



# FEED THE FUTURE

Iniciativa mundial del Gobierno de los EE.UU. contra el hambre y la inseguridad alimentaria



**Análisis de Vulnerabilidad, Comunidades Adaptadas al Cambio Climático, Microcuenca Río San Francisco, Chiantla, Huehuetenango**  
**Proyecto Buena Milpa**



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



**CIMMYT**<sup>MR</sup>  
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

**Citación:** ASOCUCH. 2017. Análisis de Vulnerabilidad, Comunidades Adaptadas al Cambio Climático, Microcuenca Río San Francisco, municipio de Chiantla, Huehuetenango. Guatemala. 101 Páginas.

**Dirección del Documento:**

Ing. Agr. Sergio Romeo Alonzo Recinos, ASOCUCH

Ing. Agr. Oswaldo Otoniel Villatoro Pérez

**Equipo de trabajo:**

Ing. For. Edwin Ottoniel Sosa Gómez

Ing. Agr. Tony Douglas Morales del Valle

Ing. Amb. Juan Daniel Montejo Montejo

Licda. María Claudia Morales López

Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes (ASOCUCH)

9 Av. 7-82 zona 1, Chiantla, Huehuetenango

Tel. 77645332 – 77645333

[www.asocuch.com](http://www.asocuch.com)

Derechos Reservados: Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes (ASOCUCH) y Proyecto Buena Milpa

Julio, 2017

**Agradecimiento especial a las personas que asistieron a los talleres participativos de las comunidades de la Microcuenca Río San Francisco, del municipio de Chiantla, Huehuetenango, ya que sin la participación y experiencia compartida no hubiera sido posible la realización del Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático.**

## ÍNDICE

1. Resumen ejecutivo .....	1
2. Acrónimos y siglas .....	3
3. Introducción .....	5
4. Objetivos .....	6
5. Descripción de la Microcuenca .....	7
5.1. Ubicación .....	7
5.2. Características climáticas y ambientales .....	8
5.3. Descripción general de la población .....	12
6. Metodología .....	13
6.1. Consulta bibliográfica .....	13
6.2. Información climática .....	13
6.3. Talleres participativos.....	13
6.4. Análisis socioeconómico y vulnerabilidad .....	15
6.5. Recomendaciones para la adaptación .....	15
7. Información climática .....	16
8. Análisis socioeconómico y vulnerabilidad .....	18
8.1. Análisis económico .....	18
8.2. Análisis educativo .....	19
8.3. Indicadores ambientales .....	20
8.4. Indicadores institucionales .....	23
9. Resultados .....	25
9.1. Impactos del Cambio Climático en la Microcuenca .....	25
9.1.1. Observaciones Históricas y Corrientes .....	25
9.1.2. Predicción científica para el futuro .....	27
9.2. Sectores afectados en las comunidades .....	29
9.3. Otros factores que pueden empeorar o mejorar la situación .....	32

10. Acciones propuestas para adaptarse al Cambio Climático .....	33
10.1. Formas actuales e históricas de afrontamiento.....	33
10.2. Nuevas formas propuestas para adaptarse a los impactos .....	34
11. Recomendaciones .....	36
12. Citas bibliográficas.....	37
13. Anexos.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Herramientas de Talleres Participativos.....	39
Anexo 2. Mapa base de la Microcuenca .....	52
Anexo 3. Mapa de pendientes.....	53
Anexo 4. Mapa de cobertura forestal.....	54
Anexo 5. Mapa de capacidad de uso del suelo.....	55
Anexo 6. Mapa de intensidad de uso del suelo .....	56
Anexo 7. Mapa de regiones fisiográficas .....	57
Anexo 8. Mapa geológico .....	58
Anexo 9. Información climática.....	59
Anexo 10. Análisis de escenarios climáticos para Huehuetenango. ....	67
Anexo 11. Fotografías de los talleres realizados.....	93
Anexo 12. Agendas de los talleres .....	96
Anexo 13. Listados de participantes en los talleres participativos. ....	100

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de la población.....	12
Cuadro 2. Indicadores de pobreza del área de estudio en el contexto nacional. ....	18
Cuadro 3. Indicadores educativos del área de estudio en el contexto nacional.....	19
Cuadro 4. Dinámica de la cobertura forestal.....	21
Cuadro 5. Matriz de Vulnerabilidad.....	31

## ÍNDICE DE HERRAMIENTAS PARTICIPATIVAS UTILIZADAS

Herramienta 1. Cronología histórica de los cambios climáticos. ....	39
Herramienta 2. Tabla para priorizar los cambios climáticos.....	40
Herramienta 3. Mapeo de recursos importantes. ....	41
Herramienta 4. Distribución de tareas para hombres y mujeres.....	42
Herramienta 5. Calendario de los cambios climáticos.....	43
Herramienta 6. Acciones de género. ....	44
Herramienta 7. Matriz de vulnerabilidad. ....	44
Herramienta 8. Matriz de impacto y adaptación.....	45
Herramienta 9. Prácticas agronómicas y problemática en el Sistema Milpa. ....	49

