

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN**

**PROGRAMA DE POSGRADO**

**Variabilidad climática y medios de vida en comunidades rurales de alta montaña del  
centro de México**

**Esta tesis de maestría ha sido sometida a consideración de la División de Educación y el  
Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de**

***MAGISTER SCIENTIAE***

**En Economía, Desarrollo y Cambio Climático**

**Por**

**Jorge Luis Escobar**

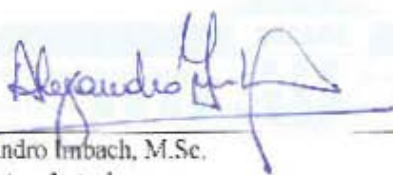
**Turrialba, Costa Rica**

**2019**

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

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

**FIRMANTES:**



Alejandro Imbach, M.Sc.  
Director de tesis



Isabel Gutiérrez, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



Ángel Endara, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



Argeia Díaz, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.,  
Decana Escuela de Posgrado



Jorge Luis Escobar  
Candidato

## **ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA TESIS**

La estructura y contenido de esta tesis fue desarrollada en formato de artículo. En la introducción se abordan los antecedentes, justificación, importancia, objetivos y preguntas de investigación; además, incluye el marco referencial, para posteriormente detallar el área de estudio.

Las secciones siguientes incluyen dos artículos. El primero se refiere a la variabilidad climática y eventos climáticos extremos que intervienen en la vulnerabilidad de los medios de vida de comunidades rurales de alta montaña de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces, ubicadas en el centro de México. El segundo artículo se orienta en analizar la capacidad adaptativa e identificar estrategias de adaptación, considerando un análisis de los capitales de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces.

Cada sección cuenta con revisión de literatura citada; en el caso de los artículos se utiliza el formato APA, puesto que las revistas a las que serán sometidos los artículos solicitan ese tipo de citación. Las figuras, cuadros y tablas se enumeraron por sección.

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la vida y guiarme hasta este importante paso en mi carrera profesional*

*A mi esposa Reyna Alejandra Isaula, por acompañarme en todo este largo camino, gracias por siempre estar pendiente de mí y por apoyarme en cumplir mis metas.*

*A mi bebé preciado LUIS ALESSANDRO ESCOBAR ISAULA (QDDG).*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por beneficiarme con una beca para poder cursar esta maestría. Gracias por el apoyo brindado durante todo el proceso.

Al CATIE por abrirme las puertas del programa de la maestría en Economía, Desarrollo y Cambio Climático.

A todos los miembros del comité asesor: Alejandro Imbach, Isabel Gutiérrez, Ángela Díaz y Ángel Endara por sus valiosos apoyos y aportes para la realización de esta investigación.

Al Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma de Estado de México por darme el espacio para poder realizar esta investigación.

A todos los profesores que fueron parte del proceso de aprendizaje, gracias por tan buenas cátedras.

A mi esposa Reyna Alejandra Isaula, por soportarme todo este tiempo, gracias por darle sentido a lo que hago.

A mis seis compañeras de maestría, Helen, Meraris, Madaí, Belkis, Diana y Michelle. Fueron lo máximo, gracias por todas las vivencias, le aprecio mucho.

A todo el personal de la Escuela de Posgrado del CATIE, por su valiosa colaboración y apoyo incondicional en todo el proceso de maestría

# Contenido

LISTA DE CUADROS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE ACRÓNIMOS .....	X
CAPÍTULO I.....	1
1.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Importancia .....	3
1.4. Objetivo general:.....	4
1.4.1. Objetivos específicos .....	4
1.5. Preguntas de investigación.....	4
1.6 Marco referencial .....	5
1.6.1 Clima.....	5
1.6.2 Variabilidad climática .....	6
1.6.3 Cambio climático.....	6
1.6.4 Vulnerabilidad climática .....	7
1.6.5 Estrategias, medios de vida y variabilidad climática .....	8
1.6.6 Enfoque de medios de vida sostenibles (MVS) .....	9
1.6.7 El Marco de los capitales de la comunidad (MCC) .....	10
1.6.8 Cambio climático en México .....	10
1.7 Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	12
1.8 Bibliografía .....	13
CAPÍTULO II .....	19
Artículo 1. Medios de vida y variabilidad climática en comunidades rurales de alta montaña del Centro de México.....	19
Resumen.....	19
1. Introducción .....	19
2. Cambio climático, variabilidad climática incluido los eventos extremos.....	21
2.1 Vulnerabilidad climática.....	22
2.2 Medios de vida y vulnerabilidad.....	23

3. Metodología .....	24
3.1 Área de estudio .....	24
3.2 Enfoque metodológico y conceptual.....	24
3.3 Identificación de los medios de vida y percepción sobre la variabilidad climática.....	25
3.4 Exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa ante la variabilidad ocurrida .....	25
3.5 Vulnerabilidad de los medios de vida de las familias.....	27
4. Resultados y discusión .....	28
4.1 Principales medios de vida.....	28
4.2 Medios de vida agrícola y variabilidad climática .....	29
4.3 Exposición de las comunidades ante la variabilidad climática. ....	30
4.3.1 Temperatura.....	31
4.3.2 Precipitación .....	33
4.4 Análisis de sensibilidad.....	34
4.5 Capacidad de adaptación.....	35
4.6 Vulnerabilidad climática de los capitales de las comunidades .....	36
4.7 Vulnerabilidad climática de los medios de vida .....	40
5. Conclusiones .....	41
6. Bibliografía .....	42
CAPÍTULO III.....	49
Artículo 2. Capacidad de adaptación ante la variabilidad climática de los medios de vida Agrícolas en comunidades rurales de alta montaña del Centro de México.....	49
Resumen.....	49
1. Introducción .....	49
2. Variabilidad y vulnerabilidad climática.....	51
2.1 Capacidad adaptativa en el contexto de vulnerabilidad climática .....	52
2.2 Adaptación basada en la comunidad (ABC) desde el Marco de los capitales de la comunidad (MCC) .....	53
3. Metodología .....	54
3.1 Ubicación de la zona de estudio.....	54
3.2 Procedimiento metodológico .....	55
3.3 Enfoque conceptual.....	56
3.4 Análisis de la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos.....	56

3.5 Capacidad adaptativa y sus limitantes desde los capitales comunitarios.....	56
3.5.1 Impactos de la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos sobre los sistemas agrícolas .....	57
3.5.2 Medidas de adaptación en los diferentes sistemas agrícolas.....	58
4. Resultados y discusión .....	58
4.1 Percepción sobre la variabilidad climática (temperatura y precipitación) y sus eventos extremos .....	58
4.2 Caracterización de la Temperatura y Precipitación en la serie de tiempo 1980-2010.....	60
4.3 Capacidad adaptativa y capitales comunitarios .....	61
4.3.1 Limitantes de la capacidad adaptativa .....	66
4.4 Impactos de la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos en los sistemas agrícolas .....	68
5. Conclusiones .....	71
6. Bibliografía .....	72
CAPITULO IV.....	76

## **LISTA DE CUADROS**

### **CAPITULO I**

Cuadro 1. Objetivos específicos y preguntas de investigación .....	5
Cuadro 2. Descripción de los capitales o recursos de la comunidad.....	11

### **CAPITULO II**

Cuadro 1. Indicadores de Sensibilidad y Capacidad adaptativa.....	26
---	----

### **CAPITULO III**

Cuadro 1. Indicadores de adaptación evaluados para determinar la capacidad adaptativa de las familias agricultoras en San Francisco Putla y Raíces.....	57
Cuadro 2. Capacidad de adaptación de los capitales comunitarios San Francisco Putla y Raíces. ..	62
Cuadro 3. Estrategias de adaptación identificadas en las dos comunidades.....	69



## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO II

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	24
Figura 2. Componentes de la vulnerabilidad en los medios de vida.....	27
Figura 3. Categorización de factores para cuantificar la vulnerabilidad .....	27
Figura 4. Principales medios de vida de las familias.....	28
Figura 5. Impulsores de cambio en los sistemas agrícolas de San Francisco Putla.....	29
Figura 6. Perfil temporal de la temperatura máxima en San Francisco Putla y Raíces. ....	31
Figura 7. Cambios proyectados en la temperatura promedio en San Francisco Putla y Raíces. ....	32
Figura 8. Perfil temporal de precipitación promedio (mm) para Raíces y San Francisco Putla.....	33
Figura 9. Cambios proyectados en la precipitación promedio en San Francisco Putla y Raíces. ...	34
Figura 10. Sensibilidad de los capitales comunitarios en San Francisco Putla y Raíces.....	35
Figura 11. Capacidad de adaptación de los capitales comunitarios en San Francisco Putla y Raíces .....	36
Figura 12. Diagrama de vulnerabilidad bajo dos escenarios de exposición en San Francisco Putla (A) y Raíces (B) .....	36
Figura 13. Vulnerabilidad de los medios de vida en la comunidad de San Francisco Putla y Raíces. .....	40

### CAPITULO III

Figura 1. Ubicación geográfica de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces .....	55
Figura 2. Índices de variabilidad climática en Raíces y San Francisco Putla.....	59
Figura 3. Perfil de la serie de tiempo de temperatura máxima y precipitación para Raíces.....	60
Figura 4. Perfil de la serie de tiempo de temperatura máximaprecipitación San Francisco Putla.	61
Figura 5. Limitantes de la capacidad adaptativa en San Francisco Putla y Raíces.....	66
Figura 6. Línea de tiempo de los riesgos e impactos de las principales amenazas climáticas en San Francisco Putla y Raíces . . . . .	7168

## LISTA DE ACRÓNIMOS

**ABC:** Adaptación Basada en Comunidades

**APFNT:** Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

**BM:** Banco Mundial

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

**CEDAGRO:** Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial

**CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**CICC:** Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

**CONANP:** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

**INEGI:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía

**IPCC:** Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).

**IUCN:** International Union for Conservation of Nature (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)

**MCC:** Marco de Capitales de la Comunidad

**MVS:** Medios de Vida Sostenibles

**PIB:** Producto Interno Bruto

**ProBosque:** Protectora de Bosque del Estado de México

**SAGARPA:** Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

**SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**WBG:** World Bank Group (Grupo del Banco Mundial)

**WMO:** World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial)

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La evidencia científica demuestra que, en los últimos años los cambios en los patrones climáticos han aumentado considerablemente, causando impactos en los sistemas naturales, sociales y económicos en todos los continentes de nuestro planeta (IPCC 2014). Los impactos se deben al cambio climático observado, independientemente de su causa. Parte de este cambio climático se le atribuye a las altas concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) que desde 1750 ha demostrado incrementos significativos (Stocker et al. 2013). No obstante, los cambios más notables se han observado en las últimas décadas, alcanzando niveles que nunca se habían observado en la tierra (Hansen 2012).

El principal causante del calentamiento global y cambio climático es el excesivo nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), resultado de procesos de desarrollo sustentados en la energía de los combustibles fósiles (Hansen 2012; IPCC 2014; Wuebles *et al.* 2017). Se han buscado diferentes mecanismos de políticas mundiales para contener este cambio; como el protocolo de Kioto y el más reciente acuerdo de Paris (Lucas 2017). No obstante, a pesar de estos esfuerzos de política, las emisiones globales de estos gases siguen siendo una externalidad negativa global que hasta la fecha no es claro como corregir (Stern 2008 y Rezai *et al.* 2012).

La variabilidad climática, independientemente de su causa, está afectando directamente a los sistemas naturales, por ejemplo; las especies animales y vegetales están desplazándose y están modificando sus comportamientos como consecuencia de los aumentos en temperatura o reducción en las precipitaciones. Además, la temperatura del aire en los océanos está aumentando, los glaciares se están derritiendo y el nivel del mar está aumentando, alteraciones en los ciclos hidrológicos y a la disponibilidad y calidad de agua dulce, entre otros (IPCC 2014). Estos impactos implican repercusiones directas en los medios de vida de las personas que viven en zonas rurales en todo el mundo, lo que implica repercusiones indirectas en los sistemas humanos y sociales. (IPCC 2007; Stocker et al. 2013; Thorton *et al.* 2014).

De acuerdo a la Comisión Intersectorial del Cambio Climático, la contribución de GEI de México nunca ha sido superior al 1.5 % del total mundial de las emisiones globales (CICC 2007) Sin embargo, de acuerdo al índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe, México se encuentra entre los veinte países más vulnerables en la región (Berrizbeitia *et al.* 2014). Su ubicación geográfica, condiciones climáticas, relieve y posición latitudinal contribuyen a que esta vulnerabilidad se incremente (CICC 2012; Conde y López 2016). La sequía y la desertificación representan las principales amenazas climáticas para la agricultura y

medios de vida del centro y norte del país. En el sur de México, el principal impacto será el aumento del nivel del mar y de las tormentas tropicales (Romero-Lanka *et al.* 2014).

Estas variaciones climáticas están teniendo repercusiones directas en la producción agrícola en el Centro-occidente del país, en particular en el estado de México. Los impactos están muy asociados con la presencia del fenómeno de El Niño (Ramírez *et al.* 2011). Ante este fenómeno de El Niño, los medios de vida de comunidades de alta montaña ubicadas en esta región están más vulnerables, en comparación con comunidades de altitudes medias o bajas (Abasolo 2006; Anastacio *et al.* 2014).

## 1.2. Justificación

Los impactos del cambio climático están teniendo gran relevancia a escala mundial, y los países de Latinoamérica no son la excepción; los efectos negativos se deben a su gran dependencia de la agricultura y los recursos naturales (CEPAL 2014). Asimismo, la ubicación geográfica y la baja capacidad adaptativa en algunos países potencian los impactos negativos de este fenómeno en la región (Berrizbeitia *et al.* 2014). En México, los impactos negativos del cambio climático repercuten directa o indirectamente sobre los niveles de pobreza y de inequidad social, principalmente en las zonas rurales (INECC 2012; Fierros y Ávila-Faucat 2017).

La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2012) señala que, las zonas y sectores más pobres de México presentan condiciones de alta vulnerabilidad ante el cambio climático; por lo que la evaluación de la vulnerabilidad y las propuestas de medidas de adaptación deben integrar, en su diseño las características geográficas y climáticas de la zona y de la población; la condición socio-económica; el acceso a los recursos naturales y servicios; las condiciones de salud pública, el enfoque de género, y las particularidades culturales de cada región (CARE, 2010; Imbach *et al.* 2015; Barrucand *et al.* 2017). En este contexto, se debe trabajar en conocer los impactos que el cambio climático está generando en los capitales y medios de subsistencia de las familias, principalmente de las comunidades rurales, que en ocasiones son olvidadas por las políticas de gobierno.

Para enfrentar los efectos del cambio climático, será necesario desarrollar nuevas capacidades preventivas y de respuesta ante los posibles impactos adversos (Ellis 2001). Éstas incluyen la generación de información y conocimiento sobre la vulnerabilidad de distintos grupos poblacionales en diversas regiones, así como de los impactos potenciales, el desarrollo de estrategias específicas y el trabajo coordinado de las distintas instancias del gobierno y la sociedad (IPCC 2007). El desarrollo de estas nuevas capacidades adaptativas deben considerar los impactos que el cambio climático está ocasionando en los capitales y medios de vida de las comunidades (Phuong *et al.* 2019). La capacidad adaptativa de las comunidades juega un papel fundamental para responder ante las tensiones cambiantes principalmente en precipitación y temperatura, si no se actúa a tiempo se puede restringir la posibilidad de satisfacer necesidades básicas fundamentales como la alimentación (Romero 2011).

La evidencia es clara y afirma que, el cambio climático impactará sistemas naturales humanos y sociales alterando los sistemas productivos, la diversidad, los ecosistemas, recursos hídricos y todos los medios de vida alrededor del mundo (Hansen 2012; IPCC 2014b). Sin embargo, aquellas

comunidades, donde los individuos dependen de recursos naturales que son escasos, el cambio climático puede agravar el nivel de vulnerabilidad. Puesto que al disminuir la disponibilidad de los recursos, también disminuye la seguridad de los medios de vida (PNUD 2009).

Para comprender los impactos generados en las comunidades se debe conocer cuáles son los medios de vida y en qué medida estos son afectados positiva o negativamente por el cambio climático (Gutiérrez *et al.* 2009), los medios de vida se definen como las actividades productivas y reproductivas que las personas realizan para satisfacer sus necesidades. La realización de dichas actividades es posible en función de los recursos o capitales de que disponen (Imbach 2016). Muchos estudios en esta temática (Smit y Westerhoff 2009; Sallu *et al.* 2010; Alobo 2015; Ziervogel y Calder 2003) han demostrado que la baja capacidad de las comunidades en adoptar alternativas de adaptación, provoca que el cambio climático genere impactos significativos sobre sus medios de vida y capitales de las comunidades.

### **1.3. Importancia**

El cambio climático es uno de los grandes desafíos de la humanidad, pues amenaza el desarrollo sostenible y resulta un nuevo y complejo reto para las comunidades locales (Maru *et al.* 2014). Impone la necesidad de adoptar nuevos procesos de adaptación ante los impactos que provoca este fenómeno sobre la dinámica de los territorios rurales y de los espacios comunitarios (Gallardo y Hardy 2016). Es claro que, estos cambios incrementan las vulnerabilidades ya existentes en las comunidades, agrandando las dificultades que actualmente enfrentan los pobladores y sus posibilidades de progreso.

Antes de implementar o diseñar cualquier medida de adaptación, es necesario e indispensable conocer los impactos potenciales y la vulnerabilidad que el cambio climático está provocando en las comunidades, sus capitales y medios de vida (Barrucand *et al.* 2017). Toda estrategia de adaptación debe considerar el uso efectivo, eficiente y equitativo de los recursos naturales, de no hacerlo, los impactos incidirán directamente en el declive de los ecosistemas de los que dependen las actividades económicas que sustentan los medios de vida de la población afectada (Soares y Sandoval 2016).

Comprender la relación entre variabilidad climática y la vulnerabilidad de los medios de vida de las comunidades ha retomado gran importancia, porque muchos fenómenos meteorológicos como sequías, aumentos en la intensidad de la precipitación e inundaciones están provocando pérdidas económicas, sociales y ambientales considerables en toda la región Latinoamericana (CEPAL 2014). De acuerdo con los datos presentados por CICC (2012), para el caso de México, en 2011 un déficit de lluvias significativo en 19 entidades del país alcanzó un nivel de sequía severa y provocó pérdidas superiores a los 15,000 millones de pesos (solamente en el sector agropecuario), debido a las hectáreas perdidas en cultivos de maíz, frijol y ganado.

Con base en lo anterior, es importante que las comunidades conozcan y analicen su situación frente a los impactos del cambio climático, para que de manera individual, colectiva o institucional asuman estrategias de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de sus comunidades; esto implica hacer una jerarquización y priorización de los impactos del cambio climático en todos los medios de

vida existentes. El análisis permitirá tener un punto de partida para desarrollar o mejorar de manera participativa las estrategias de adaptación en cada medio de vida. Por tal razón, esta investigación busca generar información sobre la vulnerabilidad y los impactos de la variabilidad climática en los capitales y medios de vida productivos de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces, ubicadas en el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, en el Estado de México, México.

#### **1.4. Objetivo general:**

Analizar la vulnerabilidad de los medios de vida ante la variabilidad climática e identificar medidas de adaptación en dos comunidades rurales de alta montaña del centro de México.

##### **1.4.1. Objetivos específicos**

1. Describir la exposición climática actual y futura de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces.
2. Analizar la sensibilidad e identificar los impactos de la variabilidad climática en los capitales y medios de vida de las dos comunidades.
3. Examinar la capacidad adaptativa e identificar medidas de adaptación que los pobladores proyectan para sus medios de vida.

#### **1.5. Preguntas de investigación**

Para orientar el proceso de la investigación se han planteado una serie de preguntas de investigación; ordenadas por objetivo específico (Cuadro 1).

## Cuadro 1. Objetivos específicos y preguntas de investigación

Objetivos de la investigación	Preguntas de investigación
<b>OE 1.</b> Describir la exposición climática actual y futura de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces.	1. ¿Cuáles son los cambios ocurridos y proyectados en la temperatura y precipitación incluyendo eventos climáticos extremos en las dos comunidades?
<b>OE 2.</b> Analizar la sensibilidad e identificar los impactos de la variabilidad climática en los capitales y medios de vida de las dos comunidades.	1. ¿Cuáles son los recursos y medios de vida de las comunidades estudiadas y qué tan sensibles son ante los cambios en el clima? 2. ¿Cuáles son los impactos del cambio climático en los capitales y medios de vida de las dos comunidades?
<b>OE 3.</b> Examinar la capacidad adaptativa e identificar medidas de adaptación que los pobladores proyectan para sus medios de vida.	1. ¿Cuál es la capacidad adaptativa de las comunidades y qué medidas de adaptación (individual, colectiva e institucional) proyectan para hacerle frente a la problemática climática? 2. ¿Cuál es el potencial de las comunidades para implementar nuevas medidas de adaptación? 3. ¿Cuáles son los recursos y medios de vida más vulnerables ante la variabilidad climática?

## 1.6 Marco referencial

### 1.6.1 Clima

El clima se puede describir como el estado del tiempo en función de la media de variables atmosféricas relevantes como temperatura, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica y viento (Goosse *et al.* 2010). El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define al clima en un sentido restringido como el “*estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta miles o millones de años*” (IPCC 2007).

Es importante conocer la diferencia entre tiempo y clima, el tiempo implica la descripción de la condición atmosférica en un tiempo determinado para una sola ocurrencia, mientras que, el clima puede ser considerado como un promedio de todas sus variables atmosféricas, durante un período de tiempo, incluida la probabilidad de distribuciones de este promedio, considerando un periodo de descripción mínimo de 30 años (Houghton 2002).

## **1.6.2 Variabilidad climática**

El concepto de variabilidad climática denota las variaciones del estado medio y otras características del clima (desviación típica, sucesos extremos, etc.) en todas las escalas espaciales y temporales. Se debe a procesos internos naturales del sistema climático o a variaciones *por forzamientos externos* naturales o antropogénicos (*variabilidad externa*) (IPCC 2007). Las variaciones climáticas ocurren desde la escala local hasta la global. Como un ejemplo, el fenómeno del Niño es más pronunciada en el Pacífico fuera de la costa del Perú, pero la Oscilación del Sur asociada con la atmósfera tiene implicaciones de gran alcance y casi globales (Ghil 2002).

### **1.6.2.1 Eventos climáticos extremos**

Tanto los fenómenos meteorológicos extremos como los fenómenos climáticos extremos se denominan “*eventos climáticos extremos*”. En algunas ocasiones los eventos climáticos extremos, como las sequías e inundaciones puede ser el resultado de una acumulación de eventos climáticos o meteorológicos que son, individualmente, no extremos ellos mismos, aunque su acumulación es extrema (IPCC 2012; WMO 2016). Se define como la ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo) de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de la agrupación de valores observados de la variable (IPCC 2012).

Atribuir los eventos climáticos extremos a las actividades sigue siendo un desafío (IPCC 2012), pero no significa que no estén asociados (Thornton *et al.* 2007). De igual manera los eventos climáticos extremos no pueden ser atribuidos directamente al cambio climático, ya que estos pueden darse de manera natural; no obstante, se proyecta que los cambios en el clima puedan incrementar la frecuencia e intensidad de estos eventos (Cifuentes 2010).

## **1.6.3 Cambio climático**

Se entiende como cambio climático a las variaciones abruptas del estado medio del clima y la variabilidad de sus propiedades, perdura durante decenios de años o períodos de tiempo más largos (IPCC 2014). Desde que el planeta se originó, ha estado en permanente cambio. Así lo evidencian, por ejemplo, las denominadas eras geológicas, responsables de grandes transformaciones en la conformación y evolución del planeta y de las especies que lo habitan desde que la vida apareció (Rodríguez y Mance 2009). Es un fenómeno multidimensional, se manifiesta en escalas temporales y espaciales (Monterroso y Conde 2015).

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como inflexiones de los ciclos solares, actividades volcánicas y actividades antropogénicas que influyen en la composición de la atmósfera o del uso del suelo (IPCC 2014). Sin embargo, es poca la evidencia que demuestra que el continuo cambio en los patrones climáticos se deba a causas naturales. El IPCC (2007) y Hansen (2012) aseveran que, su origen está asociado la actividad humana, con una certidumbre científica mayor a 90%.



El cambio climático y sus impactos son reales y tienen consecuencias importantes en diferentes regiones del planeta, a medida que el mundo continúe calentándose, es probable que estos impactos aumenten en relevancia (IPCC 2007 y Bowyer *et al.* 2014). Estos impactos provocan consecuencias en los sistemas económicos, sociales y ecológicos (Haines *et al.* 2006). Puesto que, este fenómeno es considerado una externalidad global, sus impactos se sentirán en todos los países del mundo, pero más acentuado en los países menos desarrollados (Stern 2008; CEPAL, 2014). Los impactos se exteriorizan de diferentes maneras, siendo la temperatura media global la variable más notoria y relevante, el aumento del nivel mar, la reducción de la criosfera, y la modificación de los patrones de precipitación y los eventos extremos (IPCC 2014).

#### **1.6.4 Vulnerabilidad climática**

De acuerdo a Adger (2006) la vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de adaptación. Es decir, el grado de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y en particular, la variabilidad climática y los fenómenos extremos (IPCC 2007). La vulnerabilidad en cualquier sistema natural, social o económico dependerá del grado de exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa, magnitud, rapidez y condiciones climáticas específicas, esto hace que la vulnerabilidad varíe entre regiones, generalmente se asocia mayor vulnerabilidad en zonas rurales pobres de los países menos adelantados (Jamshidi *et al.* 2018).

##### **1.6.4.1 Exposición**

La Exposición se refiere al grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes (Adger 2006; IPCC 2007). Representa los eventos y patrones climáticos importantes que afectan o que podrían afectar un sistema (social, económico o natural), ya sea en forma directa o por su impacto en sistemas relacionados (Marshall *et al.* 2010).

##### **1.6.4.2 Sensibilidad**

La sensibilidad se refiere al grado en que un sistema natural, social o económico resulta afectado, positiva o negativamente, por cambios en los patrones del clima. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar (Marshall *et al.* 2009). Depende de los aspectos económicos, políticos, culturales y factores institucionales (Fenton *et al.* 2007).

##### **1.6.4.3 Impacto del cambio climático**

Se refiere a los efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales, humanos, sociales y económicos. Según se considere o no el proceso de adaptación, cabe distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales así. Impactos potenciales: “*todo impacto que pudiera sobrevenir en*

*relación con un cambio proyectado del clima, sin tener en cuenta la adaptación”*. Impactos residuales: *“impactos del cambio climático que sobrevendrían tras la adaptación”* (IPCC 2007).

#### **1.6.4.4 Capacidad adaptativa**

Describe la capacidad de responder a los retos del cambio climático a través del aprendizaje, la gestión del riesgo, desarrollando ideas y enfoques efectivos (Marshall *et al.* 2010). Es un proceso complejo que requiere la síntesis e integración de una gama de diferentes enfoques, métodos, herramientas y participación de los interesados (Bowyer *et al.* 2014). Es más una cuestión de experiencias vividas que permite planificar de manera anticipada, para poder enfrentar y responder a los desafíos climáticos, y de esta manera reducir cualquier consecuencia negativa, y aprovechar los impactos positivos que estos cambios pueden representar (Imbach *et al.* 2015).

Para que esto ocurra, el país o región deben disponer de una serie de capacidades, recursos financieros y económicos, instituciones y recurso humano, de manera que, se puedan implementar diferentes estrategias o medidas que permitan adaptarse a los impactos o efectos del cambio climático (IPCC 2007). Los gobiernos deben liderar la adaptación en el ámbito nacional, para así garantizar que cuentan con el marco institucional necesario para afrontar las condiciones cambiantes. Sin embargo, hacerlo exige no sólo gobernanza efectiva y recursos financieros, sino también una base de conocimientos suficiente y la capacidad técnica para identificar los impactos y enfrentarlos de manera adecuada (Berrizbeitia *et al.* 2014).

En la escala local, la capacidad adaptativa de una comunidad, un hogar o medio de vida se entiende como la capacidad de enfrentar condiciones adversas o externas al clima, se debe considerar la dinámica de los hogares rurales (Smit y Westerhoff 2009) y las ventajas que se pueden obtener de estas perturbaciones, sean estas de origen natural o antropogénico, o aquellas derivadas del cambio climático (Maldonado y Moreno-Sánchez 2014).

#### **1.6.5 Estrategias, medios de vida y variabilidad climática**

Estrategia de vida se refiere a la combinación o al conjunto de medios de vida que realiza una familia o una comunidad para satisfacer sus necesidades humanas fundamentales. Por ejemplo el medio de vida producción de frijol puede combinarse con otras actividades productivas como ingreso por alquiler de tierras a otros pequeños productores o con la obtención de ingresos por prestar servicios de guía turístico, etc. Esta secuencia que conecta recursos con medios y estrategias permite reconocer y apreciar con mayor claridad las diferentes formas que una familia o comunidad resuelve la problemática de sus necesidades básicas (Imbach 2016).

Por su parte, los medios de vida (MV) se definen como todos los activos (incluidos los recursos materiales y sociales) y las actividades que las personas realizan para satisfacer sus necesidades (Chambers y Conway 1991). Los medios o actividades están relacionados con las necesidades humanas fundamentales (Imbach 2016).

En el contexto del cambio climático, incluida la variabilidad climática y eventos climáticos extremos; los medios de vida deben ser considerados desde una perspectiva más integral, de manera que permitan identificar todas las acciones que ha llevado una comunidad para hacerle frente a condiciones adversas del clima, y al mismo tiempo, satisfacer sus necesidades básicas fundamentales. En este sentido, es importante entender el papel de los capitales de la comunidad y la relación con los medios de subsistencia (Phuong *et al.* 2019). La finalidad de toda estrategia de adaptación es reducir la vulnerabilidad de los sistemas productivos, sociales, económicos, naturales o humanos ante el cambio climático, variabilidad y eventos extremos y de esta manera poder sostener los medios de vida de las personas (IUCN 2003).

Es muy importante que las comunidades diseñen sus propias estrategias de adaptación, No obstante, primero se deben identificar las limitantes que restringen el proceso adaptativo y organizarse para enfrentarlos (Pinto 2011, Imbach y Prado 2013). Sin embargo, esto no es tan sencillo, puesto que los impactos se expresan de diversas maneras en los medios de vida de las personas de una comunidad. Además, que los efectos del cambio climático (variabilidad y eventos extremos) son solo uno de los muchos problemas a los que se enfrentan las personas de las comunidades rurales.

