.; Supervision, A.L. and M.M.-H.; Writing—original draft, S.G.P.; Writing—review and editing, A.L. and M.M.-H.

**Funding:** This research received no external funding.

**Acknowledgments:** This paper would not have been possible without the families in the La Laguna community and the Wixaritari people. Special thanks to physician Claudio Alejandro Alejo Pérez for all his work collecting the epidemiological data that were used in this research, Matias C. Baranzelli for help on the epidemiological data analysis, to Lakshmi Charli Joseph and Elizabeth Tellman for help and support in part of the fieldwork and Leticia Merino Pérez for advice on methodological design. We acknowledge the support and contributions of the all members of the project Ha Ta Tukari ('water, our life'), especially Enrique Lomnitz Climent for the accompaniment in the fieldwork. We thank Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT, Mexico) for offering the doctoral scholarship to SKGP (No. 421723). The first author gratefully acknowledges the Program in Sustainability Sciences, UNAM (Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México), Mexico.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Murthy, S.L. The Human Right to Water and Sanitation: History, Meaning, and the Controversy Over-Privatization. *Berkley J. Int. Law* **2013**, *31*, 89–149, doi:10.15779/Z38665F.
2. UN. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*; United Nations General Assembly: New York, NY, USA, 2015; pp. 1–35.
3. WWF. Final Report of the 5th World Water Forum. Available online: [http://www.Royalcommission.Vic.Gov.Au/Finaldocuments/Summary/Pf/Vbrc\\_Summary\\_Pf.Pdf](http://www.Royalcommission.Vic.Gov.Au/Finaldocuments/Summary/Pf/Vbrc_Summary_Pf.Pdf) (accessed on August 2006).
4. CONAGUA. *Estadísticas del Agua en México*; Comisión Nacional del Agua: Mexico City, Mexico, 2011.

5. Murtinho, F.; Tague, C.; de Bievre, B.; Eakin, H.; Lopez-Carr, D. Water Scarcity in the Andes: A Comparison of Local Perceptions and Observed Climate, Land Use and Socioeconomic Changes. *Hum. Ecol.* **2013**, *41*, 667–681, doi:10.1007/s10745-013-9590-z.
6. Sullivan, C. Calculating a Water Poverty Index. *World Dev.* **2002**, *7*, 1195–1210, doi:10.1016/0005-2728(83)90064-6.
7. Rijsberman, F.R. Water Scarcity: Fact or Fiction? *Agric. Water Manag.* **2006**, *80*, 5–22, doi:10.1016/j.agwat.2005.07.001.
8. UN-Water. *Financing Universal Water, Sanitation and Hygiene under the Sustainable Development Goals: Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2017 Report*; UN-Water: Geneva, Switzerland, 2017.
9. Assmus, G.C. Agua, Pobreza y Equidad: Un Análisis Asimétrico. *Rev. Latinoam. Bioet.* **2015**, *15*, 90–99.
10. Johnston, B.R.; Strang, V. *Water, Cultural Diversity, and Global Environmental Change: Emerging Trends, Sustainable Futures*; UNESCO-IHP: Paris, France, 2012; p. 253, doi:10.1007/978-94-007-1774-9.
11. Moe, C.L.; Rheingans, R.D. Global Challenges in Water, Sanitation and Health. *J. Water Health* **2006**, *4*, 41–58.
12. Amos, C.C.; Rahman, A.; Gathenya, J.M. Economic Analysis and Feasibility of Rainwater Harvesting Systems in Urban and Peri-Urban Environments: A Review of the Global Situation with a Special Focus on Australia and Kenya. *Water* **2016**, *8*, doi:10.3390/w8040149.
13. Ímaz Gispert, M.; Armienta Hernández, M.A.; Lomnitz Climent, E.; Torregrosa Flores, M.F. Rainwater Harvesting as a Drinking Water Option for Mexico City. *Sustainability* **2018**, *10*, 1–13, doi:10.3390/su10113890.
14. Tanner, T.; Lewis, D.; Wrathall, D.; Bronen, R.; Cradock-Henry, N.; Huq, S.; Lawless, C.; Nawrotzki, R.; Prasad, V.; Rahman, M.A.; et al. Livelihood Resilience in the Face of Climate Change. *Nat. Clim. Chang.* **2014**, *5*, doi:10.1038/nclimate2431.
15. Fonseca, J.E.; Carneiro, M.; Pena, J.L.; Colosimo, E.A.; da Silva, N.B.; da Costa, A.G.F.C.; Moreira, L.E.; Cairncross, S.; Heller, L. Reducing Occurrence of *Giardia Duodenalis* in Children Living in Semiarid Regions: Impact of a Large Scale Rainwater Harvesting Initiative. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2014**, *8*, doi:10.1371/journal.pntd.0002943.
16. Jonathan, D.; Paul, R.H. Risk of Gastrointestinal Illness Associated with the Consumption of Rainwater: A Systematic Review. *Environ. Sci. Technol.* **2012**, *46*, 2501–2507.
17. Williams, E. Huichol Ethnography and Archaeological Interpretation. *Pap. Inst. Archaeol.* **1990**, 6–15, doi:10.5334/pia.359.
18. CONAPO. La Marginación En Los Municipios. Índice Marginación Por Entid. *Fed. Y Munic.* **2015**, *2015*, 23–38, doi:10.1016/j.jse.2017.10.035.
19. De la Torre, R. Ten Years of the Human Development Index in Mexico. *Real. Datos Espac.* **2012**, *3*, 149–163.
20. Neurath, J.; Pacheco Bribiesca, R.C. Atlas de Culturas Del Agua En América Latina y El Caribe. In *Pueblos Indígenas De México Y Agua: Huicholes (Wixarika)*; Publisher: Mexico City, Mexico, 2006; pp. 1–53.
21. Liffman, P.M. *Huichol Territory and the Mexican Nation: Indigenous Ritual, Land Conflict, and Sovereignty Claims*; University of Arizona Press: Tucson, AZ, USA, 2011.
22. Sánchez Domínguez-Guilarte, M. Los Wixaritari a Través de La Antropología, La Historia y

- La Literatura: La Construcción y Popularización de Un Estereotipo. *Front. Rev. História* **2016**, *18*, 51–75.
23. Neurath, J. Ambivalencias Del Poder y Del Don En El Sistema Político Ritual Wixárika. In *Los pueblos amerindios más allá del Estado*; México Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas: Mexico City, Mexico, 2011.
  24. Torres, G. La Fuerza del Costumbre. Un Acercamiento a la Realidad Tlapaneca (Me`Phaa). Bachelor's Thesis, Etnohistoria, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Mexico City, México, 2014; p. 102.
  25. Verdín Amaro, K.I.; García, S.S. Red Semántica de Las Enfermedades Del Pueblo Wixárika o Huichol. *Alteridades* **2012**, *22*, 97–110.
  26. Takeuchi, K.; Osamu, S.; Lahoti, S.; Gondor, D. Growing up: 10 Years of Publishing Sustainability Science Research. *Sustain. Sci.* **2017**, doi:10.1007/s11625-017-0484-7.
  27. UN-Water. *Water for a Sustainable World*; UN-Water: Geneva, Switzerland, 2015, doi:10.1016/S1366-7017(02)00004-1.
  28. Johnson, J.T.; Howitt, R.; Cajete, G.; Berkes, F.; Louis, R.P.; Kliskey, A. Weaving Indigenous and Sustainability Sciences to Diversify Our Methods. *Sustain. Sci.* **2016**, *11*, 1–11, doi:10.1007/s11625-015-0349-x.
  29. Franquesa-Soler, M.; Sandoval-Rivera, J.C.A. Mentoring Program to Achieve SDGs in Local Contexts: A Case Study in Communities from Southern Mexico. *Sustain. J. Rec.* **2019**, *12*, 109–114, doi:10.1089/sus.2018.0034.
  30. Barrera, R.O. Consideraciones Geomorfológicas Sobre La Sierra Madre Occidental En El Norte de Jalisco, México Geomorphological Considerations about the Sierra Madre Occidental in Northern Jalisco. *Investig. Geográficas* **2002**, *48*, 44–75.
  31. Santo Domingo, A.F.; Castro-Díaz, L.; González-Uribe, C.; The Wayúu Community of Marbacella; The Barí Community of Karikachaboquira. Ecosystem Research Experience with Two Indigenous Communities of Colombia: The Ecohealth Calendar as a Participatory and Innovative Methodological Tool. *Ecohealth* **2016**, *13*, 687–697, doi:10.1007/s10393-016-1165-1.
  32. Levy, K.; Nelson, K.L.; Hubbard, A.; Eisenberg, J.N.S. Rethinking Indicators of Microbial Drinking Water Quality for Health Studies in Tropical Developing Countries: Case Study in Northern Coastal Ecuador. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2012**, *86*, 499–507, doi:10.4269/ajtmh.2012.11-0263.
  33. Gracey, M.; King, M. Indigenous Health Part 1: Determinants and Disease Patterns. *Lancet* **2009**, *374*, 65–75, doi:10.1016/S0140-6736(09)60914-4.
  34. UN. *State of the World's Indigenous People*; UN: New York, NY, 2009; p. 250.
  35. Ghebreyesus, T.A. Improving the Health of Indigenous People Globally. *Lancet Oncol.* **2018**, *19*, e277, doi:10.1016/s1470-2045(18)30375-9.
  36. Guevara, Y.; De Haro, I.; Cabrera, M.; García De La Torre, G.; Salazar-Schettino, P.M. Enteroparasitosis En Poblaciones Indígenas y Mestizas de La Sierra de Nayarit, México. *Parasitol. Latinoam.* **2003**, *58*, 30–34, doi:10.4067/S0717-77122003000100005.
  37. Adler, I.; Hudson-Edwards, K.A.; Campos, L. Converting Rain into Drinking Water: Quality Issues and Technological Advances. *Water Sci. Technol. Water Supply* **2011**, *11*, 659–667.
  38. Rahman, S.; Khan, M.T.R.; Akib, S.; Din, N.B.C.; Biswas, S.K.; Shirazi, S.M. Sustainability of Rainwater Harvesting System in Terms of Water Quality. *Sci. World J.* **2014**, *2014*, doi:10.1155/2014/721357.

39. Jin, Y.Z.; Zhou, L.W.; Lo, K.F.A. Optimum Matching Model Using Long-Term Computing on Safer Rural Domestic Water Supply Based on Rainwater Harvesting. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, doi:10.3390/ijerph15122864.
40. Campisano, A.; Butler, D.; Ward, S.; Burns, M.J.; Friedler, E.; DeBusk, K.; Fisher-Jeffes, L.N.; Ghisi, E.; Rahman, A.; Furumai, H.; et al. Urban Rainwater Harvesting Systems: Research, Implementation and Future Perspectives. *Water Res.* **2017**, *115*, 195–209, doi:10.1016/j.watres.2017.02.056.
41. Gorchev, H.G.; Ozolins, G. WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. *WHO Chron.* **1984**, *38*, 104–108, doi:10.1016/S1462-0758(00)00006-6.
42. Carrasco Henríquez, N.; Samaniego Sastre, M.; Durán Pérez, T. Indicadores de desarrollo? Alcances antropológicos en torno a los procesos de medición y control del desarrollo social y cultural. *Pública Gestión Estatal* **2009**, *9*, 59–72, doi:10.1246/bcsj.55.3373.



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## Artículo complementario (para enviar)

CAMBIOS, TRANSFORMACIONES Y TENSIONES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE LA SIERRA WIXÁRIKA, JALISCO, MÉXICO.

**Shiara K. González-Padrón<sup>1\*</sup>, Amy M. Lerner<sup>1</sup> y Leticia Merino Pérez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Instituto de Ecología, Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México (IE-LANCIS-UNAM); [sk.gonzalezpadron@gmail.com](mailto:sk.gonzalezpadron@gmail.com); [amy.lerner@ieecologia.unam.mx](mailto:amy.lerner@ieecologia.unam.mx); [mazari@unam.mx](mailto:mazari@unam.mx)*

<sup>2</sup>*Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México (IIS-UNAM); [merino@sociales.unam.mx](mailto:merino@sociales.unam.mx)*

\*Autor de correspondencia: Shiara K. González-Padrón

**Palabras clave:** agua, salud, comunidades indígenas, sistemas de captación de agua de lluvia, Objetivos para el Desarrollo Sostenible/ODS, tensiones.