## ÍNDICE DE MAPAS

iv

Mapa 1. Ubicación de la Microcuenca .....	7
Mapa 2. Curvas a nivel .....	8
Mapa 3. Temperatura y precipitación pluvial .....	9
Mapa 4. Zonas de vida.....	10
Mapa 5. Uso actual del suelo .....	11
Mapa 6. Dinámica de la cobertura forestal .....	22
Mapa 7. Viviendas y pendientes.....	30

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Primer taller participativo. ....	93
Fotografía 2. Segundo taller participativo. ....	93
Fotografía 3. Tercer taller participativo. ....	94
Fotografía 4. Miembros del Comité de Adaptación de la Microcuenca.....	94
Fotografía 5. Grupo de personas que asistió a los talleres participativos. ....	95

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

1

En Guatemala, el cambio climático ocasiona reducciones en los niveles de producción, en los rendimientos y en los ingresos de los agricultores, y de no tomarse medidas que compensen los potenciales efectos, las pérdidas económicas podrían ser cuantiosas. El sector agropecuario de Guatemala enfrenta grandes retos, entre ellos el bajo nivel de desarrollo del capital humano y la escasa inversión que se ha realizado sobre la infraestructura física. (CEPAL, 2010)

Los nuevos escenarios climáticos afectan de forma diferente a las comunidades, dependiendo de sus características ambientales, sociales, tecnológicas y económicas. El grado en que los cambios climáticos podrían afectar a las poblaciones humanas se resume en el concepto de vulnerabilidad.

Según IPCC (2001), la vulnerabilidad es el nivel al que un sistema (natural o humano) es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos.

El presente documento contiene el informe del Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático para la Microcuenca Río San Francisco, ubicada en el municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango. El presente estudio fue apoyado financiera y técnicamente por la Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes ASOCUCH y la Asociación de Desarrollo Integral Comunitario de la Zona Norte de Huehuetenango ICUZONDEHUE, a través del proyecto Buena Milpa, liderado por CIMMYT con financiamiento de Feed The Future/USAID, teniendo como objetivo principal el fomentar innovaciones para contribuir a la reducción de pobreza y malnutrición, asimismo aumentar sustentabilidad en sistemas de maíz en el departamento de Huehuetenango, con énfasis en los municipios de Chiantla, Concepción Huista y Todos Santos Cuchumatán.

El estudio permitió realizar un análisis de vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, enfatizado en aspectos sociales, económicos y ambientales. Con este fin se seleccionó a líderes y lideresas de las comunidades de San Francisco Las Flores, Buena Vista Magdalena, Buena Vista San José, El Rancho y El Cimiento, quienes aportaron sus conocimientos y experiencias para analizar de forma participativa la problemática que les afecta como producto de las variaciones climáticas.

Con el apoyo de herramientas participativas se determinó que los cambios climáticos que más afectan las actividades en la Microcuenca y en su orden de importancia son: 1) Sequías; 2) Lluvias; 3) Temperaturas; 4) Heladas; y, 5) Vientos. Se ponderó el impacto de estos cambios climáticos en los recursos básicos de la Microcuenca para definir acciones de adaptación acordes a la realidad de la población y los recursos existentes en la Microcuenca, además se establecieron mecanismos de acompañamiento a la gestión del Plan de Adaptación.

La Microcuenca Río San Francisco se ubica en el municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango y posee las características siguientes: extensión territorial de 1,664.17 hectáreas;

rango altitudinal entre 1,900 y 3,300 m.s.n.m.; clima templado húmedo con inviernos benignos; el 43% del área de la Microcuenca posee una pendiente alta mayor del 55%; el 55% del área son tierras cubiertas por bosque y el 31% del área son tierras dedicadas a cultivos agrícolas.

El 76.26% del área de la Microcuenca posee pendientes mayores al 32%, condición que le confiere un alto riesgo a deslaves. Se estima que el 25% de las viviendas se encuentra en riesgo alto y riesgo muy alto por estar ubicadas en lugares con pendientes mayores al 32%.

La tasa de deforestación anual a nivel nacional es del 1.0%, a nivel departamental es del 2.61% y en la Microcuenca es del 1.65%. La destrucción y degradación de los bosques son factores de vulnerabilidad para los habitantes de la Microcuenca, porque del bosque obtienen leña y madera para su consumo local.

De acuerdo al análisis geográfico, se determinó que el 43.85% del territorio de la Microcuenca tiene potencial para tierras forestales para producción, sin embargo, se estima que el 38.75% de las tierras están siendo sobre utilizadas para actividades agrícolas.