#### **1.6.6 Enfoque de medios de vida sostenibles (MVS)**

El enfoque de medios de vida sostenibles ha evolucionado con la base conceptual de que, hay complejidad en la forma en que la gente trata de ganarse la vida y que cada comunidad plantea su desarrollo orientado a las necesidades de las personas y a un proceso de aprendizaje continuo (Patnaik y Prasad 2014). Mediante el enfoque de MVS se puede reconocer la diversidad de los medios de vida, la relevancia del contexto social e institucional, así como el papel que desempeñan los activos o recursos de las comunidades (Alobo 2015). Se dice que un medio de vida es sostenible cuando logra hacer frente y recuperarse de tensiones adversas, manteniendo o mejorando sus capacidades y activos, para que las comunidades hagan uso de manera racional y puedan satisfacer su bienestar actual, sin poner en riesgo la capacidad de satisfacer necesidades humanas futuras (Gottret 2011).

Inicialmente, el enfoque de medios de vida se enfocó en cuatro aspectos o recursos clave: económico, social, ambiental y productivo. Con el paso del tiempo los recursos o capitales analizados fueron aumentados a cinco: humanos, sociales, naturales, físicos y financieros; centrados en la promoción, mejoras en la seguridad alimentaria, nutrición y salud, mayores fuentes y nivel de ingresos, mayor resiliencia ante el estrés y los shocks y mejoras generales del bienestar social de los hogares y la comunidad mediante el manejo sostenible de los recursos naturales.

Posteriormente Flora, y colaboradores redefinieron aspectos básicos del enfoque e incrementaron a siete el número de capitales que se deben analizar en las comunidades (cuadro 2.) (Flora *et al.* 2004). Los activos o recursos de las comunidades y el acceso a éstos constituyen la base bajo la cual los hogares rurales generan sus medios de vida, estos activos se convierten en capitales cuando se utilizan para generar bienes necesarios para satisfacer necesidades humanas fundamentales (Fierros y Ávila-Faucat 2017).

### 1.6.7 El Marco de los capitales de la comunidad (MCC)

El marco de los capitales de la comunidad (MCC), es un enfoque integrador y útil para analizar y entender las dinámicas de las comunidades rurales; se enfoca, principalmente, en las interacciones y sinergias entre los capitales, y cómo estos se construyen (Gutiérrez *et al.* 2009). Se fundamenta en que, todas las comunidades, sin importar cuán pobre, rural o marginada sea tienen capitales o recursos, que puede usar para decidir su propio desarrollo y bienestar (Flora *et al.* 2004). Estos recursos son de diferentes tipos: a) los que se pueden consumir (usados y agotados), (b) los que se pueden almacenar y preservados (nadie puede usarlos) y (c) los que se pueden invertir para crear nuevos o más recursos (Gutiérrez *et al.* 2009).

Mediante un equilibrio dinámico entre los capitales e inversiones en ellos mismos, pueden surgir estrategias sostenibles para abordar las amenazas emergentes de un clima que cambia rápidamente (Emery y Flora 2006). Se promueve el trabajo en equipo en las comunidades, mediante la interdependencia, interacción y la asociación entre los capitales, de esta manera permite entender muchas de las dinámicas que ocurren dentro de las comunidades (Gutiérrez *et al.* 2009). Ofrece una forma de analizar los esfuerzos de desarrollo comunitario desde una perspectiva de sistemas, identificando los activos en cada capital “*stock*”, y el tipo de capital invertido “*flujo*” y la interacción entre esos capitales identificados (Emery y Flora 2006). Se consideran siete capitales diferentes (Cuadro 2).

### 1.6.8 Cambio climático en México

México es considerado uno de los países Latinoamericanos más vulnerables a los efectos del cambio climático, puesto que 15% del territorio nacional, 68.2% de su población y 71% del producto interno bruto (PIB) están propensos a sufrir impactos negativos como consecuencia de la alta exposición y sensibilidad climática de todos sus sectores productivos, además por su deficiente capacidad adaptativa (WBG 2010). De acuerdo a las proyecciones realizadas por la Unidad de Investigación Climática (Climate Research Unit) a través de Statistical Downscaling Model (SDSM), se espera que “*la temperatura media anual en el país aumente entre 0.5 y 4.8° C en el periodo 2020-2100. La precipitación podría reducirse en hasta 15% durante el invierno y 5% en el verano*” (Sosa 2015).

**Cuadro 2.** Descripción de los capitales o recursos de la comunidad

Capital social	Refleja las conexiones entre las personas y las organizaciones (Emery y Flora 2006). Normas sociales y confianza, que facilitan la coordinación, cooperación y acción colectiva para un beneficio mutuo (Fey <i>et al.</i> 2008). Ejemplo organizaciones locales o externas que apoyan a las comunidades a desarrollar estrategias, individual o colectivamente para adaptarse al cambio climático.
Capital humano	Se refiere a las características particulares de cada persona que facilitan su habilidad para desarrollar una determinada estrategia de vida (Gutiérrez y Solís 2011). También incluye salud y liderazgo (Flora 2007).
Capital Cultural	Incluye sus costumbres y cosmovisiones, idioma, arte, valores y símbolos reflejados en la ropa, libros, entre otros. (Fey <i>et al.</i> 2008, Emery y Flora 2006). Por ejemplo, la cosmovisión de las comunidades, juega un rol importante en la identificación de los impactos del cambio climático o de los eventos extremos en las comunidades.
Capital político	Se refiere a la capacidad desarrollada de las personas que les permite participar en los procesos de gestión y movilización de fondos para el desarrollo de sus comunidades (Gutiérrez y Solís 2011). Ejemplo: participación de líderes comunitarios en espacios de toma de decisiones climáticas a nivel local o regional.
Capital Natural	Todos los recursos naturales que se encuentran disponibles en la comunidad; relevantes para el bienestar de la población, incluye todos aquellos recursos que suman más recursos para apoyar un medio de vida (Gutiérrez y Siles 2008, Gutiérrez y Solís 2011). Por ejemplo: agua, suelos, bosques y todos aquellos bienes y servicios ecosistémicos indispensables para los medios de vida en las comunidades.
Capital financiero	Se refiere todos los recursos financieros con los que dispone una comunidad para apoyar el emprendimiento cívico y social, y también para acumular riqueza para el desarrollo futuro (Emery y Flora 2006). Se pueden obtener por actividades productivas, ahorros, créditos, impuestos, donaciones y remesas (Gutiérrez y Solís 2011). Estos recursos se pueden utilizar para implementar medidas de adaptación para mejorar la resiliencia de los medios de vida a las adversidades del clima.
Capital Físico	Toda la infraestructura que sirve de apoyo para la producción de bienes, para mejorar la calidad de vida de las personas o planificar y diseñar medidas de adaptación. (Gutiérrez y Solís 2011). (Flora <i>et al.</i> 2004). Ejemplo: carreteras, centros sociales, centros de salud, entre otros.

Se proyecta que, en México los cambios en el clima y los eventos climáticos extremos provocarán una disminución en la cantidad y calidad del agua, también, significará un riesgo para la agricultura, ganadería y pesca; poniendo en riesgo la seguridad alimentaria del país (Monterroso y

Conde 2015); de igual manera se verán afectados; el sector salud; incrementando algunas enfermedades como: dengue, malaria, paludismo (O'Neill *et al.* 2006), los sectores energía y turismo también se verán bastante afectados por variaciones en el clima, así como por los efectos de inundaciones, ciclones tropicales, trayendo como consecuencia repercusiones importantes en los sistemas socioeconómicos del país (CICC 2012).

En México, la evidencia demuestra que en las comunidades rurales los cambios en los patrones climáticos están afectando los medios de vida de las personas, por la ocurrencia principalmente de sequías, inundaciones y huracanes (BM 2013). Es importante mencionar que estas zonas rurales están relacionadas con altos índices de pobreza. “*En México, la pobreza constituye un importante indicador de vulnerabilidad al cambio climático y de la capacidad de adaptación de la población*” (CICC 2012). Son muchos los factores que inciden en la vulnerabilidad climática de las comunidades rurales, asociadas principalmente con los niveles de vulnerabilidad y marginación local, regional y social (Gutiérrez *et al.* 2014).

Gutiérrez *et al.* (2014) en un caso de estudio en Sitalá Chiapas encontraron que, existen diversos factores que inciden en la susceptibilidad de los capitales de la comunidad; por ejemplo, el acceso limitado de los pobladores locales a redes, conexiones u organizaciones sociales que trabajen en temas de adaptación al cambio climático o eventos extremos (capital social), altas tasas de analfabetismo, poco acceso servicios de salud y difícil acceso a información relacionada a la variabilidad del clima (capital humano), poca acción de las autoridades locales para hacer frente a los impactos del cambio climático (capital político), infraestructura vial de baja calidad, carencia de hospitales, viviendas en mal estado (capital físico), acceso limitado a recursos económicos disponibles para la comunidad, en caso que se presente un evento climático que afecte su medio de vida (capital financiero).

## **1.7 Ubicación geográfica de la zona de estudio**

La investigación se realizó en el centro de México, específicamente en las comunidades de San Francisco Putla y Raíces; pertenecientes a los municipios de Tenango del Valle y Zinacantepec, respectivamente. Los dos municipios pertenecen al Estado de México. San Francisco Putla pertenece al ejido del mismo nombre y se ubica al sureste del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (APFFNT) a 2749 msnm. Con una población total de 3433 habitantes (INEGI 2010). El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (INEGI 2009).

La comunidad de Raíces está localizada en la parte norte del Nevado de Toluca, forma parte del ejido Loma Alta. Con una población total de 664 habitantes hasta el último censo de población realizado en 2010 (INEGI 2010). En las periferias de la comunidad se identifican algunas áreas agropecuarias de producción de papa, avena y haba, así como ganadería a baja escala (INEGI 2009).

El Nevado de Toluca es considerado una de las principales reservas de recursos naturales en el Estado de México y una de las áreas naturales protegidas más significativas de todo el país, inicialmente fue creado como Parque Nacional en 1936, con el objetivo principal de proteger su belleza escénica, su extensas zonas de bosques templados y los recursos hídricos que abastecen de

agua a la ciudad de Toluca (Aparicio y Ramírez 2015). No obstante, en el 2013 se recategorizó como área de protección de flora y fauna, después de un informe de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, que expone el deterioro de todos los recursos naturales que allí se encuentran (CONANP 2013).

## 1.8 Bibliografía

- Abasolo, VE. 2006. Entre el cielo y la tierra: Raíces, Un Pueblo de la alta montaña, en el Estado de México. Universidad Iberoamericana, D.F. México. 1-163 p.
- Adger, WN. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Alobo Loison, SH. 2015. 'Rural Livelihood Diversification in Sub-Saharan Africa: A Literature Review'. *Journal of Development Studies*. 51(9):1125-1138. DOI: 10.1080/00220388.2015.1046445
- Anastacio, ND; Nava-Bernal, G; Franco-Maass, S. 2014. El desarrollo agropecuario de los pueblos de alta montaña . La Peñuela , Estado de México The agricultural development of the State of Mexico. 45, 397–418.
- Aparicio, AT; Ramírez, RG. 2015. Recategorización Del Parque Nacional Nevado De Toluca. *Política y Cultura* 44:79-105.
- Barrucand, MG; Giraldo, C; y Canziani, PO. 2017. Climate change and its impacts: perception and adaptation in rural areas of Manizales, Colombia. *Climate and Development*, 9(5), 415–427. <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1167661>
- Berrizbeitia, LE; Castro, L; Gómez, M; Castillo, MP; Torres, MC. 2014. Index of the vulnerability and adaptation to climate change in the region of Latin America and the Caribbean. CAF. 212 p.
- BM (Banco Mundial). 2013. Las dimensiones sociales del cambio climático en México. 1 ed. Washington, DC, USA. 74 p.
- Bowyer, P; Bender, S; Rechid, D; Schaller, M. 2014. Adapting to Climate Change : Methods and Tools for Climate Risk Management-CSC Report 17:124.
- Care. (2010). Community-Based Adaptation Toolkit.
- Cifuentes, M. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. Turrialba, C.R:CATIE. 71 P.
- Conde, A; López, J. 2016. Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe (1st ed.). México.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2014. Distribución del ingreso y la pobreza. El caso de México. Santiago de Chile, Chile. 40 p.
- Chambers, R; and Conway, GR. 1991. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. In Instituto of Develoment Studies.
- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático 2007, México. (en línea). Consultado el 14 de Mayo.2018. 21 p. Disponible en:

<http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/08/Estrategia-Nacional-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-2013.pdf>

- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). 2012. México: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Primera ed. D.F, México, s.e. 127-147 p.
- CONANP (Comisión Nacional Áreas Naturales Protegidas). 2013. Estudio Previo Justificativo para la modificación de la Declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca, ubicado en el Estado de México. México. 123 p.
- Emery, M; Flora, C. 2006. Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. *Community Development*. 37(1):19-35.
- Ellis, F. (2001). Rural Livelihoods, Diversity and Poverty Reduction Policies: Uganda, Tanzania, Malawi and Kenya. LADDER Working Paper No. 1, 1(2), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Fierros I y Ávila-Faucat, VS. 2017. Medios de vida sustentables y contexto de vulnerabilidad de los hogares rurales de México. *Revista Problemas del Desarrollo*. 191(48):107-131.
- Fenton, M; Kelly, G; Vella, K; Innes, J. 2007. Climate change and Great Barrier Reef: industries and communities. In *Management*.
- Fey, S; Bregendahl, C; Flora, C. 2008. The Measurement of Community Capitals through Research. *Online Journal of Rural Research & Policy* 1(1):28
- Flora, C, Emery, M, Fey, S; Bregendahl, C. 2004. Community Capitals: A Tool for Evaluating Strategic Interventions and Projects. North Central Regional Center for Rural Development.
- Flora, CB. 2007. Social capital and community problem solving: Combining Local and Scientific Knowledge to Fight Invasive Species. USA. 1-11 p.
- Gallardo, O y Hardy, C. 2016. Las comunidades rurales ante el cambio climático. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba, Cuba. *Ciencia en su PC*. 1:1-14 (en línea). Consultado el 26 de abril del 2018. 21 p. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/1813/181345819001/>
- Ghil, M. 2002. Natural Climate Variability. *Encyclopedia of Global Environmental Change* 1:544-549
- Goosse, H; Barriat, PY; Lefebvre, W; Loutre, MF; Zunz, V. 2010. Description of the climate system and its components. In *Introduction to climate dynamics and climate modelling*. 1-24.
- Gottret, MV. 2011. Medios de vida sostenibles. Una estrategia para el diseño e implementación de iniciativas para la reducción de la pobreza. Turrialba, Costa Rica, s.e. 186 p.
- Gutiérrez-Montes; IA; Soares, D; Thibault, M; Galileo Rivas, G; Gustavo Pinto, FR; Romero, R; López, R. 2014. Análisis de la susceptibilidad de los recursos comunitarios ante eventos climáticos extremos en Sitalá Chiapas: retos y propuestas conceptuales desde un enfoque de equidad social. 143-185 p.
- Gutiérrez-Montes, I; Siles, J. 2008. Diagnóstico de medios de vida y capitales de la comunidad de humedales de medio queso. Los Chiles, Costa Rica. Costa Rica. UICN. 140 p.
- Gutiérrez-Montes, I; Emery, M.; Fernández-Baca, E. 2009. The Sustainable Livelihoods Approach and the Community Capitals Framework: The importance of System-level approaches to community change efforts. *Community Development*. 40(2):106-113. DOI:



10.1080/15575330903011785.

- Gutiérrez-Montes, I; Bautista-Solís, P (Eds.). 2011. Capitales de la comunidad y la conservación de los recursos naturales: El caso del Corredor biológico Tenorio-Miravalles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 135 p. (Serie Técnica. Boletín Técnico 49).
- Haines, A; Kovats, R; Campbell-Lendrum, D; Corvalan, C. 2006. Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation. *Public Health*, 367(9528), 2101–2109. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68933-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68933-2)
- Hansen, J; Sato, M; Ruedy, R. 2012. Perception of climate change. *Weather*, 73(11), 9. <https://doi.org/10.1002/wea.3204>
- Houghton, DD. 2002. Introduction to Climate Change: Lecture notes for Meteorologists. Geneva, Switzerland. 143 p.
- Imbach, A. C; and Prado, PF. 2013. Development and field testing of a framework to identify and prioritize action to strengthen local adaptive capacity to climate change and variability. In: *Community Based Adaptation to climate change: emergin Lessons*. (H. Ensor & Berger, Eds.). UK.
- Imbach, A; Bouroncle, A; Díaz, A; Zamora, A; Ureña, O; Aragón, O; Colque, P; Rosales, BL; Prado, P; Girón, E. Imbach, P; Medellín, C. 2015. La construcción de estrategias locales de adaptación al cambio climático: una propuesta desde el enfoque de medios de vida. Turrialba, Costa, Serie Técnica, Informe Técnico No. XXX. 41 p.
- Imbach, AC. 2016. Estrategias De Vida: Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. Geolatina. Primera ed. Turrialba, Costa Rica. 55 p.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2012. Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. 1 ed. D.F. México, s.e. 182 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zinacantepec, Estado de México. 9 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Censo Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad: Raíces, Zinacantepec. (En línea). Consultado 14 Agos. 2018. Disponible en <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=151180096>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Censo Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad: San Francisco Putla, Tenango del Valle. (En línea). Consultado 14 Agos. 2018. Disponible en [www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=090](http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=090)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tenango del Valle, Estado de México. 9 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza, 104 p.

- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 2012. Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Cambridge, USA 32 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 157 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014b. Livelihoods and poverty. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 13)*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IUCN (The World Conservation Union.). 2003. Livelihoods and climate change. Combining disaster risk reduction, natural resource management and climate change adaptation in a new approach to the reduction of vulnerability and poverty. 34 p.
- Jamshidi, O; Asadi, A; Kalantari, K; Azadi, H; Scheffran, J. (2018). Vulnerability to climate change of smallholder farmers in the Hamadan province, Iran. *Climate Risk Management*, 23(August 2017), 146–159. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.06.002>
- Lucas Garín, A. 2017. Novedades del Sistema de protección internacional de cambio climático: el Acuerdo de París. *Estudios Internacionales* 186: 137-167
- Maru, YT; Stafford, M; Sparrow, A; Pinho, PF; Dube, OP. 2014. A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities. *Global Environmental Change*, 28, 337–350. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.007>
- Maldonado, JH; Moreno-Sánchez, R del Pilar. 2014. Estimating the adaptive capacity of local communities at marine protected areas in Latin America: a practical approach. *Ecology and Society* 19(1):16.
- Marshall, NA; Marshall, PA; Tamelander, J; Obura, D; Malleret-King, D; Cinner, JE. 2010. *A Framework for Social Adaptation to Climate Change: Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries*. Gland, Switzerland. 45 p.
- Monterroso, A; and Conde, C. (2015). Exposure to climate and climate change in Mexico. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 6(4), 272–288. <https://doi.org/10.1080/19475705.2013.847867>
- O’neil, MS; Hajat, S; Zanobetti, A; Ramirez-Aguilar, M; Schwartz, J. 2005. Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. *Int J Biometeorol*, 50, 121–129.
- Patnaik, S y Shambu Prasad, C. 2014. Revisiting Sustainable Livelihoods: Insights from Implementation Studies in India. *Vision*. 18 (4): 353–358. DOI: 10.1177/0972262914553258
- Phuong L, TH; Biesbroek, GR; Sen L; TH; Wals A. EJ. 2018. Understanding smallholder farmers’ capacity to respond to climate change in a coastal community in Central Vietnam. *Climate and Development*, 10(8), 701–716. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1411240>
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2009. *El cambio climático y sus posibles repercusiones para la seguridad*. New York, USA. 34 p.
- Romero, MR. 2011. *Medios de Vida y Cambio Climático. Cartilla Informativa*. La Paz, Bolivia: LIDEMA. 52 p.

- Ramírez Granados R; Aguilar Sánchez, G; Díaz Padilla, G; Medina Berrios, M de la Paz. 2011. Alteraciones de los indicadores agroclimáticos en años con presencia del fenómeno el NIÑO en la región Centro-Occidente de México. *Revista Geográfica de América Central*. 1-16
- Rezai, A; Foley, DK; Taylor, L. 2012. Global warming and economic externalities. *Economic Theory*. 49(2):329-351
- Romero-Lankao, P; Smith, JB; Davidson, DJ; Diffenbaugh, NS; Kinney, PL; Kirshen, P; Kovacs, P; Villers Ruiz, L. 2014: North America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1439-1498.
- Rodríguez, M y Mance, H. 2009. Cambio climático: lo que está en juego. *Foro Nacional Ambiental*, Bogotá, Colombia. 76 p.
- Sallu, SM; Twyman, C; Stringer, LC; 2010. Resilient or Vulnerable Livelihoods? Assessing Livelihood Dynamics and Trajectories in Rural Botswana. *Ecology and Society*, 15(4), 48–79.
- Smit, B; y Westerhoff, L. 2009. Adaptation and development: Livelihoods and climate change in Subarnabad, Bangladesh. *Climate and Development*, 1(1), 31–46. <https://doi.org/10.3763/cdev.2009.0001>
- Soares, D y Sandoval-Ayala, NC. 2016. Percepciones sobre vulnerabilidad frente al cambio climático en una comunidad rural de Yucatán. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 7(4):113-128.
- Sosa, F. 2015. Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 6(20).
- Stern, N. 2008. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, UK. 32 p.
- Stocker, TF; Qin, D; Plattner, GK; Tignor, M; Allen, SK; Boschung, J; Midgley, PM. (2013), Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 110 p.
- Thornton, P; Herrero, M; Freeman, A; Mwai, O; Rege, E; Jones, P; Mcdermott, J. 2007. Mapping climate vulnerability and poverty in Africa: impacts on livestock and livelihoods. *SAT EJournal*, 4(1), 1–23.
- Thornton, PK; Ericksen, PJ; Herrero, M; Challinor, AJ. 2014. Climate variability and vulnerability to climate change: A review. *Global Change Biology*, 20, 3313–3328. <https://doi.org/10.1111/gcb.12581>
- Wuebbles, DJ; Easterling, DR; Hayhoe, K; Knutson, T; Kopp, RE; Kossin, JP; ... Wehner, MF. 2017. Our globally changing climate. In: *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I* [Wuebbles, DJ; Fahey, DW; Hibbard, KA; Dokken, DJ; Stewart, BC. and Maycock, TK. (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, 35–72. <https://doi.org/10.7930/J08S4N35>.
- WBG (World Bank Group). 2010. *Climate Change: México leading the agenda on mitigation and adaptation to climate change*. México. 4 p.
- WMO (World Meteorological Organization). 2016. *Guidelines on the Definition and Monitoring of*

Extreme Weather and Climate Events. World Meteorological. 62 p.

Ziervogel, G; and Calder, R. (2003). Climate variability and rural livelihoods: Assessing the impact of seasonal climate forecasts in Lesotho. *Area*, 35(4), 403–417. <https://doi.org/10.1111/j.0004-0894.2003.00190.x>

## CAPÍTULO II

### Artículo 1. Medios de vida y variabilidad climática en comunidades rurales de alta montaña del Centro de México

Jorge Luis Escobar<sup>a</sup>, Ángel Rolando Endara<sup>b</sup>, Alejandro Imbach<sup>a</sup>, Isabel Gutiérrez<sup>a</sup>, Ángela Díaz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

<sup>b</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100-A Poniente, Centro, C.P. 50000 Toluca de Lerdo, Estado de México, México

#### Resumen

Se analiza la vulnerabilidad de los medios de vida y los capitales de dos comunidades de alta montaña (San Francisco Putla y Raíces), ubicadas en el centro de México, específicamente en los municipios de Zinacantepec y Tenango del Valle, respectivamente. Para comprender la exposición ante la variabilidad climática ocurrida, se utilizaron datos históricos de temperatura y precipitación (1980 - 2010), mientras que para conocer el cambio climático futuro se hizo una proyección de temperatura y precipitación al 2050 y 2070, usando dos Trayectorias de Concentración Representativas; (RCP 4.5) y (RCP 8.5), bajo el modelo HadGem2-Es. La percepción de la sensibilidad y capacidad adaptativa se determinó a través de métodos cualitativos (entrevistas semiestructuradas, grupos focales y talleres participativos). Los resultados muestran que, los medios de vida de estas comunidades presentan media y alta vulnerabilidad. Aumentos significativos en la temperatura máxima, mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos como: heladas, granizadas, sequías, nevadas, lluvias y vientos son los principales precursores de la vulnerabilidad climática. Se manifiesta a través de pérdidas en la productividad anual de sus cultivos, poca diversificación de los ingresos, afectaciones en salud, alimentación, migración, acceso y disponibilidad de agua, pérdida de biodiversidad, erosión/degradación de suelos, daños en viviendas y carreteras de acceso.

**Palabras clave:** variabilidad climática, medios de vida, capitales de la comunidad, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa, vulnerabilidad.

#### 1. Introducción

El cambio climático es uno de los grandes desafíos de la humanidad. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) argumenta que *“El calentamiento del sistema climático es inequívoco”* y sus impactos son evidentes a través de incrementos significativos de la temperatura global, precipitaciones, incremento en el nivel promedio del mar y mayor frecuencia de eventos climáticos extremos (IPCC, 2007). Hansen et al. (2006) afirman que, el cambio climático es real, ocasionado por un calentamiento global de aproximadamente 0.2°C por década, provocando temperaturas inusuales en todo el planeta, con valores extremos en las últimas tres décadas (Hansen, Sato, & Ruedy, 2012; IPCC, 2014a).

Parte de este calentamiento global se les atribuye a las altas concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), que en las últimas décadas han alcanzado niveles que nunca se habían observado, siendo la causa principal el uso excesivo de combustibles fósiles (Hansen et al., 2012; Stocker *et al.*, 2013), resultado del continuo crecimiento demográfico y económico de los países (IPCC, 2014a). La variabilidad climática natural provocada por variaciones solares (Scafetta, Mirandola, & Bianchini, 2017) grandes erupciones volcánicas y cambios en la circulación oceánica también incide en el calentamiento global observado (Swanson, Sugihara, & Tsonis, 2009).

Lo anterior ha tenido impactos directos e indirectos en los sistemas naturales, sociales y humanos; particularmente en los medios de vida de las zonas rurales (IPCC 2007; IPCC, 2014b) por depender, en gran medida, de la agricultura (Seaman, Sawdon, Acidri, & Petty, 2014). Estos impactos se deben a la baja capacidad adaptativa de las comunidades ante eventos adversos (Smit & Pilifosova, 2001; Mirza, 2003; IPCC, 2007; Smit & Westerhoff, 2009).

La vulnerabilidad climática se refiere al grado de susceptibilidad al que un sistema o sociedad está expuesto, incluyendo la capacidad para adaptarse a adversidades climáticas (Smith, Burton, Klein & Street, 1999; Adger & Kelly, 1999; Adger, 2006; IPCC, 2007; GIZ, 2014). La exposición hace referencia al grado en que un sistema está expuesto a cambios en los patrones climáticos normales (IPCC, 2001; GIZ, 2014) u otros factores externos (Smit & Westerhoff, 2009). La sensibilidad se refiere a los efectos que enfrenta un sistema o sociedad (IPCC, 2007; Marshall et al., 2010). La capacidad de adaptación implica las estrategias que las sociedades desarrollan para enfrentar o ajustarse al cambio climático (IPCC, 2007).

Se proyecta que los países en desarrollo son los más susceptibles (IPCC, 2014), la ubicación geográfica y su baja capacidad adaptativa incrementan los daños (UNFCCC, 2006; Baca, Läderach, Hagggar, Schroth, & ovalle, 2014; CEPAL, 2015). La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2012) exterioriza que; en México, los sectores más pobres presentan condiciones de alta vulnerabilidad ante la variación climática; repercutiendo directa o indirectamente sobre los niveles de pobreza, inequidad social y acceso a los recursos.

Esto implica la necesidad de adoptar nuevas estrategias de vida y procesos de adaptación, como la diversificación de sus medios de subsistencia, migración e intensificación de la producción (Ellis, 2001; Zerihun, 2016). No obstante, es necesario conocer los impactos potenciales y la vulnerabilidad que la variabilidad climática provoca en el capital natural, humano, físico, financiero, social, cultural y político (Barrucand, Giraldo, & Canziani, 2017; Phuong, Biesbroek, & Wals, 2018). Se entiende a los capitales como aquellos recursos humanos o materiales que las comunidades

pueden utilizar para crear o fortalecer otros a través del tiempo (Gutiérrez, Emery, & Fernández, 2009). En las comunidades rurales estos capitales sirven de base para que los hogares generen sus medios de vida (Fierros & Ávila-Faucat, 2017).

Ansoms & McKay (2010) han utilizado el enfoque de los Medios de Vida Sostenibles (MVS) para describir las estrategias de los hogares y el contexto de vulnerabilidad, también se ha utilizado para analizar la susceptibilidad climática de medios de vida de comunidades rurales, como en Asia (Smit & Westerhoff, 2009), en África (Sallu, Twyman, & Stringer, 2010; Aloba, 2015) y en América Latina (Ziervogel & Calder, 2003; Baca et al., 2014; Fierros & Ávila-Faucat, 2017). El enfoque apoyado en el Marco de Capitales Comunitarios (MCC) permite identificar el papel que desempeñan los capitales comunitarios en el diseño de programas de desarrollo (Petersen y Pedersen, 2010; Emery y Flora, 2006; Gutiérrez et al., 2009). Resalta que, el fortalecimiento de estos capitales es clave para que las comunidades puedan diseñar o potenciar las estrategias de adaptación (IUCN, 2003; Smit & Wandel 2006).

El objetivo de esta investigación es analizar la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa ante la variabilidad climática de los capitales y medios de vida de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces, ubicadas en el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, del centro de México, para identificar ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de los medios de vida y capitales de las dos comunidades? El análisis permitirá identificar de manera participativa las estrategias que los pobladores deben adoptar en cada capital o medio de vida.

## **2. Cambio climático, variabilidad climática incluido los eventos extremos**

El IPCC (2014) define al cambio climático como aquellos cambios abruptos en los patrones normales del clima, que se reflejan en decenios de años o en lapsos mayores. Es un fenómeno multidimensional y se manifiesta a escalas temporales y espaciales (Ghil, 2002; Monterroso & Conde, 2015), se expresa a través de la variabilidad climática incluyendo los eventos climáticos extremos que provocan impactos reales en diferentes partes del planeta (Bowyer, Bender, Rechid, & Schaller, 2014; IPCC 2014).