---

### 1. Introducción

Las comunidades indígenas representan aproximadamente 5% de la población mundial con más de 370 millones de personas y se pueden encontrar en las siete socio-ecorregiones del mundo (FAO, 2020). Dentro de sus territorios albergan más de 80% de la diversidad biológica y junto con sus lenguas, usos y costumbres concentran gran parte de la diversidad cultural actual (UN, 2009). Estas comunidades, a pesar del gran despojo de territorio y los conflictos a los que se han enfrentado para mantener sus tierras, persisten aún en más de 90 países. En América Latina, después de 528 años de la llegada europea y de no aparecer en el marco legal internacional hasta 1957 (FAO, 2020), existen más de 522 pueblos indígenas desde la Patagonia hasta el norte de México. Solamente en México existen 68 pueblos indígenas. A partir de la Encuesta Intercensal realizada en 2015 y el criterio de hogar indígena se cuantifica una población indígena de 12

millones 25 mil 947 personas, cantidad que significa el 10.1% de la población total del país. Un alto porcentaje de esta población viven en condiciones de pobreza y pobreza extrema. De acuerdo con INEGI la población en pobreza extrema es aquella cuyos ingresos no le permiten acceder a la canasta básica alimentaria, es decir sufre carencias alimentarias; las cifras oficiales, sin embargo, no registran de manera fehaciente la realidad en la que se encuentran. Los territorios indígenas de México corresponden a los municipios con más alto grado de marginación (87.5%) y vulnerabilidad y usualmente no cuentan con acceso a recursos básicos como agua y saneamiento, acceso a una educación culturalmente sensible, a un sistema funcional de salud y tierras cultivables (Gracey y King, 2009; Juárez-Ramírez *et al.* 2014; Sarkar, Hanrahan y Hudson, 2015).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, aceptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, fueron construidos con la visión de transformar nuestro mundo y no dejar a nadie atrás en el proceso. Entre otros objetivos, este marco propone erradicar la pobreza y aumentar el acceso a servicios básicos para toda la población y lograr así la sostenibilidad de distintos sistemas y funciones ecológicas. Además, esta propuesta se distingue por su enfoque global; es decir, hace énfasis en que los objetivos y metas se deben alcanzar en todos los países del mundo e insiste en que los 17 objetivos no pueden lograrse de manera independiente sino mediante sinergias, resultado del carácter integral de los procesos de construcción de sostenibilidad. Su relevancia los hace pertinentes en distintos contextos, pero la necesidad de reconocer “*un mundo donde quepan todos los mundos*” (lema del movimiento zapatista que inicia en Chiapas en el año 1994) hace relevante la construcción de metas e indicadores que respondan a condiciones particulares para medir y orientar de forma efectiva la evolución del desarrollo sostenible. En la construcción de estos indicadores, la perspectiva de los actores involucrados en los procesos de cambio resulta fundamental. A lo largo de las últimas décadas, las formas de medir el desarrollo y el concepto mismo de desarrollo han sido objeto de críticas constantes (Fukuda-Parr & Muchhala, 2020). En primer término, se ha insistido en la necesidad de distinguir el concepto de desarrollo del de crecimiento económico, por medio de trascender los conceptos y mediciones centrados en la evaluación del ingreso, así como de incluir indicadores referentes a la dimensión social. Entre las más utilizadas se encuentra el Índice de Desarrollo Humano (IDH), desarrollado por el Programa de las Naciones

Unidas para el Desarrollo (PNUD), que incluye indicadores de salud (esperanza de vida al nacer, mortalidad materno-infantil), educación (tasa de alfabetización, años de escolaridad promedio y nivel de escolaridad obligatorio), y el producto interno bruto per cápita (PIB). No obstante, todos estos indicadores, aun cuando buscan ampliar la noción y medición del desarrollo y hacen la propuesta de implicar a los sujetos, no superan una visión cuantitativa de las dimensiones estandarizadas que consideran y con ello se invisibiliza la perspectiva de los actores como una variable central en el éxito o fracaso de los procesos implementados (Peña-Cortés, Carrasco, Almendra y Rojas-Maturana, 2012).

Otra preocupación es la no inclusión de las perspectivas de los pueblos indígenas (visión, valores y prácticas) dentro de los ODS, sus metas e indicadores (Sterling et al., 2017; Watene y Yap, 2015). La investigación dirigida a entender los procesos y caminos que llevan a los sistemas socioecológicos a experimentar una transformación hacia la sostenibilidad no siempre incluyen el conocimiento local o indígena (Lam et al., 2020). En estos momentos resulta paradójico pensar en procesos que favorezcan la sostenibilidad en el medio rural sabiendo que la calidad de vida y bienestar de gran parte de las poblaciones indígenas sigue en deterioro (Soares 2007; Martínez, Murillo y Paré, L. 2017). En Latinoamérica y México se han hecho trabajos para documentar los procesos comunitarios de éxito en el manejo de los recursos de uso común (Merino y Barry, 2005; Merino, 2018; Toledo y Espejel, 2014). En trabajos donde se documentan historias de fracaso se reconocen algunas de las razones por las cuales estos fracasos han ocurrido, se identifican enfoques no incluyentes que imponen soluciones a problemáticas sin considerar en todo el proceso las perspectivas, intereses, visiones y deseos de las comunidades (Toledo y Barrera-Bassols 2008). El reto actual es integrar las perspectivas y valores de comunidades locales e indígenas a los esfuerzos para la construcción de indicadores y métricas más adecuados a las condiciones en que viven sus habitantes, a sus visiones y aspiraciones de cambio. Hasta hoy, el tema de las experiencias y tensiones que ocurren a partir de establecer los ODS sin la integración de las perspectivas y valores de las comunidades y sus conocimientos tradicionales no ha sido suficientemente trabajado integrado a las agendas nacionales e internacionales (Sterling et al., 2017).

En México, uno de los pueblos indígenas de mayor vulnerabilidad es el de los *wixaritari*, antes llamados huicholes, que habitan en la región conocida como el Gran Nayar, en la porción



meridional de la Sierra Madre Occidental de México. Su territorio tradicional, llamado la Sierra Wixárika, abarca porciones de cuatro estados: Jalisco, Nayarit, Durango y Zacatecas. Sin embargo, la territorialidad Wixárika se extiende más allá de sus límites geográficos e incluyen lugares sagrados de otros estados como el desierto de wirikuta en San Luis Potosí (Liffman 2012). Mucha de su población vive en ciudades como Tepic, Guadalajara y en menor medida Zacatecas con diferentes condiciones de pobreza. Sin embargo, la mayor parte del pueblo wixárika, singular de wixaritari, habita en el municipio de Mezquitic, Jalisco, que según el Consejo Nacional Poblacional presenta muy alto grado de marginación (Conapo, 2015) Este municipio tiene el menor IDH del estado (0.46) y el menor índice de salud de todo el país (0.39). La grave situación de marginación se refleja en las altas tasas de mortalidad infantil del municipio de Mezquitic, que para 2005 eran de 76.55 al año, según la Conapo. En esta región, la complejidad del paisaje, de la organización socio-política y cultural, así como la falta de atención por parte de las autoridades limitan el acceso a servicios básicos, tales como vías de comunicación (camino vehiculares transitables, teléfono o internet) atención médica, agua limpia, saneamiento y electricidad (Barrera, 2002). El paisaje está formado por abundantes mesetas, valles y barrancas con diversos tipos de vegetación entre los que predominan los bosques de encino-pino. En la región se presenta una marcada temporalidad, con cinco meses de lluvia (julio a noviembre) y siete meses de temporada seca (diciembre a junio). Desde el año 2010 se ha implementado un proyecto que atiende la necesidad básica de acceso agua a través de la captación de agua de lluvia. La instalación de los SCALL fue realizada como parte de un proyecto llamado Ha Ta Tukari (Agua nuestra vida), un proyecto integral desarrollado por una coalición de organizaciones de la sociedad civil (Isla Urbana (<https://islaurbana.org>), Proyecto Concentrarte, Luum A. C, La Ventana colectivo e IRRI A. C, desde el año 2010) que busca atender los problemas de acceso al agua en cantidad suficiente y calidad adecuada, así como impulsar el desarrollo sostenible de las comunidades wixaritari.

El objetivo de este artículo es analizar y caracterizar las experiencias, expectativas y tensiones experimentadas en los procesos de cambios que ocurren en dos comunidades indígenas de la Sierra Wixárika, a partir de intervenciones externas (llevadas a cabo tanto por organizaciones de la sociedad civil como por organismos gubernamentales) relacionadas con la búsqueda del desarrollo sostenible, usando como punto de partida el acceso a agua en cantidad y

calidad suficientes. En este estudio nos preguntamos acerca de la importancia y significados de la experiencia, la reflexión de los sujetos y la percepción sobre la satisfacción (o insatisfacción) de sus necesidades básicas a partir de los procesos de intervención.

Este análisis se llevó a cabo en dos localidades de San Andrés Cohamiata, municipio de Mezquitic, por medio de dos talleres de mapeo participativo con alrededor de 30 mujeres, para conocer los procesos de cambio en esas localidades. También se hicieron entrevistas semiestructuradas en 39 hogares para profundizar en la comprensión de los procesos de cambio ocurridos en relación con el acceso al agua a partir de la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL). Este artículo surge de la inquietud por entender a mayor profundidad y no invisibilizar las inquietudes expresadas por las mujeres en el taller de mapeo participativo realizado en el año 2018, sin embargo representó un gran reto poder plasmar dentro de este documento las ideas expresadas, junto con el poder reflejar los diferentes eventos que han generado estos cambios dentro de las comunidades wixaritari en los últimos años. La intención de este artículo, más que dar respuestas con resultados específicos, atiende la necesidad de continuar una discusión sobre los motores que empujan los procesos de desarrollo en comunidades indígenas.

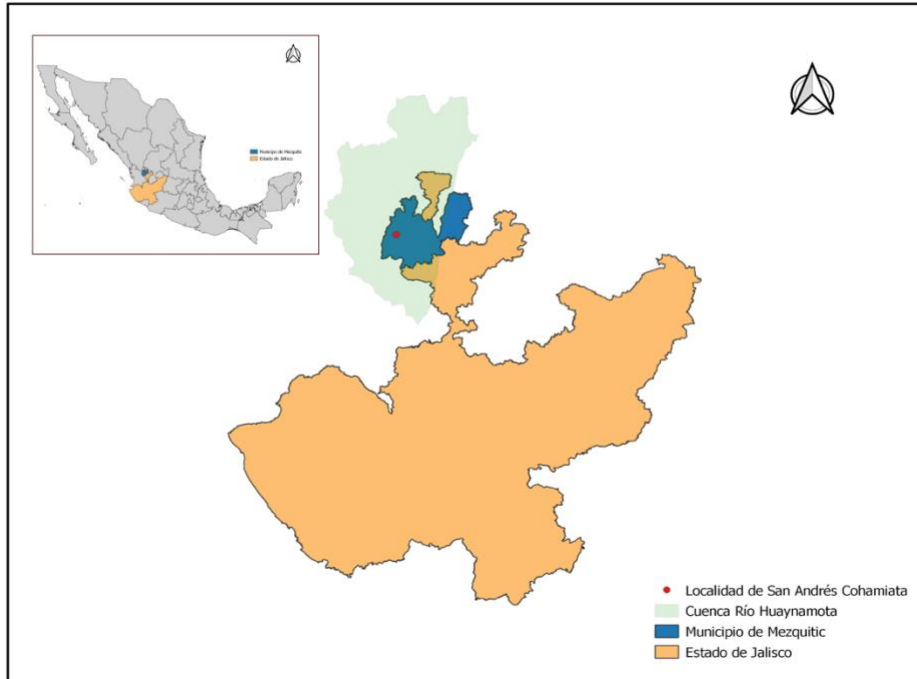
Los resultados muestran que existen cambios dentro de ambas comunidades estudiadas y estos cambios fueron construidos a partir lo mencionado y reflexionado con las participantes de los talleres, y hacen referencia a las diferentes intervenciones que se han llevado a cabo en la región en los últimos años. Dentro de estos cambios vale la pena mencionar aquellos comportamientos que se observaron dentro del hogar como: disminución del tiempo invertido en el acarreo por parte de los distintos miembros de los hogares, así como cambios en los usos de agua en las diferentes épocas del año (lluvias y secas). La importancia de esta información está asociada al tiempo de adopción de una ecotecnología como la captación de agua de lluvia por parte de las personas en los hogares. Por tiempo de adopción nos referimos el tiempo que toma aprender el correcto uso y mantenimiento, en este caso de la captación de agua de lluvia, para poder obtener los beneficios (mayor agua en cantidad y calidad). Las mejoras en el manejo del agua son más evidentes en los hogares con más de dos años de instalación de un SCALL, que en aquellos con una instalación reciente. Sin embargo, los cambios identificados por las mujeres wixárika en los talleres exponen que la diversidad de intervenciones asociadas y no asociadas al acceso al agua ha ocasionado

cambios profundos en los habitantes de la región como, por ejemplo, la reducida participación de las nuevas generaciones en el cumplimiento de las actividades rituales por encontrarse en la escuela, los dilemas sobre la prestación deficiente de los servicios de salud y la percepción de enfermedades asociadas a la cultura. Se pretende observar y caracterizar esta experiencia y partir de ella para reflexionar sobre las implicaciones que conlleva la modernidad y la búsqueda del logro de los ODS en las comunidades indígenas de México.

## **2. Antecedentes**

### *2.1 Contexto de las comunidades wixaritari*

La comunidad agraria de San Andrés Cohamiata, donde se hizo el trabajo de campo para esta investigación, se encuentra en la cuenca del Río Santiago en la región Occidente de México (estado de Jalisco) y está integrada por 23 localidades (Figura 1). El ecosistema dominante de la región es el bosque de pino y encino, con un clima frío y una temperatura media de 15 °C, con una precipitación media anual que va desde 800 a 1 200 mm al año. Tiene diversos tipos de suelo (feozem háplico, regosol éutrico, litosol) y de vegetación (bosque templado, selva baja caducifolia, matorral subtropical y vegetación agrícola) como resultado de un pronunciado gradiente altitudinal de sus tierras. El régimen de precipitación es bimodal con dos temporadas, cinco meses de lluvia (de julio a noviembre) en la que llueven entre 590 y 915 mm, y una temporada de secas (de diciembre a junio). Las principales actividades económicas son la agricultura de subsistencia con cultivos ancestrales que incluyen maíz, frijol y calabaza; la elaboración y venta de artesanía; y el jornaleo en la producción agrícola de los estados vecinos. En todas las localidades existen autoridades tanto del gobierno tradicional como representantes ante el municipio y cada cual tiene un periodo de gestión de entre uno y tres años.



**Figura 1.** Mapa de Municipio Mezquitic, Jalisco, México (Basado en INEGI, 2010)

Las comunidades wixaritari tienen una larga historia de despojo territorial que ha obligado a su población a ubicarse en zonas de difícil acceso, lo que sumado al desconocimiento de la compleja organización política y cultural de las comunidades wixaritari por parte de las autoridades gubernamentales ha ocasionado que las intervenciones de construcción de infraestructura llevadas a cabo por el municipio de Mezquitic resulten insuficientes e inadecuadas para ellos. El servicio de salud que provee el gobierno del estado de Jalisco, a través de la Secretaría de Salud, en todas las comunidades de la región es extremadamente precario; sólo en algunas de ellas existen consultorios que brindan atención médica, pero la gran mayoría sólo recibe la visita de un médico una vez al mes o cuando hay gasolina suficiente para el vehículo. Las enfermedades más comúnmente reportadas en orden de importancia son: Enfermedades Respiratorias Agudas (ERAS), Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) y picaduras de alacrán (González-Padrón 2019).