Lo anterior impacta en los sistemas humanos, sociales, económicos y ecológicos (Haines, Kovats, Campbell-Lendrum, & Corvalan, 2006; Thornton et al; 2007; Filho *et al.*, 2017; Zacarías, 2018). Desde 1950 se han observado cambios en los patrones del clima influenciados por las actividades antropogénicas globales (Hansen et al., 2012; IPCC, 2013). Si bien, atribuir los eventos climáticos extremos a éstas sigue siendo un desafío (IPCC, 2012) no significa que no estén asociados (Thornton *et al.*, 2007).

Tanto los fenómenos meteorológicos extremos como los fenómenos climáticos extremos se denominan “*eventos climáticos extremos*”. En algunas ocasiones los eventos climáticos extremos como las sequías, heladas, granizadas o inundaciones puede ser el resultado de una acumulación de eventos climáticos o meteorológicos que son, individualmente, no extremos ellos mismos, aunque su acumulación es extrema (IPCC 2012; WMO 2016).

Estas alteraciones climáticas han afectado los modelos de desarrollo de los países y los medios de vida de las comunidades (IPCC, 2014b; Maru, Stanfford, Sparrow, Pinho, & Dube, 2014) Sin embargo, determinar el impacto en las estrategias de vida de las comunidades rurales es complejo e incierto. Por tal razón, antes de aplicar cualquier instrumento para analizar la vulnerabilidad climática se debe comprender los aspectos socioeconómicos (Adger & Kelly, 1999) e identificar de manera participativa sus medios de vida y los capitales que sirven de sustento para éstos (Gutiérrez *et al.*, 2009).

## **2.1 Vulnerabilidad climática**

El IPCC (2007) y Chinwendu, Sadiku, Okhimamhe, & Eiche (2017) definen la vulnerabilidad como el grado de riesgo o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad climática y los eventos extremos. Varía en escalas temporales y espaciales, dependiendo de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales y ambientales (Thornton *et al.*, 2007; Jamshidi, Asadi, Kalantari, Azadi, & Scheffran, 2018), comprende la exposición al cambio ocurrido, sensibilidad al daño y la falta de capacidad de adaptación (Adger, 2006). Estos conceptos ayudan a evaluar la naturaleza y la magnitud del evento e identificar estrategias de adaptación para mitigar sus efectos (Marshall *et al.*, 2010; Mohan & Sinha, 2015).

La exposición se refiere al grado o duración que un sistema está expuesto a variaciones climáticas u otras perturbaciones (Adger, 2006; Fussel & Klein, 2006; IPCC, 2007) e incluye todos los patrones climáticos (temperatura, precipitación, evapotranspiración, balance hídrico y eventos extremos) y es fundamental para comprender la vulnerabilidad de un sistema (Marshall *et al.*, 2010; Monterroso & Conde, 2015). La sensibilidad determina el grado en que un sistema resulta afectado por la exposición a un cambio dado (IPCC 2007; GIZ, 2014). La afectación de los sistemas sociales depende de factores económicos, políticos, culturales e institucionales (Fenton, Kelly, Vella, & Innes, 2007; Marshall *et al.*, 2010).



La capacidad de adaptación se refiere al conjunto de factores que permiten a los sistemas desarrollar habilidades para ajustarse al cambio climático (variabilidad del clima y los fenómenos extremos) y moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades, o hacer frente a las consecuencias (IPCC, 2007). Estos factores se relacionan con los recursos disponibles de los sistemas humanos, sus características y capacidades socioeconómicas, estructurales, institucionales y tecnológicas (GIZ, 2014). Este proceso de adaptación es posible a través de la integración de diferentes enfoques, métodos y herramientas que permitan la gestión del riesgo, desarrollo de nuevo conocimiento y la participación de los interesados (Marshall et al., 2010).

En la escala local, la capacidad adaptativa de una comunidad debe considerar la dinámica de sus hogares, capitales, estrategias y medios de vida (Smith & Westerhoff, 2009), de manera que las medidas de adaptación se incorporen y contribuyan al desarrollo de los medios de subsistencia de las personas y, así mejorar su capacidad adaptativa (Smith & Westerhoff, 2009; Maldonado & Moreno-Sánchez, 2014).

## **2.2 Medios de vida y vulnerabilidad**

Los medios de vida se definen como un sistema que comprende las capacidades, activos (recursos materiales y sociales) y todas las actividades individuales o colectivas, que permiten satisfacer las necesidades básicas (Chambers & Conway, 1991; DFID, 1999; Imbach, 2016). La elección y combinación de los capitales en la comunidad u hogar es denominada estrategia de vida (Ellis, 2001). Esta secuencia que conecta recursos con medios y estrategias permite reconocer con mayor claridad las formas en que una familia o comunidad resuelven sus problemas (Imbach, 2016).

Los capitales de las comunidades y el acceso a ellos constituyen la base para que los hogares rurales generen sus medios de vida, para satisfacer las necesidades básicas (Fierros & Ávila-Faucat, 2017). Se entiende por capital, a los recursos humanos y materiales que pueden ser invertidos para crear otros nuevos a través del tiempo (Flora et al., 2013; Gutiérrez et al., 2009). Todas las comunidades tienen capitales que se pueden usar para negociar su propio desarrollo y bienestar (Gutiérrez et al., 2009). La fragilidad de los medios de vida hace a las comunidades rurales vulnerables al cambio climático (DFID, 1999). En este contexto, comprender los impactos del cambio climático en los medios de vida del medio rural requiere examinar las complejidades de sus comunidades, las personas y la interacción con los capitales disponibles (IPCC, 2014b; Phuong et al., 2018).

Todos los efectos actuales y proyectados del cambio climático repercuten en los medios de vida de las comunidades rurales, generando impactos negativos en los recursos de la comunidad en

términos financieros, sociales, físicos, naturales, humanos y culturales (Adger, 2010; Quinn, Ziervogel, Taylor, Takama, & Thomalla, 2011; IPCC, 2014b; Kais & Islam, 2016). Por tal razón, es importante que las comunidades conozcan su situación frente a la variabilidad climática, para que de manera individual, colectiva y con el apoyo institucional asuman estrategias de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de sus comunidades.

### 3. Metodología

#### 3.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en las comunidades de San Francisco Putla y Raíces; ubicadas en los municipios de Tenango del Valle y Zinacantepec, ambos pertenecen al Estado de México. La comunidad de Raíces está localizada en la parte norte del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, a una altura de 3531 msnm., mientras que San Francisco Putla se ubica en la parte suroeste del Nevado de Toluca a 2749 msnm (Figura 1).

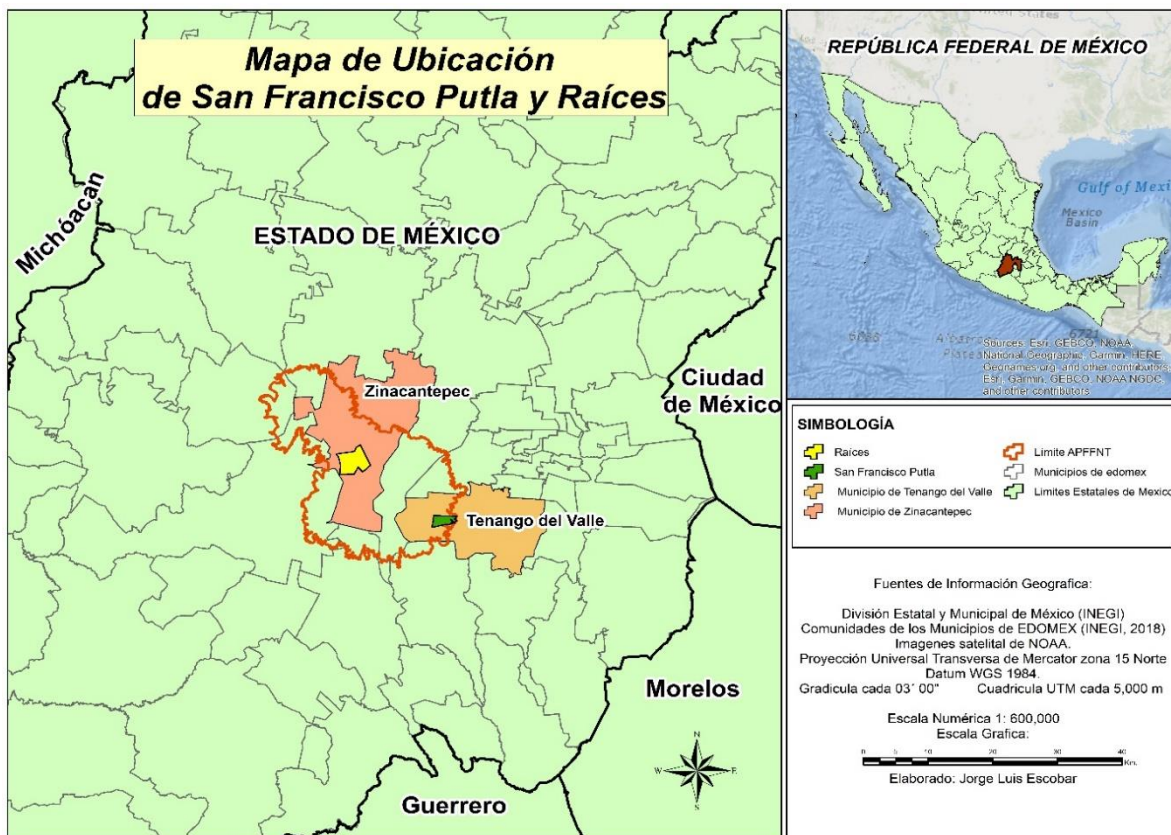


Figura 1 Ubicación de la zona de estudio.

#### 3.2 Enfoque metodológico y conceptual

La investigación se basa en el paradigma interpretativo (cualitativo), donde la participación de los informantes claves y los pobladores de las dos comunidades es de gran importancia para obtener la información de interés. Se utilizó un muestreo no probabilístico. Se aplicaron 70 entrevistas semiestructuradas (22 en la comunidad de Raíces y 48 en San Francisco Putla), cuatro grupos focales (dos por comunidad) y un taller participativo por comunidad.

El análisis se realizó utilizando el enfoque de Medios de Vida Sostenibles (EMVS) (DFID, 1999; Can, Tu, & Hoanh, 2013; Serrat, 2017) y el Marco de Capitales de la Comunidad (MCC) (Flora & Flora 2004; Gutiérrez-Montes et al., 2009) Se basa en la evaluación de los medios de vida a nivel de los hogares, donde la vulnerabilidad es importante para entender la sostenibilidad de los activos y los medios de vida que disponen las familias.

El enfoque involucra a las personas en la identificación de variables o indicadores que determinan el grado de vulnerabilidad de las comunidades ante el cambio climático, enfatizando los principios básicos de participación, recepción y difusión de nuevos conocimientos. Si bien, no se intenta proporcionar una representación exacta de la realidad que enfrentan las comunidades (DFID, 1999), hace un esfuerzo para esquematizar de manera explícita y sencilla la manera en que operan las personas bajo un contexto de vulnerabilidad.

### **3.3 Identificación de los medios de vida y percepción sobre la variabilidad climática**

Para conocer las estrategias y medios de vida, se realizaron diez entrevistas semiestructuradas a informantes claves (con 65 preguntas sobre el conocimiento de las comunidades, capitales y medios de vida, exposición climática, sensibilidad y capacidad adaptativa de los medios de vida y capitales comunitarios ante la variabilidad climática) validada con cuatro grupos focales y aplicación de protocolos de observación mediante recorridos de campo; permitiendo así, tener una descripción detallada de la situación de los medios de vida de los pobladores. La percepción de las familias respecto a la variabilidad climática y eventos extremos se plasmó a través de una línea de tiempo de 20 años en el pasado, identificando las principales amenazas climáticas para sus medios de vida.

### **3.4 Exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa ante la variabilidad ocurrida**

Para caracterizar la variabilidad climática ocurrida se utilizaron datos climáticos (temperatura y precipitación) desde 1980 hasta el año 2010. Mediante estos datos históricos fue posible conocer el comportamiento o cambios ocurridos en los patrones climáticos de las comunidades. Para conocer el cambio climático esperado se hizo una proyección climática (temperatura y precipitación) usando dos Trayectorias de Concentración Representativas (RCP); el escenario bajo en emisiones (RCP 2.6) y un escenario de altas emisiones (RCP 8.5), bajo el modelo HadGEM2-ES, tomando

como referencia el escenario histórico 1970-2000. Las simulaciones futuras en los dos escenarios se hicieron para el año 2050 y 2070.

La sensibilidad se identificó mediante 21 indicadores (cuadro 1) agrupadas en el capital humano, social, cultural, natural, político, financiero y físico/construido. Los indicadores se integraron en función de los siete capitales, posteriormente se codificaron de acuerdo a los niveles de sensibilidad (alta, media y baja); asignando valores del 1 al 3. Al final estos valores se normalizan en una escala de 0 a 100%, dividiéndose de la siguiente manera: de 0 a 20% sensibilidad baja (1), de 21 a 60% media (2) y de 61 a 100% alta (3). De igual manera, se utilizó el marco de los capitales de la comunidad para agrupar y evaluar 20 indicadores (Cuadro 1) que permitieron identificar el potencial de adaptación de las comunidades. La codificación de los niveles de capacidad de adaptación fue igual al de sensibilidad.

**Cuadro 1.** Indicadores de Sensibilidad y Capacidad adaptativa

Capital	Indicadores de sensibilidad	Indicadores de capacidad de adaptación
Humano	Salud	Información climática
	Educación	Educación informal (capacitaciones)
	Alimentación	Nivel de escolaridad
	Mujeres	
	Migración	
Social	Organizaciones locales	Participación en organizaciones locales
	Medios de comunicación	Relación con instituciones del estado
	Trabajo comunitario	Redes de apoyo
		Participación en planes de adaptación
Cultural	Actividades recreativas y celebraciones	Conocimiento local y tradicional
	Conocimiento tradicional	
Natural	Impacto en principales recursos naturales	Prácticas de conservación de suelo y agua
	Erosión y cambios de uso de suelo	cantidad de terrenos ejidales
	Cantidad y calidad de agua	
Político	Tomadores de decisiones locales	Capacidad del gobierno municipal
	Gestión de recursos para la comunidad	Apoyo del gobierno estatal
Financiero	Productividad anual	Acceso a otros recursos económicos
	Ingresos promedios	Acceso a tecnologías
	Acceso a créditos	Acceso a créditos
	diversificación de los ingresos	Remesas
Físico	Vías de acceso	Acceso a maquinaria
	Transporte	Centros de acopio o albergues
	Calidad de la vivienda	Centros de educación
		Centros de salud

### 3.5 Vulnerabilidad de los medios de vida de las familias

Para la identificación de la vulnerabilidad se utilizó la definición del IPCC (2007); consistió en evaluar los indicadores de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. La combinación de los factores (exposición + sensibilidad) produce el impacto potencial, a ello se debe agregar la capacidad adaptativa de las comunidades para reducir esos impactos (Figura 1). En conjunto, todos estos elementos determinan el nivel de vulnerabilidad de los principales medios de vida y capitales de la comunidad.

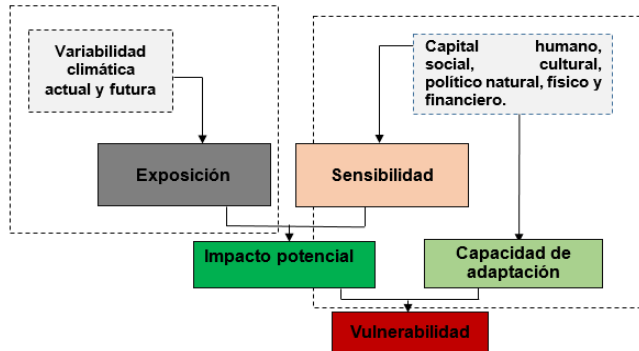


Figura 2. Componentes de la vulnerabilidad en los medios de vida. Adaptado de (Fritzsche, 2016; IPCC, 2007).

Para construir el índice de vulnerabilidad se utilizó la información obtenida en la evaluación de los tres componentes (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa) (Figura 3). La fórmula final quedó como sigue:

$$VN = \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Exposición} & \text{Valor} \\ \hline \text{Alto} & 3 \\ \hline \text{Medio} & 2 \\ \hline \text{Bajo} & 1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Sensibilidad} & \text{Valor} \\ \hline \text{Alto} & 3 \\ \hline \text{Medio} & 2 \\ \hline \text{Bajo} & 1 \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|c|} \hline \text{C. Adapt.} & \text{Valor} \\ \hline \text{Alto} & 3 \\ \hline \text{Medio} & 2 \\ \hline \text{Bajo} & 1 \\ \hline \end{array}$$

Figura 3. Categorización de factores para cuantificar la vulnerabilidad

Como resultado de aplicar la fórmula (definición) se obtuvieron 27 posibles combinaciones:

$V = E (3, 2, 1) + S (3, 2, 1) - CA (3, 2, 1)$ , obteniendo siete índices de vulnerabilidad, con valores de -1 a 5. Finalmente, este rango de valores se dividió en tres niveles: baja (-1 y 0), media (1, 2 y 3) y alto (4 y 5).

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Principales medios de vida

Los medios de vida identificados en las dos comunidades se derivan de la producción agrícola, el trabajo realizado por obreros<sup>1</sup> o jornaleros<sup>2</sup> y pequeños comercios (Figura 4). Los medios de vida agrícolas representan la mayor fuente de ingreso y se distribuyen de la siguiente manera; San Francisco Putla: hortalizas (lechuga, chícharos, brócoli, coliflor, repollo, haba, cilantros y acelgas), maíz y floricultura (cempaxúchitl, alelí, flor de nube) y obreros. Mientras que en Raíces la actividad agrícola está limitada a la producción de papa y avena forrajera.

De acuerdo a Fierros y Ávila-Faucat (2017), este comportamiento es normal en el México rural, donde las fuentes de ingreso están en función de pequeños sistemas productivos, del trabajo realizado dentro y fuera de los sistemas de producción y de negocios familiares. La altitud (3531 msnm) y las bajas temperaturas (12°C promedio anual) (CENAPRED, 2008), provoca que las actividades agrícolas de la comunidad de Raíces giren en torno al cultivo de papa y avena forrajera, convirtiéndose en los medios de vida de mayor importancia económica (73% de las familias).

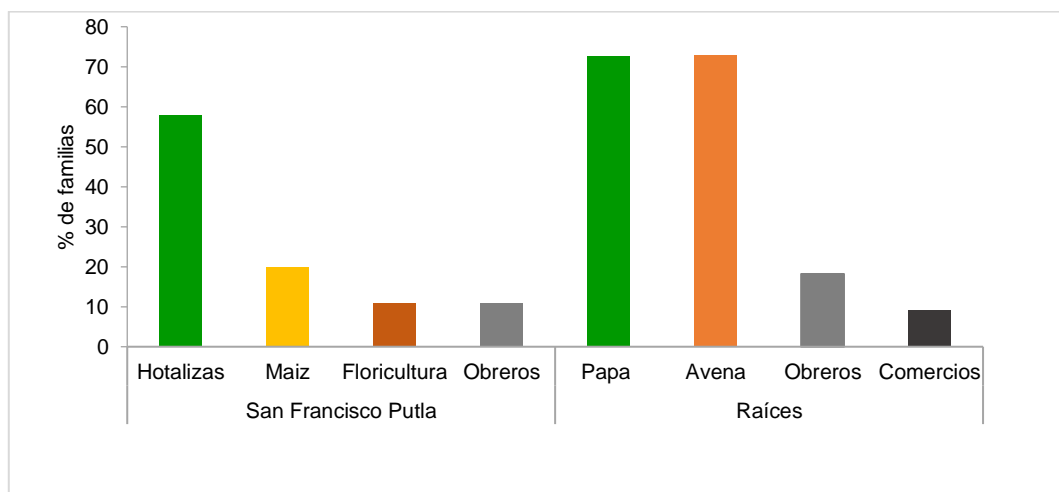


Figura 4. Principales medios de vida de las familias.

En Raíces, la población considera que no es posible la diversificación de cultivos por los cambios en el clima, baja fertilidad de suelos y escaso asesoramiento de las instituciones del estado.

*“En nuestra comunidad, (Raíces) venimos produciendo lo mismo desde hace más de 60 años; el clima frío no permite que se desarrollen otros cultivos”*

<sup>1</sup> Personas que trabajan en industrias o pequeños centros comerciales

<sup>2</sup> Personas que trabajan a cambio de un pago por día de trabajo

No obstante, en San Francisco Putla la actividad agrícola ha pasado por tres momentos de cambio, desde 1960 hasta la actualidad. El periodo del 2000 al 2018 presentó el mayor cambio en la actividad agrícola, determinado por la diversificación de cultivos, de acuerdo con la percepción de la población es estimulada por aumentos significativos en la temperatura (Figura 5). Estos cambios de temperatura ha favorecido la adaptación transformativa en esta comunidad.

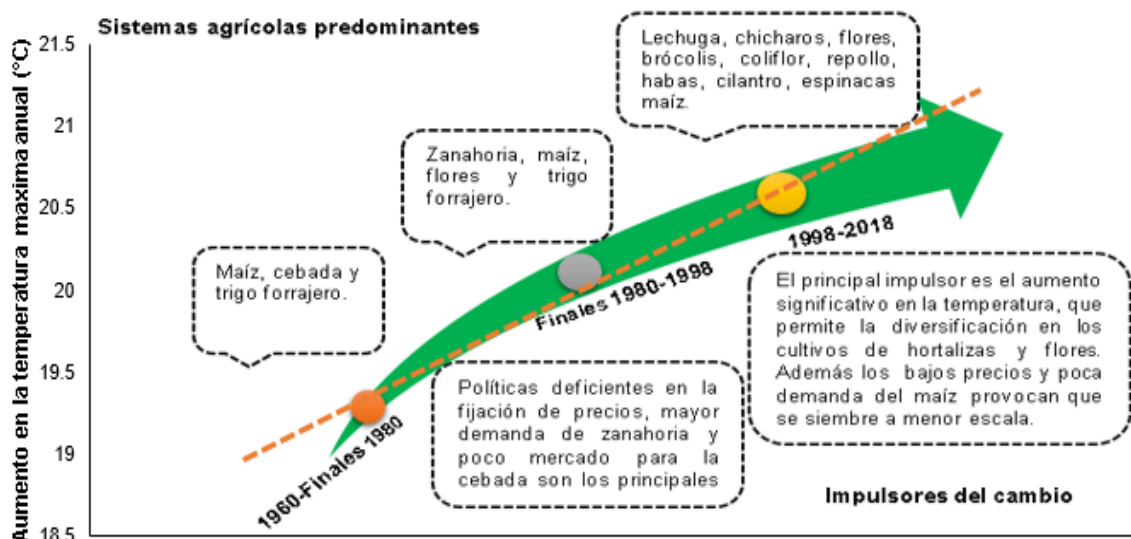


Figura 5. Impulsores de cambio en los sistemas agrícolas de San Francisco Putla.

#### 4.2 Medios de vida agrícola y variabilidad climática

La producción agrícola en comunidades rurales está limitada por las condiciones climáticas (Ziervogel & Calder, 2003; Ziervogel, 2010). En las comunidades rurales de alta montaña del Estado de México la actividad agrícola está restringida por las condiciones ambientales diferentes a la de zonas bajas (Anastacio, Nava, & Franco-Maass, 2014). La variabilidad climática y eventos climáticos extremos como: heladas, granizadas (tardías o tempranas) y sequías han agudizado la vulnerabilidad de los sistemas productivos de estas zonas, provocando pérdidas importantes en la productividad anual. Todos los sistemas agrícolas del territorio mexicano están experimentando pérdidas considerables por los fenómenos antes mencionados (Conde, 2006; Peralta-Hernández & Barba Martínez, 2009; CICC, 2012; Ortega-Gaucin, López, & Arreguín, 2016).

En Raíces, la variabilidad climática limita la diversificación de cultivos (Abasolo, 2006). Siendo las granizadas y heladas las mayores amenazas climáticas, ocasionando pérdidas hasta del 70% en cultivos de papa y avena. En San Francisco Putla, han provocado que los rendimientos en los cultivos de lechuga, brócoli y maíz hayan reducido en un 30%, y en el cultivo de flores hasta un 40%

de la producción anual. Las granizadas normalmente se presentan a finales de la temporada seca e inicio de las lluvias (junio y julio); sin embargo, en los últimos años han ocurrido en diferentes meses (por ejemplo, mayo o noviembre). Las heladas, ocurren de noviembre a enero. No obstante, en los últimos años se han presentado en el mes de abril, junio y septiembre. De acuerdo a Peralta-Hernández & Barba Martínez (2009), las heladas que ocurren en junio o julio son las más peligrosas para las comunidades de alta montaña.

La población de San Francisco Putla percibe que, el aumento significativo en la temperatura desde finales de los 90 ha favorecido la diversificación de cultivos. Sin embargo, en los últimos años han experimentado daños considerables a causa de los periodos largos de sequía (con temperaturas mayores a los promedios normales). Es la principal amenaza para los medios de vida agrícolas, se manifiesta desde enero hasta inicios de julio, ocasionando pérdidas aproximadas en un 40% en los cultivos de chícharo, brócoli, cilantro, espinacas y maíz.

Las lluvias y vientos intensos se han sumado a las amenazas anteriores, generalmente ocurren de julio a inicios de septiembre. Los productores mencionan que:

*“Los cambios del clima nos han ayudado en cierta parte, porque nos han permitido sembrar otros cultivos que antes no se producían en la comunidad como: brócoli y coliflor, pero creo que ahora los daños son más que los beneficios. Por ejemplo, ahora hay más plagas y enfermedades y no se sabe cuándo va a llover o van a iniciar las heladas”.*

Lo anterior evidencia que las comunidades de alta montaña se encuentran altamente expuestas a la variabilidad climática, aumentando de esta manera la vulnerabilidad de sus medios de vida.

#### **4.3 Exposición de las comunidades ante la variabilidad climática.**

De acuerdo a Monterroso & Conde (2015), en México aproximadamente diez millones de personas están altamente expuestas a la variabilidad climática. Esta exposición se debe a su ubicación geográfica, relieve y posición latitudinal (DOF, 2014; Conde & López 2016). El Estado de México, presenta en mayor medida exposición media, solo 19 municipios tienen una exposición alta, dentro de éstos se encuentra Tenango del Valle y Zinacantepec (Monterroso et al., 2014). En el caso particular de San Francisco Putla (Tenango del valle), el 69% de la población considera que tienen una exposición alta. De igual manera, en Raíces (Zinacantepec) el 62% de las familias afirman que están altamente expuestos a cambios en el clima.



Los pobladores tienen diferentes maneras de identificar los cambios ocurridos y lo manifiestan de la siguiente manera:

*“Ahora las lluvias se han desplazado, no se sabe la fecha que iniciará a llover, las heladas ya no inician en noviembre como antes, en ocasiones ocurren en abril o septiembre”.*

*“Ahora llueve menos y hace más calor que hace 15 años”.*

*“Las lluvias son muy intensas y caen espacios de tiempo cortos”.*

Los resultados del análisis del comportamiento de la temperatura máxima en el periodo de 1980 al 2010 muestran que, en San Francisco Putla el año que presentó el mayor promedio en la temperatura máxima fue 1998 (25.36°C). Este análisis coincide con la percepción de la población que afirman: *“Desde finales de la década de los 90 ha habido un aumento en la temperatura y ahora hace mucho más calor”.*

### 4.3.1 Temperatura

En San Francisco Putla, el perfil temporal de la serie de tiempo presenta una tendencia interanual creciente, con un aumento en la temperatura máxima de 18.8 a 21.02°C, es decir, un incremento anual de 0.074°C en un periodo de 30 años. Siendo el año de 1998 el que experimentó el mayor promedio de temperatura máxima (20.72°C), el mayor registro se presentó el mes de mayo (25.36°C) (Figura 6). La CICC (2012) menciona que la temperatura media de México tuvo un incremento promedio de aproximadamente 2°C en el periodo 1901-2009; además, DOF (2014) indica que desde la década de los 50 hasta el 2010 el incremento promedio fue de 0.85°C.

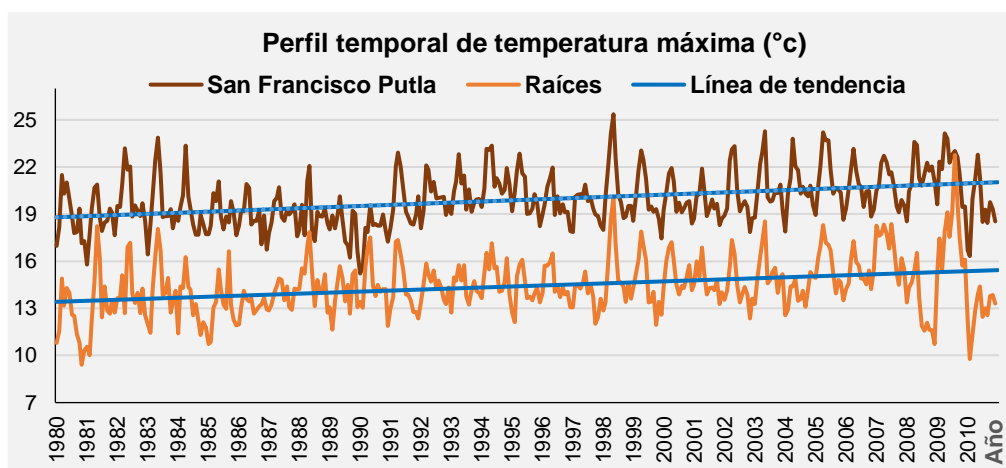


Figura 6. Perfil temporal de la temperatura máxima en San Francisco Putla y Raíces.

Fuente: Elaboración propia con datos de IITCA<sup>3</sup>

En Raíces, el mayor promedio en la temperatura máxima (17.79°C) se presentó en el año 2008, el mayor registro presentado fue 22.76 °C en el mes de agosto. Sin embargo, el análisis muestra que

<sup>3</sup> Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua

desde 1998 hay un patrón de aumento significativo. La serie de tiempo presenta una tendencia interanual creciente, con un aumento de 13.42 a 15.43°C, es decir, la temperatura máxima ha tenido un incremento anual de 0.07°C desde 1980 al 2010 (Figura 6).

En cuanto a la temperatura futura de México, los RCP proyectan un incremento superior a 4°C en el norte del País, específicamente la frontera con Estado Unidos, mientras que para el resto de la nación se espera un aumento que oscila entre 2.5 y 3.5°C (DOF, 2014). En San Francisco Putla, con un escenario bajo en emisiones (RCP 4.5) se espera un aumento en la temperatura promedio de 0.72°C al 2050 y de 1.43°C al 2070. De igual manera, el análisis realizado con escenario de altas emisiones (RCP 8.5) demuestra que la temperatura promedio para el 2050 aumentará de 13.38 a 15.52°C y 16.23°C para el 2070, con un aumento aproximadamente de 2.85°C (Figura 7).

Para el caso Raíces, el perfil temporal de la serie de tiempo muestra que, en los dos escenarios habrá una tendencia creciente, con el RCP 4.5 se espera un aumento de 0.60°C al 2050 y de 1.39°C para el 2070 y el escenario RCP 8.5 demuestra que la temperatura promedio para el 2050 aumentará de 9.92 a 12°C y de 9.29 a 12.7°C para el 2070, esta tendencia muestra que bajo un escenario alto en emisiones la temperatura promedio aumentará alrededor de 3.41°C en un periodo de 50 años aproximadamente (Figura 7).

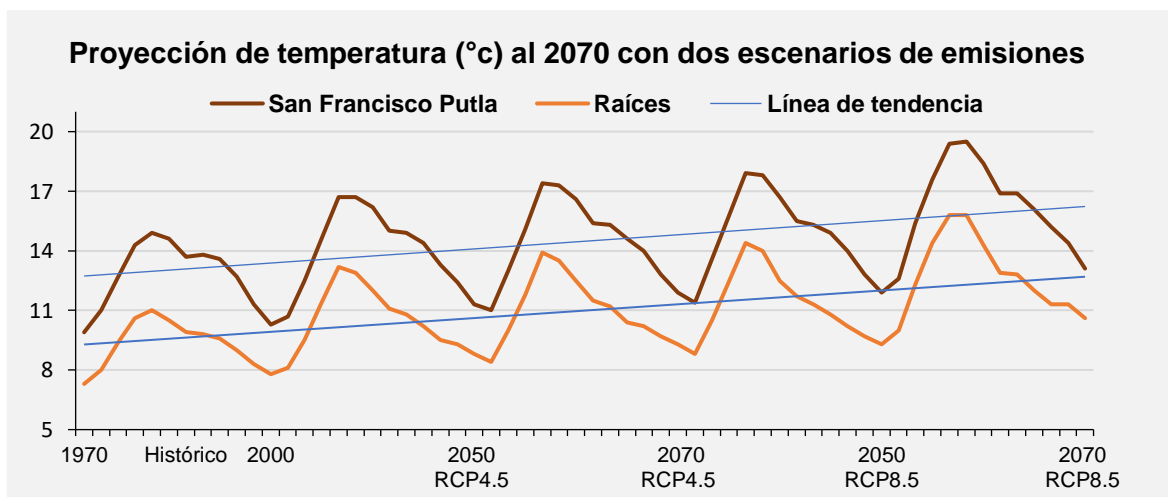


Figura 7. Cambios proyectados en la temperatura promedio en San Francisco Putla y Raíces.

Fuente: elaboración propia con datos de Worldclim Versión 1 y 2.  
Software: TerrSet

Estas proyecciones coinciden con los de Manzanilla, Calderón, & Jiménez (2018), afirman que, el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, con un escenario bajo en emisiones (RCP 4.5) experimentará un aumento entre 1.30 a 1.45°C en la temperatura promedio anual para el periodo 2045-2069. De igual manera asegura que un escenario alto en emisiones (RCP 8.5) significará un aumento en la temperatura media anual entre 1.87 a 2.03°C para los años 2045-2069.

### 4.3.2 Precipitación

El perfil temporal de la serie de tiempo muestra que, en Raíces los años con más lluvia fueron 1996 y 1998 con 1528.24 y 1539.12 mm respectivamente. Mientras que en San Francisco Putla los años con mayor precipitación fueron 1995 (1203.55 mm), 2001(1771.78 mm) y 2006 (1212.55 mm) (Figura 8). En la década de los 90, Raíces experimentó un aumento considerable de 63.44 mm por año, mientras que del 2000 a 2010 se redujo en 89.87 mm al año en comparación con los datos de 1990 al 2000. En San Francisco Putla el comportamiento de las precipitaciones ha sido diferente, en la década de los 80 caían en promedio 720.43 mm al año, mientras que en los 90 hubo un aumento considerable de 183.07 mm al año. Del 2000 al 2010 hubo un aumento de 104.5 mm al año en comparación con la década de los 90 (Figura 8).

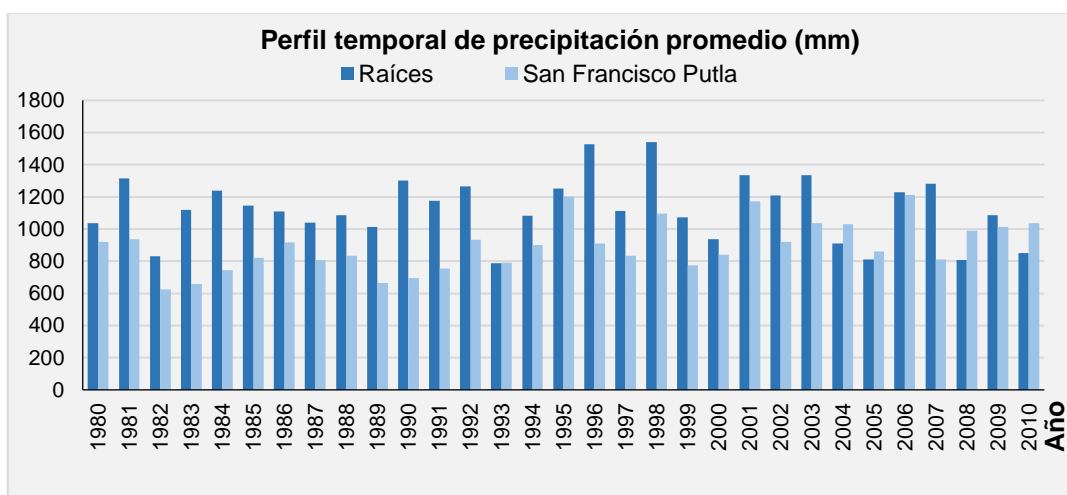


Figura 8. Perfil temporal de precipitación promedio (mm) para Raíces y San Francisco Putla

En Cuanto a la precipitación futura, la línea de tendencia muestra que, en los dos escenarios habrá una reducción considerable en la precipitación promedio anual (figura 8). Para el 2050 con un escenario de bajas emisiones (RCP 4.5), San Francisco Putla experimentará una reducción de 150 mm al año y de 162 mm al año para el 2070. De igual manera, el análisis realizado con un escenario alto en emisiones (RCP 8.5) muestra una reducción anual de 261 mm al 2050 y 277 mm para el 2070 (Figura 9). En Raíces, con el escenario bajo en emisiones (RCP 4.5) se proyecta una disminución de 1207 a 1042 mm (165 mm) al 2050 y para el 2070 una reducción aproximada de 205 mm al año. Para el 2050 con un escenario alto en emisiones (RCP 8.5) se proyecta una reducción de 319 mm al año y de 327 mm al año para el 2070.

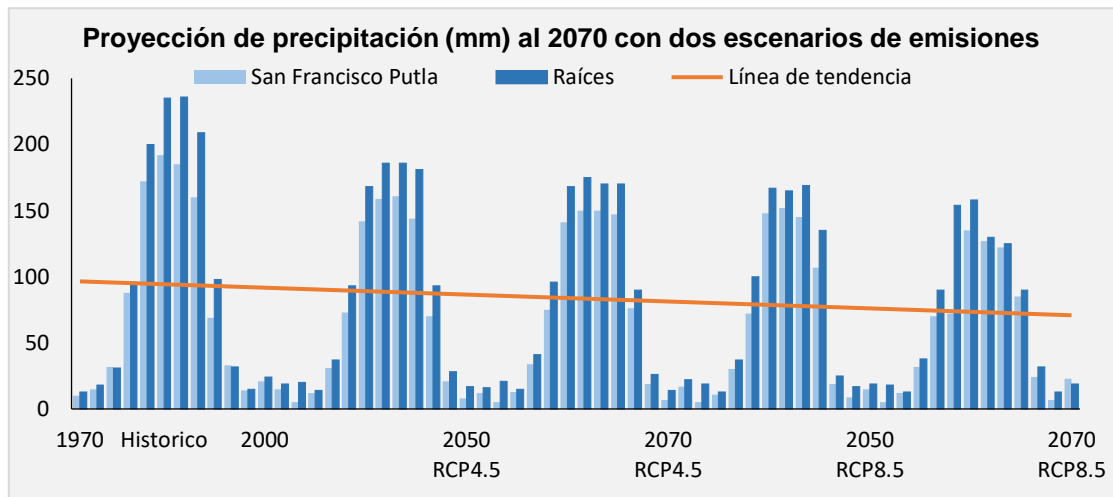


Figura 9. Cambios proyectados en la precipitación promedio en San Francisco Putla y Raíces.

#### 4.4 Análisis de sensibilidad

De acuerdo a Monterroso et al. (2014). Los municipios de Tenango del Valle y Zinacantepec muestran índices bajos de sensibilidad. No obstante, este estudio demuestra que, en San Francisco Putla y Raíces el capital humano, financiero y físico presentan los índices más altos de sensibilidad, mientras el resto de capitales muestran principalmente sensibilidad media y baja (Figura 10). La sensibilidad se manifiesta a través de pérdidas en la productividad anual de sus cultivos, poca diversificación de los medios de vida (capital financiero), afectaciones en salud, alimentación, migración (capital humano), susceptibilidad de las viviendas y carreteras de acceso (capital físico). De igual manera, afecta el acceso y disponibilidad de agua, pérdida de biodiversidad y erosión/degradación de suelos (capital natural).

El poco capital social que existe en estas localidades tiene sensibilidad media y baja; aproximadamente el 50% de las familias en las dos comunidades consideran que las variaciones del clima afectan a las organizaciones comunitarias y a las actividades que estas realizan (Figura 10). Fortalecer este capital debe ser prioridad para diseñar estrategias locales de desarrollo y medidas de adaptación e invertir en el capital humano y potenciar la incidencia de los representantes locales en espacios de toma de decisiones.

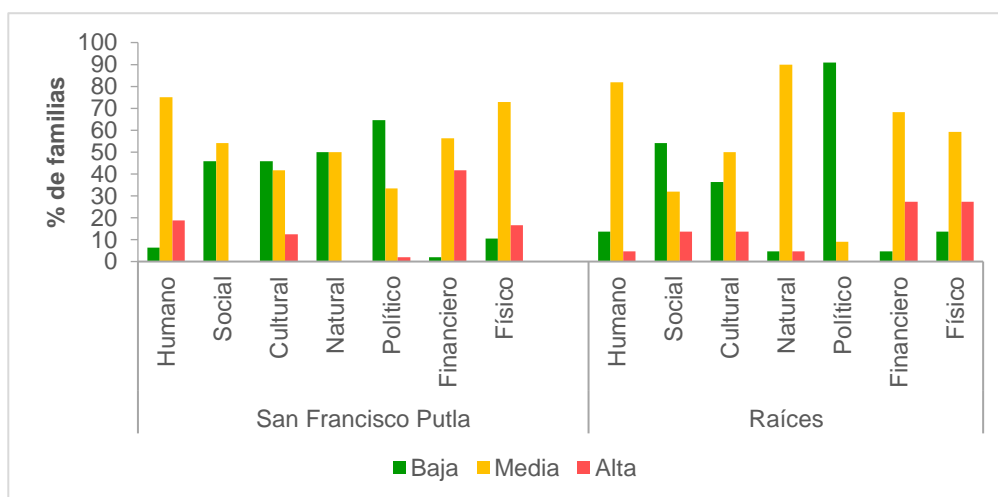


Figura 10. Sensibilidad de los capitales comunitarios en San Francisco Putla y Raíces

#### 4.5 Capacidad de adaptación

Monterroso et al. (2014) afirman que la mayoría de los municipios del Estado de México tienen alta capacidad de adaptación, únicamente 25 municipios presentan capacidad adaptativa media, entre ellos, Tenango del Valle y Zinacantepec. Sin embargo, los datos demuestran que, en general San Francisco Putla y Raíces tienen baja capacidad adaptativa y sus capitales comunitarios están poco preparados ante la variabilidad climática. En San Francisco Putla el capital natural y humano son los que presentan mayor capacidad de adaptación. Mientras que en Raíces corresponde al capital natural, financiero y político. El resto de los capitales en las dos comunidades tienen baja y media capacidad de adaptación (Figura 11).

El poco potencial de las comunidades rurales para enfrentar estas adversidades se debe a las deficiencias del sector salud, educación, tecnología, cultura, infraestructura y escaso acceso a recursos económicos (Brooks, Adger, & Kelly, 2015; Monterroso & Conde, 2017). La poca relación entre las comunidades rurales y el gobierno local, estatal o federal, ha provocado que haya escaso apoyo para diseñar estrategias locales de adaptación. Monterroso & Conde, (2017) afirman que, las políticas de adaptación se deben planificar e iniciar a escala local. Esto implica fortalecer la acción colectiva de las comunidades, así como facilitar y transmitir información sobre los riesgos climáticos, e invertir más recursos para fortalecer el capital humano, político y social, puesto que juegan un rol importante en el diseño de estrategias de desarrollo o adaptación local (Adger, 2003; Zheng & Dallimer, 2016).

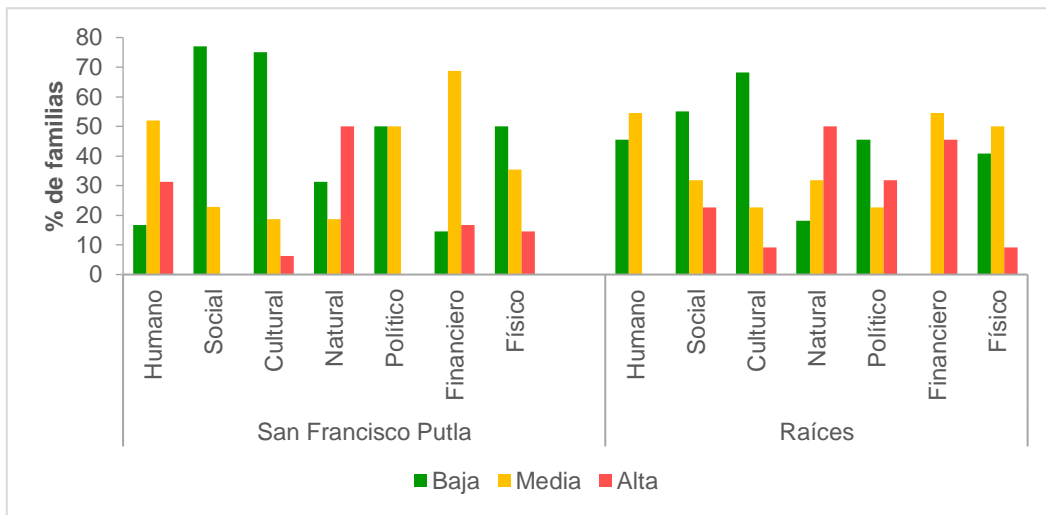


Figura 11. Capacidad de adaptación de los capitales comunitarios en San Francisco Putla y Raíces

#### 4.6 Vulnerabilidad climática de los capitales de las comunidades

En las comunidades estudiadas existen dos escenarios de vulnerabilidad y se manifiestan en función al grado de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Se observa que, a mayor exposición climática los capitales comunitarios se vuelven más vulnerables. Siendo el capital humano, natural, financiero y físico los que presentan mayor vulnerabilidad (índice 4) (Figura 12). Estos datos, en cierta medida coinciden con lo expuesto por Monterroso et al. (2014) afirmando que, el Estado de México no presenta valores extraordinarios de vulnerabilidad climática.

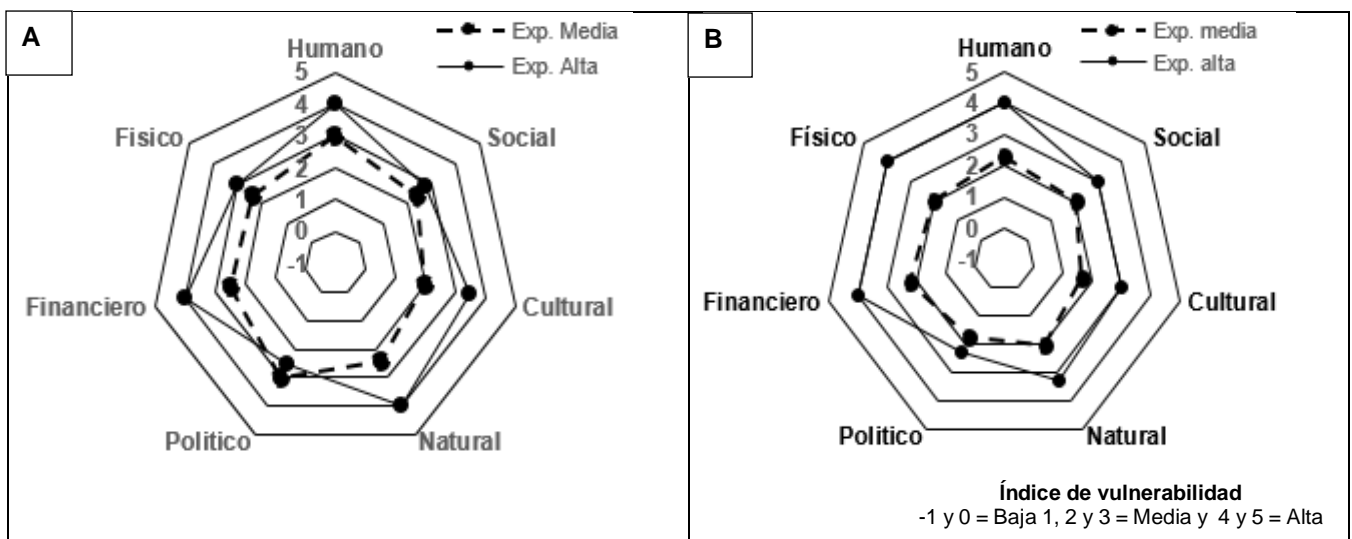


Figura 11. Diagrama de vulnerabilidad bajo dos escenarios de exposición en San Francisco Putla (A) y Raíces (B)

## **Capital humano**

La vulnerabilidad del capital humano en estas comunidades se expresa a través de consecuencias en la salud, alimentación, educación y migración. Las heladas extremas, cambios bruscos en variables climáticas como: temperatura y precipitación son las principales amenazas, ocasionando enfermedades respiratorias, gastrointestinales, cutáneas y alérgicas. Las mujeres, niños y adultos mayores son los más vulnerables. Diversos estudios han demostrado que, los cambios de clima están provocando daños en la salud e incrementado enfermedades en la piel, fiebre y malaria (Dye & Reiter, 2000; Roger & Randolph, 2000; Augustín, Franzke, Augustin, & Kappas, 2008). La poca infraestructura hospitalaria en estas comunidades aumenta la vulnerabilidad de las personas. Este comportamiento es similar en Países con ingreso bajos (O'neil, Hajat, Zanobetti, Ramírez-Aguilar, & Schwartz, 2005).

Respecto a la educación, la población en edad escolar nivel básico son los más vulnerables, puesto que, cuando se experimentan temperaturas muy bajas o lluvias intensas, los pocos centros educativos que existen en las comunidades interrumpen sus actividades académicas para evitar mayor exposición o daños en la salud de los estudiantes. Asimismo, la seguridad alimentaria se ve afectada por pérdidas significativas en los sistemas productivos y la reducción de ingresos en los demás medios de vida. La variabilidad climática representa una gran amenaza para la soberanía y seguridad alimentaria actual y futura, pero existe mucha incertidumbre sobre los impactos que provocará (Pant, 2012; IPCC, 2014). Por tal razón, garantizar la alimentación en comunidades vulnerables es uno de los mayores retos para el planeta (FAO, 2016).

La migración es otro de los problemas que enfrenta el capital humano en estas comunidades, 23% de la población de San Francisco Putla y aproximadamente 50% en Raíces emigra temporalmente hacia zonas urbanas como: Toluca, Guadalajara, Ciudad de México y alrededor de un 5% hacia Estados Unidos. La principal causa de estos desplazamientos se debe a la incertidumbre que provocan la variabilidad climática y eventos extremos para desarrollar los medios de vida comunitarios. En diversas comunidades de alta montaña de Latinoamérica la migración ha sido parte de las estrategias que la población ha adoptado para enfrentar la variabilidad climática (Ruiz, 2010; Milan & Ho, 2013; Ruiz, 2014).

## **Capital social**

El capital social tiene una vulnerabilidad media en las dos comunidades, inducida por la poca capacidad de adaptación, relacionada con los valores demográficos y sociales. La limitada existencia de organizaciones locales, el poco trabajo comunitario cuando ocurre un evento climático extremo y la restringida participación de las organizaciones en el diseño de planes locales de

adaptación aumentan la vulnerabilidad social. Las organizaciones con mayor injerencia comunitaria son; el comisariado ejidal y los grupos religiosos, pero sus actividades están poco relacionadas a la variabilidad climática.

La presencia de estancias gubernamentales como: La Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Protectora de Bosques, entre otras, deben de unir esfuerzos para fortalecer el capital social en estas comunidades; a través de programas de capacitación, información, potenciar enlaces con otras organizaciones externas y fomentar la participación en el diseño de programas de adaptación a nivel local o regional. La difusión de información y la acción colectiva es vital para las comunidades rurales. Puesto que desempeñan un rol importante en la adopción de estrategias locales de adaptación (Zhen y Dallimer, 2016; Yaméogo, Fonta, & Wünscher, 2018; Soares & Murillo-Licea, 2013; Ramírez, Gómez & Monterroso, 2016; Hagedoorn et al., 2019) y las inversiones en capital social, ayudan a potenciar al resto de capitales (Fey, Bregendal, & Flora, 2006).

### **Capital cultural**

En las dos comunidades el capital cultural presenta vulnerabilidad media, afectando las costumbres, creencias y tradiciones de los pobladores. El conocimiento o saber tradicional es el indicador más afectado. Los pobladores afirman que, en la actualidad es difícil predecir el clima con certeza, esto afecta el calendario anual de siembras que se ha utilizado en estas comunidades. Aunado a lo anterior, la variabilidad climática también conlleva pérdida de valores culturales de gran importancia para las comunidades rurales (Adger, Barnett, Brown, Marshall, & Brien, 2012). Por ejemplo; en estas comunidades la ocurrencia de eventos climáticos extremos como las heladas o lluvias intensas provoca que las actividades recreativas, fiestas patronales u otro tipo de celebraciones se pierdan.

### **Capital natural**

Más del 67% de las familias consideran que las variaciones en el clima influyen significativamente en la vulnerabilidad de sus recursos naturales, siendo las fuentes productoras de agua las más afectada, seguido de la reducción de los bosques y hongos comestibles, erosión, pérdida de fertilidad de los suelos y extinción local de animales silvestres. Este comportamiento es similar en todos los Países en desarrollo, muchos estudios han demostrado que con aumentos significativos en la temperatura los servicios ecosistémicos, en especial el recurso hídrico se verá bastante afectado (IPCC, 2007; IPCC, 2014; Kangalawe, 2016).



En todo el Estado de México el recurso hídrico es el sector más vulnerable a la variabilidad climática (Monterroso et al., 2014). En el caso particular de San Francisco Putla el 100% de la población afirma que los dos ríos que abastecía de agua para consumo y riego a la comunidad se han secado, afectando directamente los sistemas agrícolas, dado que ahora no se puede sembrar en temporadas secas. La relación directa entre el agua y los medios de vida agrícolas, provoca mayor vulnerabilidad en comunidades rurales (Kangalawe, 2016).

### **Capital político**

En las dos comunidades el capital político tiene vulnerabilidad media, y la mayoría de la población considera que la gestión de fondos para desarrollar estrategias que permitan una mejor adaptación de los medios de vida es deficiente. Gran parte de las familias argumentan que los gobiernos municipales y estatales no prestan atención a las peticiones cuando ocurre un evento climático que representa una amenaza para los pobladores. Asociado a lo anterior, se encuentra el limitado capital social/humano y la gran brecha entre las comunidades y gobierno.

En este sentido, las políticas de intervención deben incentivar la participación de la población en la toma de decisiones y el diseño de estrategias locales de desarrollo, que involucren planes de adaptación para sus medios de vida. Para ello, se requiere la implementación de una reforma social basada en una mayor justicia e igualdad social, lo que requerirá mayor voluntad política (Ruiz, 2014). Adger (1999) afirma que las instituciones de gobierno juegan un rol importante para comprender la vulnerabilidad de las comunidades. De igual manera, Adger, Arnell, & Tompkins (2005) argumentan que, el capital político, humano y social tienen la misma importancia en los procesos de adaptación que las sociedades adopten.

### **Capital financiero**

Para el 68% de familias en San Francisco Putla y 62% en Raíces el capital financiero es muy vulnerable a la variabilidad climática debido a que las actividades productivas se basan en el sector primario. Lo anterior coincide con lo expuesto por Monterroso et al. (2015) afirmando que, en México el sector primario en general es altamente vulnerable a la variabilidad climática. Los impactos se manifiestan en la productividad anual de los cultivos, provocando bajos precios de venta de sus productos. Asimismo, la diversificación de los ingresos también es afectada.

El IPCC (2014b) prevé que los ingresos agrícolas se verán más afectados en las comunidades rurales. No obstante, en muchos países con potencial agrícola, el apoyo con capital financiero ha sido una política de importancia para adaptar los medios de vida rurales a las adversidades climáticas (Huai, 2016). El poco acceso a fuentes externas de ingreso (créditos bancarios o

incentivos directos del gobierno), restringido acceso a tecnologías y poca demanda en su producción amplían la vulnerabilidad del capital financiero en San Francisco Putla y Raíces.

### Capital Físico/construido

Las malas condiciones de las carreteras, poca infraestructura para almacenar sus productos y planificar medidas de adaptación, viviendas con diseños no aptos para climas extremos y pequeñas superficies de tierra para cultivar provoca que este capital sea bastante vulnerable a las variaciones climáticas. Esto demuestra que comunidades con capital físico limitado presentan mayor riesgo climático, así lo afirman Dulal, Brodnig, Onoriose, & Thakur (2010). El análisis de los indicadores evidencia que la variabilidad climática tiene impactos en las principales vías de acceso de las dos comunidades, afectando de esta manera la movilidad de las personas y el transporte de los cultivos a los mercados o centros de acopio.

#### 4.7 Vulnerabilidad climática de los medios de vida

La variabilidad climática afecta los medios de vida que desarrollan las comunidades de alta montaña en diferentes partes del mundo y las actividades agrícolas son las que más daño experimentan (Abasolo, 2006; Martínez et al., 2014; Macchi, Gurung, & Hoermann, 2017; Milan & Ho, 2013). Los estresores ambientales, sociales, políticos, humanos y financieros son las principales atenuantes de la vulnerabilidad climática en estas regiones (IPCC, 2007; Ziervogel, 2010; IPCC 2014b; Milan y Ho, 2013; Aryal, Cockfield, & Maraseni, 2015). Los altos índices de exposición, alta y media sensibilidad en el capital financiero y natural y baja capacidad de adaptación en todos los capitales, ha provocado que los principales medios de vida de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces presenten vulnerabilidad alta y media ante la variabilidad climática (Figura 13).

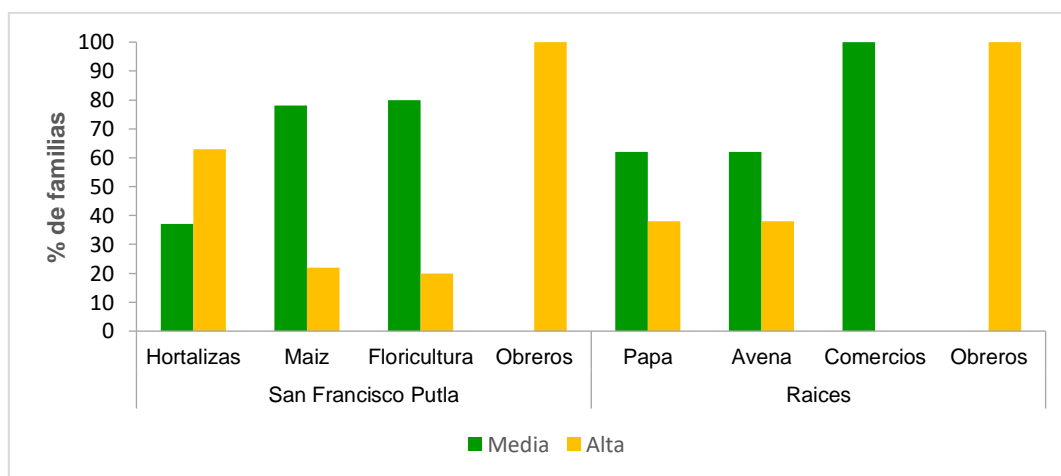


Figura 2. Vulnerabilidad de los medios de vida en la comunidad de San Francisco Putla y Raíces.

La disminución de ingresos en la productividad agrícola, comercios y en actividades realizadas por los obreros y jornaleros, representa el daño más significativo en estas comunidades, dado que el bienestar de los hogares depende en su mayoría de esos ingresos, y los impactos que los medios de vida enfrentan, repercuten indirectamente en la salud, educación, alimentación y viviendas de los pobladores. Por tal razón, las iniciativas de adaptación deben estar encaminadas a potenciar los capitales que sirven de sustento para los medios de vida. Se ha demostrado que mejorar la adaptación de los capitales comunitarios, refuerza la resiliencia de los medios de vida rurales (Kopytko, 2018; Belle, Collins, & Jordan, 2017; Yaméogo, 2018; Hagedoorn et al., 2019; Dang, Li, Nuberg, & Bruwer, 2019).

## **5. Conclusiones**

El cambio climático está ocurriendo en las comunidades de alta montaña del centro de México y las poblaciones locales lo están percibiendo. Esta percepción es apoyada por los datos meteorológicos, que evidencian aumentos significativos en la temperatura máxima de estas comunidades. Además, los RCP 4.5 y 8.5 afirman que, esta tendencia continuará en los próximos 70 años. Para el caso de la precipitación, se esperan reducciones hasta de 300 mm para el 2070. Por tal razón, es urgente diseñar estrategias locales de adaptación que involucren la participación del capital político externo, capital social y capital humano de las dos comunidades.

La vulnerabilidad de los capitales y los medios de vida de estas comunidades ha aumentado, puesto que la productividad o ganancias que estos últimos generan dependen de las variaciones climáticas y eventos extremos que ocurren en estas zonas. Se percibe que aumentos significativos en la temperatura máxima, aumentos en la frecuencia e intensidad de heladas, granizadas, sequías, nevadas, lluvias y vientos son las principales atenuantes a los que se enfrentan los capitales y los medios de vida.