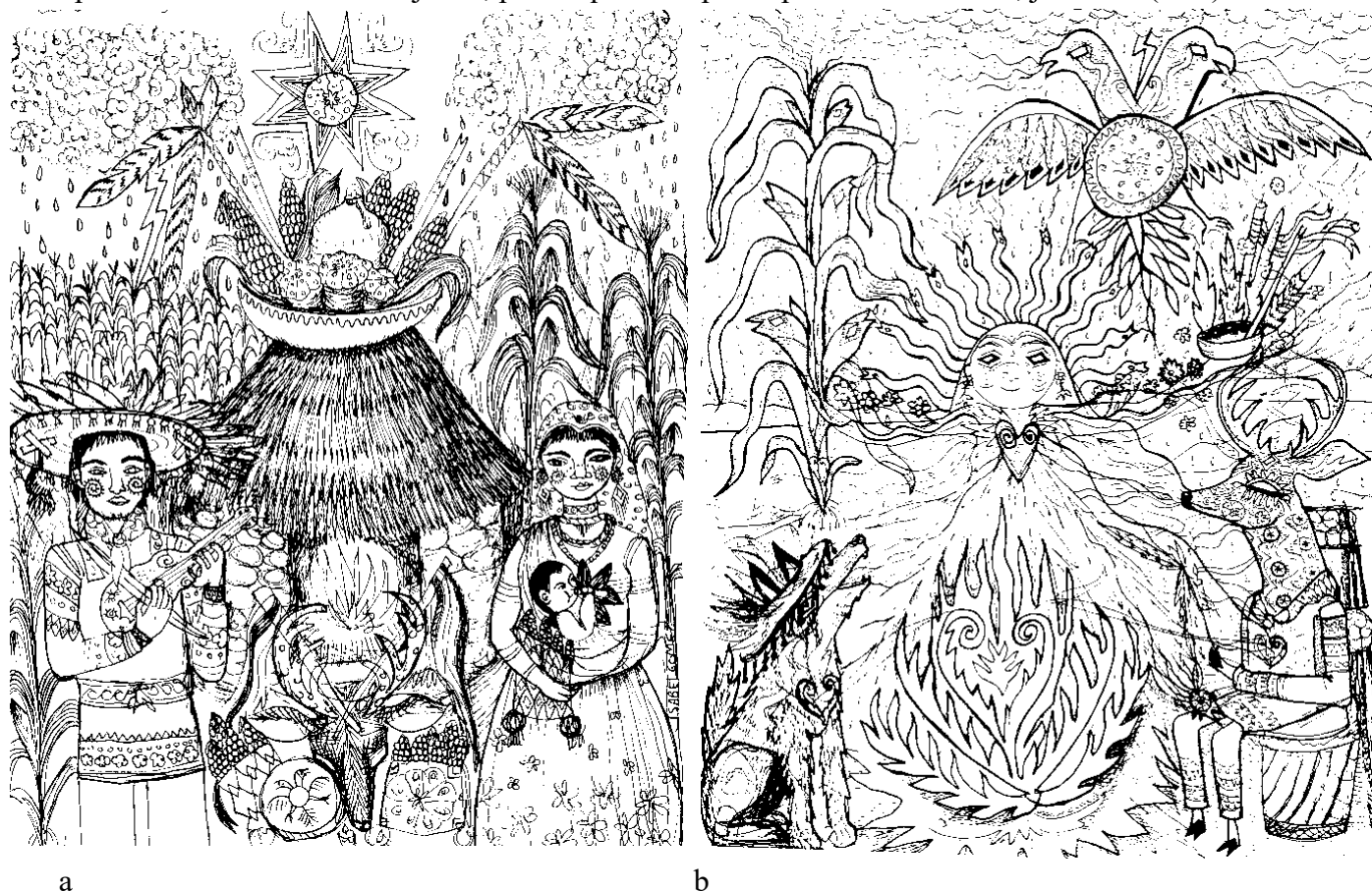
Dentro de las problemáticas más comunes e identificadas por la misma población está el acceso al agua limpia. La escasez de agua en los hogares de la Sierra Wixárika es extrema y las fuentes de abastecimiento naturales están bajo mucha presión debido al crecimiento de la población en toda la región y su concentración en poblados cada vez más grandes. El acarreo desde las fuentes de agua hasta las localidades es la principal forma de abastecimiento de agua en casi todos los hogares de la región y está a cargo principalmente de las mujeres, los niños y las niñas. La instalación de los SCALL ha sido una alternativa para mejorar el acceso al agua de calidad con impactos significativos en la mejora de la salud de la población (González-Padrón, Lerner, y Mazari-Hiriart, 2019).

## 2.2 *Los wixáritari y “el costumbre”*

De acuerdo con Torres García (2014), “el costumbre” se refiere a una expresión religiosa-cultural que incluye elementos propios ancestrales que permanecen y dan sentido a la vida cotidiana de las personas. Es expresado en rituales, creencias, comportamientos e influye en la organización social y política de las comunidades. En síntesis, “el costumbre” permite una comunicación constante con lo sagrado. En las comunidades wixaritari “el costumbre” está constituido por elementos tanto tangibles (.v. gr. el *coamil* (sistema tradicional de siembra) las ceremonias, el *tukipa* (centro ceremonial), los instrumentos musicales ceremoniales, textiles y vestimenta, ofrendas, jícaras, maíz, sacrificios, cacería de venado, culto al agua (Figura 2a); como intangibles (v.gr. la identidad, respeto a los antepasados, el conocimiento tradicional, el culto al maíz, la conexión con los sueños, el canto y poder sanador de los *mara’akate* (chamanes), la repetición de las historias a través de la tradición oral, la peregrinación solar —representación del camino conducida por los ancestros—, ayunos, vigilias que implican grandes esfuerzos y sacrificios para mantener y recrear su conexión con la naturaleza; Figura 2b). Sin embargo, como se puede observar, en ambas imágenes se incluyen aspectos tanto “tangibles” (materiales) como “intangibles” (valores, ideas), por lo que no existe una distinción clara entre estos elementos y la división realizada en este trabajo pretende sólo ejemplificar los elementos que se incluyen y poder ejemplificar de forma más específica en que aspectos de la vida se han generado cambios.

Dice un proverbio wixárika: “aunque hables wixárika, si no haces ceremonia, deberías abandonarlo todo” (Liffman, 2012), y es que las ceremonias que se realizan dentro de las comunidades wixaritari integran los elementos del día a día y la diferenciación entre los elementos tangibles e intangibles, como mencionamos anteriormente, no están delimitados. Otra forma de considerar “el costumbre” en las localidades de San Andrés Cohamiata es por medio de tomar en cuenta la cultura. Para las comunidades wixaritari el no cumplir con “el costumbre” tiene consecuencias en todos los aspectos de la vida; se puede asociar a distintos tipos de castigos que pueden ser de diferente índole, por ejemplo, enfermedades que afectan a los miembros de la familia, la llegada de plagas como gusanos a los cultivos o que no llueva suficiente en una temporada. Para cumplir con “el costumbre”, mujeres, hombres y niños deben realizar diferentes actividades durante el año, desde ayunos semanales (todos los viernes), hasta periodos de celibato para estar limpios en la peregrinación anual a sitios sagrados, o el sacrificio de animales domésticos en agradecimiento por alejar las enfermedades que les aquejan. La relación con “el costumbre”, como se menciona anteriormente es una relación que se mantiene tanto en el día día

como en el cumplimiento de cargos específicos dentro de un centro ceremonial (tukipa) y es representado a través de una jícara, por lo que a los participantes se les llama, jicareros (Ref.)



**Figura 2.** Se muestran a elementos tangibles (a) e intangibles (b) de “el costumbre”, elaborado por Isabel Gómez, 2020.

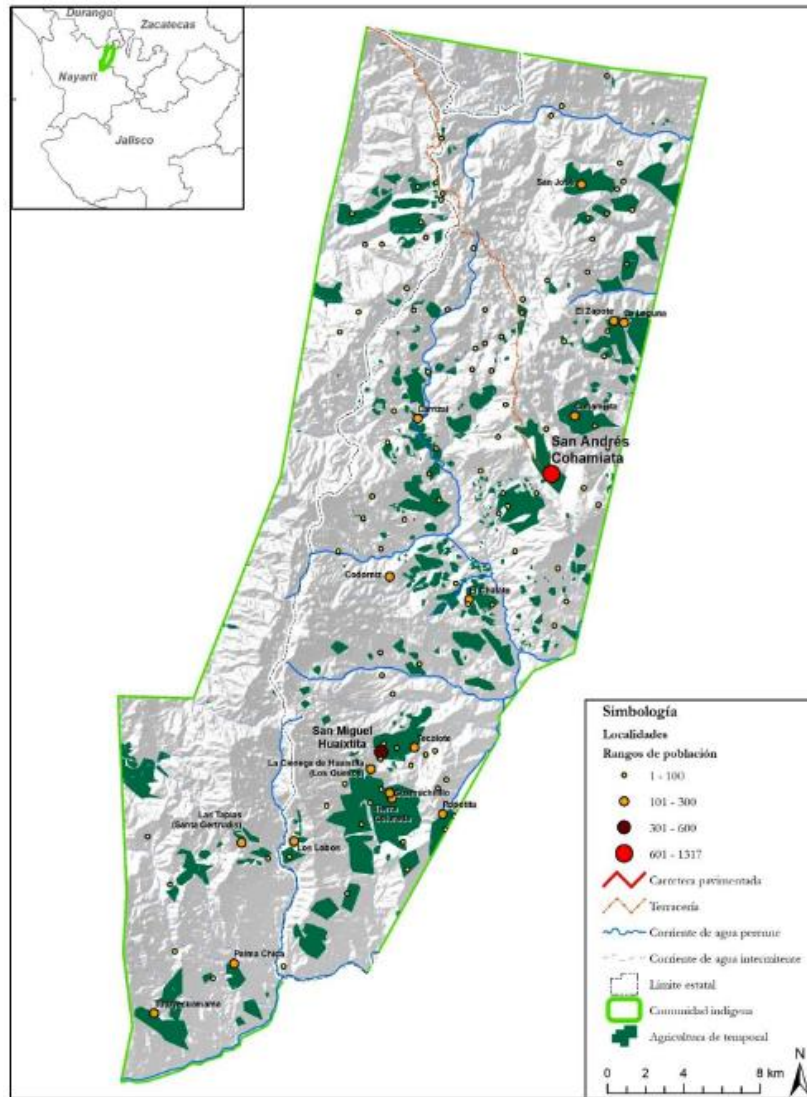
### 3. Materiales y métodos

#### *3.1 Caso de estudio: La Cebolleta y La Laguna*

El trabajo de campo se efectuó dentro la comunidad agraria de San Andrés Cohamiata, en dos de sus localidades: La Laguna y La Cebolleta. Ambas localidades donde se hizo esta investigación son similares en muchos aspectos, pero difieren en algunos muy relevantes como los años de existencia, el tamaño de la población, la distancia hacia el coamil y la presencia de centros ceremoniales. La Cebolleta es el primer poblado wixárika. Se ubica a la orilla del camino que conduce a San Andrés Cohamiata (desde Huejuquilla El Alto) y es de reciente constitución. Su

historia comienza a finales de la década de 1990 con la llegada de una familia para defender el lindero oficial y simultáneamente se dio la reunión de alrededor de 20 familias para solicitar la construcción de un aula de escuela primaria y no tener que trasladarse largas distancias desde la ranchería llamada La Tristeza, ubicada a dos horas caminando por barrancas escarpadas. Actualmente está integrada por 38 hogares y una población estimada de 177 personas. La Laguna, por su parte, se ubica de una a dos horas desde el camino principal que lleva a San Andrés Cohamiata y tiene alrededor de 60 años de haberse fundado. En su historia se encuentra una disputa por el territorio que data de 1965, cuando la Secretaría de la Reforma Agraria otorga el flanco oriental a la comunidad vecina de Santa Catarina, lo que provocó disputas violentas entre las dos comunidades (Liffman, 2011). Los datos demográficos de las comunidades difieren de los reportados por el INEGI. En el mapa oficial de la región, ambas comunidades están catalogadas en el rango de población de 1 a 100 habitantes (figura 3).

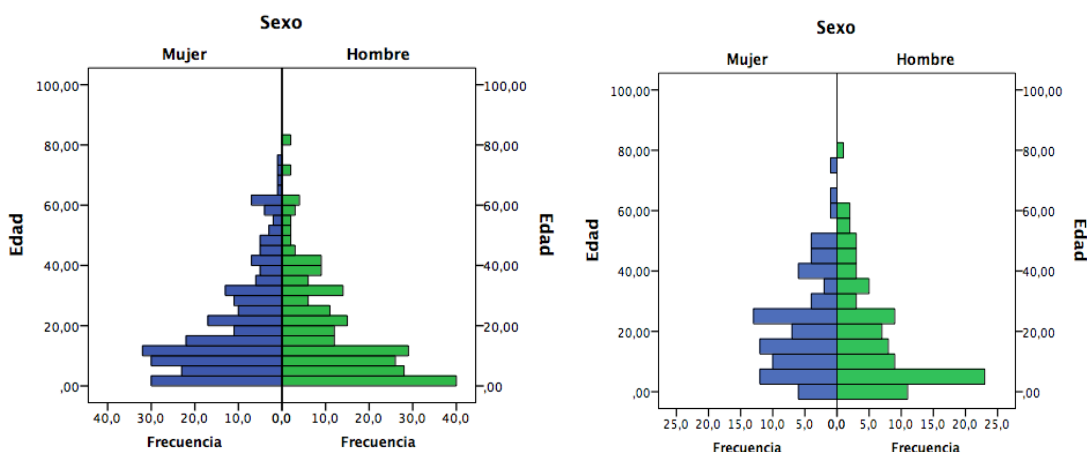




**Figura 3.** Polígono agrario de San Andrés Cohamiata y sus localidades, Municipio Mezquitic, Jalisco, México (Elaborado por Marco Hernández y diseñado por José Oyola 2019, basado en censo general de población 2010).