Los principales medios de vida (hortalizas, maíz, floricultura, producción de avena forrajera y papa, obreros/jornaleros y pequeños comercios) de las dos comunidades presentan vulnerabilidad media y alta ante estas adversidades climáticas. Los eventos extremos asociados a las sequías (con temperaturas mayores a los promedios normales) representa la mayor amenaza climática para los medios de vida de San Francisco Putla, mientras que en Raíces las heladas y nevadas son las que provocan mayor daño en sus medios de vida.

La sensibilidad alta y limitada capacidad de adaptación de los capitales comunitarios incrementa la vulnerabilidad de estos medios de vida e implica consecuencias directas e indirectas en la salud, migración, viviendas, infraestructura vial, fuentes de agua, suelos, bosques, costumbres y

tradiciones de los pobladores. Asimismo, los impactos en los sistemas agrícolas han provocado pérdida en la productividad anual de los cultivos, agravando la seguridad alimentaria y limitando la diversificación y reducción de los ingresos.

Se han adoptado pocas estrategias de adaptación, desde el capital cultural y humano que han permitido la subsistencia de los medios de vida hasta la actualidad, pero existe mucha incertidumbre de la efectividad a largo plazo. Por tal razón, las estrategias que estas comunidades adopten, deben considerar las necesidades que enfrentarán a mediano y largo plazo. En este contexto, los programas y políticas de adaptación deben ser consistentes con la alta incertidumbre que representa la variabilidad climática futura. Para ello se requiere mayor voluntad política y reducir la brecha entre comunidades rurales e instituciones de gobierno.

## 6. Bibliografía

Abasolo, V. E. (2006). Entre el cielo y la tierra: Raíces, un pueblo de la alta montaña en el Estado de México. Universidad Iberoamericana.

Adger, W. N. (2003). Social Capital , Collective Action , and Adaptation to Climate Change. *Economic Geografic*, 79(4), 387–404.

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

Adger, W. N. (2010). Climate Change , Human Well-Being and Insecurity. *New Political Economy*, 15(2), 275–292. <https://doi.org/10.1080/13563460903290912>

Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>

Adger, W. N., Barnett, J., Brown, K., Marshall, N., & Brien, K. O. (2012). Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. *Nature Climate Change*, 3(2), 112–117. <https://doi.org/10.1038/nclimate1666>

Adger, W. N., & Kelly, P. M. (1999). Social Vulnerability To Climate Change and the Architecture of Entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4, 253–266.

Augustin, J; Franzke, N; Augustin, M; & Kappas M. (2008). Does climate change affect the incidence of skin and allergic diseases in Germany?. *Journal of the German Society of Dermatology*. 6: 632-638.

Alobo, L. S. (2015). Rural Livelihood Diversification in Sub-Saharan Africa: A Literature Review. *Journal of Development Studies*, 51(9), 1125–1138. <https://doi.org/10.1080/00220388.2015.1046445>

Anastacio, N. D., Nava-Bernal, G., & Franco-Maass, S. (2014). El desarrollo agropecuario de los pueblos de alta montaña . La Peñuela , Estado de México The agricultural development of the State of Mexico. 45(2014), 397–418.

Ansoms, A., & McKay, A. (2010). A quantitative analysis of poverty and livelihood profiles: The case

of rural Rwanda. *Food Policy*, 35(6), 584–598. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.06.006>

Aryal, S., Cockfield, G., & Maraseni, T. N. (2015). Perceived changes in climatic variables and impacts on the transhumance system in the Himalayas. *Climate and Development*. <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1040718>

Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J., Schroth, G., & Ovalle, O. (2014). An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in mesoamerica. *PLoS ONE*, 9(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088463>

Barrucand, M. G., Giraldo, C., & Canziani, P. O. (2017). Climate change and its impacts: perception and adaptation in rural areas of Manizales, Colombia. *Climate and Development*, 9(5), 415–427. <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1167661>

Belle, J. A., Collins, N., & Jordan, A. (2017). Building Resilience in Natural Capital to Reduce Disaster Risks and Adapt to Climate Change : A Case of Wetlands in the Eastern Free State ; South Africa Building Resilience in Natural Capital to Reduce Disaster Risks and Adapt to Climate Change : A Case. *American Journal of Enviromental Science*, 13(5), 358–377. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.358.377>

Bowyer, P., Bender, S., Rechid, D., & Schaller, M. (2014). Adapting to Climate Change : Methods and Tools for Climate Risk Management - CSC Report 17. In Climate Service Center, Germany (Vol. 17).

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. 15, 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006>

Can, N. D., Tu, V. H., & Hoanh, C. T. (2013). Application of Livelihood Vulnerability Index to Assess Risks from Flood Vulnerability and Climate Variability—A Case Study in the Mekong Delta of Vietnam. *Journal of Environmental Science and Engineering A*, 2, 476–486.

CENAPRED. (2008). Aplicación de la metodología para obtener mapas de riesgo por bajas temperaturas y nevadas en la comunidad de Raices, Estado de México. D. F. México.

CEPAL. (2015). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.

Chambers, R., & Conway, G. R. (1991). Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. In Instituto of Develoment Studies.

Chinwendu, O. G., Sadiku, S. O. E., Okhimamhe, A. O., & Eichie, J. (2017). Households Vulnerability and Adaptation to Climate Variability Induced Water Stress on Downstream Kaduna River Basin. *American Journal of Climate Change*, 06(02), 247–267. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2017.62013>

CICC. (2012). México: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1st ed.). DF, Mexico.

Conde, A. C. (2006). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático : descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales.

Conde, A., & López, J. (2016). Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe (1st ed.). México.

Dang, H. Le, Li, E., Nuberg, I., & Bruwer, J. (2019). Factors influencing the adaptation of farmers in response to climate change: a review. *Climate and Development*, 0(0), 1–10. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1562866>

DFID. (1999). Sustainable Livelihoods Guidance Sheets. Departement for International Development, 26. <https://doi.org/10.1002/smj>

- DOF. (2014). Programa Especial de Cambio Climático. D. F. México.
- Dulal, H. B., Brodnig, G., Onorioso, C. G., & Thakur, H. K. (2010). Capitalizing on Assets : Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Nepal. *Social Development*, (121), 1–23.
- Dye, C., & Reiter, P. (2000). Enhanced: Temperatures Without Fevers ? *Science*, 289(5485), 1697–1708. <https://doi.org/10.1126/science.289.5485.1697>
- Ellis, F. (2001). Rural Livelihoods, Diversity and Poverty Reduction Policies: Uganda, Tanzania, Malawi and Kenya. LADDER Working Paper No. 1, 1(2), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- FAO. (2016). Climate change and food security: risks and responses.
- Fenton, M., Kelly, G., Vella, K., & Innes, J. (2007). Climate change and Great Barrier Reef: industries and communities. In *Management*.
- Fey, S., Bregendahl, C., & Flora, C. (2006). The Measurement of Community Capitals through Research. 1(1), 0–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.4148/ojrrp.v1i1.29>
- Fierros, I., & Ávila-Foucat, S. (2017). Sustainable livelihoods and vulnerability in rural Mexican households. *Problemas Del DESARROLLO. REVISTA LATINOAMERICANA DE ECONOMIA*, 48(191).
- Filho, W. L., Al-Amin, A. Q., Nagy, G. J., Azeiteiro, U. M., Wiesböck, L., Ayal, D. Y., Jabbour, C. J. C. (2018). A comparative analysis of climate-risk and extreme event-related impacts on well-being and health: Policy implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph15020331>
- Flora,C.B.,& Flora, J. (2013). *Rural Communities: Legacy and change*, Westview Press. Boulder.414 pp.
- Füssel, H. M., & Klein, R. J. T. (2006). Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301–329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- Ghil, M. (2002). Natural Climate Variability. *Encyclopedia of Global Environmental Change*, 1, 544–549.
- GIZ. (2014). *The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*. Bonn, Alemania.
- Gutiérrez, I., Emery, M., & Fernandez, E. (2009). The Sustainable Livelihoods Approach and the Community Capitals ... *Community Development*, 40(2), 106–113. <https://doi.org/10.1080/15575330903011785>
- Gutiérrez, I.A., Soares, D., Thibault, M., Rivas, G.G., Pinto, G., Ramírez, F., Romero, R., López, R. (2014). Análisis de la susceptibilidad de los recursos comunitarios ante eventos climáticos extremos en Sitalá Chiapas: retos y propuestas conceptuales desde un enfoque de equidad social. en: Soares, D., Milan, G., Gutiérrez, I. *Reflexiones y expresiones de la vulnerabilidad social en el sureste de México*. México. pp 143-185.
- Hagedoorn, L. C., Brander, L. M., Beukering, P. J. H. Van, Dijkstra, H. M., Franco, C., Hughes, L., Franco, C. (2019). Community-based adaptation to climate change in small island developing states: an analysis of the role of social capital. *Climate and Development*, 0(0), 1–12. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1562869>
- Haines, A., Kovats, R., Campbell-Lendrum, D., & Corvalan, C. (2006). Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation. *Public Health*, 367(9528), 2101–2109. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68933-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68933-2)

- Hansen, J., Sato, M., & Ruedy, R. (2012). Perception of climate change. *Weather*, 73(11), 9. <https://doi.org/10.1002/wea.3204>
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D. W., & Medina-Elizade, M. (2006). GLOBAL SURFACE TEMPERATURE CHANGE. *PNAS*, 103(39). <https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>
- Huai, J. (2016). Role of Livelihood Capital in Reducing Climatic Vulnerability : Insights of Australian Wheat from 1990 – 2010. *PLOS ONE*, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152277>
- Imbach, A. C. (2016). ESTRATEGIAS DE VIDA. Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. *Geolatina*, 1–20.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.* <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8845-7>
- IPCC. (2013). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- IPCC. (2014a). *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability: Contribution of working group II to the IPCC fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- IPCC. (2014b). *Livelihoods and poverty. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 13).* <https://doi.org/10.1007/s11657-018-0479-8>
- IUCN. (2003). *Livelihoods and Climate Change. Combining disaster risk reduction, natural resource management and climate change adaptation in a new approach to the reduction of vulnerability and poverty. In Change (Vol. 181).* Winnipeg, Canada.
- Jamshidi, O., Asadi, A., Kalantari, K., Azadi, H., & Scheffran, J. (2018). Vulnerability to climate change of smallholder farmers in the Hamadan province, Iran. *Climate Risk Management*, 23(August 2017), 146–159. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.06.002>
- Kais, S. M., & Islam, M. S. (2016). Community capitals as community resilience to climate change: Conceptual connections. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph13121211>
- Kangalawe, R. Y. (2016). Climate change impacts on water resource management and community livelihoods in the southern highlands of Tanzania. *Climate and Development.* <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1139487>
- Kopytko, N. (2018). What role can a livelihood strategy play in addressing climate change ? Lessons in improving social capital from an agricultural cooperative in Ukraine. *Climate and Development*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1442787>
- Macchi, M., Gurung, A. M., & Hoermann, B. (2017). Community perceptions and responses to climate variability and change in the Himalayas. *Climate and Development*, 7(5), 414–425. <https://doi.org/10.1080/17565529.2014.966046>
- Maldonado, J. H., & Moreno-Sánchez, R. del P. (2014). Estimating the adaptive capacity of local

- communities at marine protected areas in Latin America: A practical Approach. *Ecology and Society*, 19(1). <https://doi.org/10.5751/ES-05962-190116>
- Manzanilla, U., Calderón, A. O., & Jiménez, J. (2018). Climate change scenarios ( CMIP-5 ) for three protected natural areas in the Transversal Neovolcanic belt Abstract : The concept of climate change describes the changes in climate attributed directly or. 9(50). <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.255>
- Marshall, N. A., Marshall, P. A., Tamelander, J., Obura, D., Malleret-King, D., & Cinner, J. E. (2010). A Framework for Social Adaptation to Climate Change; Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries. Gland, Switzerland. 36 page.
- Maru, Y. T., Stafford, M., Sparrow, A., Pinho, P. F., & Dube, O. P. (2014). A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities. *Global Environmental Change*, 28, 337–350. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.007>
- Milan, A., & Ho, R. (2014). Livelihood and migration patterns at different altitudes in the Central Highlands of Peru. 6(1), 69–79. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.826127>
- Mirza, M. M. Q. (2003). Climate change and extreme weather events: Can developing countries adapt? *Climate Policy*, 3(3), 233–248. [https://doi.org/10.1016/S1469-3062\(03\)00052-4](https://doi.org/10.1016/S1469-3062(03)00052-4)
- Mohan, D., & Sinha, S. (2015). Assessing vulnerability to climate change in the Ganges Basin using a combined macro- and micro-level approach. *Climate and Development*, 8(4), 312–323. <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1064810>
- Monterroso, A., & Conde, C. (2015). Exposure to climate and climate change in Mexico. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 6(4), 272–288. <https://doi.org/10.1080/19475705.2013.847867>
- Monterroso, A., & Conde, C. (2017). Adaptive capacity: identifying the challenges faced by municipalities addressing climate change in Mexico. *Climate and Development*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1372264>
- Monterroso, A., Fernández, A., Trejo, R., Conde, A., Escandón, J., Villers, L., & Gay, C. (2014). Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México (1st ed.). D. F. México: Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.
- O'neil, M. S., Hajat, S., Zanobetti, A., Ramirez-Aguilar, M., & Schwartz, J. (2005). Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. *Int J Biometeorol*, 50, 121–129. <https://doi.org/10.1007/s00484-005-0269-z>
- Ortega-Gaucin, D., López, M., & Arreguín, F. I. (2016). Drought Risk Management in Mexico: Progress and Challenges DROUGHT RISK MANAGEMENT IN MEXICO: PROGRESS AND CHALLENGES. 6(2), 161–170. <https://doi.org/10.2495/SAFE-V6-N2-161-170>
- Pant, K. (2012). Climate Change And Food Security In Nepal. *The Journal of Agriculture and Enviroment*, 13. <https://doi.org/10.3126/aej.v13i0.7582>
- Peralta-Hernández, A. R., & Barba-Martínez, L. R. (2009). The risk of early and late frost behavior in central México under El Niño conditions. 22(1), 111–123.
- Phuong, L. T. H., Biesbroek, G. R., & Wals, A. E. J. (2018). Barriers and enablers to climate change adaptation in hierarchical governance systems: the case of Vietnam. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 20(4), 518–532. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2018.1447366>
- Quinn, C. H., Ziervogel, G., Taylor, A., Takama, T., & Thomalla, F. (2011). Coping with Multiple Stresses in Rural South Africa. *Ecology and Society*, 16(3). <https://doi.org/10.5751/ES-04216-160302>



- Ramirez, A. G., Gómez, J. D., & Monterroso, A. I. (2016). Escenarios de cambio climático y desarrollo rural. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(6), 15–26.
- Rogers, D. J., & Randolph, S. E. (2000). The Global Spread of Malaria in a Future , Warmer World. *SCIENCE*, 289, 1763–1767. <https://doi.org/10.1126/science.289.5485.1763>
- Ruiz, L. E. (2010). Climate change and labour : The need for a “ just transition .” *International Journal of Labour Research*, 2(2), 187–121.
- Ruiz, L. E. (2014). Adaptive capacity of small-scale coffee farmers to climate change impacts in the Soconusco region of. *Climate and Develoment*, 7(2), 100–109. <https://doi.org/10.1080/17565529.2014.900472>
- Sallu, S. M., Twyman, C., & Stringer, L. C. (2010). Resilient or Vulnerable Livelihoods? Assessing Livelihood Dynamics and Trajectories in Rural Botswana. *Ecology and Society*, 15(4), 48–79.
- Scafetta, N., Mirandola, A., & Bianchini, A. (2017). Natural climate variability, part 1: Observations versus the modeled predictions. *International Journal of Heat and Technology*, 35, 9–17. <https://doi.org/10.18280/ijht.35sp0102>
- Seaman, J. A., Sawdon, G. E., Acidri, J., & Petty, C. (2014). The household economy approach. managing the impact of climate change on poverty and food security in developing countries. *Climate Risk Management*, 4, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2014.10.001>
- Serrat, O. (2017). The Sustainable Livelihoods Approach. Asian Development Bank, 21–26. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9>
- Smit, B., Burton, I., KleinR, J. T., & Street, R. (1999). The Science of Adaptation: A Framework for Assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4(3–4), 199–213. <https://doi.org/10.1023/A:1009652531101>
- Smit, B., & Pilifosova, O. (2001). Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. In Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability (Vol. 8, pp. 880–912). Retrieved from <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARchap18.pdf>
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Smit, B., & Westerhoff, L. (2009). Adaptation and development: Livelihoods and climate change in Subarnabad, Bangladesh. *Climate and Development*, 1(1), 31–46. <https://doi.org/10.3763/cdev.2009.0001>
- Swanson, K. L., Sugihara, G., & Tsonis, A. A. (2009). Long-term natural variability and 20th century climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(38), 16120–16123. <https://doi.org/10.1073/pnas.0908699106>
- Thornton, P., Herrero, M., Freeman, A., Mwai, O., Rege, E., Jones, P., & Mcdermott, J. (2007). Mapping climate vulnerability and poverty in Africa: impacts on livestock and livelihoods. *SAT EJournal*, 4(1), 1–23.
- UNFCCC. (2006). *Climate Change: Impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries*. Bonn, Alemania.
- Yaméogo, T. B., Fonta, W. M., & Wünscher, T. (2018). Can Social Capital influence Smallholder Farmers ' Climate-Change Adaptation Decisions ? Evidence from Three Semi-Arid Communities in Burkina Faso , West Africa. *Social Science*, 7(33), 1–20. <https://doi.org/10.3390/socsci7030033>
- Zerihun, B. W. (2016). Non - farm Diversification and Its Impacts on Income Inequality and Poverty : Evidence from Rural Ethiopia. *Ethiopian Journal of Development Research*, 37(2).

Zheng, Y., & Dallimer, M. (2016). What motivates rural households to adapt to climate change? *Climate and Development*, 8(2). <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1005037>

Ziervogel, G., & Calder, R. (2003). Climate variability and rural livelihoods: Assessing the impact of seasonal climate forecasts in Lesotho. *Area*, 35(4), 403–417. <https://doi.org/10.1111/j.0004-0894.2003.00190.x>

Ziervogel, G., Shale, M., & Du, M. (2010). Climate change adaptation in a developing country context : The case of urban water supply in Cape Town Climate change adaptation in a developing country context: The case of urban water supply in Cape Town. 2(2), 94–110. <https://doi.org/10.3763/cdev.2010.0036>

## CAPÍTULO III

### Artículo 2. Capacidad de adaptación ante la variabilidad climática de los medios de vida Agrícolas en comunidades rurales de alta montaña del Centro de México<sup>4</sup>

Jorge Luis Escobar<sup>a</sup>, Ángel Rolando Endara<sup>b</sup>, Alejandro Imbach<sup>a</sup>, Isabel Gutiérrez<sup>a</sup>, Ángela Díaz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

<sup>b</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100-A Poniente, Centro, C.P. 50000 Toluca de Lerdo, Estado de México, México

#### Resumen

El estudio se realizó en las comunidades de San Francisco Putla y Raíces, ubicadas en los municipios de Zinacantepec y Tenango del Valle, Estado de México, México. Analiza la capacidad adaptativa, e identifica las estrategias de adaptación que las familias agricultoras han adoptado para asegurar sistemas agrícolas más resilientes ante las adversidades climáticas. La investigación es de carácter interpretativo (cualitativa), se basa en el enfoque conceptual del Marco de Capitales Comunitarios (MCC) y la Adaptación Basada en las Comunidades (ABC). Se utilizó entrevistas semiestructuradas, grupos focales y protocolos de observación como herramientas para recolectar la información. Los resultados demuestran que, la mayoría de capitales de las dos comunidades tienen baja capacidad de adaptación, excepto el capital natural y cultural, que muestran principalmente media capacidad adaptativa. Las principales limitantes de la adaptación son: falta de organización local, limitada capacitación de capital humano, poca relación entre las comunidades (organizaciones locales) con el gobierno y falta de planificación individual, colectiva e institucional de estrategias de adaptación. Estas limitantes ha provocado que, eventos extremos como: sequías, heladas, granizadas, nevadas y lluvias y vientos extremos estén provocando pérdidas considerables en los medios de vida agrícolas de estas comunidades.

**Palabras clave:** capacidad adaptativa, capitales comunitarios, adaptación basada en comunidades, estrategias de adaptación.

#### 1. Introducción

El aumento significativo de los gases de efecto invernadero (GEI) derivado de las diferentes actividades antropogénicas globales y forzamientos internos (variabilidad natural), están provocando variaciones considerables en las variables del clima en todo el planeta. De acuerdo al IPCC (2007) El calentamiento global es real e innegable y se evidencia por los incrementos significativos de la temperatura promedio global, aumento en el nivel promedio del mar, el deshielo

---

<sup>4</sup> Este artículo será sometida a la revista ATMOSFERA, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

del ártico y mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (Hansen et al., 2006; IPCC, 2007).

Si bien, la variabilidad natural juega un papel preponderante en el cambio global del clima, existe evidencia suficiente para asegurar que la influencia de las actividades humanas ha provocado mayor calentamiento global desde la mitad del siglo XX (Wuebles et al., 2017), principalmente por las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> emitidos a la atmósfera (IPCC, 2007; IPCC, 2014), que en las últimas décadas ha alcanzado niveles nunca antes observados (Hansen, 2012). De acuerdo a Knutson et al. (2017), la contribución de las actividades humanas al incremento de la temperatura media global durante el periodo 1951-2010 es de 0.6 a 0.8°C.

Estos cambios en el clima, expresados a través de la variabilidad climática incluido sus eventos climáticos extremos ocasionan impactos en los sistemas naturales, sociales y humanos (Thorton, Ericksen, Herrero, & Challinor, 2014; IPCC, 2014). Los países en desarrollo y en ellos las comunidades rurales, pobres y marginadas son las más vulnerables a estos cambios; puesto que, la mayor parte de sus medios de vida dependen del sector primario (Andersen & Verner, 2010; IPCC, 2014b).

Las personas que habitan en comunidades de alta montaña en el mundo en desarrollo, incluido México, enfrentan altos índices de marginalidad, pobreza, inaccesibilidad y alta sensibilidad a los cambios de clima (Chaudhary & Bawa, 2011; Milan & Ho, 2013, Abasolo, 2006). En México, estas condiciones desfavorables provocan que los medios de vida de comunidades rurales de alta montaña estén más limitados, en comparación con comunidades de altitudes bajas (Abasolo, 2006; Anastacio, Nava-Bernal, & Franco-Maass, 2014). Se prevé que, la variabilidad climática agrave los desafíos existentes que enfrentan las personas en estas localidades (Macchi, Gurung, & Hoermann, 2017; Milan & Ho, 2013; Macchi, 2014).

En los últimos años, México ha experimentado un aumento en los impactos ocasionados por la variabilidad climática incluido los eventos extremos hidrometeorológicos como: nevadas, heladas, granizadas, inundaciones, huracanes y sequías (CENAPRED, 2008; Peralta-Hernández & Barba-Martínez, 2009; CICC, 2012). La exposición a estos fenómenos climáticos implica una mayor amenaza para los asentamientos humanos y medios de vida de comunidades rurales (O'neil, Hajat, Zanobetti, Ramírez-Aguilar, & Schwartz, 2005; Monterroso & Conde, 2015; Fierros & Ávila-Faucat, 2017).

La vulnerabilidad de los medios de vida de estas regiones se debe a la exposición climática, sensibilidad y baja capacidad adaptativa para afrontar las adversidades del clima (Smit & Pilifosova,

2001; IPCC, 2007; Smit & Westerhoff, 2009, GIZ, 2014). De igual manera, la ubicación geográfica, relieve y posición altitudinal desempeñan un rol importante en la vulnerabilidad de estos territorios (DOF, 2014; Monterroso & Conde, 2015, Conde & López 2016).

Ante los desafíos que imponen la variabilidad climática con sus eventos extremos, deben surgir diferentes estrategias de adaptación, que deben ser planificadas a nivel local (Monterroso & Conde, 2015). No obstante, para que los pobladores adopten estas estrategias, es necesario que reconozcan sus necesidades, intereses e impactos a los que se enfrentan (Barrucand, Giraldo, & Canziani, 2017; Phuong, Biesbroek, Sen, & Wals, 2018). En este contexto, es muy importante la participación de actores locales en el diseño de los planes de adaptación (Herrera, 2013).

Todas las comunidades, sin importar cuán pobres, rurales, aisladas y marginadas sean, cuentan con recursos que pueden utilizar para diseñar y gestionar sus estrategias de desarrollo (Flora & Flora, 2013; Gutiérrez *et al.*, 2014). Por tal razón, el enfoque de esta investigación se basa en el Marco de Capitales de la Comunidad (MCC) y la Adaptación Basada en la Comunidad (ABC). La ABC considera que, la adaptación climática debe ser un proceso liderado por la comunidad, basado en las prioridades, necesidades, conocimientos y capacidades de las mismas (Care, 2010).

El presente artículo tiene como objetivo analizar la capacidad adaptativa e identificar las estrategias de adaptación ante la variabilidad climática (actual y futura) que las comunidades de San Francisco Putla y Raíces proyectan, para que sus medios de vida sean más resilientes ante estos fenómenos. El análisis permitirá conocer ¿Cuál es la capacidad de adaptación de las comunidades y que medidas de adaptación (individual, colectiva e institucional) proyectan para hacerle frente a la variabilidad climática? ¿Cuál es el potencial de las comunidades para implementar nuevas medidas de adaptación?

## **2. Variabilidad y vulnerabilidad climática**

La variabilidad climática se refiere a las variaciones del estado medio de las variables del clima en todas las escalas (temporales y espaciales) incluyendo sucesos climáticos extremos; está en función de procesos internos naturales dentro del sistema climático y forzamientos externos o antropogénicos (IPCC, 2007). La evidencia científica demuestra que las diferentes actividades humanas, que derivan grandes emisiones de gases de efecto invernadero, son las principales causas de las variaciones observados en las variables del clima (Wuebles, 2017; IPCC, 2014).

Esta variabilidad climática está repercutiendo directa e indirectamente en los sistemas ecológicos, humanos, sociales de comunidades y países pobres (Haines, Kovats, Campbell-Lendrum, &

Corvalan, 2006; Thornton, Ericksen, Herrero, & Challinor, 2014). De acuerdo al IPCC (2014) estos impactos han aumentado en las últimas décadas, ampliando la vulnerabilidad en muchas regiones del planeta. Se entiende por vulnerabilidad climática al potencial de un sistema para ser afectado por una amenaza externa, o el grado de incapacidad de un sistema para hacer frente a esas amenazas, y está en función de la exposición, el carácter y magnitud de los riesgos, la sensibilidad y la capacidad de adaptación (Adger, 2006; Thatthsarani & Gunaratne, 2018).

La vulnerabilidad climática varía en escalas temporales y espaciales, y depende de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales y ambientales (Thornton *et al.*, 2007). Comprende información del medio físico, cambios en las variables de temperatura, precipitación y la frecuencia de los peligros (Mainali & Pricope, 2018). Algunos autores definen la vulnerabilidad como un concepto inverso a la resiliencia climática (Gallopín, 2006). Sin embargo, Adger (2006) menciona que, se han encontrado elementos convergentes en los dos conceptos, por ejemplo: los impactos o daños que enfrentan los sistemas socioecológicos y la capacidad de respuesta del sistema.

## **2.1 Capacidad adaptativa en el contexto de vulnerabilidad climática**

La adaptación se refiere a la capacidad que tiene un sistema social, económico o ecológico para ajustarse al cambio climático ocurrido; incluyendo la variabilidad climática y sus eventos extremos, haciendo uso de un conjunto de factores que permitan reducir los impactos y aprovechar las eventuales oportunidades que estas adversidades puedan significar (IPCC, 2007). Estos factores se relacionan en gran medida con los recursos disponibles de los sistemas humanos, sus características y capacidades socioeconómicas, estructurales, institucionales y tecnológicas (GIZ, 2014).

Toda sociedad tiene su propia capacidad para enfrentar la variabilidad climática ocurrida, gira en torno a la capacidad para actuar colectivamente, es decir, debe existir la participación a nivel de individuos, comunidades, organizaciones locales y gobiernos (Adger, Brooks, Bentham, Agnew, & Ericksen, 2004). A nivel local involucra el desarrollo económico basado en sus recursos naturales (capital financiero y natural), educación, conocimiento y valores (capital humano y cultural), infraestructura y tecnología (capital físico), instituciones (capital político), equidad y colectividad (capital social) (Adger *et.*, 2007; GIZ, 2014; Imbach *et al.*, 2015; Abdul-Razak & Kruse, 2017).

Este proceso de adaptación es conocido como adaptación genérica, puesto que el sistema trata de adaptarse a todas las adversidades de manera general, se basa en las estrategias y medios de vida de las comunidades, de manera que, las alternativas de adaptación adoptadas favorezcan el

fortalecimiento de los capitales comunitarios y el desarrollo de los medios de subsistencia de las personas (Smith & Westerhoff, 2009).

## **2.2 Adaptación basada en la comunidad (ABC) desde el Marco de los capitales de la comunidad (MCC)**

El marco de los capitales de la comunidad (MCC), es un enfoque que permite integrar, analizar y entender las dinámicas de las comunidades rurales; se fundamenta en las interacciones y sinergias entre los capitales, y en cómo estos se construyen (Gutiérrez, Emery, & Fernández, 2009). Los capitales son todos los recursos (humanos o materiales) que las comunidades utilizan para crear o fortalecer otros; sirven de sustento para los medios de vida (Flora, Flora, & Fey, 2004; Gutiérrez et al., 2009). Se clasifican en capital humano, social, político, cultural, natural, financiero y físico/construido (Gutiérrez et al., 2014).

El MCC sostiene que todas las comunidades, sin importar los índices de pobreza, marginalidad, ruralidad o aislada que se localicen, cuentan con capitales para diseñar y gestionar su propio desarrollo y bienestar (Flora & Flora, 2013). Mediante un equilibrio entre estos capitales e inversiones en ellos mismos, pueden surgir estrategias sostenibles para abordar las amenazas emergentes, que incluye los eventos extremos ante un clima que cambia apresuradamente, así como otras situaciones de estrés y presión que requieren de espirales ascendentes de retroalimentación entre los capitales (Emery & Flora, 2006). Para que los pobladores adopten estas estrategias, es necesario que reconozcan sus necesidades, intereses, impactos y la vulnerabilidad climática a la que se enfrentan (Barrucand et al., 2017; Phuong et al., 2018). En este proceso, es muy importante la participación de las organizaciones comunitarias y los gobiernos locales (Herrera, 2013).

Conocer las diferentes estrategias de adaptación que los pobladores han emprendido para enfrentar los problemas que conlleva la variabilidad climática y sus eventos extremos es fundamental para la planificación a mediano y largo plazo (Burnham & Ma, 2015). Además, permite identificar el enfoque de adaptación que se ha utilizado. En los últimos años se han desarrollado diferentes enfoques de adaptación, siendo los más destacados la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y la Adaptación de Basada en la Comunidad (ABC) (Imbach, 2015). La ABC tiene como base la comunidad y es un proceso liderado por los habitantes, son los protagonistas; se basa en las necesidades, intereses, prioridades, conocimiento tradicional y las capacidades para enfrentar las adversidades (Care, 2010; Imbach, 2015).

La construcción de estrategias de adaptación bajo este enfoque se basa en el desarrollo local y los recursos que poseen las personas para desarrollar sus medios de vida (Imbach, 2015). No obstante, la efectividad de estas estrategias dependerá de la capacidad de adaptación a priori que tengan las comunidades (Warrick, Aalbersberg, Dumaru, McNaught, & Teperman, 2016). La ABC tiene mucha relación con los procesos de desarrollo rural (Care, 2010). Supone que las estrategias de adaptación deben vincularse con los procesos de planificación de gobiernos locales y nacionales, además, promueve la gestión de los recursos naturales (Imbach, 2015).

### **3 Metodología**

#### **3.1 Ubicación de la zona de estudio**

La investigación se realizó en el centro de México, específicamente en las comunidades de San Francisco Putla y Raíces; pertenecientes a los municipios de Tenango del Valle y Zinacantepec respectivamente, los dos municipios pertenecen al Estado de México. La comunidad de Raíces forma parte del ejido Loma Alta y se encuentra ubicada dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (APFFNT), a una altura de 3531 msnm., mientras que San Francisco Putla pertenece al ejido del mismo nombre ubicado en el suroeste del Nevado de Toluca a 2749 msnm (Figura 1).



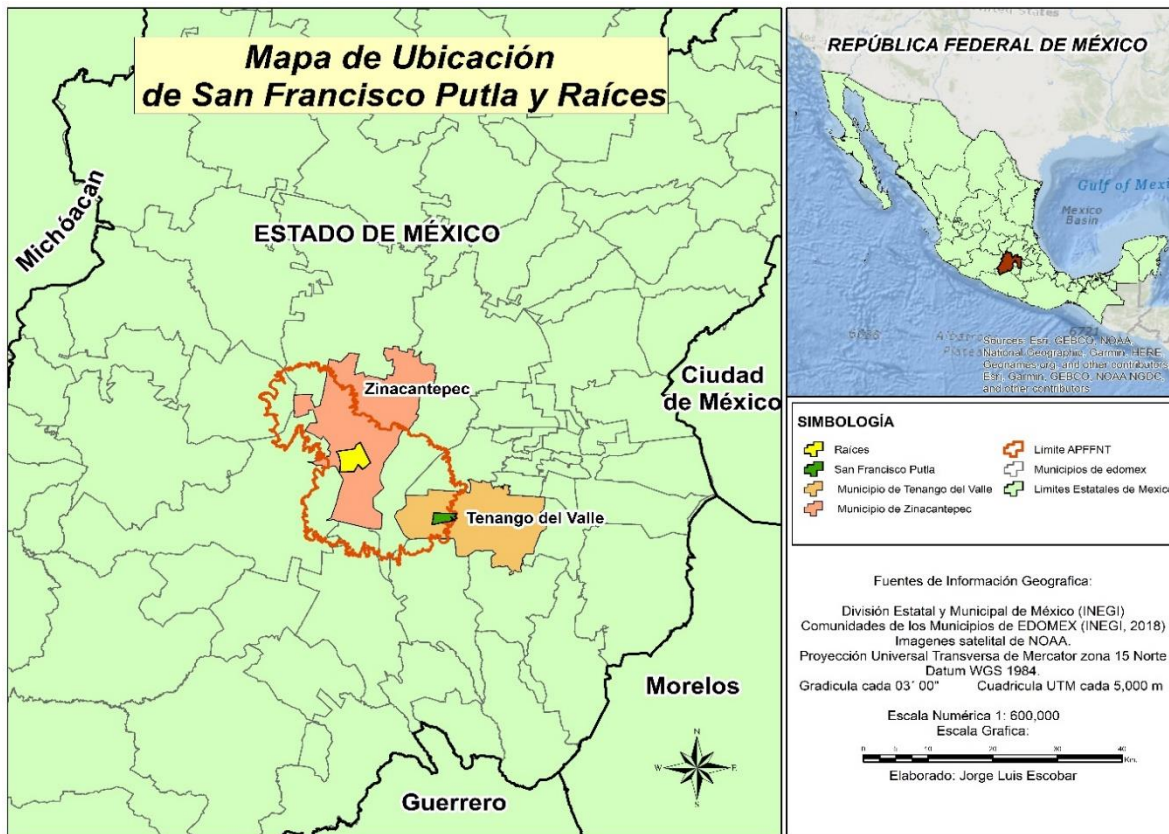


Figura 3. Ubicación geográfica de las comunidades de San Francisco Putla y Raíces

### 3.2 Procedimiento metodológico

Esta investigación se basa en el paradigma interpretativo. Se utilizó un muestreo no probabilístico con la técnica bola de nieve. La participación actores locales y pobladores de las dos comunidades fue clave para obtener la información de interés. Se aplicaron tres herramientas para la recolección de información: Grupos focales (para describir los capitales comunitarios, conocer la percepción de los pobladores sobre los impactos de la variabilidad climática en los capitales comunitarios, analizar el comportamiento del clima en un año normal y sus cambios según la perspectiva de los pobladores), entrevistas semiestructuradas para informantes claves y familias con información sobre el estado actual de los capitales comunitarios, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de los capitales comunitarios ante la variabilidad climática, incluida los eventos climáticos extremos, acciones que se han realizado y potencial de las comunidades para adoptar nuevas medidas de adaptación y un recorrido de observación (desarrollados en campo). Esta etapa se desarrolló entre los meses de noviembre de 2018 a febrero del 2019.

En el caso de San Francisco Putla, se realizaron 52 entrevistas (48 a familias y cuatro a informantes clave), dos grupos focales y un recorrido de observación. Por su parte, en Raíces se hicieron 27

entrevistas (22 a familias y cinco a informantes claves), dos grupos focales y un protocolo de observación. En las dos comunidades se contó con la participación de ejidatarios y no ejidatarios. La información obtenida en los grupos focales fue triangulada y validada con las entrevistas semiestructuradas.

### **3.3 Enfoque conceptual**

Los datos de esta investigación fueron analizados mediante el Marco de Capitales de la Comunidad (MCC), buscando evaluar la capacidad que tienen las comunidades desde sus capitales (humano, social, político, cultural, financiero, natural y físico/construido) para enfrentar o reducir los daños de la variabilidad climática. Este enfoque plantea que todas las comunidades poseen los recursos o capitales mencionados anteriormente, y puede hacer uso de ellos para emprender su propio desarrollo (Flora y Flora, 2013). A través del análisis y la integración de estos capitales se planificaron estrategias de adaptación con el propósito de reducir los impactos de la variabilidad climática.

Las estrategias de adaptación se planificaron bajo el enfoque de Adaptación Basada en la Comunidad (ABC); es decir, los miembros de las comunidades describieron las diferentes alternativas que ya han adoptado y proyectaron en función de sus necesidades, capacidades y prioridades las estrategias que se deben adoptar a corto, mediano y largo plazo.

### **3.4 Análisis de la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos**

Mediante la percepción de las familias se identificaron los cambios en la temperatura y precipitación, utilizando indicadores que se valorizaron en una línea de tiempo de los últimos 30 años. Para validar la percepción de la variabilidad climática ocurrida se utilizaron datos climáticos (temperatura y precipitación) en una serie de tiempo de 30 años (1980 a 2010), estos datos se obtuvieron de estaciones meteorológicas ubicadas en el APFFNT. Para la identificación de los eventos climáticos extremos que ocasionan daños a los sistemas agrícolas se realizó mediante percepción una línea de tiempo de los últimos 5 años.

### **3.5 Capacidad adaptativa y sus limitantes desde los capitales comunitarios**

El análisis de la capacidad adaptativa hace referencia a todos los recursos disponibles y acciones realizadas por los pobladores para diseñar medidas de adaptación individual, colectiva e institucional. Se recurrió al uso del marco de capitales comunitarios para agrupar, analizar y evaluar

23 indicadores (Cuadro 1) que permitieron identificar el potencial de cada capital y su aporte en el proceso de adaptación. Los indicadores se codificaron en escalas de desempeño (alta, media y baja); de acuerdo a los niveles de capacidad de adaptación, a estas escalas se le asignan valores del 1 (baja) al 3 (alta). Estos valores (1,2 y 3) se normalizan en una escala de adaptación de 0 a 100%. Concibiendo que, de 0 a 20% capacidad de adaptación baja (1), de 21 a 60% media (2) y de 61 a 100% alta (3) (Monterroso et al., 2014).

Cuadro 1. Indicadores de adaptación evaluados para determinar la capacidad adaptativa de las familias agricultoras en San Francisco Putla y Raíces.

Capital	Indicadores de adaptación	Capital	Indicadores de adaptación
Humano	Información climática	Político	Capacidad de gestión
	Educación informal (capacitaciones)		Apoyo del gobierno estatal
	Nivel de escolaridad de los pobladores		Capacidad del gobierno municipal
Social	Participación en organizaciones locales	Financiero	Acceso a otros recursos económicos
	Relación con instituciones del estado		Acceso a tecnologías
	Redes de apoyo		Acceso a créditos
	Trabajo comunitario		Remesas
Cultural	Participación en planes de adaptación	Físico	Acceso a maquinaria
	Conocimiento local y tradicional		Centros de acopio o albergues
Comunicación	Centros de educación		
Natural	Prácticas de conservación de suelo y agua		Infraestructura médica
	Incentivos para el cuidado de los recursos naturales		

Mediante la metodología propuesta por Prado & Imbach (2013) se analiza a través del Marco de Capitales Comunitarios, las limitantes de las comunidades para emprender medidas de adaptación ante la variabilidad climática incluyendo los eventos extremos). Partiendo de la percepción de los cambios ocurridos en el clima y como estos impactan en los sistemas productivos (capital natural y financiero) e infraestructura (capital físico).

### 3.5.1 Impactos de la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos sobre los sistemas agrícolas

La identificación de los sistemas agrícolas predominantes en las dos comunidades se hizo con el apoyo de los informantes claves (Director del APFFNT<sup>5</sup>, representante de SEMARNAT<sup>6</sup>, Presidente

<sup>5</sup> APFFNT: Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

<sup>6</sup> SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ejidal, Delegado Municipal y técnico de SEDAGRO<sup>7</sup>) y protocolos de observación mediante recorridos de campo. Posteriormente fueron validados mediante los grupos focales y entrevistas semiestructuradas con las familias productoras. A través de una línea de tiempo de cinco años, los pobladores organizados en grupos focales por cada sistema agrícola identificaron y describieron las amenazas climáticas (eventos extremos); como se manifiestan y los riesgos e impactos que implican para sus sistemas agrícolas.

### **3.5.2 Medidas de adaptación en los diferentes sistemas agrícolas**

Se identificaron y describieron las estrategias de adaptación que proyectan a nivel individual, colectivo e institucional; indagándose sobre la efectividad de estas medidas a corto, mediano y largo plazo. El análisis incorpora dos criterios fundamentales. ¿Qué pueden hacer las comunidades por sí mismas en el corto plazo? y ¿En qué aspectos las comunidades necesitan apoyo externo para implementar acciones en el mediano y largo plazo?

## **4. Resultados y discusión**

### **4.1 Percepción sobre la variabilidad climática (temperatura y precipitación) y sus eventos extremos**

La población en general afirma que, el clima actual es muy cambiante en comparación al de hace 30 años. La mayoría de las familias de las dos comunidades (68% en Raíces y 63% en San Francisco Putla) mencionan que, la exposición a la variabilidad climática es alta (Figura 2) y en algunas ocasiones severa, representando una amenaza para los medios de vida agrícolas de esta región.

Los pobladores tienen diferentes formas de identificar el comportamiento del clima y lo expresan de la siguiente manera:

*“Nosotros nos fijamos en el pico del volcán<sup>8</sup>, si en la cima tiene muchas nubes pequeñas, significa que van a iniciar las lluvias”*

*“Si por las noches el cielo está muy despejado, significa que habrán heladas muy intensas”*

*“Cuando en el sur se forman grandes nubes negras<sup>9</sup>, significa que caerá granizo”*

*“Observamos las lluvias de los primeros 12 días del mes de enero, la lluvia de cada día representa 1 mes del año, esto nos sirve de guía para saber cuándo iniciarán las lluvias y su intensidad, es decir, si llueve mucho el día 6, significa que el invierno iniciará en junio y será muy fuerte”.*

---

<sup>7</sup> SEDAGRO: Secretaría de Desarrollo Agropecuario

<sup>8</sup> Hace referencia al volcán Nevado de Toluca o "Xinantécatl", ubicado dentro del APFFNT

<sup>9</sup> Se refieren a las nubes cumulonimbus

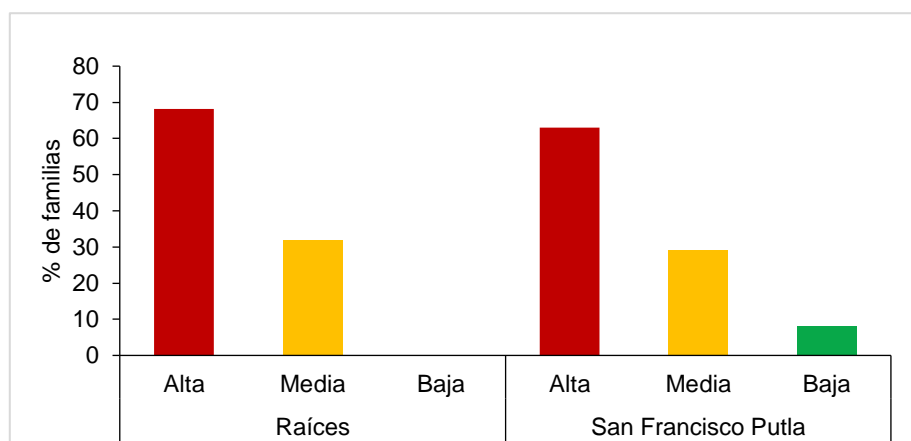


Figura 2. Índices de variabilidad climática en Raíces y San Francisco Putla

En lo que respecta a temperatura, la población de las dos comunidades, percibe cambios en la temperatura máxima. Reconocen que en los últimos años ha aumentado considerablemente, esta percepción coincide con los datos de las estaciones meteorológicas (análisis histórico 1980-2010) que demuestran un incremento considerable en la temperatura máxima desde el año 1998.

Los pobladores manifiestan que:

*“La temperatura máxima ha aumentado y se observan periodos más largos de sequías”.*

*“La temperatura ha aumentado y hace más calor que hace 15 años atrás”*

*“Ahora es más caliente, nos damos cuenta en los cultivos que son afectados por plagas que antes no existían. Por ejemplo, en el maíz y lechugas.*

En el caso de la precipitación, manifiestan que, en los últimos años es más difícil predecir su comportamiento. No obstante, afirman que ha ocurrido una disminución importante con respecto a los últimos 30 años. Es importante mencionar que, en San Francisco Putla el análisis histórico (1980-2010) muestra un aumento significativo en la precipitación promedio anual.

Los principales cambios identificados son:

*“Se ha observado un desplazamiento de la lluvia, por ejemplo; antes las lluvias fuertes iniciaban a finales de abril y ahora inician a finales de mayo”.*

*“Las lluvias son muy intensas y caen espacios de tiempo cortos”*

*“Ahora las lluvias son raras, llueve normal, luego hace sol y después llueve más fuerte”*

Aunado a los cambios observados en la temperatura y precipitación, se encuentran los eventos climáticos extremos: heladas, granizadas, nevadas, sequías, lluvias y vientos extremos. En San Francisco Putla, las sequías, las lluvias y vientos intensos son las principales amenazas climáticas

que los sistemas agrícolas han enfrentado en los últimos 5 años. En ocasiones han provocado pérdidas superiores al 50% de la productividad anual (Cuadro 2).

#### 4.2 Caracterización de la Temperatura y Precipitación en la serie de tiempo 1980-2010

De acuerdo a la CICC (2009), desde la década de los setenta al 2009 la temperatura promedio anual de México aumentó 0.6°C; las observaciones muestran que, de 1999 a 2009 hubo calentamiento acelerado de 0.7°C. En el caso de la precipitación se observó una disminución superior al 15% del promedio anual (CICC, 2009; CICC, 2012; Martínez-Austria & Patiño-Gómez, 2012). Es importante mencionar que más de diez millones de mexicanos están expuestos a estos cambios (Monterroso y Conde, 2015).

Los municipios de Zinacantepec y Tenango del Valle están altamente expuestos a la variabilidad climática (Monterroso et al., 2014). En el caso de Raíces (Zinacantepec), la serie de tiempo de temperatura muestra una tendencia creciente, se observa un aumento considerable desde finales de la década de 90. Los años de 1998 (20.14 °C) y 2010 (22.76°C) fueron los que registraron mayor temperatura máxima en los últimos 30 años. (Figura 3). Desde 1980 al 2010 la temperatura máxima aumento aproximadamente 2.1°C, es decir, alrededor de 0.07°C por año. Con respecto a la precipitación, se observa un pequeño aumento entre 1980 a 1999 (63.4 mm por año) (Figura 3), mientras que del año 2000 al 2010 se ha experimentado una reducción de alrededor de 89.87 mm al año en comparación con la década de los 90.

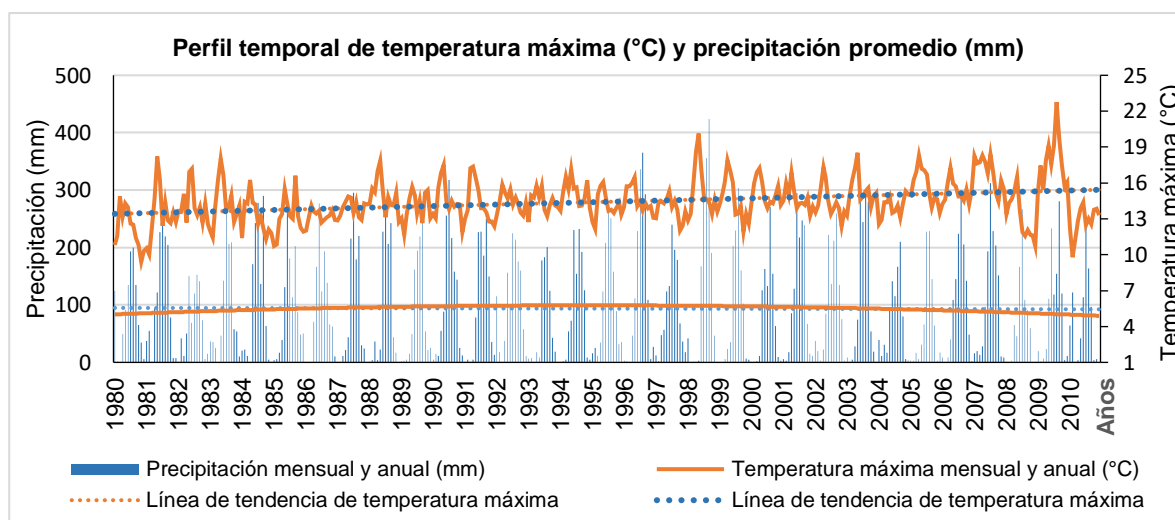


Figura 3. Perfil de la serie de tiempo de temperatura máxima y precipitación para Raíces.

En el caso de San Francisco Putla (Tenango del Valle), el comportamiento de la temperatura ha sido similar al de Raíces, el año 1998 experimento el mayor registro de temperatura máxima 25.36°C, y a partir de ese año se observa una tendencia creciente (Figura 3). De 1980 a 2010 se

ha registrado un aumento aproximado de 2.22°C, es decir un aumento de 0.07°C por año. En cuanto a la precipitación, San Francisco Putla presenta valores distintos a Raíces, se observa una tendencia creciente, presentando los mayores registros a partir del año 1998 (Figura 4). De 720.43 mm promedio que caían al año en la década del 80 pasó a 1008 mm en la década del 2000 al 2010.

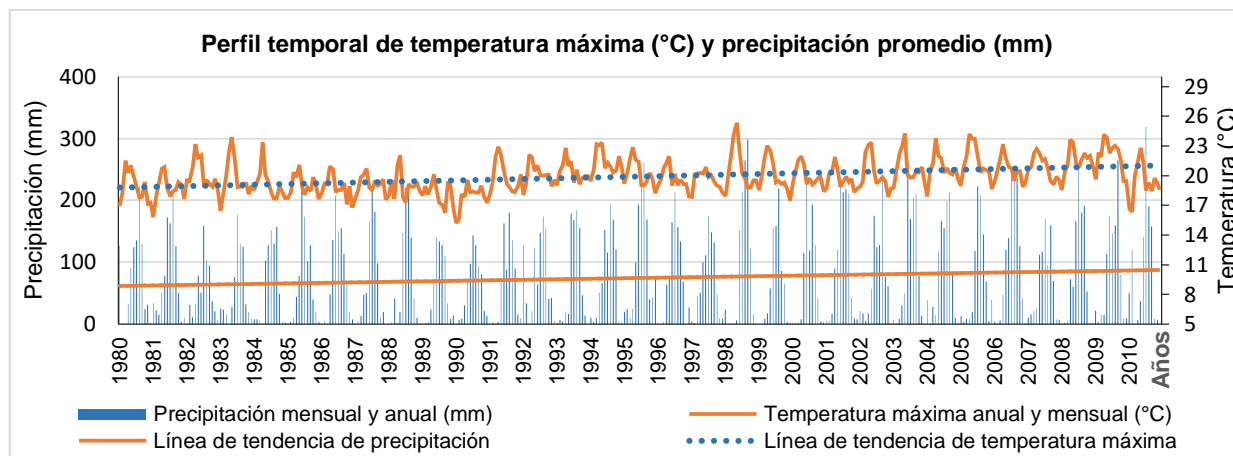


Figura 4. Perfil de la serie de tiempo de temperatura máxima y precipitación para San Francisco Putla.

### 4.3 Capacidad adaptativa y capitales comunitarios

El análisis de la información colectada en todos los indicadores evaluados permitió conocer la capacidad que tienen los capitales comunitarios para hacerle frente a la variabilidad climática o eventos extremos. En las dos comunidades el capital humano, social, político y físico tiene baja capacidad para enfrentar las adversidades climáticas (Tabla 1). De acuerdo a Dang, Li, Nuberg, & Bruwer (2019) existen diversos factores que definen la capacidad adaptativa de las comunidades: geográficos, socioeconómicos, tecnológicos, culturales, institucionales, políticos y psicológicos.

En San Francisco Putla, el capital cultural y natural son los que tienen mayor capacidad de adaptación 56% y 50% de las familias, respectivamente (cuadro 2). En Raíces, el capital natural presenta mayor capacidad de adaptación, mientras que las actividades culturales muestran baja y media capacidad adaptativa. Respecto al capital financiero, los indicadores de San Francisco Putla demuestran que, el 38.5% de las familias tienen baja capacidad adaptativa. No obstante, un 34.5% de las familias que representan principalmente a grandes agricultores, tienen alta capacidad de adaptación ante estos fenómenos adversos. En Raíces, el capital financiero tiene baja capacidad adaptativa, representa más del 50% de las familias.

Cuadro 2. Capacidad de adaptación de los capitales comunitarios en San Francisco Putla y Raíces.

Capital	Capacidad de adaptación					
	San Francisco Putla			Raíces		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
<b>Humano</b>	64.5	20	15.5	68	16	16
<b>Social</b>	84	16	0	75	18	7
<b>Cultural</b>	19	25	56	45	32	23
<b>Natural</b>	31	19	50	18	32	50
<b>Político</b>	57.5	39.5	3	56.5	27.5	16
<b>Financiero</b>	38.5	23	34.5	31.5	52.5	16
<b>Físico</b>	58.5	28.5	13	47.5	45.5	7

### Capital humano

La capacidad adaptativa del capital humano está determinada por los indicadores en salud, educación formal e informal y el manejo de información climática. El nivel de analfabetismo es muy bajo en las dos comunidades (23% de la población de Raíces y el 17% en San Francisco Putla no lograron terminar satisfactoriamente la primaria), pero a nivel de infraestructura educativa existen muchas precariedades (falta de aulas, bibliotecas, tecnología, entre otros), ambas comunidades cuentan solamente con dos escuelas (primaria y secundaria).

Las comunidades deben aprovechar el alto nivel de educación para aumentar la capacidad adaptativa y la diversificación los medios de vida (Dulal, Brodnig, Onoriose, & Thakur, 2010; Fierros & Ávila-Faucat, 2017). En tal sentido, los bajos índices de analfabetismo en estas comunidades deberían ser una oportunidad para fortalecer el capital humano, a través de capacitaciones o asesorías técnicas. Sin embargo, las dos comunidades tienen poco acceso a cursos de capacitación en temas relacionados a la variabilidad climática y eventos climáticos extremos.

El 79% de la población entrevistada de San Francisco Putla y el 82% en Raíces nunca han recibido algún tipo de capacitación. Aunado a lo anterior, se encuentra la poca difusión y comunicación de información climática, solamente 9% de las familias entrevistadas en Raíces y el 17% de San Francisco Putla hacen uso de la información climática transmitida por radio y televisión. En lo que respecta a salud, la poca capacidad adaptativa se caracteriza especialmente por la poca infraestructura médica, escaso recurso humano, equipo y suministros (en las dos comunidades solamente cuenta con un centro de salud). De acuerdo a O'neil et al. (2005) la deficiencia hospitalaria de los países en desarrollo es una de las principales limitantes de la adaptación.



## **Capital social**

En las dos comunidades, la limitada presencia de organizaciones locales, poca relación con el gobierno estatal, escasas redes de apoyo y poco trabajo comunitario, representan las principales limitantes del capital social para hacerle frente a las adversidades climáticas. Diversos estudios han demostrado que las limitantes que se identifican en el capital social juegan un papel preponderante para que las comunidades no puedan planificar estrategias de adaptación (Jones & Boyd, 2011; Zhen & Dallimer, 2016; Hagedoorn et al., 2019). Gran parte de la población mencionan a organizaciones como: SEDAGRO, SAGARPA, CONAFOR, CONAP, entre otras. Que si bien, no son permanentes en estas comunidades, desempeñan una labor trascendental en el desarrollo de estas. Sin embargo, muy pocas familias productoras han sido beneficiadas por sus programas de apoyo, y las actividades realizadas tienen poca o nula relación con los problemas provocados por la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos.

La poca presencia de organizaciones especializadas en temas de cambio climático, ha provocado que estas comunidades no hayan participado en la planificación de estrategias locales para enfrentar los impactos que representa la variabilidad climática. Además, en las dos comunidades la acción colectiva solo funciona cuando ocurre una amenaza climática extrema (lluvias intensas en San Francisco Putla y nevadas en Raíces) que pone en riesgo a familias o bienes comunales. Autores como Adger, Brooks, Bentham, Agnew, & Ericksen (2004) & Soares & Murillo-Licea (2013) mencionan que la colectividad es fundamental en la adopción de estrategias de adaptación.

## **Capital cultural**

Los valores, creencias y conocimiento tradicional en estas comunidades juegan un rol importante en los procesos de adaptación. De acuerdo a Imbach y Prado (2013), la capacidad de reacción de los pobladores locales ante los cambios percibidos en el clima, está influenciada por las características culturales de toda la población. En San Francisco Putla, el 100% de las familias consideran al conocimiento local y tradicional el indicador que representa mejores resultados en los procesos de adaptación. Afirman que, a nivel familiar o en pequeños grupos de amigos han adoptado acciones para enfrentar a los eventos extremos (por ejemplo; lanzar cohetes de vara de fabricación artesanal para dispersar las nubes de granizo).

En Raíces, la población considera que las actividades realizadas a través de la cosmovisión climática tienen un gran impacto en la adopción de estrategias de adaptación, pero es necesario el fortalecimiento en otras áreas como: organizaciones locales, capacitación técnica y apoyo financiero. Comprender la importancia de la cultura en el proceso de adaptación requiere especificar las escalas y los agentes involucrados (Nielsen & Reenberg, 2010). Dado que, cada comunidad

tiene diferentes valores culturales, y se requiere comprender el contexto de cada comunidad para entender las limitantes culturales (Adger et al., 2009; Nielsen & Reenberg, 2010; Dang, Li, Nuberg, & Bruwer, 2019). En estas comunidades el conocimiento tradicional (capital cultural) ha implicado la reestructuración del plan anual de siembra, en función de los cambios y los impactos percibidos.

### **Capital natural**

En las dos comunidades valoran el capital natural junto al capital cultural los precursores para emprender las estrategias de adaptación. El 50% de la población entrevistada afirma que, el capital natural; a través del indicador de conservación de agua y suelo tiene alta capacidad de adaptación. Bajo este indicador la población ha diseñado diferentes prácticas como: reservorios de agua, trincheras para retener la erosión, barreras rompevientos, cultivos en curvas a nivel o desnivel, rondas rompiefuegos, reforestación, etc. Todas estas acciones y los servicios ecosistémicos que brindan los bosques de estas comunidades ayudan a reducir los impactos que representan las amenazas climáticas en estas comunidades, tal como lo mencionan Wüstemann et al. (2017).

Los pobladores mencionan la presencia de programas que incentivan la protección de los recursos naturales como: el programa de pagos por servicios ambientales hidrológicos, implementado por PROBOSQUES y el programa de conversión de suelos agrícolas a manejo forestal de CONAFOR. Sin embargo, los altos costos de transacción que implican estos procesos, ha provocado que no todas las familias hayan sido beneficiadas. En general, las acciones emprendidas en este capital son de gran importancia en el proceso de adaptación ante los eventos climáticos extremos y la variabilidad climática. Los pobladores están conscientes que la base de sus sistemas agrícolas son los recursos naturales. Además, el capital natural sirve de base para la construcción de otros capitales, sostienen todas las forma de vida, proporciona medios de vida alternativos y regula el clima local (Belle, Collins & Jordaan, 2017).