Sin embargo, a partir de la aplicación de un censo poblacional llevado a cabo por el proyecto Ha Ta Tukari, en el año 2015, se observó que la población de La Cebolleta era entonces de 177 personas y La Laguna de 555 personas (figura 4). La pirámide poblacional de ambas comunidades muestra una prevalencia de individuos jóvenes y una reducida esperanza de vida, que es el valor

de la esperanza de vida representa el conjunto de años vividos por todos los miembros de un grupo dividido entre el número de estos miembros. En las comunidades de estudio existen muy pocos individuos de edad mayor a 50 años se observa que existe mayor mortalidad de niñas que de niños en edades de 0 a 5 años. Para el año 2017, estos datos fueron actualizados sólo en la comunidad de La Laguna, debido a la colaboración del médico de dicha localidad, y se reportaron 711 personas, de las cuales 66.06 % de ellas eran niños y jóvenes entre 0 y 19 años de edad.



**Figura 4.** Pirámide poblacional por sexo de las comunidades La Laguna y La Cebolleta

Otra de las diferencias importantes entre estas localidades es la zona donde se lleva a cabo la siembra del coamil. La Cebolleta se asentó en la zona alta de la cuenca, con suelos muy pobres de tepetate y un clima frío. Sus coamiles se encuentran a más de una hora de camino por senderos empinados para llegar a las tierras bajas y planas de cultivo, mientras que las tierras para siembra están dentro de la misma localidad y cercanas a las casas de La Laguna. En ambos casos la agricultura es de temporal, es decir, la siembra del maíz ocurre sólo una vez al año, al inicio de la temporada de lluvias. Otra de las diferencias relevantes entre estas comunidades es la calidad del servicio de salud al que tienen acceso. La Cebolleta dispone de un cuarto donde se instala la clínica móvil de la Secretaría de Salud del Gobierno de Jalisco, aproximadamente cada mes, mientras que en La Laguna, desde finales de 2013 existe una pequeña clínica con la presencia de un médico y una enfermera durante 20 días al mes. Entre ambas comunidades existe también una diferencia importante en la relación con “el costumbre” asociada a su constitución;

mientras el poblado de La Cebolleta posee únicamente un centro ceremonial dentro de un patio familiar, en La Laguna existen varios centros ceremoniales tanto adoratorios familiares (xirikite) como centros ceremoniales (tukipa) a los que normalmente llaman *calihuey*, el término *calihuey* o *caligüey* (es una hispanización del náhuatl *huey calli*—“casa grande”). En ambas comunidades se realizan asambleas mensuales y cada tres meses se movilizan junto con las otras 21 localidades y sus rancherías para asistir a la asamblea general de la comunidad agraria de San Andrés Cohamiata.

### *3.2 Ha Ta Tukari y la situación de acceso al agua en La Cebolleta y La Laguna*

Ha Ta Tukari inicia en el año 2010 a partir de la petición de un miembro y líder de la comunidad de La Cebolleta quién manifestó explícitamente la problemática de escasez de agua que sufría su localidad y el nombre de este proyecto se le colocó ante el fuego en el primer viaje de diagnóstico por miembros de esta localidad. Este proyecto se encuentra integrado por diversas organizaciones de la sociedad civil: IRRI-México, la cual funge como plataforma administrativa; Proyecto ConcentrArte, responsable de las actividades de las líneas de trabajo en materia de educación para la salud y la sostenibilidad, soberanía alimentaria y empoderamiento comunitario; Isla Urbana, encargada de la línea de trabajo de adopción de ecotecnologías; LUUM, responsable de los proyectos productivos con artesanas y de las labores de empoderamiento comunitario; y La Ventana, organización de reciente fundación, emanada de Ha Ta Tukari, responsable de la evaluación del proyecto y propietaria intelectual de La Ventana Infinita: metodología de trabajo mediante el arte para la atención de niños y comunidades en desventaja social. A esta red se suman colaboradores independientes y organizaciones con actividades puntuales: donadores y voluntarios, así como las comunidades, sus líderes y las autoridades municipales y tradicionales, además de actores claves de las escuelas y clínicas locales. El objetivo de este proyecto es acompañar el proceso de transformación de las comunidades indígenas wixaritari en extrema marginación, por medio de crear, de manera integral y sinérgica, las condiciones adecuadas para su sostenibilidad social, ambiental, económica y cultural y responder a sus necesidades teniendo como punto de partida el acceso al agua en cantidad y calidad suficientes mediante los SCALL (LOBO, 2019).

El acceso al agua en las comunidades fue extremadamente precario hasta la implementación de los SCALL instalados en espacios comunitarios (escuelas, centros de salud y centros comunitarios). La adopción de SCALL se lleva a cabo mediante la implementación de un programa de educación para la salud culturalmente sensible. Este proyecto opera con diferentes fuentes de financiamiento que han permitido la instalación sin costo monetario a toda la población y han generado acuerdos de coparticipación comunitaria. En La Cebolleta, este proyecto comenzó en 2010, mientras que en La Laguna se instalaron los primeros SCALL (en principio únicamente comunitarios) en el año 2014. Para finales de 2017, se completó la instalación en todos los hogares en ambas comunidades (SCALL en 100% de los hogares) y, desde entonces, se siguen atendiendo las peticiones que surgen por la formación de nuevas familias. Hasta el momento hay un total aproximado de 180 SCALL en ambas comunidades.

### *3.3 Recopilación de datos*

En este estudio se emplearon métodos cualitativos y cuantitativos tanto a nivel de comunidad como de los hogares. Con estos datos buscamos generar una reflexión colectiva sobre los procesos de cambios ocurridos en las localidades de La Cebolleta y La Laguna en los últimos años, por lo cual se incluyó la realización de talleres participativos con mujeres. Los datos que se incluyen en esta sección provienen de dos talleres de mapeos participativos (uno en cada comunidad con un total de 30 mujeres), 24 entrevistas semiestructuradas en los hogares de la comunidad de La Laguna (23%) y 15 entrevistas semiestructuradas en hogares de La Cebolleta (39% de los hogares). La primera autora realizó estancias de campo de dos a tres semanas cada tres meses entre 2015 y 2018. En 2017 tuvo una estancia de campo más larga y permaneció en las comunidades durante los meses de junio, julio y agosto, lo que en la región abarca el final de la temporada de secas y el comienzo de la temporada de lluvias. Durante este periodo participó en diferentes ceremonias rituales incluida la peregrinación a lugares sagrados fuera de la sierra como invitada de las autoridades de la comunidad de La Laguna.

Durante el periodo de trabajo de campo se encontraban trabajando en la región una diversidad de actores mencionaremos algunos de los identificados por la autora: Organizaciones No Gubernamentales (ONG) o de la Sociedad Civil (OSC) que a través de recursos

principalmente privados trabajan informalmente junto con algunos miembros de las comunidades, instituciones de educación superior como por ejemplo la Universidad de Guadalajara (UDG), dentro de los actores gubernamentales se encuentran principalmente funcionarios que ejecutan proyectos de la anteriormente llamada Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), actualmente el Instituto Nacional de los pueblos Indígenas (INPI), funcionarios públicos del personal de salud perteneciente a la región sanitaria de Colotlan de la Secretaría de Salud (SS) y personal de instituciones de educación básica (maestros y maestras) de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

### 3.2.1 Análisis a nivel comunidad: Talleres de mapeo participativo con mujeres

En 2018, se efectuaron dos talleres de mapeo participativo con mujeres de ambas comunidades. Con ellos se pretendía conocer las percepciones de las mujeres sobre los cambios vividos en los últimos años. Se utilizaron diferentes materiales (colores, marcadores, plastilina) para la construcción de dos mapas de cada comunidad. La intención era que las participantes plasmaran en el mapa todos los elementos que consideraban debían estar representados en la actualidad y asignando a cada elemento distintos niveles de importancia. Se buscó también profundizar en las razones de esta asignación de valores, es decir, ¿Por qué los elementos que se colocaron en el mapa eran importantes para ellas?. Luego de concluir el primer mapa, se hicieron preguntas detonadoras de manera inclusiva como las siguientes: ¿cómo era su comunidad cuando ustedes eran pequeñas?, ¿qué hay ahora que no existía cuando eran niñas? y ¿qué elementos aparecieron a lo largo de su crecimiento? Se les pidió a las participantes que quitaran los elementos que no estaban cuando ellas eran niñas y que colocaran aquellos que si estaban. Esta estrategia permitió profundizar en las percepciones de los cambios ocurridos y generar una discusión en torno a los elementos mencionados, en ambas comunidades se generó una discusión con preguntas detonadoras sobre las razones por las cuales se habían dado esto cambios y cuales eran sus opiniones con respecto a estos (figura 5).

a.



b.



Figura 5. Mapeos participativos: a. Inclusión de elementos naturales y b. Elementos intangibles del “costumbre” y el mito de la creación.

### 3.2.2 Análisis a nivel hogar: entrevistas semiestructuradas

Durante los años 2017 y 2018 se hicieron entrevistas informales con miembros de las comunidades, autoridades representantes ante el municipio (comisariado), autoridades religiosas representantes del gobierno tradicional y miembros de la comunidad. A partir de estas entrevistas y de largos periodos de observación participante, se desarrolló un instrumento de entrevista semiestructurada para los hogares, tomando en cuenta la cultura y las barreras de idioma. La selección de los hogares se basó en varios criterios: ubicación y representatividad de la distribución de los hogares dentro de ambas comunidades con informantes bilingües en wixárika y español y consentimiento de las familias para responder la entrevista, realizada principalmente a mujeres. Debido a que la instalación de los SCALL en ambas comunidades se llevó a cabo paulatinamente, se tomaron en cuenta los hogares con SCALL de instalación reciente (18 hogares con menos de dos años) y aquellos con más tiempo de instalación (21 hogares con más de dos años).

La muestra final fue de 39 hogares. Se colectaron los datos demográficos: composición del hogar, edades y género de sus miembros y datos relacionados con el manejo del sistema de

captación de agua de lluvia: usos del agua en el hogar y variables de hábitos de higiene como periodicidad de baño, lavado de manos y disposición de la basura. Las entrevistas contenían preguntas cerradas que permitieran el análisis de la percepción de escasez del agua, su calidad y problemas de salud. En cada hogar se consideraron los siguientes datos: 1. Acción de acarreo de agua para el hogar; 2. Fuentes de agua usadas en lluvias y en secas; 3. Usos del agua del SCALL en el hogar; 4. Mantenimiento del SCALL; y 5. Calidad del agua de consumo.

#### 4. Resultados

Se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo, organizado en dos secciones: en la primera se consideran los resultados obtenidos a partir de los talleres comunitarios, para luego profundizar partiendo de los resultados generados con base en las entrevistas semi-estructuradas, orientadas a conocer los cambios generados a partir del uso de los SCALL.

##### *4.1 Cambios ocurridos a nivel comunidad: La Laguna y La Cebolleta*

Las intervenciones ocurridas en las comunidades generaron cambios en diferentes aspectos. A partir del análisis del texto transcrito, proveniente de los mapeos participativos, se pueden identificar los elementos considerados relevantes que han generado cambios a lo largo de los últimos 30 años. Estos cambios se relacionan directamente con intervenciones externas: elementos que han llegado a las comunidades a partir de las ideas de desarrollo y modernidad: la modernización de la agricultura mediante el uso de agroquímicos, la instalación y acceso a la electricidad, la construcción de escuelas, centros de salud y, más recientemente, la instalación de eco-tecnologías. Cada uno de estos elementos ha generado cambios en “el costumbre”.

##### 4.1.1 El agua

El elemento más mencionado por las participantes en los talleres en ambas comunidades fue el agua; se le identificó como elemento central para la vida, asociándolo con el crecimiento de la

milpa, la alimentación y el bienestar. En ambas comunidades, cuando se habló de cambios en torno al agua se hizo referencia principalmente a dos procesos: la mayor escasez del recurso en las fuentes naturales y los cambios ocurridos a partir de la instalación de los SCALL. Por un lado, las mujeres han observado cambios en los ciclos de lluvias que a su vez han generado modificaciones en los calendarios de siembra y han afectado la recarga de los manantiales. Aunque no fue mencionado de forma directa por las mujeres en estos talleres, se sabe de la gran relevancia del elemento agua y lo esencial en “hacer llover” dentro de la cosmovisión wixárika, Durante los talleres se representaron elementos intangibles como una barca y adentro se colocaron los cinco colores del maíz, un hombre y una perra que representa el mito de la creación y nubes y gotas de lluvia como elementos tangibles. Por otro lado, se reconocen los cambios ocurridos en las comunidades a partir del proyecto Ha Ta Tukari (Agua nuestra vida) y la instalación de los SCALL.

#### *Cambio en la disponibilidad y el acceso al agua de fuentes naturales*

Los cambios ocurridos en la disponibilidad natural de agua están asociados principalmente a un incremento poblacional y al desmonte por uso forestal. En ambas comunidades se mencionó el aumento en el número de casas y de personas en los últimos 20 años: “toda esta parte de acá eran puros árboles”, comenta una participante. Otra señala: “aquí todo era creo bosque nada más” y nota que “antes eran menos porque eran como cuatro familias nada más”. Debido a la presencia de mujeres de mayor edad que no hablaban español, pedimos a las mujeres más jóvenes traducir lo dicho en lengua wixárika. En una de las traducciones al español se comenta: “ella dice que cuando estaba niña, pues no había mucha gente, vivían pocas familias”. El aumento poblacional generó una mayor extracción de agua de las fuentes naturales, principalmente de los manantiales y, aunado a la deforestación, la presión sobre los manantiales aumentó significativamente. En ambas comunidades la caminata para ir por agua antes de la instalación de los SCALL debía hacerse a horas muy tempranas de la madrugada y se podían caminar distancias muy largas para conseguir agua limpia. “Pues eso lo traíamos nada más de los ojos de agua donde había”, se mencionó en el taller.



Fueron mencionados también los cambios en los patrones de precipitación, siendo esto uno de los mayores motivos de preocupación, particularmente entre las mujeres de mayor edad, pues las largas sequías afectan sus siembras y sus animales. Por ejemplo, se menciona que ahora “se seca el maíz; hay menos maíz y menos zacate” y “las vacas se enflacan”. Las sequías también generan grandes incendios forestales en la región y con esto se agrava la situación de escasez de agua de fuentes naturales.

#### *Cambio en acceso a partir de SCALL*

Durante los talleres se habló de cómo era la situación del acceso al agua antes de la introducción de los sistemas de captación (a los que se llama cisternas) en ambas comunidades. Una participante de la comunidad de La Cebolleta señaló: “No hay agua aquí, solamente hasta el Cerro del Niño”, a 2 km del poblado; otra participante mencionó las rutinas que tenían antes de la instalación de los SCALL para proveer de agua el hogar: “un garrafón, como de veinte litros en la mañana y en la tarde”. El agua que se obtiene en la actualidad de las cisternas es agua para beber y para otras actividades como lavar trastes, ropa, e incluso regar los huertos. Con la instalación de los SCALL se habla de una importante disminución de los tiempos de acarreo, actividad que antes tomaba entre 30 minutos y 2 horas diarias. Una participante mencionó en relación con la búsqueda de agua: “ahorita casi ya no, bueno como tenemos la cisterna”. Otra participante, con respecto al ahorro de tiempo y cómo se utiliza en otras actividades, dice que “una ya no se preocupa por ir por agua, de volada hace sus cosas y los niños en la escuela”; mientras que otra mencionó la necesidad de tener más agua para el riego de un huerto en el hogar. Entre las participantes, algunas tienen preferencia por el agua de los SCALL para beber, mientras que otras comentaron que les gusta más la del ojo de agua y, a pesar de tener el SCALL, invierten aún tiempo para ir por agua.

#### **4.2.2** El coamil y la modernización del campo

Algunas mujeres de mayor edad expresaron preocupación por el trabajo de la tierra y la siembra del coamil. Se mencionan tres factores que ocasionan cambios en la relación que tienen los jóvenes con la siembra de maíz: la migración para trabajar como jornaleros fuera de las comunidades, el uso de agroquímicos y la adquisición de un tractor de uso común en la comunidad de La Laguna. En varios momentos se habló de las nuevas generaciones y de cómo los jóvenes salen para trabajar en la venta de artesanías o en la pizca de jitomate y tabaco en Nayarit y Zacatecas. Una participante de la Laguna exclamó durante el taller: “¡estamos platicando de antes cuando sembraban mucho maíz, mucho maíz, lo vendían! Ahora ya no lo sembramos, ya estamos bajando de trabajar, ya nomás por allá a la ciudad, a la ciudad nomás. La migración cambia además la relación de los jóvenes con “el costumbre”. Otra participante menciona al respecto: “es que como antes nomás vivían aquí, no iban afuera y nomás pensaban en “el costumbre”. La migración de los jóvenes impacta negativamente en la disponibilidad de mano de obra para trabajar en el campo y se menciona que los niños ya no se involucran en el trabajo de siembra ni en su cultura por atender las tareas y horarios escolares: “ya no se llevan tanto los niños a trabajar por la escuela y ya tampoco hacen tanto el costumbre”. Una de las consecuencias que ocurre en los hogares cuando termina su cosecha propia de maíz es que tienen que completar su alimentación con productos comerciales procesados como *maseca* (harina de maíz comercial) para elaborar tortillas y esto implica que los wixaritari están cada vez más inmersos en mercados laborales que les generen recursos monetarios para el *'aixi pïreu'erie* (estar bien o bienestar).

Las mujeres también mencionaron a el uso de agroquímicos. Los llaman “el líquido o lo que quema la hierba”. Si bien se reconoce a esta práctica como benéfica porque incrementa el volumen de la producción y los tiempos de cultivo, se percibe también como consecuencia la disminución del trabajo a mano y se asocia a la pereza de las nuevas generaciones para trabajar la tierra. Una participante mencionó: “Ajá, pues no más usan de eso, antes lo limpiaban con la mano”. En referencia a la presencia de un tractor que se utiliza para la preparación de la tierra y que ayuda en la siembra del maíz en la comunidad de La Laguna, otra participante mencionó: “antes sembraban nada más en las barrancas con el palo y ahora como la tecnología con el tractor nomás remueven la tierra y luego siembran”.

### 4.2.3 La escuela y la educación formal

La escuela es uno de los factores a los que en ambas comunidades se concede valor; se reconocen los beneficios para los niños al aprender a hablar español y las mayores oportunidades que esto puede brindar: “es bueno porque pues luego aprenden muchas cosas, a veces algunos ya se superan y llegan más arriba y consiguen trabajo y eso”. La otra razón por la que se considera benéfico se asocia a mantener más contacto entre los niños además del contacto con los *teiwarixi* (sg. *teiwari*: “vecino”, no *wixarika*, mestizo) y el idioma español, “porque cuando no había escuela no sabían hablar, no sabían escribir ni nada”. Sin embargo, se menciona que a partir de la asistencia de los niños a la escuela han ocurrido cambios que se perciben de forma negativa. Por ejemplo, ha disminuido el tiempo que los niños pueden dedicar al trabajo en el campo y a conocer sobre “el costumbre”: “pues porque en ese tiempo no había escuelas ni nada, por eso a los niños sólo les inculcaba “el costumbre”. Pues ahora como ya hay más escuelas, pues nomás los niños que no están en sus casas, nomás pura educación”. Se mencionó también que una vez que se asiste a la escuela y se sale de la comunidad buscando dar continuidad a sus estudios, muchos ya no regresan. Una de las participantes de mayor edad comenta (en *wixarika* mientras otra traduce al español):

pues ella dice que desde niña vive aquí, dice que antes no había como escuela. Después llegó la escuela y todo lo que tuvo los niños, tuvo 12. Y los metió en la escuela y cuando salieron de la escuela ya cada quien, como aprendieron el español, cada quien ya elige sus ideas. Fueron en algunas partes, ya no viven aquí. Ya no se acuerdan del “costumbre” ya nomás andan por ahí en Nayarit<sup>5</sup>, en algunas partes. Pues ella nomás está sola, cuidando lo que le dejaron.

### 4.2.4 La luz y el servicio eléctrico

---

<sup>5</sup> Estado vecino de Jalisco donde se desempeñan actividades de jornaleo en cultivos de tabaco y jitomate.

La introducción de la electricidad se mencionó en ambas comunidades como uno de los cambios más recientes, pues tuvo lugar a partir de la conexión del tendido eléctrico en 2014. Actualmente se alargan las jornadas de trabajo en la elaboración de artesanía debido a que se han agregado algunas horas de la noche. En La Laguna, una de las señoras mencionó: "está bien, se puede bordar más". Por otro lado, en La Cebolleta, la percepción está relacionada con aspectos negativos y se hace referencia a los cambios acontecidos en los niños y adolescentes y su relación con "el costumbre": "pues yo creo que también la luz que ha traído, no tenía. Pero ahora como ya llegó la electricidad hasta acá, ya algunos, como dicen, ya se está perdiendo". Se habla así sobre el impacto que tiene la electricidad en el núcleo familiar. Varias mujeres han notado que se ha perdido la conversación con los niños y jóvenes por el mayor uso de teléfonos celulares y televisión. Una de las participantes señala a su hija: como ésta, que se la pasa viendo todo el día la televisión".

#### **4.2.5 La clínica y los servicios de salud**

En general existe una percepción positiva por parte de las personas de la comunidad acerca de los consultorios y la atención médica. En La Laguna, donde existe un consultorio médico, se mencionó la clínica y se destacó su importancia en la atención de distintas necesidades, aunque se mencionó también que no todas las personas la usan y que el médico no siempre está. Un participante notó que "casi no usan la clínica, sólo para lo más grave". A la vez, se reconoce la aparición de los servicios de salud en los últimos años como algo que ayuda y que disminuye la mortalidad infantil, particularmente la llegada de las vacunas y los medicamentos para la atención de picaduras de alacrán, muy comunes en toda la región; unas participantes notaron que "con la vacuna sí ayudan o alacranes" "Si alguien le pica un alacrán", "para que nos cure".

La medicina tradicional implementada por los *mara'akate* (chamanes y líderes religiosos dentro del costumbre) mantiene suma importancia; una de las mujeres contó que a su hija le tocó ser *jicarera* (cargo religioso dentro del *tukipa*) y, al preguntarle el porqué, ésta expresó: "fue por una enfermedad, se puso mala, con un dolor en la panza y cuatro días que no se podía mover; una *mara'akame* la curó y le dijo que tenía que ser jicarera y cumplir". Por eso le tocó el cargo de jicarera, lo que implica mucho esfuerzo físico y económico para ella y toda la familia. Todo esto

lo decía con lágrimas en los ojos y se enjugaba con parte de su vestimenta tradicional (*xikuri*). Su hija tenía 13 años y los cargos pueden durar hasta cinco años.

Si bien este trabajo no tenía como objetivo entender la relación que se mantiene con los prestadores del servicio de salud, la percepción de la ayuda que brinda a la comunidad y su como se combinan con sus prescripciones culturales, durante la conversación con las mujeres existía una clara concepción de la importancia del servicio pero la conciencia de lo mal prestado que se encuentra este servicio en la región. La poca presencia de los médicos, la falta de atención y de medicamentos para atender las enfermedades que se presentan.

#### *4.3 Consecuencias de “no cumplir” efectos negativos sobre “el costumbre”*

El término “el costumbre” objetiva la cultura tradicional y hace referencia a una etiqueta que quizá antes no se requería para nombrar obligaciones que llevan a cabo por todos y todas en una familia dedicada a la cultura wixárika. Es de suma importancia de llevar a cabo labores como llevar ofrendas a diferentes lugares sagrados, sacrificio de animales de compañía en diferentes épocas del año, la peregrinación anual a diferentes partes del territorio tradicional, y el ejercicio de cargos dentro de cada centro ceremonial (*tukipa*) y en algunas ocasiones se le menciona como “el trabajo” de los wixaritari. Si bien en estos talleres no se profundizó en la conversación con las participantes sobre sus diferentes roles dentro de la cultura y obligaciones tradicionales, fue mencionado en varias ocasiones el problema que genera en sus vidas y en la de sus familias el no cumplir. No cumplir con “el costumbre” en estas comunidades se asocia a diferentes tipos de castigos, como enfermedades en los niños o la llegada de plagas como gusanos y algunas veces chapulines. Uno de estos eventos ocurridos en el 2017, durante el trabajo de campo, fue la infestación de gusanos en los cultivos de maíz que se comieron todas las plantas, por lo que varias familias se tuvieron que ir a otro estado a trabajar como jornaleros. El gusano que atacó los cultivos de diferentes familias no se puede matar porque se piensa que regresa el mal a la persona que lo destruye. La forma de enfrentar este tipo de plagas es “darle de comer” a través de sacrificios de borregos, becerros o vacas en el coamil. Otro de los eventos desafortunados en ese

periodo asociado con “no cumplir” fue la muerte de un niño de dos años en La Cebolleta y, debido a la ausencia de un médico en la comunidad, no se diagnosticó la causa de la muerte.

#### *4.2 Cambios ocurridos en torno al abastecimiento y manejo de agua en La Laguna y La Cebolleta.*

Actualmente, en todos los hogares de las dos comunidades, los SCALL son la principal fuente de abastecimiento de agua durante el año. El agua almacenada en las cisternas dura entre 8 y 10 meses, dependiendo del inicio de la temporada de lluvias y el final de la de secas, así como del uso. Los hogares que no tienen un SCALL son aquellos que se han conformado recientemente, pero usualmente están cerca de un familiar con SCALL que le concede el acceso al agua.

En ambas comunidades, el manejo de agua en los hogares ha cambiado en los últimos años a causa de la instalación de los SCALL. No obstante, las entrevistas revelaron que, a pesar de contar con SCALL y de usarlos como su principal fuente de abastecimiento durante el año, los hogares siguen recurriendo a otras fuentes de abastecimiento tales como ojos de agua y arroyos; esto sucede aún más en la temporada de secas (González-Padrón, Lerner, & Mazari-Hiriart, 2019). El uso de las diversas fuentes cambia a lo largo del año; durante la temporada de lluvias, las familias almacenan el agua captada en las cisternas y su uso es menos restringido, pues puede usarse para su consumo directo y para el lavado de trastes y ropa y para el riego. Sin embargo, la situación del abasto de agua se vuelve crítica durante la temporada de secas, incluso al contar con SCALL, los pobladores entrevistados reportaron que las cisternas están prácticamente vacías en el mes de mayo. Cuando las cisternas están por vaciarse, el agua restante se usa exclusivamente para beber y debe recurrirse a otras fuentes para obtener el agua destinada a otros usos. En la Cebolleta, las pocas familias con más recursos tienen vehículo o algún familiar con vehículo (generalmente una camioneta); los que no tienen vehículos pagan por el servicio de acarreo, cuyo costo depende de la distancia de la fuente, la cantidad de agua y la relación de parentesco y varía entre 100 y 500 pesos. Otros realizan el acarreo caminando y en algunas ocasiones se ayudan con burros o con carretillas. El agua de los ojos de agua se mantiene durante todo el año, pero disminuye su cantidad en la temporada de secas.

**Cuadro 1.** Prácticas de acarreo y fuentes de agua en diferentes estaciones, dentro de hogares con SCALL con más y menos de dos años.