### **Capital político**

Se ha demostrado que, las instituciones locales (municipales) juegan un papel determinante en los procesos de adaptación. Ya que desempeñan un rol clave en la adaptación de los hogares agrícolas al reducir su vulnerabilidad y al aumentar su capacidad para responder a los impactos de las adversidades climáticas en sus medios de vida (Yomo, Villamor, Aziadekey, & Olorunfemi, 2018). En este sentido, es importante que los pobladores de estas comunidades identifiquen la gestión política de los delegados municipales y presidentes ejidales; de igual manera, las políticas públicas estatales y federales que tienen incidencia en medio rural y que fomentan medidas de adaptación ante el cambio climático.

El 69% de la población entrevistada en San Francisco Putla y el 77% en Raíces, consideran entre mala y muy mala la gestión de sus representantes ante los gobiernos municipales. Asimismo, afirman que, los gobiernos municipales no tienen capacidad suficiente para responder ante la ocurrencia de un evento climático extremo. El 100% de la población en las dos comunidades afirma tener muy poco o poco apoyo del gobierno estatal. Igualmente, en su mayoría, la población entrevistada menciona que, los gobiernos municipales y estatales no prestan atención a las propuestas o peticiones de las comunidades para enfrentar las adversidades climáticas.

La población argumenta que reciben más apoyo de instituciones no gubernamentales. Por ejemplo, Reforestamos México. De acuerdo a Dang, Li, Nuberg, & Bruwer (2019) este comportamiento es similar en países en desarrollo; por ejemplo, en Benín, África los agricultores han diseñado estrategias de adaptación con apoyo de las organizaciones no gubernamentales, mientras que el apoyo del gobierno local o nacional ha sido restringido. Esto representa, la poca o escasa relación entre la comunidad y los gobiernos; probablemente asociado al bajo nivel organizativo que existe en estas comunidades (capital social), o la falta de confianza de los pobladores en las instituciones del gobierno, tal como ocurre en el sur de Benín, África (Baudoin, 2013).

### **Capital físico/construido**

En las dos comunidades el capital físico presenta baja y media capacidad de adaptación, el 69% de las familias agrícolas de San Francisco Putla y el 91% en Raíces, indican que no cuentan con infraestructura para almacenar la producción agrícola, asimismo, aseveran que las vías de acceso a sus sistemas agrícolas son muy afectadas cuando ocurren lluvias intensas o granizadas. Un dato interesante es que, la mayoría de la población entrevistada considera la maquinaria agrícola como una estrategia para reducir los impactos de estos eventos climáticos, afirmando que, el proceso de siembra, fertilización y cosecha se hace más rápido, evadiendo en algunas ocasiones estas adversidades. Aunado a lo anterior, el capital físico también se ve limitado por la escasa infraestructura educativa, vivienda y salud.

### **Capital financiero**

De acuerdo a Belle, Collins & Jordaan (2017) el capital financiero debe jugar un papel preponderante en el proceso de adaptación, ya que se utiliza para crear capital humano (educación formal e informal), capital físico (maquinarias y tecnologías) e incluso potenciar el capital financiero existente a través de mejores ingresos y mayor rentabilidad de sus medios de vida. No obstante, en las dos comunidades, el capital financiero, muestra baja y media capacidad de adaptativa (61.5% de los productores en San Francisco Putla y 84% en Raíces).

Estos bajos índices de adaptación en cierta medida se deben al limitado ingreso mensual de los pobladores, poco acceso créditos (más del 90% de las familias en las dos comunidades no han tenido acceso créditos), pocas remesas (en Raíces, solamente el 14% de las familias entrevistadas ha recibido remesas y en San Francisco Putla el 4%) y limitado acceso a tecnologías (60% en San Francisco Putla y el 50% en Raíces). De acuerdo a Villamayor-Tomas & García-López (2017), los recursos económicos amparan a los productores después del paso de catástrofes ambientales, y les permite seguridad para invertir nuevamente en sus sistemas agrícolas.

### 4.3.1 Limitantes de la capacidad adaptativa

La mayoría de la población percibe que, la variabilidad climática y eventos climáticos extremos están afectando sus sistemas productivos. No obstante, gran parte de la población tienen una reacción pasiva; ejecutan pocas medidas de adaptación con baja efectividad (Figura 5). Otro de los problemas que enfrentan los pobladores (productores) es la poca organización y la falta de atención por instituciones de gobierno, aunado a esto, se encuentra la falta de capacitación de capital humano (Figura 5). De acuerdo con Di Falco, Veronessi, & Yesuf (2011) los productores mejoraran la capacidad adaptativa a medida que dispongan de mayor información climática, más apoyo del gobierno y mayor acción colectiva, redes externas de apoyo, créditos, maquinaria y tecnologías.

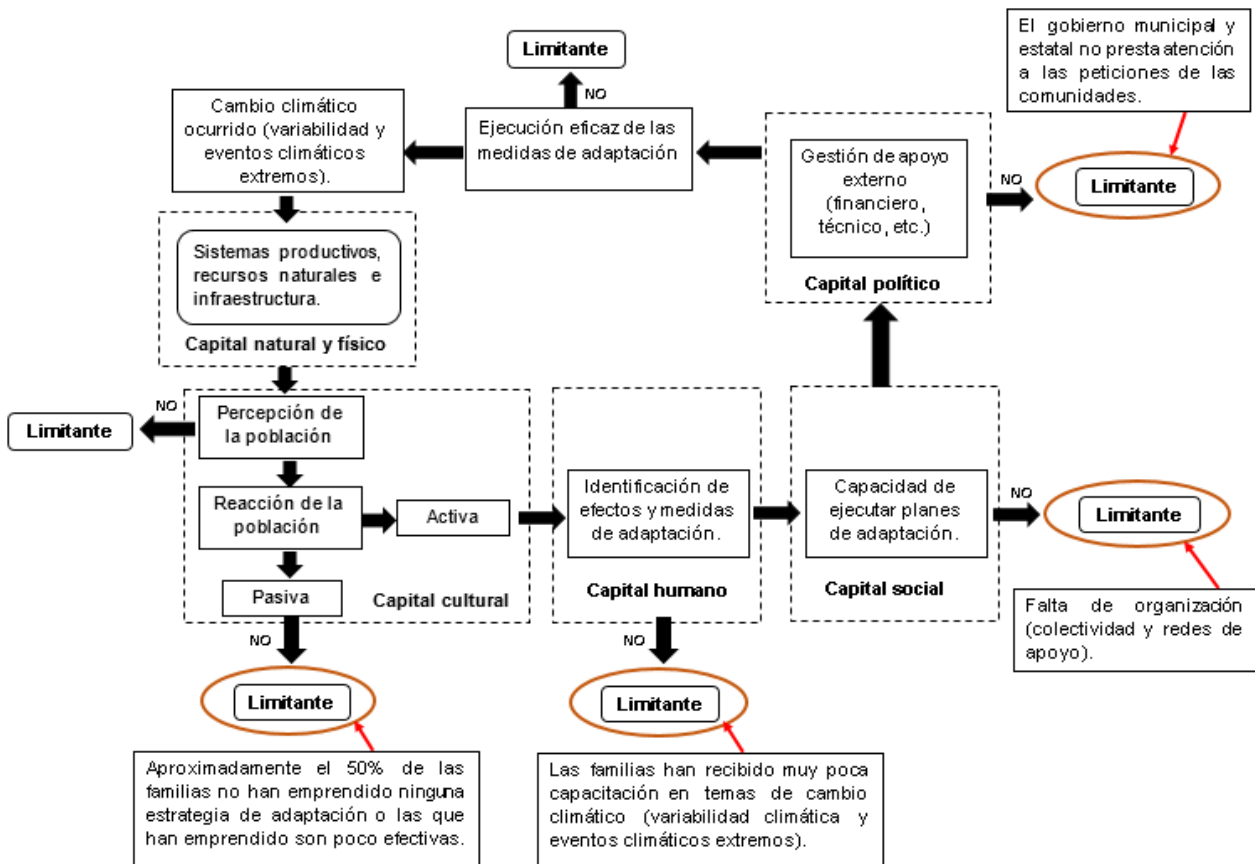


Figura 5. Limitantes de la capacidad adaptativa en San Francisco Putla y Raíces.

Adger, Arnell, & Tompkins (2005) señalan que, los acontecimientos sociales y políticos son los principales limitantes que enfrenta la adaptación climática. Por tal razón, previo a la planificación y ejecución de estrategias locales de adaptación, se requiere de organización comunitaria y planificación, ambos abordados mediante el capital social. Asimismo, de inversión financiera y asesoramiento técnico; promovido a través del capital político y financiero.

Las organizaciones locales y representantes comunitarios (delegados municipales y presidentes ejidales) de las dos comunidades estudiadas, deben jugar un papel más preponderante en la gestión de recursos económicos y técnicos, para dar inicio a sus planes o estrategias de adaptación local. La efectividad y sostenibilidad a mediano y largo plazo de las medidas adoptadas, dependerá de lo eficaz y eficiente de cada una de las acciones emprendidas, tal como lo menciona (Imbach & Prado, 2013).

#### 4.4 Impactos de la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos en los sistemas agrícolas

Los cambios en la temperatura y precipitación y eventos climáticos extremos representan un gran problema para los sistemas agrícolas de las dos comunidades (Figura 6). Por ejemplo; las granizadas que normalmente ocurren de octubre a enero representan un gran problema para la floricultura en San Francisco Putla y para la producción de papas en la comunidad de Raíces. De acuerdo a Altieri & Nicholls (2013), en los países en desarrollo los medios de vida agrícolas de pequeños productores son los más afectados, pequeñas variaciones en el clima pueden significar grandes impactos y en ocasiones provocar pérdidas superiores a la mitad de la productividad.

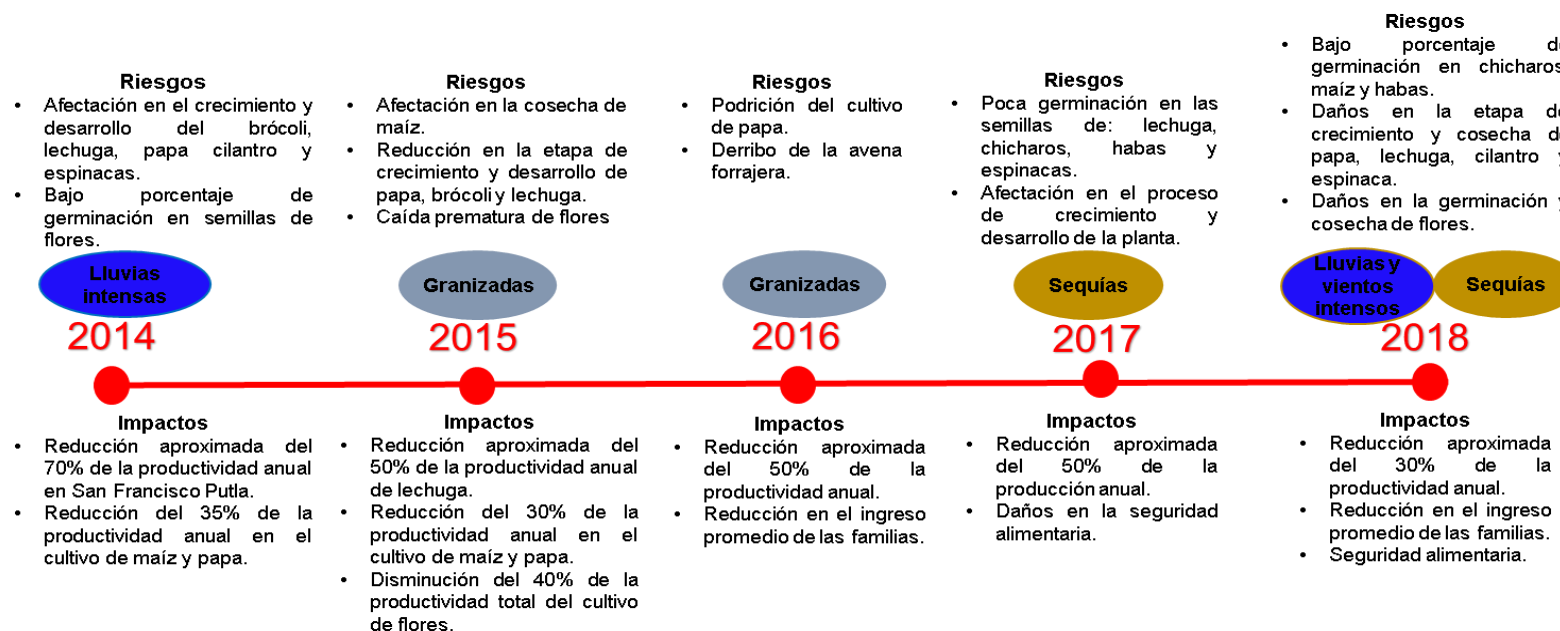


Figura 6. Línea de tiempo de los riesgos e impactos de las principales amenazas climáticas en San Francisco Putla y Raíces

#### 4.5 Estrategias de adaptación

Las medidas de adaptación que las familias agrícolas de estas comunidades han implementado, tienen como base principal; el capital humano, natural y cultural. El fortalecimiento del capital humano a través de la experiencia o saberes ancestrales ha permitido el desarrollo de acciones en el capital natural. La cosmovisión, conocimiento local y tradicional juegan un papel muy importante en la predicción de los cambios en el clima y la ocurrencia de eventos extremos. Altieri & Nicholls (2013), exteriorizan que el rescate de los sistemas agrícolas tradicionales (capital cultural) en combinación con diversas estrategias agroecológicas (capital natural), pueden representar una alternativa viable para enfrentar los impactos y tener sistemas agrícolas más resilientes ante las adversidades climáticas.

Mediante el capital social y político se han realizado ciertas acciones como: dotación de semillas resistentes a sequías y pequeños subsidios en la compra de abonos y plaguicidas agrícolas. No obstante, estas acciones han tenido poca efectividad y son poco sostenibles a mediano o largo plazo. El capital financiero es limitado en las dos comunidades y representa pocas alternativas para adaptarse. Sin embargo, las familias reservan parte de su ingreso para cubrir gastos extraordinarios que representaría la ocurrencia de un evento climático extremo. En la actualidad, existe mucha incertidumbre de las medidas que se deben tomar a mediano y largo plazo. Por tal razón, las comunidades han propuesto diferentes estrategias (individual, colectiva e institucional) considerando las prioridades y necesidades (Cuadro 3)

Cuadro 3. Estrategias de adaptación identificadas por las familias productoras en las dos comunidades.

Medidas de adaptación	Capital humano	Capital social	Capital cultural	Capital natural	Capital político	Capital financiero	Capital Físico
<b>Individual</b>	Participación en capacitación en temas de cambio climático	Mayor divulgación y difusión de información climática		Rotación de cultivos		Acceso a fuentes externas de financiamiento	Estanques o cosecha de agua
<b>Colectiva</b>	Diversificación de cultivos	Fortalecimiento de la organización comunitaria  Creación de redes de apoyo	Rescate y fortalecimiento del conocimiento y saber tradicional	Reforestar  Conservación de suelos y agua	Participación en programas de conservación de suelos y agua		Perforación de pozos  Estanques o cosecha de agua
<b>Institucional</b>	Planes de adaptación a la variabilidad y eventos climáticos extremos  Sistema de alerta temprana  Dotación de semillas resistentes a sequillas	Sistema de alerta temprana  Apoyo en sistemas de microriego  Calentadores solares		Programas de pagos por servicios ambientales	Mejorar las políticas públicas de apoyo al campo  Mejorar Políticas de fijación de precios	Incentivos agrícolas  Seguros agrícolas  Subsidios agrícolas	Biodigestores  Invernaderos



## 5. Conclusiones

En general, se puede decir que los capitales que sirven de sustento para los medios de vida agrícolas de estas comunidades están poco preparados para enfrentar la variabilidad climática y sus eventos climáticos extremos. Históricamente las dos comunidades han rescatado y fortalecido el conocimiento local y tradicional (capital cultural) y las habilidades del capital humano, para emprender medidas de adaptación; principalmente desde el capital natural.

La principal limitante de la capacidad adaptativa es la falta de organización comunitaria (capital social), poco apoyo de las instituciones gubernamentales y limitada gestión de apoyo técnico y económico de los representantes comunales (delegados municipales y presidente) (capital político). Por tal razón, se reconoce la necesidad de fortalecer estos capitales, para potenciar el proceso productivo de estas comunidades (capital financiero), asegurar sistemas agrícolas resilientes y garantizar la soberanía y seguridad alimentaria para las familias.

Se requiere la creación de espacios en los que todos los pobladores (agricultores) intercambien ideas y propongan de manera participativa estrategias para potenciar sus medios de subsistencia, en función de sus necesidades, limitaciones e intereses. Las estrategias que estas comunidades adopten, deben considerar la incertidumbre que la variabilidad climática representa a mediano y largo plazo. En este contexto, a nivel individual consideran que, las principales medidas que se deben adoptar son: fortalecer el capital humano y cultural, reestructurar el calendario anual de cultivos y diversificar los medios de vida que permitan acceso a otras fuentes de ingreso.

Se reconoce que la efectividad y sostenibilidad de las medidas de adaptación a largo plazo dependerá de las mejoras que experimenten la organización comunitaria, acción colectiva y apoyo del gobierno. Por tal razón, a nivel colectivo e institucional consideran que, fortalecer las sinergias entre el capital político y social es primordial, antes de emprender cualquier medida de adaptación. En ese sentido, estos dos capitales se consideran los promotores o capitales de entrada para iniciar un proceso de adaptación en estas comunidades.

La adopción y planificación de programas y políticas de adaptación deben ser consistentes con la alta incertidumbre que representa la variabilidad climática futura y eventos climáticos extremos en estas comunidades. Para ello se requiere, mayor voluntad política, políticas públicas de apoyo al campo eficientes (seguros agrícolas, subsidios e incentivos) y mayor beligerancia de los representantes y organizaciones locales.

## 6. Bibliografía

Abasolo, V. E. (2006). *Entre el cielo y la tierra: Raíces, un pueblo de la alta montaña en el Estado de México*. Universidad Iberoamericana.

Abdul-Razak, M., & Kruse, S. (2017). The adaptive capacity of smallholder farmers to climate change in the Northern Region of Ghana. *Climate Risk Management*, 17, 104–122. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.06.001>

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>

Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., & Eriksen, S. (2004). New indicators of vulnerability and adaptive capacity. In *Change*. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2004.12.010>

Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, D. R., ... Wreford, A. (2009). Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change*, 93, 335–354. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9520-z>

Altieri, M., & Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20. Retrieved from <http://digitum.um.es/jspui/handle/10201/36437>

Anastacio, N. D., Nava-Bernal, G., & Franco-Maass, S. (2014). *El desarrollo agropecuario de los pueblos de alta montaña . La Peñuela , Estado de México The agricultural development of the State of Mexico*. 45, 397–418.

Barrucand, M. G., Giraldo, C., & Canziani, P. O. (2017). Climate change and its impacts: perception and adaptation in rural areas of Manizales, Colombia. *Climate and Development*, 9(5), 415–427. <https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1167661>

Baudoin, M. (2013). *Enhancing climate change adaptation in Africa assessing the role of local institutions in Southern Benin*. 6(2), 122–131. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.844677>

Belle, J. A., Collins, N., & Jordan, A. (2017). Building Resilience in Natural Capital to Reduce Disaster Risks and Adapt to Climate Change : A Case of Wetlands in the Eastern Free State ; South Africa Building Resilience in Natural Capital to Reduce Disaster Risks and Adapt to Climate Change : A Case. *American Journal of Environmental Science*, 13(5), 358–377. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.358.377>

Burnham, M., & Ma, Z. (2015). Linking smallholder farmer climate change adaptation decisions to development. *Climate and Development*, 289–311. <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1067180>

Care. (2010). *Community-Based Adaptation Toolkit*.

CENAPRED. (2008). *Aplicación de la metodología para obtener mapas de riesgo por bajas temperaturas y nevadas en la comunidad de Raíces, Estado de México*. D. F. México.

Chaudhary, P., & Bawa, K. S. (2011). Local perceptions of climate change validated by scientific evidence in the Himalayas Subject collections Local perceptions of climate change validated by scientific evidence in the Himalayas. *Biology Letters*, 7, 767–770. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0269>

CICC. (2009). *México: Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones*

- Unidas sobre el Cambio Climático* (1st ed.). D. F. México.
- CICC. (2012). *México: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (1st ed.). DF, Mexico.
- Conde, A., & López, J. (2016). *Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe* (1st ed.). México.
- Dang, H. Le, Li, E., Nuberg, I., & Bruwer, J. (2019). Factors influencing the adaptation of farmers in response to climate change: a review. *Climate and Development*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1562866>
- Di Falco, S., Veronesi, M., & Yesuf, M. (2011). Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 825–842. <https://doi.org/10.1093/ajae/aar006>
- DOF. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático*. D. F. México.
- Dulal, H. B., Brodnig, G., Onoriose, C. G., & Thakur, H. K. (2010). Capitalizing on Assets : Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Nepal. *Social Development*, (121), 1–23.
- Emery, M., & Flora, C. (2006). Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. *Community Development*, 37(1), 19–35. <https://doi.org/10.1080/15575330609490152>
- Fierros, I., & Ávila-Foucat, S. (2017). Sustainable livelihoods and vulnerability in rural Mexican households. *Problemas Del DESARROLLO. REVISTA LATINOAMERICANA DE ECONOMIA*, 48(191).
- Flora, C.B., Flora, J.L., Fey, S. (2004). *Rural communities legacy and change*. 2 ed. Boulder, US, Westview Press. 372 p.
- Flora, C.B., & Flora, J. (2013). *Rural Communities: Legacy and change*, Westview Press. Boulder. 414 pp.
- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16, 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>
- GIZ. (2014). *El Libro de la Vulnerabilidad Concepto y lineamientos para la evaluación* (K. Fritzsche, S. Schneiderbauer, P. Bubeck, K. Stefan, M. Buth, M. Zebisch, & W. Kahlenborn, Eds.). Bonn, Alemania: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Gutierrez, I., Emery, M., & Fernandez, E. (2009). The Sustainable Livelihoods Approach and the Community Capitals Framework: The Importance of System-Level Approaches to Community Change Efforts. *Community Development*, 40(2), 106–113. <https://doi.org/10.1080/15575330903011785>
- Gutiérrez, I.A., Soares, D., Thibault, M., Rivas, G.G., Pinto, G., Ramírez, F., Romero, R., López, R. (2014). Análisis de la susceptibilidad de los recursos comunitarios ante eventos climáticos extremos en Sitalá Chiapas: retos y propuestas conceptuales desde un enfoque de equidad social. en: *Reflexiones y expresiones de la vulnerabilidad social en el sureste de México*. (Soares, D., Milan, G., Gutiérrez, I, Eds.) México. pp 143-185.
- Hagedoorn, L. C., Brander, L. M., Beukering, P. J. H. Van, Dijkstra, H. M., Franco, C., Hughes, L., ... Franco, C. (2019). Community-based adaptation to climate change in small island developing states: an analysis of the role of social capital. *Climate and Development*, 0(0), 1–12. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1562869>
- Haines, A., Kovats, R., Campbell-Lendrum, D., & Corvalan, C. (2006). Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation. *Public Health*, 367(9528), 2101–2109.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68933-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68933-2)

Hansen, J., Sato, M., & Ruedy, R. (2012). Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 73(11), 9. <https://doi.org/10.1073/pnas.1205276109>

Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D. W., & Medina-Elizade, M. (2006). GLOBAL TEMPERATURE CHANGE. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(39). <https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>

Herrera Tapia, F. (2013) El Cambio climático en la Política rural y agropecuaria. En: Cambio Climático; Impactos y previsiones en el medio rural del Estado de México. (Rivera H, M.G., Loza Torres, M, Eds.). Primera edición. México. pp 141-168.

Imbach, A. C., Bouroncle, C., Diaz, Á., Zamora, A., Ureña, O., Aragón, O., ... Medellín, C. (2015). *La construcción de estrategias locales de adaptación al cambio climático: una propuesta desde el enfoque de medios de vida* (1st ed.). Turrialba, Costa Rica.

Imbach, A. C., & Prado, P. F. (2013). *Development and field testing of a framework to identify and prioritize action to strengthen local adaptive capacity to climate change and variability*. In: *Community Based Adaptation to climate change: emergin Lessons*. (H. Ensor & Berger, Eds.). UK.

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC. (2014a). *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability: Contribution of working group II to the IPCC fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC. (2014b). *Livelihoods and poverty*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 13). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC. (2014c). *Summary for Policymaker*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Jones, L., & Boyd, E. (2011). Exploring social barriers to adaptation: Insights from Western Nepal. *Global Environmental Change*, 21, 1262–1274. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.06.002>

Macchi, M. (2010). Mountains of the World: Ecosystem Services in a Time of Global and Climate Change. In *International Center for Integrated Mountain Development*.

Macchi, Mirjam, Gurung, A. M., & Hoermann, B. (2017). Community perceptions and responses to climate variability and change in the Himalayas. *Climate and Development*, 7(5), 414–425. <https://doi.org/10.1080/17565529.2014.966046>

Mainali, J., & Pricope, N. G. (2018). Mapping the need for adaptation: assessing drought vulnerability using the livelihood vulnerability index approach in a mid-hill region of Nepal. *Climate and Development*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1521329>

Martinez-Austria, P. fF., & Patiño-Gómez, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 3(1), 5–20.

Milan, A., & Ho, R. (2014). *Livelihood and migration patterns at different altitudes in the Central Highlands of Peru*. 6(1), 69–79. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.826127>

Monterroso, A., & Conde, C. (2015). Exposure to climate and climate change in Mexico. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 6(4), 272–288. <https://doi.org/10.1080/19475705.2013.847867>

- Monterroso, A., Fernández, A., Trejo, R., Conde, A., Escandón, J., Villers, L., & Gay, C. (2014). *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México* (1st ed.). D. F. México: Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nielsen, J. Ø., & Reenberg, A. (2010). Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso. *Global Environmental Change*, *20*, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.10.002>
- O'neil, M. S., Hajat, S., Zanobetti, A., Ramirez-Aguilar, M., & Schwartz, J. (2005). Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. *Int J Biometeorol*, *50*, 121–129. <https://doi.org/10.1007/s00484-005-0269-z>
- Peralta-Hernández, A. R., & Barba-Martínez, L. R. (2009). The risk of early and late frost behavior in central México under El Niño conditions. *Atmosfera*, *22*(1), 111–123.
- Phuong, L. T. H., Biesbroek, G. R., Sen, L. T. H., & Wals, A. E. J. (2018). Understanding smallholder farmers' capacity to respond to climate change in a coastal community in Central Vietnam. *Climate and Development*, *10*(8), 701–716. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1411240>
- Smit, B., & Pilifosova, O. (2001). Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. In *Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 880–912).
- Smit, B., & Westerhoff, L. (2009). Adaptation and development: Livelihoods and climate change in Subarnabad, Bangladesh. *Climate and Development*, *1*(1), 31–46. <https://doi.org/10.3763/cdev.2009.0001>
- Thathsarani, U. S., & Gunaratne, L. H. P. (2018). Constructing and Index to Measure the Adaptive Capacity to Climate Change in Sri Lanka. *Procedia Engineering*, *212*(2017), 278–285. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.036>
- Thornton, P. K., Ericksen, P. J., Herrero, M., & Challinor, A. J. (2014). Climate variability and vulnerability to climate change: A review. *Global Change Biology*, *20*, 3313–3328. <https://doi.org/10.1111/gcb.12581>
- Villamayor-Tomas, S., & García-López, G. (2017). The influence of community-based resource management institutions on adaptation capacity: A large-n study of farmer responses to climate and global market disturbances. *Global Environmental Change*, *47*, 153–166. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.10.002>
- Warrick, O., Aalbersberg, W., Dumar, P., McNaught, R., & Teperman, K. (2016). The 'Pacific Adaptive Capacity Analysis Framework': guiding the assessment of adaptive capacity in Pacific island communities. *Regional Environmental Change*, *17*, 1039–1051. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1036-x>
- Wuebbles, D. J., Easterling, D. R., Hayhoe, K., Knutson, T., Kopp, R. E., Kossin, J. P., ... Wehner, M. F. (2017). Our globally changing climate. In: Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. U.S. *Global Change Research Program*, 35–72. <https://doi.org/10.7930/J08S4N35>.
- Wüstemann, H., Volkmar, H., Bonn, A., Hansjürgens, B., Bertram, C., & Dehnhardt, A. (2017). *Natural Capital and Climate Change: Synergies and Conflicts*.
- Yomo, M., Villamor, G. B., Aziadekey, M., & Olorunfemi, F. (2018). Local Institutions' Role in Enhancing Climate Change Adaptation of Rural Farmers in Semi-Arid Ecosystems in Northern Ghana Using Social Network Analysis. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3211273>
- Zheng, Y., & Dallimer, M. (2016). What motivates rural households to adapt to climate change? *Climate and Development*, *8*(2). <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1005037>

## CAPITULO IV

### ANEXOS

**Anexo 1.** Protocolo de entrevista semiestructurada para informantes claves (alcaldes municipales, representante de bienes comunales, representante de bienes ejidales, representante de SERMANAT, CONANP, representantes de organizaciones comunitarias, comités de agua, representantes de ONG que trabajan en la zona, investigadores, otros).

#### **Guía de entrevista/entrevistados**

Saludo respetuoso

Soy estudiante de la maestría de Economía, Desarrollo y Cambio Climático del CATIE, Costa Rica. Estoy este día con usted porque para mí es de mucho interés conocer el estado actual de los recursos (capitales) de la comunidad y medios de subsistencia más frecuente en esta comunidad, como éstos han cambiado en los últimos años y que acciones se han realizado para enfrentar el cambio climático (variabilidad climático y eventos extremos).

Me gustaría saber, si usted está de acuerdo en responder algunas preguntas que esperamos abarcar en 2 horas de su tiempo. Si considera que alguna de las preguntas que formularé durante la entrevista lo incomoda o no está dispuesto a responder, o no desea continuar con la entrevista por favor hágamelos saber. De igual manera si considera que las preguntas no son claras, no dude en comunicármelo. Las respuestas que usted nos brinde serán asumidas con total confidencialidad.

#### **Identificación del entrevistado**

Fecha: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Hora de fin de la entrevista: \_\_\_\_\_

Nombre (opcional): \_\_\_\_\_

Teléfono o correo electrónico de contacto (opcional): \_\_\_\_\_

#### **Conocimiento del territorio, capitales de la comunidad y medios de vida**

**Por favor, hableme un poco de las actividades productivas (medios de vida) y reproductivas (domesticas) de la comunidad.**

1. ¿Cuáles son las principales actividades productivas (medios de vida) en la comunidad?
2. Considera usted que en los últimos años han cambiado estas actividades productivas. En caso de responder afirmativamente, ¿a qué le atribuye estos cambios?
3. ¿Cuáles son las actividades productivas (medios de vida) que generan mayor ingreso económico en los hogares?
4. ¿Cuáles son las limitantes productivas que se observan en la comunidad?
5. ¿En el caso de las actividades agrícolas, cuales son los cultivos o especies más utilizados en la comunidad?