	<b>Hogares con más de dos años con SCALL</b>	<b>Hogares con menos de dos años con SCALL</b>
Acarreo de otras fuentes durante lluvias	23% acarrean agua de otras fuentes	66% acarrea agua de otras fuentes
Acarreo de otras fuentes en temporada de secas	66% acarrean agua de otras fuentes <b>22.2% una mujer</b> <b>11.1% una mujer y niños</b>	83% s acarrea agua de otras fuentes <b>45.45% una mujer</b> <b>36.36% una mujer y niños</b>
Responsables del acarreo de agua	11.11% hombre y mujer 16.6% un hombre 11.11% todos 27.77% otro	0% hombre y mujer 18.18% un hombre 0% todos 0% otro
Fuentes de agua en lluvias (SCALL – otra fuente)	17.12% hogares que usan otra fuente 53.85% hogares que usan SCALL 38.46% hogares que usan otra fuente	18.42% hogares que usan otra fuente 41.03% hogares que usan SCALL
Fuentes de agua en secas (SCALL – otra fuente)	53.85% personas que usan SCALL	43.59% hogares que usan otra fuente 25.64% hogares que usan SCALL

Las familias que llevan más de dos años con el SCALL han aprendido a manejar el recurso pudiendo extender su uso en el periodo de secas, mientras que las familias con menos de dos años con él agotan el agua más rápido, por lo que se usa menos agua del SCALL en las secas y aumenta el acarreo de otras fuentes. El manejo del agua en el hogar mejora a lo largo del tiempo, con efectos en la calidad del agua de consumo; por ejemplo, las familias con más tiempo de uso de los SCALL(más de dos años), limpian anualmente su cisterna, mientras que las familias con menos de dos años de uso reportan que no pudieron hacer la limpieza del SCALL por no querer tirar el agua que quedaba en él cuando comenzaron las lluvias. Este tipo de mejoras de manejo surgen independientemente de la percepción acerca de las causas de enfermedades relacionadas principalmente con el clima y la cosmovisión y no con el acceso al agua de calidad, como describe a mayor profundidad en González-Padrón *et al.*, 2019. Es importante mencionar que durante los años de instalación de las ecotecnologías, ha existido un acompañamiento continuo por parte de las organizaciones de la sociedad civil dentro del proyecto Ha Ta Tukari a través de la línea de trabajo de educación para la salud y la sostenibilidad que ha llevado actividades para conversar

con diferentes grupos dentro de las comunidades, particularmente con niños, sobre temas de higiene y saneamiento. Las actividades que se han realizado durante estos años tienen un enfoque sensible a la cultura y se pretende.

En este artículo se buscó entender los cambios ocurridos en los roles de género dentro del hogar y pudimos ver un aumento de la participación del hombre en los porcentajes de tiempo de acarreo. Sin embargo, no se logró profundizar en el entendimiento de los cambios que ocurren en el hogar en temas de género, pero reconocemos la importancia de fortalecer la investigación con herramientas que permitan dilucidar los procesos que ayudan a avanzar hacia la superación de las inequidades de género y reconociendo su relación directa con la construcción de escenarios de mayor sostenibilidad en comunidades indígenas.

#### 4. Discusión

La visión tras la propuesta de desarrollo sostenible se enfoca en la búsqueda de estrategias que permitan mejorar la salud y la educación, reduzcan la pobreza y la desigualdad, estimulen el crecimiento económico con base en la sustentabilidad ambiental, la gobernanza y el multilateralismo. El concepto de desarrollo que se busca apoyar en estas comunidades es la expansión de las capacidades como el punto de inicio del desarrollo humano, cuya propuesta es mejorar la vida de las personas mediante el fortalecer las capacidades de lo que una persona puede ser y hacer. Esta expansión se enfoca en estar sanos y bien nutridos, contar con conocimientos y participar en la vida de la comunidad (Fukuda-Parr, 2003). Sin embargo, estas condiciones son ajenas a la experiencia de millones de latinoamericanos. En el caso de México, la implementación de proyectos de supuesto desarrollo implementados en muchos casos por organismos o instituciones gubernamentales y en algunos otros casos por grupos filantrópicos o de la sociedad civil que se reduce a ejercer recursos sin tomar en cuenta la participación, agencia, características, contexto y cultura de las comunidades donde éstos se ejercen. A partir de esta investigación se pretende generar un proceso reflexivo que permita ayudarnos a entender y visualizar algunas tensiones y beneficios que ocurren a partir de las intervenciones, tanto gubernamentales como de las organizaciones de la sociedad civil en las comunidades wixaritari y que derivan de la implementación de distintos temas de política pública que en el discurso oficial



se asocian al desarrollo, como el acceso a educación de calidad, a la salud y bienestar y al agua, saneamiento y energía asequible y no contaminante, entre otros (figura 6).

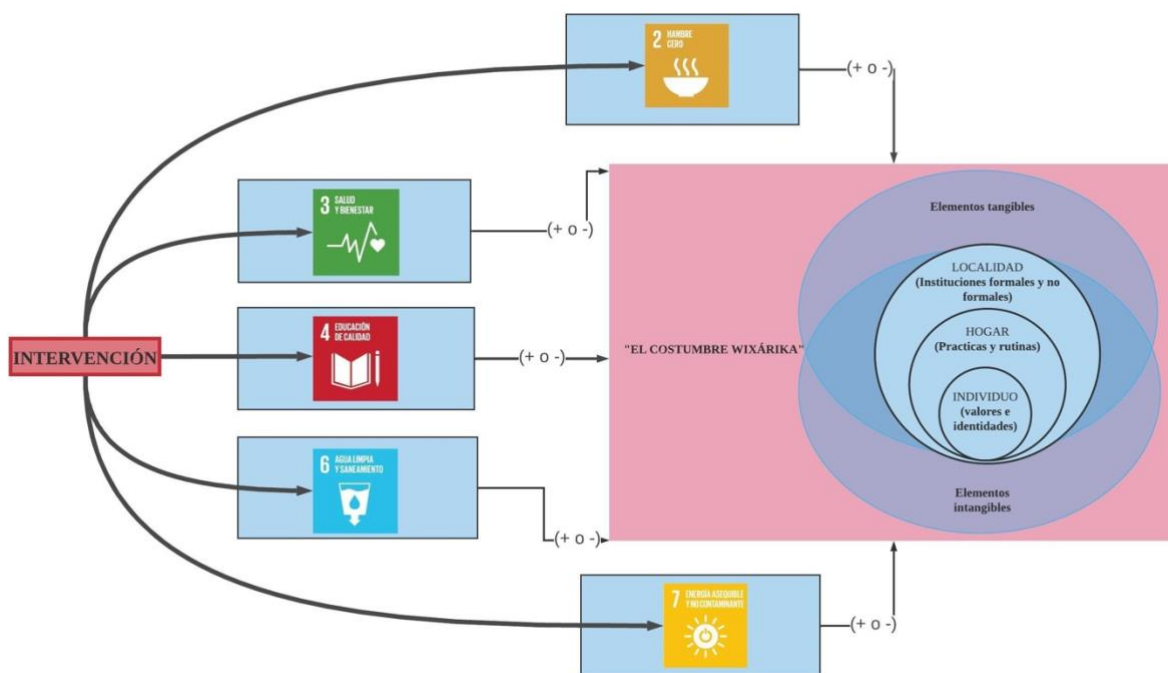


Figura 6. Intervenciones derivadas del cumplimiento de los ODS 2, 3, 4, 6 y 7. Efectos sobre “el costumbre” y sus elementos tangibles e intangibles.

#### 4.1 Implicaciones de la modernidad y del cumplimiento de algunos ODS en comunidades indígenas en México

Actualmente se reconoce que los ODS propuestos por la ONU se esfuerzan en recuperar experiencias fallidas y buscan superarlas; sin embargo, para alcanzar estas nuevas metas en diferentes contextos, resulta imprescindible la incorporación de las visiones y la participación de los sujetos a quienes se dirigen las intervenciones. Los ODS que resultan relevantes en este documento son identificados a partir de los talleres elaborados con las mujeres de estas comunidades indígenas y la implementación de proyectos que atienden las necesidades descritas

de la población, pero en su mayoría sin la incorporación de las visiones y la consideración de su cultura. En las conversaciones con las mujeres de las dos comunidades se expresaron cambios profundos, generados a partir de intervenciones externas. En ambas comunidades se hicieron comentarios que evocaban los deseos y aspiraciones de mayores oportunidades que coinciden con una política nacional e internacional de “desarrollo”. Sin embargo, la viabilidad de estos deseos y aspiraciones constituyen un dilema social en el cual se reconoce, en algunos casos de forma más evidente, la incompatibilidad entre el paradigma actual de desarrollo y modernidad, que se impone por medio de los programas de gobierno, y los principios y valores propios de las comunidades.

Por ejemplo, el ODS 4, respecto a una educación de calidad, pretende asegurar que todas las niñas y todos los niños tengan acceso a servicios de atención y desarrollo en la primera infancia y educación preescolar de calidad, terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa y de calidad y produzcan resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos; y asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria. En estas comunidades se puede observar la diferencia de opiniones con respecto a la escuela, es decir, el acceso a la educación formal, pues asistir a las aulas puede otorgar a las futuras generaciones mayores oportunidades de acceder al mundo externo, por un lado y, por el otro, representa una brecha que se hace cada vez más amplia entre las generaciones adultas donde los niños y jóvenes están cada vez más distanciados de la visión del mundo y los conocimientos ancestrales de sus comunidades. A partir de su asistencia a la escuela, niñas y niños wixaritari adquieren acceso a una segunda lengua, el español, y dedican parte importante del día y del año a adquirir una “educación”, lo que a su vez reduce las horas que pueden dedicar al apoyo en la siembra, la participación en rituales y la elaboración de artesanía, que son las principales actividades del modo de vida de la región. Aquí radica la importancia de incrementar el esfuerzo para atender la necesidad de una educación de calidad, por medio de ajustar los contenidos y las formas de manera que los programas sean culturalmente apropiados y sensibles.

Otro ejemplo de esta incompatibilidad se presenta en relación con el ODS 2, también llamado “hambre cero”. En sus metas menciona la intención de poner fin al hambre y asegurar el

acceso de todas las personas, en particular aquellas que viven pobreza y se encuentran en una situación vulnerable, a una alimentación sana, nutritiva y eficiente durante todo el año, así como poner fin a la malnutrición, duplicar la productividad agrícola y asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimento. Las políticas para lograr este ODS no incluyen las visiones y participación de los sujetos por lo que la situación de las comunidades wixaritari en México se encuentra muy lejos de alcanzar estas metas. Las tensiones entre el desarrollo y las costumbres de las comunidades tiene lugar con la llegada de paquetes tecnológicos agroindustriales que responden poco a las necesidades y condiciones locales y generan un deterioro ambiental en aras de hacer más “eficiente” la agricultura local; en cambio, se percibe y se reclama una pérdida en la relación con la tierra y la importancia del esfuerzo empleado a lo largo del ciclo agrícola. El uso de agroquímicos como los herbicidas, ha sustituido prácticas comunitarias como el desmontado del coamil que realizaban todos los miembros de las familias en los meses de julio y agosto y elimina de la milpa los productos semi-cultivados como son los quelites, importantes fuentes nutricionales. Si bien los sistemas de conocimiento tradicional no son estáticos, sino que cambian y se adaptan constantemente a nuevas necesidades y condiciones, muchos de los cambios que se generan a partir de estas intervenciones externas hacen que se cuestione la incorporación de elementos y si éstos pueden ser adoptados a largo plazo sin mayores consecuencias en las comunidades.

Por último, el ODS 6, sobre Agua y saneamiento consiste en lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos, así como apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento. En las comunidades estudiadas, la instalación de los SCALL en coparticipación con los pobladores genera alrededor de 25 mil litros de agua al año por hogar, lo cual incrementa el consumo diario de agua para beber por persona y tiene como consecuencia que niños, niñas y mujeres disminuyan el tiempo destinado para el acarreo de agua desde las fuentes naturales. La percepción de las mujeres se relaciona con la disminución del esfuerzo para el acarreo y mejor uso de su tiempo. Cabe destacar que el SCALL es la única nueva tecnología que no se asocia con efectos negativos respecto al *yeiyari* o más comúnmente llamado “el costumbre”. A partir de la

implementación de los SCALL, pobladores y autoridades de comunidades aledañas han solicitado formal e informalmente el apoyo del proyecto Ha Ta Tukari y su red de organizaciones de la sociedad civil para llevar a cabo proyectos de cosecha de agua de lluvia, pues las comunidades reconocen los beneficios del acceso al agua en cantidad suficiente y de mejor calidad en sus hogares y ven la captación de lluvia como una alternativa que responde a las necesidades de agua en la región.

Existen diferencias en las percepciones sobre el cambio entre una comunidad y la otra; por ejemplo, en La Cebolleta, muchos de los cambios que han ocurrido en los últimos años son considerados benéficos y se asocian con el incremento de oportunidades para alcanzar mejores condiciones económicas. En La Laguna existe una mayor preocupación sobre las consecuencias que puede tener para las generaciones futuras el “no cumplir con el costumbre”. El estrés en estas comunidades se incrementa a partir de procesos derivados del cambio climático global, que han generado cambios en los patrones de precipitación, al punto de vivir años de largas sequías, seguidos por otros donde los cultivos son atacados por plagas; estos cambios son atribuidos al incumplimiento de rituales, de sacrificios de animales y de la entrega de ofrendas en los lugares sagrados de todo su territorio. Valdría la pena profundizar aún más en el entendimiento de los efectos directos que tiene el cambio climático sobre el bienestar de comunidades con estas características.

#### *4.2 Alternativa para la vida sostenible en la Sierra Wixárika, más allá de las políticas de desarrollo.*

La experiencia con distintos tipos de intervenciones externas en las comunidades wixaritari de los últimos años expresa la necesidad de participación de los distintos miembros de las comunidades indígenas en el diseño, operación y gestión de los proyectos, incluyendo la posibilidad de rechazarlos. Para ejemplificar este argumento y basado en la observación de la primera autora, mencionaremos la instalación de cientos de baños de agua, llamados “baños dignos”, y fue una obra millonaria de infraestructura pública implementada en localidades de la sierra wixárika que atendía a la necesidad del municipio abordar el tema del saneamiento sin

tomar en cuenta la opinión de los pobladores, sin ningún entendimiento de como se relacionan los sunetos con el tema del saneamiento e incluso con los más básico, la disponibilidad del recurso agua en estas localidades para el uso de esta infraestructura. En este artículo argumentamos que en la implementación de las intervenciones debe partirse del reconocimiento del derecho de los pueblos indígenas a la autodeterminación, tal como lo establece el artículo 3 de la Constitución Política del país, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo y la Declaración de Derechos Indígenas de la ONU, de los que México es signatario. Esta orientación no implica asumir la complejidad de erradicar las condiciones de pobreza extrema en que vive gran parte de los indígenas del país, especialmente los wixaritari, sino reconocer su derecho a ser sujetos de sus procesos de cambio económico, social e incluso cultural. Conlleva también asumir el diálogo de saberes y visiones del mundo desde perspectivas de descolonización y repensar la visión extractivista imperante desde hace más de cinco siglos en México y América Latina, sobre las regiones indígenas como proveedoras de recursos naturales y mano de obra de bajo costo (Ospina, et al. 2015). Otro aspecto que consideramos importante para futuras investigaciones es profundizar en el entendimiento de los que *ellos* entienden por “pobreza” y determinar que les hace falta para satisfacer sus necesidades.

A partir de este trabajo surgen nuevas preguntas: ¿cuál es el camino para el bienestar?, ¿cómo adecuar agendas internacionales como los ODS 2030, de manera que incluyan de forma consciente y sensible a las sociedades que por largo tiempo han tenido devenires propios y se han articulado a las sociedades hegemónicas en condiciones de marcada subordinación? Si bien las respuestas a estas preguntas requieren largos procesos de investigación acción y construcción social que van más allá del ámbito de este trabajo, es importante considerar el valor de la información en estos contextos. Y por el valor de la información, nos referimos a todo el proceso, desde el co-diseño, la co-participación y el uso de dicha información para la toma de decisiones informadas. Es imperativo “asegurar que los individuos tengan acceso a la información completa de todas las acciones potenciales y los resultados que éstas pueden generar y que consideren la información disponible al tomar decisiones” (Trabajar juntos, p. 401). La introducción de los SCALL promovió procesos de aprendizaje y apropiación de una nueva ecotecnología; el aprendizaje en torno al manejo y uso del agua representa una situación

relativamente simple, sin mayores cambios estructurales; sin embargo, la implementación de esta ecotecnología llevada a cabo a través de la coparticipación e inclusión de metodologías sensibles a la cultura, permite que los miembros de la comunidad tengan acceso a toda la información del proyecto, sus beneficios y requerimientos de ambas partes para un adecuado funcionamiento, lo que generó resultados concretos de mayor acceso al agua en cantidad y calidad suficientes para su uso dentro del hogar y facilitó de forma directa sus modos de vida y bienestar.

#### *4.3 Aspecto relevante de salud relacionado con COVID-19 en la Sierra Wixárika*

Durante el proceso de escribir esta discusión transcurren los primeros meses de la emergencia del virus COVID-19, trayendo cambios sin precedentes en la población mundial y cuyas consecuencias marcarán nuestra historia contemporánea. En un análisis realizado por el CONEVAL enfocado a la política social en el contexto del SARS-CoV-2 (COVID-19) en México se menciona que en 179 municipios del país más de 30 por ciento de la población no tiene acceso al agua y la mayoría de estos municipios son indígenas. Los habitantes de estos municipios pueden ver agravada su situación de vulnerabilidad puesto que, al tener un porcentaje importante de personas sin acceso al agua, la implementación de medidas sanitarias básicas como el lavado de manos y cara, o la limpieza profunda de los lugares de tránsito y actividad se ve comprometida. Por otro lado, la población en condiciones de pobreza es la más vulnerable frente a choques adversos a la actividad económica general (CONEVAL 2020).

Para cerrar este artículo, es imposible no comentar brevemente la situación que viven las comunidades wixaritari a raíz de la actual contingencia sanitaria, con fuertes consecuencias en los modos de vida y subsistencia de estas comunidades. A partir de la continua comunicación con autoridades locales y miembros de las comunidades sabemos que, actualmente hay pocos casos diagnosticados dentro de la región, pero si hay una pérdida significativa de ingresos causada por no poder salir a vender artesanías o trabajar como jornaleros, sumado al temor de no contar con infraestructura y equipo médico que pueda atender una crisis de salud de este nivel en la Sierra Wixárika.

Una de las principales medidas tomadas por los miembros de las comunidades ante la posibilidad del ataque de una enfermedad es la de sacrificar animales para devolverle a la tierra, a la naturaleza, lo que está dando. El sacrificio representa la forma de cuidar y venerar a sus antepasados e implica un gran esfuerzo por el gasto económico en el que participan todos los miembros de la comunidad. En “el costumbre” wixárika, esta relación de reciprocidad con la naturaleza les otorga protección y estabilidad y “bienestar”—*'aixi pireu'erie*. Un mensaje enviado por un miembro de la comunidad de La Cebolleta menciona: “los marakates ya controlaron la enfermedad en la sierra y todos están bien, arrasó en Europa porque allá no se cuidan ni veneran la tierra ni la lluvia. ¡Recen mucho para estar bien y díganle a los dioses que traerán ofrendas cuando vengan a la Sierra!”

En este momento de crisis sanitaria, el acceso al agua es fundamental y la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia en centros de salud, escuelas y hogares resulta más urgente que nunca. Atender la necesidad de agua para algo tan simple como un correcto lavado de manos, junto con el seguimiento de las recomendaciones propuestas por los organismos de salud, ayudarán a disminuir el riesgo que viven estas comunidades ante la amenaza de una enfermedad como el COVID-19.

La percepción de miembros de la comunidad ante lo que llaman “la enfermedad” refuerza la información descrita en este artículo y proporciona evidencia empírica de la diversidad de visiones sobre los procesos de salud-enfermedad y el tipo de vida deseable en diferentes contextos y para distintos grupos ¿De qué forma podemos reconciliar el conocimiento tradicional con la avasallante “modernidad”? ¿De que forma se pueden integrar o articular el conocimiento tradicional con otros conocimientos que parten de experiencias diferentes y comparten saberes para crear mejores condiciones para una buena vida? ¿De qué forma se pueden crear espacios que revaloricen el conocimiento tradicional ancestral y a la vez integrar prácticas que ayuden a la mejora de la calidad de vida de los individuos en estas comunidades? Otro elemento importante de mencionar y que valdría la pena entender sería ¿De que forma se podrían abrir espacios para que la comunidad negocie soluciones cuando el conocimiento tradicional se vuelve arma de opresión contra mujeres y minorías?

## 5. Conclusión

En la Sierra Wixárika las intervenciones gubernamentales y no gubernamentales impulsan transformaciones en las formas de hacer, sentir y pensar su mundo, elevando el ideal de avanzar en la modernización de los pueblos y comunidades indígenas. La forma en la que se efectúan estas intervenciones puede afectar de manera significativa su relación con “el costumbre” wixárika. La pérdida del “costumbre”, núcleo de la identidad wixárika, es una de las principales preocupaciones que se manifiesta en las conversaciones, particularmente con personas mayores, hombres y mujeres. Sin embargo cabe mencionar que en muchos casos, especialmente en jóvenes, dejan de practicar las actividades sujetas al costumbre de forma voluntaria, dándole valor a otros elementos de la vida en la comunidad. Las intervenciones de las políticas desarrollistas buscan mejorar el acceso a educación, salud y agua, así como estimular el crecimiento económico lo que ha sido adoptado por las comunidades wixaritari. Dos limitaciones de estas intervenciones destacan: la falta de adecuación de éstas a las condiciones, visiones y expectativas de las comunidades y sus miembros, y la baja calidad de los servicios que ofrecen; por ejemplo, la introducción de la electricidad, con acceso intermitente y la exposición a contenidos de comunicación de baja calidad y ajenos a los contextos y valores locales; programas de incremento de la productividad agrícola con altos impactos ambientales, los cuales implican dependencia de insumos externos y costos; deficiente presencia de servicios de salud, con una oferta limitada de atención que, además, no sólo no incorpora sus conocimientos tradicionales sino que los desprecia; programas educativos de corte colonialista que empujan a estos niños y niñas a abandonar las tradiciones y valores de sus mayores, con docentes mal formados que proveen una educación académica y científica deficiente. En este aspecto se reconoce también la agenda de organizaciones de la sociedad civil que basadas en un modelo primitivista y autonomista no siempre concuerda con las necesidades de las comunidades. Frente a este avasallamiento, los enfoques interculturales pueden crear espacios para propuestas y métricas locales y el desarrollo de indicadores que incluyan aspectos culturales y sus riquezas narrativas para contrarrestar los enfoques reduccionistas en las tomas de decisiones (Sterling 2017).



La profundidad de la crisis generada por el virus SARS CoV-2, pone de relieve la gran desigualdad prevalente en México y la marginación de los grupos indígenas, entre los que la pobreza y la pobreza extrema es cuatro veces mayor que en el resto de la población del país (Coneval, 2017), y entre quienes la letalidad de los enfermos por COVID-19 está siendo hasta tres veces mayor (Sara Cuervo, 2020). Esta crisis que en gran medida es un impacto de la destrucción ambiental y la globalización económica, hace también evidente la falacia del discurso desarrollista basado en la ideología del progreso universal. La construcción de futuros viables hace necesario un cambio de paradigma que ponga la equidad, los derechos, las sociedades locales, la colaboración, la solidaridad y el respeto ambiental en el centro de la construcción de futuros social y ambientalmente resilientes.

En América Latina y México existen muchos ejemplos de experiencias que se han logrado sistematizar para construir nuevas epistemologías, reflexiones sobre la importancia del conocimiento crítico y los procesos de cambio y transformación en la práctica, pero aunque estas experiencias aún siguen siendo una excepción y no la regla muestran el camino por donde seguir. El reconocimiento de la pluralidad, la visualización de las tensiones y contradicciones del paradigma del desarrollo actual, la sistematización de las experiencias alternativas y sus desafíos contribuyen a la construcción de caminos que lleven a un bienestar social, Buen Vivir u “otro mundo posible”. Por suerte, se puede confirmar que la cosmovisión indígena es un elemento dinámico que sabe adaptarse a las condiciones novedosas, problemáticas, y que parte de la aplicación de conocimientos, es decir, la vida práctica para alimentarse de nuevos conocimientos que mantienen esta visión del mundo viva, actualizada. La cosmovisión indígena no es, de ninguna manera, un ente estático, una forma de pensar “primitiva” o “anclada en el pasado”. Es la manifestación de la adaptabilidad, de la consulta a la memoria, de la defensa de la identidad y del territorio.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Bray, D. B., Merino-Pérez, L., & Barry, D. (Eds.). (2005). *The community forests of Mexico: Managing for sustainable landscapes*. University of Texas Press.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. *Informe de pobreza y evaluación 2018. Estado de México*. Ciudad de México: CONEVAL, 2018.
- González-Padrón, S. K., Lerner, A. M., & Mazari-Hiriart, M. (2019). Improving water access and health through rainwater harvesting: Perceptions of an indigenous community in Jalisco, Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184884>
- Gracey, M., & King, M. (2009). Indigenous health part 1: determinants and disease patterns. *The Lancet*, 374(9683), 65–75. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60914-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60914-4)
- Juárez-ramírez, C., Márquez-serrano, M., Snyder, N. S. De, Pelcastre-villafuerte, B. E., & Reyes-morales, H. (2014). La desigualdad en salud de grupos vulnerables de México: adultos mayores, indígenas y migrantes, 35(14), 284–290.
- Lam, D. P. M., Hinz, E., Lang, D. J., Tengö, M., Wehrden, H. von, & Martín-López, B. (2020). Indigenous and local knowledge in sustainability transformations research: a literature review. *Ecology and Society*, 25(1). <https://doi.org/10.5751/es-11305-250103>
- Martínez Ruiz, J. L., Murillo Licea, D., & Paré, L. (2017). Conflictos por el agua y alternativas en los territorios indígenas de México.
- Merino Pérez, L. (2018). Comunidades forestales en México. Formas de vida, gobernanza y conservación. *Revista mexicana de sociología*, 80(4), 909-940.
- Ospina Peralta, P., Bebbington, A., Hollenstein, P., Nussbaum, I. y Ramírez, E. 2015. Inversiones extraterritoriales, crisis ambiental y acción colectiva en América Latina. Serie documento de trabajo N° 166. Grupo de trabajo Cohesión Territorial para el Desarrollo. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Rimisp, Santiago, Chile.
- Peña-Cortés, F., Carrasco, N., Almendra, O., & Rojas-Maturana, M. (2012). Hacia un enfoque interdisciplinar de investigación sobre territorio y desarrollo. *Cultura - Hombre - Sociedad CUHSO*, 17(1), 73–81. <https://doi.org/10.7770/cuhso-V17N1-art294>
- Sarkar, A., Hanrahan, M., & Hudson, A. (2015). Water insecurity in Canadian Indigenous communities: Some inconvenient truths. *Rural and Remote Health*, 15(4), 1–13. <https://doi.org/10.1038/NCHEM.575>
- 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, 01(777).
- Sterling, E. J., Filardi, C., Toomey, A., Sigouin, A., Betley, E., Gazit, N., ... Jupiter, S. D. (2017).

Biocultural approaches to well-being and sustainability indicators across scales. *Nature Ecology and Evolution*, 1(12), 1798–1806. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0349-6>

Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales* (Vol. 3). Icaria editorial.