6. ¿Cree que la comunidad necesita apoyo externo? En caso de responder positivamente ¿Cuáles son las áreas que se deberían fortalecer en la comunidad?
7. ¿Cuál es el rol que juegan las mujeres en la comunidad?
8. ¿Conoce de la existencia de grupos religiosos, recreativos u organizaciones locales en la comunidad?, si la respuesta es afirmativa, por favor descríbalos.
9. ¿Conoce usted que organizaciones existen en la comunidad?

**Exposición de los medios de vida al cambio climático (Variabilidad climática y eventos extremos)**

10. ¿Cómo es el clima en la comunidad?
11. ¿Qué cambios en el clima ha observado en la comunidad? ¿Cómo?
12. ¿Existen en la comunidad estaciones meteorológicas para monitorear el clima?
13. ¿Cuáles son las mayores amenazas climáticas que se enfrentan en la comunidad?
14. ¿Cree usted que estas amenazas cambien con el transcurso del tiempo como resultado del cambio climático? ¿Por qué?
15. ¿Cree usted que estas variaciones climáticas han afectado a las actividades productivas? ¿Por qué?
16. Considera usted que estas variaciones climáticas han afectado a las actividades productivas en estas comunidades? ¿Por qué/ Como?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
17. ¿Qué cambios esperan en el clima a futuro en esta comunidad?, ¿en qué puede afectar esos cambios?

**Hablemos un poco de la sensibilidad de los medios de vida productivos y reproductivos en esta comunidad**

**Capital humano**

18. ¿Cree usted que los cambios en el clima afectan la salud, educación y alimentación de las familias en esta comunidad? ¿Comente porque?
19. ¿Todas las familias pueden acceder a los servicios de educación, alimentación y salud?
20. ¿Qué enfermedades se presentan en la comunidad cuando cambia el clima?
21. ¿Cree que estos cambios en el clima están afectando las actividades recreativas de los jóvenes? ¿Cuáles?

**Capital social** Hablemos ahora de la relaciones entre la gente dentro de la comunidad y las organizaciones en la zona.

22. ¿Los pobladores de esta comunidad están organizados? Si su respuesta es afirmativa ¿Cómo están estas organizaciones? ¿Qué beneficios se obtienen de la organización?
23. ¿Cuáles son las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en la comunidad?
24. ¿Considera que el cambio climático afecta a las organizaciones en las que participan los pobladores de esta comunidad?
25. ¿Los cambios de clima influyen en la migración de los pobladores de esta comunidad?

### **Capital cultural**

- 23 ¿Qué actividades culturales o celebraciones festejan en esta comunidad?
- 24 ¿Conoce usted de prácticas tradicionales en esta comunidad para predecir el clima?
- 25 ¿Cree usted que los cambios en el clima afectan las actividades culturales que se desarrollan en la comunidad?

### **Capital natural**

- 26 ¿Cuáles son los recursos naturales presentes en la comunidad?
- 27 ¿Usted ha observado cambios en los recursos naturales en los últimos 30 años?
- 28 ¿La variación de clima influyen en estos cambios de los recursos naturales? ¿Cuáles son los más afectados?
- 29 ¿Cuánto dependen las comunidades de los recursos naturales?
- 30 ¿Considera que las actividades productivas están provocando pérdida de cobertura vegetal, erosión o cambios de uso de suelo?

### **Capital político**

- 31 ¿Quiénes son los responsables de gestionar ante el gobierno local, el gobierno central y las ONG fondos para el desarrollo de los medios de subsistencia en la comunidad? ¿Cómo lo hacen?
- 32 ¿Cuál es el rol de las mujeres en los procesos de planificación y coordinación de actividades para la adaptación al cambio climático?
- 33 ¿Sabe si existe incentivos para potenciar los medios de vida que se desarrollan en la comunidad? ¿Cuáles?
- 34 ¿Existe participación de líderes comunitarios en espacios de toma de decisiones climáticas a nivel local o regional? ¿Cómo lo hacen?

### **Capital financiero**

- 35 ¿Cuáles son los mercados donde la gente vende o intercambia sus productos?
- 36 ¿Si los productores quieren mejorar sus medios de vida ¿cómo hacen?
- 37 ¿Las mujeres apoyan a las actividades que generen ingresos en las comunidades?
- 38 ¿Cuáles son las principales fuentes de empleo de la comunidad?
- 39 ¿Cree usted que el cambio climático afecte el nivel de ingreso de las familias? ¿Por qué?
- 40 ¿Qué otras fuentes de ingresos existen en la comunidad? (remesas, ayudas de gobierno, donaciones, otros).

### **Capital físico/construido**

- 41 ¿Cómo considera las vías de acceso para llegar esta comunidad? ¿Comente?
- 42 ¿Los cambios del clima afectan las vías de acceso?
- 43 ¿Los pobladores cuentan con infraestructura para almacenar y comercializar sus productos? Si su respuesta es afirmativa, que tipo de infraestructura?
- 44 ¿Qué parte del territorio requiere más inversión en infraestructura?



## **Ahora hablemos un poco sobre la capacidad adaptativa que tienen las comunidades para afrontar los efectos del cambio climático**

### **Capital humano**

45 ¿Las personas están generando y usando la información sobre el clima para planificar actividades en sus medios de vida? ¿Cómo? ¿Por qué?

46 ¿Qué han hecho los productores individual o colectivamente en años anteriores para evitar pérdidas en sus cultivos y en sus ganancias? ¿de las cosas que hicieron, ¿qué funcionó y qué no funcionó?

47 Hay programas de capacitación en la comunidad? ¿Quiénes los dan?

48 ¿Cuáles son los factores que favorecen o impiden adaptar las prácticas de adaptación?

### **Capital social**

49 ¿Qué organizaciones conoce usted que trabajan en temas de cambio climático en la comunidad?

50 Cuando hay emergencias climáticas ¿la población local se ha organizado? ¿con qué resultados?

51 ¿Cuáles son los principales medios de comunicación que existen en la comunidad y los más utilizados cuando hay evento climático adverso?

52 ¿Las organizaciones locales tienen participación en los planes de desarrollo comunitario

### **Capital natural**

53 ¿Cuál es la legislación vigente para la protección de los recursos naturales en la zona?, ¿y cómo se relaciona con los medios de vida que existen en la comunidad?

54 ¿Sabe usted si los productores están realizando prácticas de conservación de suelo y agua en sus sistemas productivos? Si su respuesta es positiva ¿Qué tipos de obras de conservación?

55 ¿Conoce de programas que incentiven la protección de los recursos naturales?

### **Capital político**

56 ¿Cómo apoya el gobierno local, el gobierno central y las ONG al desarrollo de los medios de vida de la comunidad?

57 ¿El gobierno local tiene capacidad para responder ante la ocurrencia de un evento climático extremo?

58 ¿Qué proyectos han tenido impacto positivo en la región?, ¿por qué?

59 ¿Las instituciones locales (gubernamentales y no gubernamentales) tienen capacidad para monitorear y analizar la información sobre los riesgos climáticos actuales y futuros? ¿Por qué?

60 ¿Se han asignado recursos para la implementación de políticas relativas a la adaptación? ¿Cuál es el presupuesto? ¿De dónde provienen los recursos?

### **Capital financiero**

61 ¿Los pobladores de la comunidad tienen acceso a créditos? ¿Es fácil conseguirlo? ¿Conoce el interés de esos créditos?

62. ¿Conoce usted las tecnologías a las que tienen acceso los pobladores de la comunidad para hacerle frente a problemas relacionados al cambio climático?
63. ¿Cuáles son los medios de vida que requieren de más apoyo financiero?
64. ¿Recibe algún tipo de incentivos o subsidios?
65. ¿Tiene algún comentario o alguna pregunta que considere importante para el estudio?

### **Capital físico**

66. ¿Sabe usted si los productores cuentan con infraestructura para almacenar su producción?
67. ¿Los productores tienen acceso a maquinaria agrícola?
68. ¿Cómo considera los centros educativos y de salud de estas comunidades?
69. ¿Tiene algún comentario o alguna pregunta que considere importante para el estudio?

Agradecemos mucho su colaboración y su atención, la información que nos ha brindado es de gran utilidad para nosotros como estudiantes y como investigadores.

**Anexo 2.** Entrevista semiestructurada a pobladores para conocer la percepción local sobre la vulnerabilidad de los medios de vida ante el cambio climático en comunidades rurales.

### **Guía de entrevista/entrevistados**

Saludo respetuoso

Soy estudiante de la maestría de Economía, Desarrollo y Cambio Climático del CATIE, Costa Rica. Estoy este día con usted porque para mí es de mucho interés conocer el estado actual de los recursos (capitales) de la comunidad y medios de subsistencia más frecuente en esta comunidad, y como éstos han cambiado en los últimos años y que acciones se han realizado para enfrentar el cambio climático (variabilidad climática y eventos extremos).

Me gustaría saber, si usted está de acuerdo en responder algunas preguntas que esperamos abarcar en 2 horas de su tiempo. Si considera que alguna de las preguntas que formularé durante la entrevista lo incomoda o no está dispuesto a responder, o no desea continuar con la entrevista por favor hágamelos saber. De igual manera si considera que las preguntas no son claras, no dude en comunicármelo. Las respuestas que usted nos brinde serán asumidas con total confidencialidad.

### **Identificación del entrevistado**

Fecha: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Hora de fin de la entrevista: \_\_\_\_\_

Nombre (opcional): \_\_\_\_\_

### **Conocimiento del territorio, capitales de la comunidad y medios de vida**

**Por favor, hábleme un poco de las actividades productivas (medios de vida) y reproductivas (domesticas) de la comunidad.**

1. ¿Cuáles son las principales actividades productivas (medios de vida) en la comunidad?
2. ¿Cuáles son sus principales actividades productivas?
3. ¿Cuáles de las anteriores son las que generan mayor ingreso económico en su hogar?
4. ¿Considera usted que en los últimos años han cambiado estas actividades productivas? En caso de responder afirmativamente, ¿A qué le atribuye estos cambios?
5. ¿Para usted cuales son las limitantes productivas que se observan en la comunidad?
6. ¿Cree que la comunidad necesita apoyo externo para mejorar su producción? En caso de responder positivamente ¿Cuáles son las áreas que se deberían fortalecer en la comunidad?
7. ¿Cuál es el rol que juegan las mujeres en el proceso productivo del hogar?
8. ¿Conoce de la existencia de grupos religiosos, recreativos u organizaciones locales en la comunidad?, si la respuesta es afirmativa, por favor descríbalos.

**Exposición de los medios de vida al cambio climático (Variabilidad climática y eventos extremos)**

9. ¿Cómo es el clima en la comunidad?
10. ¿Qué cambios en el clima ha observado en esta comunidad? ¿Cómo?
11. ¿Qué cambios esperan en el clima a futuro?, ¿en qué los puede afectar esos cambios?
12. ¿Cuáles son las mayores amenazas climáticas que se enfrentan en la comunidad?
13. ¿Cree usted que estas amenazas cambien con el transcurso del tiempo como resultado del cambio climático? ¿Por qué?
14. ¿En el caso suyo, estas variaciones climáticas han afectado a sus cultivos? ¿Por qué/ Cómo?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

**Hablemos un poco de sensibilidad de las actividades familiares ante el cambio climático (variabilidad climática y eventos extremos)**

**Capital humano**

15. ¿Los cambios de clima afectan la salud de su familia?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
16. ¿Qué enfermedades se presentan cuando cambia el clima?
17. ¿Recibe asistencia médica durante el año? ¿Cuántas veces al año? \_
18. ¿Su familia tiene acceso a los servicios de educación?
19. ¿Los cambios de clima afectan la educación de su familia?  
Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
20. ¿Los cambios de clima afectan la alimentación de su familia?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
21. ¿Cree que estos cambios en el clima están afectando las actividades recreativas de la comunidad?  
¿Cuáles más y cuáles menos?
22. ¿Cree usted que los cambios en el clima afecta a las mujeres? Si su respuesta es afirmativa ¿cómo las afecta?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
23. ¿Conoce casos de personas que estén emigrando de la comunidad? ¿hacia dónde emigran? ¿Por qué?
24. La emigración está asociada al cambio del clima  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

**Capital social** hablemos ahora de la relaciones entre la gente dentro de la comunidad y las organizaciones en la zona.

25. ¿Qué organizaciones comunitarias existen en su comunidad, que actividades realizan, hace cuánto tiempo trabajan en la zona y que logros han tenido?

26. ¿Pertenece usted o alguien de su familia a estas organizaciones? ¿a cuáles?

27. ¿Cuáles son las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en la comunidad? ¿qué actividades realizan, hace cuánto tiempo trabajan en la zona?

28. ¿Considera que el cambio climático afecta a las organizaciones en las que usted o miembros de su familia participa?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

29. ¿Cuáles son los medios de comunicación que existen en la comunidad? ¿Cuáles son los que más se utilizan cuando ocurren eventos climáticos adversos?

### **Capital cultural**

30. ¿Qué actividades culturales o celebraciones se festejan en la comunidad?

31. ¿Qué tipo de prácticas de trabajo comunitario se realizan en la comunidad?

32. ¿Conoce usted de prácticas tradicionales para predecir el clima? ¿Cuáles y como lo hace?

33. ¿Cree usted que los cambios en el clima afectan las actividades culturales que se desarrollan en la comunidad?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

### **Capital natural**

34. ¿Cuáles son los recursos naturales presentes en la comunidad?

35. ¿Usted ha observado cambios en los recursos naturales de esta comunidad en los últimos 30 años? ¿Qué cambios?

36. ¿Las variaciones de clima influyen en estos cambios de los recursos naturales? ¿Cuáles son los más afectados?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

37. ¿Cuánto dependen usted de los recursos naturales de la comunidad?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

38. ¿Considera que las actividades productivas están provocando pérdida de cobertura vegetal, erosión o cambios de uso de suelo?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

39. ¿Hay suficiente agua disponible en la comunidad? ¿Qué puede estar afectando su cantidad y calidad? Si la cantidad y/o calidad han bajado, ¿cómo afecta esto a los medios de subsistencia?

40. ¿De dónde proviene el agua que utilizan para el consumo y para sus medios de subsistencia?

41. ¿Quién se encarga de traer el agua para el consumo y otros usos?

42. ¿Los cambios de clima afectan el acceso y la disponibilidad del agua?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

### **Capital político**

43. ¿Quiénes son los responsables de gestionar ante el gobierno local, el gobierno central y las ONG fondos para el desarrollo de los medios de subsistencia en la comunidad? ¿Cómo lo hacen?

44. ¿Cuál es el rol de las mujeres en los procesos de planificación y coordinación de actividades para la adaptación al cambio climático?
45. ¿Sabe si existe incentivos para potenciar los medios de vida que se desarrollan en la comunidad? ¿Cuáles?
46. ¿Existe participación de líderes comunitarios en espacios de toma de decisiones climáticas a nivel local o regional? ¿Cómo lo hacen?

### **Capital financiero**

47. ¿Qué productos y cuánto aproximadamente de lo que cultiva es para consumo o para la venta?
48. ¿Cuáles son los mercados donde vende o intercambia sus productos?
49. ¿Los cambios de clima afectan la producción anual de sus cultivos?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
50. ¿Los cambios de clima afectan los precios de venta de sus productos?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
51. ¿Las mujeres apoyan a las actividades que generen ingresos en las comunidades?
52. ¿Cuáles son las principales fuentes de empleo de la comunidad?
53. ¿Cree usted que el cambio climático afecte el nivel de ingreso de su familia? ¿Por qué?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
54. ¿Qué otras fuentes de ingresos existen en la comunidad? (remesas, ayudas de gobierno, donaciones, otros).
55. ¿Los cambios de clima afectan la diversificación de sus ingresos?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
56. ¿Tiene usted acceso a créditos? Si su respuesta es afirmativa ¿qué organismo se lo brinda?
57. ¿Cuál es el tiempo que les otorgan para el pago de los créditos? ¿a que intereses?
58. ¿Cree que las variaciones en el clima afecta el acceso a los créditos? ¿Por qué?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

### **Capital físico/construido**

59. ¿Cómo son las vías de acceso para llegar a su sistema de producción o su trabajo?
60. ¿Los cambios del clima afectan las vías de acceso?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
61. ¿En la comunidad hay infraestructura para desarrollar actividades o planificar medidas de adaptación? Si su respuesta es afirmativa, ¿qué tipo de infraestructura?
62. ¿Usted tiene transporte propio o alquila para movilizar sus productos?
63. ¿Los cambios de clima afectan el transporte de sus productos?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado
64. Cree que su vivienda puede verse afectada por cambios en el clima? ¿Por qué?  
0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

### **Ahora hablemos un poco sobre la capacidad adaptativa que dispone usted para afrontar los efectos del cambio climático**

#### **Capital humano**

65. ¿Usted está usando la información sobre el clima para planificar actividades en sus medios de vida? ¿Cómo? ¿Por qué? ¿ayuda esta información en la adaptación?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

66. ¿Qué ha hecho individual o colectivamente en años anteriores para evitar pérdidas en sus cultivos y en sus ganancias? ¿Dónde? de las cosas que hicieron, ¿qué funcionó y qué no funcionó?

67. ¿De las actividades que han realizado colectivamente o individual como ayudan a la adaptación de los medios de vida?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

68. ¿Hay programas de capacitación en la comunidad? ¿Quiénes los dan? ¿En que los capacitan?

69. ¿Cree que la capacitación que ha recibido le ha servido para mejorar la adaptación de sus medios de subsistencia?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

70. ¿Cuáles son los factores que favorecen o impiden adaptar las prácticas de adaptación.

### **Capital social**

71. ¿Qué organizaciones conoce usted que trabajan en temas de cambio climático en la comunidad?

72. Cuando hay emergencias climáticas ¿la población local se ha organizado? ¿con qué resultados?

73. ¿Las organizaciones locales tienen participación en programas regionales o locales de adaptación al cambio climático?

0 Nada 1 Poco 2 Más o menos 3 Bastante 4 Mucho 5 Demasiado

74. ¿Considera que las organizaciones comunitarias, de gobierno o no gubernamentales ayudan a la capacidad adaptativa de sus medios de vida?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

### **Capital natural**

75. ¿Que prácticas de conservación de bosque, suelo y agua hace en sus sistemas productivos?

76. ¿Cómo ayudan estas prácticas de conservación en la capacidad de adaptación de sus medios de vida?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

77. ¿Conocen usted de algún programa que incentive el cuidado de los recursos naturales?

### **Capital político**

78. ¿Cómo apoya el gobierno local, el gobierno central y las ONG al desarrollo de los medios de vida de la comunidad?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

79. ¿El gobierno local tiene capacidad para responder ante la ocurrencia de un evento climático extremo?

0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta

80. ¿Se han asignado recursos para la implementación de políticas relativas a la adaptación? ¿Cuál es el presupuesto? ¿De dónde provienen los recursos?

81. De las acciones mencionadas anteriormente, ¿existen acciones específicas que incluyan la participación de las mujeres?

### **Capital financiero**

82. ¿Qué recursos tienen los pobladores para adoptar nuevas prácticas? ¿Qué recursos se necesitan? ¿Cree que podrían conseguirlos?

83. ¿Cree que al poseer más recursos se puede mejorar la capacidad adaptativa de sus medios de vida?  
0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta
84. ¿A qué tecnologías tienen acceso para hacerle frente a problemas relacionados al cambio climático?
85. ¿Cómo estas tecnologías ayudan a la capacidad adaptativa de sus medios de vida?  
0 Nada 1 muy baja 2 baja 3 moderado 4 alta 5 muy alta
86. ¿Cuáles son los medios de vida que requieren de más apoyo financiero?

### Capital físico

- 85 ¿Usted tiene infraestructura para almacenar sus productos?
- 86 ¿Considera que comunidad requiere más inversión en infraestructura? ¿Qué parte de la comunidad?
- 87 ¿Tiene acceso a maquinaria agrícola?
- 88 ¿Usted tienen infraestructura para almacenar su producción agrícola?
- 89 ¿Cómo considera la infraestructura educativa y medica de su comunidad?
- 90 ¿La comunidad cuenta con albergues?
- 91 ¿Tiene algún comentario o pregunta que considere necesario para el estudio?

Agradecemos mucho su colaboración y su atención, la información que nos ha brindado es de gran utilidad para nosotros como estudiantes y como investigadores.

### Anexo 3. Guía de grupos focales con pobladores de la comunidad

#### Objetivos

- Analizar y describir los medios de vida predominantes en la comunidad
- Conocer la percepción de los pobladores sobre los impactos del cambio climático (variabilidad climática y eventos extremos) en los medios de vida predominantes de la comunidad.
- Conocer y analizar el comportamiento del clima en un año normal y sus cambios según la perspectiva de los pobladores.
- Analizar mediante una línea de tiempo los impactos económicos del cambio climático (variabilidad climática y eventos extremos) en las estrategias de vida de los pobladores

**Participantes:** mínimo seis personas de los medios de vida predominantes en cada comunidad.

**Tiempo estimado:** 3 horas

Actividad	Materiales	Tiempo
Presentarse, explicar el objetivo de la visita y la agenda		10 min
Mapa de los medios de subsistencia que son importantes para la comunidad y su vulnerabilidad climática	Papelógrafos, marcadores de diferentes colores, maskin tape, cámara fotográfica, mapa a escala de la comunidad.	40 min

Calendario anual: Analizar los cambios en las actividades estacionales mediante una matriz con los meses del año donde se señala el patrón normal del clima, las actividades productivas que se realizan y en donde ha habido cambios y evaluar el uso de la información sobre el clima en la planificación	Papel bond, Papelógrafos, lápiz, marcadores de colores y maskin tape	1 hora
<b>Refrigerio</b>		<b>20 min</b>
Línea de tiempo: Construir una matriz para detallar el año donde la variabilidad climática y eventos extremos que afectaron los medios de vida. Permitirá evaluar el alcance del análisis de las amenazas, la planificación y la inversión para el futuro, los impactos, las medidas o estrategias locales utilizadas y quienes les han apoyado en el proceso.	Papelógrafos, marcadores de diferentes colores, maskin tape y cámara fotográfica,	40 min
Valoración final del trabajo, preguntas de los invitados, cierre.		10 min

## Metodología de trabajo

### Mapa de la comunidad

Para dibujar el mapa de la comunidad se deben seguir los siguientes pasos:

1. Elegir un lugar adecuado (papel, suelo, tierra) para dibujar el mapa.
2. Poner una marca o una piedra que simbolice el punto de referencia. NOTA: El facilitador debe ayudar a los participantes a comenzar, pero debe dejarles dibujar el mapa.
3. Primero ubicar los ríos, caminos, áreas de bosque, montañas, cultivos y viviendas o negocios.
4. Cuando los miembros de la comunidad estén de acuerdo en que el mapa representa su comunidad, pedir a los miembros de la comunidad que:

- Identifiquen las áreas más vulnerables a distintos tipos de amenazas climáticas.
- ¿Cuáles son los medios de subsistencia que se identifican en la comunidad?
- ¿A qué actividades se dedican los hombres y las mujeres?
- ¿Cuáles son las actividades productivas (medios de vida) que generan mayor ingreso económico en sus hogares?
- ¿El acceso a los recursos de la comunidad es igual para los hombres y mujeres?
- ¿Son las amenazas actuales diferentes a las de 10/20/30 años atrás ¿En qué se diferencian?
- ¿Qué cosas dificultan o ayudan a desarrollar sus medios de subsistencia?
- ¿Para usted cuáles son las limitantes productivas que se observan en la comunidad?
- ¿Cree que la comunidad necesita apoyo externo?
- ¿Cuál es el rol que juegan las mujeres en el proceso productivo del hogar?



- 

## Calendario anual o estacional

Los pasos para realizar el calendario anual o estacional son los siguientes:

1. Dibujarlo en un Papelógrafo, luego ubicar los meses del año en el eje horizontal

Evento	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1												
2												
3												
4												

2. Reunir el grupo de personas y explicarles el objetivo y en qué consiste la dinámica, que indique los principales eventos y actividades que se dan a lo largo del año.

3. Dividir al grupo de personas en sub grupos por diferentes medios de vida identificados en el mapa de la comunidad.

4. Los participantes deben señalar los eventos, las condiciones, actividades, etc. y los ordenan en el eje vertical. Se debe incluir por ejemplo:

- Actividades culturales o religiosas
- Estaciones de cultivo y cosecha por cultivo
- Épocas de migración
- Frecuencia de las amenazas climáticas como ciclones, sequías e inundaciones
- Frecuencia de enfermedades

5. Cuando el calendario esté completo, haga las siguientes preguntas a los participantes:

- ¿Cuáles son las actuales medidas para hacerle frente a las épocas difíciles? ¿Están funcionando?
- ¿Hay diferencias en la frecuencia de las estaciones y los eventos en comparación con los últimos 10, 20 o 30 años?
- ¿Los medios de subsistencia han cambiado en función del cambio de las estaciones o los eventos climáticos? ¿A qué se dedicaban antes?
- ¿Qué es lo más importante del clima para sus medios de subsistencia (que llueva o que haga sol).
- ¿Qué actividades productivas se relacionan con el comportamiento del clima en un año con clima normal?
- ¿Cómo es el clima en un año normal? (mas sol o menos lluvia)
- ¿Durante los últimos 30 años han habido años no normales?
- ¿Ustedes están usando la información sobre el clima para planificar actividades en sus medios de vida?
- ¿Qué actividades agrícolas se relacionan con el comportamiento del clima en un año normal?
- ¿Cuáles han sido los impactos de estos cambios en sus medios de subsistencia? ¿han sido positivos o negativos?
- ¿Cuál es la producción de su cultivo en un año normal?, ¿cuánto produce cuando hay menos lluvia o más lluvia?
- ¿Estos cambios climáticos han afectado de igual manera a los hombres y mujeres?
- ¿Qué cambios esperan en el clima a futuro?, ¿en qué los puede afectar esos cambios?
- ¿Qué recursos se necesitan para enfrentar estos cambios en el clima?
- ¿Con que recursos dispone la comunidad para afrontar estos cambios y en que necesita apoyo?

- ¿Son importantes las organizaciones locales en los procesos de adaptación? ¿Por qué?
- ¿Se han implementado prácticas para la conservación de bosque, suelo y agua? ¿cuáles y a dónde? Se pueden dibujar en el mapa.
- ¿Quiénes han apoyado para implementado estas prácticas? ¿por qué?
- ¿De manera colectiva o en conjunto que medidas han realizado para enfrentar cambios en el clima?

### Línea de tiempo

Para la elaboración de la línea de tiempo se seguirán los siguientes pasos:

1. Se trabajará con los mismos grupos organizados por medios de vida
2. explicar el objetivo y en qué va consistir el calendario
3. **Se puede usar una matriz o una línea grafica (para este caso se usará una matriz)**

Año	Evento ocurrido	Impacto en los medios de vida			Frecuencia de estos eventos	Que han hecho las comunidades	De quien han recibido apoyo
		B	M	A			

4. El número de años dependerá del nivel de conocimiento (hasta el año que los pobladores se acuerden de los acontecimientos importantes)
5. El facilitador debe considerar las siguientes preguntas orientadoras

- ¿Cuáles eventos climáticos los han afectado más?
- ¿Hay tendencias o cambios en la frecuencia de los acontecimientos a lo largo del tiempo?
- ¿En qué los ha afectado los eventos climáticos extremos? (impactos en los diferentes recursos, mencionar si ha traído cambios positivos en la organización u otros aspectos)
- ¿Qué acontecimientos espera que ocurran en el futuro? ¿Cuándo?
- ¿La percepción de los futuros acontecimientos afecta sus planes para el futuro?
- ¿Qué medidas se tomado en el pasado en la comunidad para enfrentar o evitar los impactos de estos eventos climáticos? ¿Dieron resultados? ¿Por qué?
- ¿Qué medidas se hacen actualmente para afrontar estas variaciones climáticas? ¿Están dando resultado?
- ¿Las medidas han cambiado a partir del cambio en la frecuencia de los acontecimientos? ¿De qué manera?

- ¿Cuáles organizaciones los han apoyado cuando ocurren estos eventos
  - ¿De las acciones que ustedes proponen cuales han sido apoyadas por instituciones?
6. Reconstrucción de costos: para conocer los posibles impactos negativos o positivos del cambio climático (variabilidad y eventos extremos) se hará una reconstrucción de costos, esta información es un complemento de la línea de tiempo.

Año	Evento ocurrido	Impacto en los medios de vida		Aumento o reducción en la productividad	Gastos extraordinarios o ganancias
		P	N		

7. Se tomara de referencia un año normal: Los participantes deben definir un año normal (donde los sistemas productivos no presentan pérdidas ni ganancias y tampoco hay gastos extraordinarios).

**Anexo 4.** Protocolo de observación

<b>Capital</b>	<b>Aspectos a observar</b>	<b>Entrevista 1</b>	<b>Entrevista 2</b>	<b>Entrevista 3</b>
<b>Natural</b>	Materiales varios que estén relacionados al manejo y protección de los recursos naturales (pancartas, afiches, rótulos)			
	Reforestación, tipo de bosques, cantidad de ríos, presencia de fauna, presencia de árboles, etc.			
	Prácticas de conservación de suelos, bosques y agua,			
	Campañas de educación ambiental			
	Limpieza de la comunidad			
<b>Cultural</b>	Presencia de eventos culturales o religiosos			
	Presencia de cultivos y medicinas tradicionales			
<b>Físico-construido</b>	Tipo de acceso (carreteras, caminos y puentes)			
	Infraestructura en la comunidad			
	Presencia de infraestructura para el aprovechamiento de RRNN			
	Edificios de comités de desarrollo local o comités de agua			
<b>Social-Humano</b>	Existencia de organizaciones locales (empresas, ONGS, gubernamentales, otras)			
	Presencia líderes comunitario			
	Roles de hombres y mujeres en la comunidad			
	Centro de capacitación en la comunidad (escuelas, casas comunales, etc.)			
	Certificados de capacitación o diplomas de estudio expuestos en la paredes			
<b>Político</b>	Presencia de eventos de toma de decisiones			
	Presencia de entidades gubernamentales			
	Proyectos de inversión pública o privada en funcionamiento.			
<b>Financiero</b>	Presencia de bancos, casa de ahorro o casas de remesas o préstamos.			
	Mercados de los productos que se producen en la comunidad			
	Medios de transporte (Carro, moto, botes, bicicletas, etc.)			
	Principales actividades productivas de la comunidad			
	Observar forma de vivir (algo que indique su nivel económico)			