Toledo, V. M., & Espejel, B. O. (2014). *México, Regiones que caminan hacia la sustentabilidad: Una geopolítica de las resistencias bioculturales*. Universidad Iberoamericana Puebla.

UN. (2009). State of the World's Indigenous people. *New York*, 250.

Watene, K., & Yap, M. (2015). Culture and sustainable development: Indigenous contributions. *Journal of Global Ethics*, 11(1), 51–55. <https://doi.org/10.1080/17449626.2015.1010099>

## CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la Sierra Wixárika las intervenciones gubernamentales y no gubernamentales impulsan transformaciones en las formas de hacer, sentir y pensar su mundo. En esta tesis se aborda diferentes temas partiendo del entendimiento del contexto y la crisis por el agua en comunidades indígenas aisladas de la Sierra Wixárika. Se presenta en detalle el caso de dos comunidades donde se ha implementado un proyecto que atiende una necesidad básica como es el acceso a agua limpia, instalando sistemas de cosecha de lluvia y trabajando, más ampliamente, en la búsqueda del desarrollo sostenible para el pueblo wixárika.

En capítulo III, se presenta una descripción del contexto histórico, cultural y de la situación de acceso a agua en hogares de la Sierra Wixárika, particularmente el grado de desigualdad que viven estas comunidades indígenas con relación a la situación actual de México como país. Nos permitimos reflexionar sobre el grado de desigualdad que existe dentro de la sierra por haber comunidades con un acceso a agua mayor debido al abastecimiento de agua por la implementación de la cosecha de lluvia. Las comunidades aledañas a La Cebolleta y La Laguna se encuentran actualmente solicitando formalmente a través de sus asambleas la presencia del proyecto Ha Ta Tukari para atender y su situación de precariedad hídrica. Quedan muchas preguntas que responder con respecto a esta posibilidad: ¿qué impactos tendría un programa de cosecha de agua de lluvia implementado en todas las localidades y rancherías de la Sierra Wixárika? ¿cómo impactaría la masificación de un programa como Ha Ta Tukari? Un programa como éste sin duda mejoraría la desigualdad que se vive con respecto al acceso a agua dentro de comunidades indígenas aisladas e históricamente marginadas. Los beneficios que se obtienen a partir de tener accesos a agua están ampliamente descritos y son evidentes al instante mismo de la primera lluvia. Sin embargo, para alcanzar esta meta, vale la pena pensar en el rol que debe jugar el estado en proveer o no un servicio tan básico como el acceso a agua. La otra conclusión importante es la de darle valor al trabajo en conjunto entre organizaciones de la sociedad civil y comunidades que en esta región han mantenido una relación de mutuo apoyo, por lo que la sistematización de este caso de estudio ayuda a mostrar una experiencia concreta de esta colaboración.

En el capítulo IV se profundiza en los cambios ocurridos en aspectos de salud en una de las comunidades y en donde se pudo evidenciar la disminución de las enfermedades diarreicas

agudas en un periodo de cuatro años, principalmente en niños, asociado a la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia. En un análisis de las percepciones sobre las causas principales de enfermedad no se encontró ninguna relación entre estas y acceso a agua de calidad o hábitos de higiene. Si bien los cambios en cantidad y calidad de agua afectan de manera positiva la incidencia de enfermedades diarreicas, no se puede llegar a mejorar de forma más integral la situación de salud de estas comunidades sin tomar en cuenta las percepciones que se tienen con relación a las causas de las enfermedades, más ampliamente y la importancia de generar procesos educativos que sean culturalmente adaptados.

Y por último en el capítulo V, profundiza en la percepción que hay sobre el cambio en mujeres de las comunidades donde se abre la conversación más allá del agua. Se identificó el agua nuevamente como elemento central y origen de la vida, pero al continuar con las conversaciones se profundizó en la pregunta sobre otros aspectos de la vida que han cambiado a lo largo de los últimos años. Se identificaron algunos temas que causan un dilema social, evidenciando tensiones entre elementos considerados como básicos en la conversación en torno al desarrollo. En este documento pudimos ser testigos de las diferentes perspectivas que pueden surgir a partir de profundizar en el dilema de atender de manera superficial las necesidades básicas en contextos marginados. Partiendo de esta reflexión se destaca la importancia de indagar en la percepción de la gente, sus valores y expectativas y reforzar sujetos autoconscientes para responder ante la marcha acelerada de la modernización. Desde esta experiencia de aprendizaje se reconoce la importancia de darle lugar a los derechos colectivos y valorar la percepción y expectativas de los actores sociales en los pueblos de la tierra. Con esta información se tiene la esperanza de incitar futuras investigaciones que ayuden a profundizar en entender como ocurren los cambios y transformaciones en contextos del sur.

A partir de esta tesis podemos suponer que los procesos de transformación hacia estados más sostenibles se catalizan por las cosmovisiones e intereses de los pueblos y su disposición colectiva para actuar ante la crisis global, al reapropiarse y autogestionarse desde sus propios mundos. Dentro de las alternativas en el sur global se puede identificar la relevancia de la resistencia del ser cultural y la reivindicación de sus identidades, retomando los principios de la vida, los potenciales de la naturaleza y la centralidad de la cultura. Está en nuestras manos como investigadores y como sociedad seguir indagando en los procesos, experiencias, estrategias y

modos alternativos de habitar sustentablemente el planeta. Y siguen surgiendo más preguntas: ¿Cómo se constituyen los actores sociales responsables para generar una transformación hacia caminos más sostenibles?

## REFERENCIAS

- Amos, C. C., Rahman, A., & Gathenya, J. M. (2016). Economic analysis and feasibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban environments: A Review of the Global Situation with a Special Focus on Australia and Kenya. *Water (Switzerland)*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/w8040149>
- Andrachuk, M., & Armitage, D. (2015). Understanding social-ecological change and transformation through. *Ecology and Society*, 20(4), 26. <https://doi.org/10.5751/ES-07759-200426>
- Assmus, G. C. (2015). Agua, pobreza y equidad: un análisis asimétrico. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 15(1), 90–99. Retrieved from [http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-47022015000100008&lng=es&nrm=iso](http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-47022015000100008&lng=es&nrm=iso)
- Balvanera, P., Daw, T. M., Gardner, T. A., Martín-lópez, B., Norström, A. V., & Speranza, C. I. (2017). Key features for more successful place-based sustainability research on social-ecological systems : a Programme on Ecosystem Change and Society ( PECS ) perspective, 22(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.5751/ES-08826-220114>
- Barrera, R. O. (2002). Consideraciones geomorfológicas sobre la Sierra Madre Occidental en el norte de Jalisco , México Geomorphological considerations about t the Sierra Madre Occidental in Northern Jalisco . *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, 48, 44–75.
- Bryce, J., Boschi-Pinto, C., Shibuya, K., & Black, R. E. (2005). WHO estimates of the causes of death in children. *Lancet*, 365(9465), 1147–1152.
- Carrasco Henríquez, N., Samaniego Sastre, M., & Durán Pérez, T. (2009). INDICADORES DE DESARROLLO? ALCANCES ANTROPOLÓGICOS EN TORNO A LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DEL DESARROLLO SOCIAL Y CULTURAL. (Spanish). *Documentos y Aportes En Administración Pública y Gestión Estatal*, 9(12), 59–72. <https://doi.org/10.1246/bcsj.55.3373>
- Chambers, R., & Conway, G. (1991). Sustainable rural livelihoods: practical concepts for de 21st century. *Ids Discussion Paper*, 296(Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex), 29. <https://doi.org/ISBN 0 903715 58 9>
- CONAPO. (2015). La marginación en los municipios. *Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2015*, 23–38. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.035>
- Costanza, R., & Patten, B. C. (1995). Defining and predicting sustainability. *Ecological Economics*, 15(3), 193–196. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00048-8](https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00048-8)
- Coulthard, S., Johnson, D., & McGregor, J. A. (2011). Poverty, sustainability and human wellbeing: A social wellbeing approach to the global fisheries crisis. *Global Environmental Change*, 21(2), 453–463. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.003>
- Deneulin, S., & McGregor, J. A. (2010). The capability approach and the politics of a social conception of wellbeing. *European Journal of Social Theory*, 13(4), 501–519. <https://doi.org/10.1177/1368431010382762>
- Farhad, S., Gual, M. A., & Ruiz-Ballesteros, E. (2015). Linking governance and ecosystem services: The case of Isla Mayor (Andalusia, Spain). *Land Use Policy*, 46, 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.019>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010a).

- Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4). <https://doi.org/10.1038/nnano.2011.191>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010b). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4). <https://doi.org/10.1038/nnano.2011.191>
- Fukuda-Parr, S. (2003). The human development paradigm: Operationalizing Sen's ideas on capabilities. *Feminist Economics*. <https://doi.org/10.1080/1354570022000077980>
- Fukuda-Parr, S., & Muchhala, B. (2020). The Southern origins of sustainable development goals: Ideas, actors, aspirations. *World Development*, 126(September 2015), 104706. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104706>
- González-Padrón, S. K., Lerner, A. M., & Mazari-Hiriart, M. (2019). Improving water access and health through rainwater harvesting: Perceptions of an indigenous community in Jalisco, Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184884>
- Gorchev, H. G., & Ozolins, G. (1984). WHO guidelines for drinking-water quality. *WHO Chronicle*, 38(3), 104–108. [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(00\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(00)00006-6)
- Gorodezki, A., & Rajsbaum. (n.d.). Huicholes.
- Guevara, Y., De Haro, I., Cabrera, M., García De La Torre, G., & Salazar-Schettino, P. M. (2003). Enteroparasitosis en poblaciones indígenas y mestizas de la Sierra de Nayarit, México. *Parasitología Latinoamericana*, 58(1–2), 30–34. <https://doi.org/10.4067/S0717-77122003000100005>
- Johnston, B. R., & Strang, V. (2012). *Water, Cultural Diversity, and Global Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1774-9>
- Levy, K., Nelson, K. L., Hubbard, A., & Eisenberg, J. N. S. (2012). Rethinking indicators of microbial drinking water quality for health studies in tropical developing countries: Case study in northern coastal Ecuador. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 86(3), 499–507. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.11-0263>
- Liffman, P. (2013). *f f Arturo Gutiérrez del Ángel 1 Paul Liffman*. 2012, 330–336.
- McGregor, J. A., Camfield, L., & Woodcock, A. (2009). Needs, wants and goals: Wellbeing, Quality of Life and public policy. *Applied Research in Quality of Life*, 4(2), 135–154. <https://doi.org/10.1007/s11482-009-9069-7>
- Moore, M. L., Tjornbo, O., Enfors, E., Knapp, C., Hodbod, J., Baggio, J. A., ... Biggs, D. (2014). Studying the complexity of change: Toward an analytical framework for understanding deliberate social-ecological transformations. *Ecology and Society*, 19(4). <https://doi.org/10.5751/ES-06966-190454>
- Murthy JD MPA, S. L. (2013). The Human Right ( s ) to Water and Sanitation : History, Meaning, and the Controversy Over- Privatization. *Berkley Journal of International Law*, 31(1), 89–149. <https://doi.org/10.15779/Z38665F>
- Murtinho, F., Tague, C., de Bievre, B., Eakin, H., & Lopez-Carr, D. (2013). Water Scarcity in the Andes: A Comparison of Local Perceptions and Observed Climate, Land Use and Socioeconomic Changes. *Human Ecology*, 41(5), 667–681. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9590-z>
- Nelson, D. R., Adger, W. N., & Brown, K. (2007). Adaptation to Environmental Change: Contributions of a Resilience Framework. *Annual Review of Environment and Resources*, 32(1), 395–419. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.051807.090348>
- O'Brien, K., & Sygna, L. (2013). Responding to Climate Change: The Three Spheres of



- Transformation. *Proceedings of Transformation in a Changing Climate*, (June), 16–23.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science (New York, N.Y.)*, 325(5939), 419–422.  
<https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Patterson, J., Schulz, K., Vervoort, J., Adler, C., Hurlbert, M., Hel, S. Van Der, ... Sethi, M. (2015). ‘ Transformations towards sustainability ,’ (July), 34.
- Pelling, M., OBrien, K., & Matyas, D. (2015). Adaptation and transformation. *Climatic Change*, 133(1), 113–127. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1303-0>
- Scoones, I. (1998). Sustainable Rural Livelihoods a Framework for Analysis. *Analysis*, 72, 1–22.  
<https://doi.org/10.1057/palgrave.development.1110037>
- Sherwood, S., & Fu, Q. (2014). A Drier Future? *Science*, 343(6172), 737–739.  
<https://doi.org/10.1126/science.1247620>
- Smith, A., & Stirling, A. (2010). The Politics of Social-ecological Resilience and Sustainable Socio- technical Transitions. *Ecology and Society*, 15(1), 11. <https://doi.org/10.5751/ES-04565-170208>
- 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*, XIX(38), 25–50.
- Sullivan, C. (2002). Calculating a Water Poverty Index. *World Development*, 7(3), 1195–1210.  
[https://doi.org/10.1016/0005-2728\(83\)90064-6](https://doi.org/10.1016/0005-2728(83)90064-6)
- UN-Water. (2015). *Water for a sustainable world*. [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00004-1)
- UN. (2015). Transforming our word: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 16301(October), 1–35.
- van Kerkhoff, L. (2014). Developing integrative research for sustainability science through a complexity principles-based approach. *Sustainability Science*, 9(2), 143–155.  
<https://doi.org/10.1007/s11625-013-0203-y>
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social – ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.95.258101>
- World Water Council. (2009). *Final report of the 4th World Water Forum*.  
[https://doi.org/http://www.royalcommission.vic.gov.au/finaldocuments/summary/PF/VBRC\\_Summary\\_PF.pdf](https://doi.org/http://www.royalcommission.vic.gov.au/finaldocuments/summary/PF/VBRC_Summary_PF.pdf)