La población estimada para las comunidades de la Microcuenca es de 2,352 personas, de las cuales, el 51% son hombres (1,198) y el 49% son mujeres (1,154), de acuerdo a las Proyecciones de Población calculadas por el Instituto Nacional de Estadística INE para el año 2017. La pobreza general en el municipio es del 77.4% y la pobreza extrema es del 21.2%, además el 43.19% de los niños no culmina su educación primaria (PDM Chiantla, 2010). Estas condiciones socioeconómicas ponen en mayor grado de vulnerabilidad a los habitantes ante los efectos del Cambio Climático.

Los indicadores sociales, económicos y ambientales que se obtuvieron en el presente estudio, serán base para elaborar un Plan de Adaptación al Cambio Climático de las comunidades de la Microcuenca Río San Francisco, el cual deberá incluir actividades factibles de realizar, acordes a la realidad y recursos del área, y que contemple mecanismos de acompañamiento a la gestión del Plan.

## 2. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

3

ADESJU	Asociación para el Desarrollo Sostenible de la Juventud
ASOCUCH	Asociación de Organizaciones de Los Cuchumatanes
CARE	Organización Humanitaria
CAV	Comunidades Adaptadas al Cambio Climático
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
COCODE	Concejo Comunitario de Desarrollo
COLRED	Comité Local para la Reducción de Desastres
COMRED	Comité Municipal para la Reducción de Desastres
FEED THE FUTURE	Alimentar el Futuro
FEDECOAG	Federación de Cooperativas Agrícolas de Guatemala
FEWS NET	Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna
FUNDAECO	Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICUZONDEHUE	Asociación de Desarrollo Integral Comunitario de la Zona Norte de Huehuetenango
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINEDUC	Ministerio de Educación

ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
PCI	Project Concern International
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SIG	Sistemas de Información Geográfica
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

### 3. INTRODUCCIÓN

5

El Proyecto Buena Milpa, liderado por CIMMYT con financiamiento de **Feed The Future/USAID**, tiene como objetivo fomentar innovaciones para reducir pobreza, malnutrición y aumentar sustentabilidad en sistemas de maíz en el altiplano y en el departamento de Huehuetenango, con énfasis en los municipios de Chiantla, Todos Santos y Concepción Huista.

La estrategia de trabajo del Proyecto Buena Milpa esta direccionada a definir mecanismos de conectividad entre agricultores, extensionistas, investigadores y otros actores clave para fomentar procesos de innovación. Es importante el empoderamiento de agricultores y actores clave a través de la capacitación, que además vincule investigación y análisis de necesidades en campo y facilite el intercambio de información para el mejoramiento participativo, la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y la diversificación de fincas.

Los retos y desafíos a enfrentar en el departamento de Huehuetenango están en función de los indicadores siguientes: a) el 73.8% de la población vive en pobreza total; b) el 28.6% vive en pobreza extrema; c) hay una concentración más alta de pobreza en comunidades indígenas; d) el 55.2% sufre de desnutrición crónica; y, d) un alto porcentaje de la población basa su dieta alimenticia en los cultivos de maíz y frijol. (ENCOVI, 2014; [www.siinsan.gob.gt](http://www.siinsan.gob.gt)).

En los últimos 5 años, ASOCUCH ha implementado la Metodología de Comunidades Adaptadas a Cambio Climático (CAV), con el objetivo de incrementar la capacidad de adaptación de comunidades rurales, mediante un mayor conocimiento de los efectos locales del cambio climático; permitiendo fortalecer su capacidad de planeamiento y adaptación. La metodología CAV utiliza enfoques participativos para empoderar a las comunidades sobre los efectos locales del cambio climático y con ello crear conciencia y cambios de actitud desde la comunidad, utilizando como unidad de análisis y planificación una microcuenca. Esta metodología se enfoca en un territorio más amplio que la finca misma del productor o productora, con énfasis en el manejo colectivo de recursos comunes, como bosque, agua, suelos y la conservación de diversidad de semillas y animales.

Uno de los elementos claves de la metodología CAV es asegurar que los comunitarios estén en el centro de todos los procesos, desde el análisis de vulnerabilidad, el planeamiento de medidas y adaptación, hasta la gobernanza de los planes y los fondos disponibles; con énfasis en los tres pasos (conocer, hacer y sostener).

En el marco del Proyecto Buena Milpa se realizó un estudio de caso en la Microcuenca Río San Francisco del municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango, lo que permitió elaborar el diagnóstico y plan para la conservación de maíces criollos, conservación de suelos y otras acciones de adaptación a implementar en el corto y mediano plazo, que contribuyan a mejorar los sistemas de producción con énfasis en el Sistema Milpa.

#### 4. OBJETIVOS

- Analizar de forma participativa y con enfoque de género la vulnerabilidad a los impactos del Cambio Climático en la Microcuenca Río San Francisco, ubicada en el municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango.
- Utilizar los Sistemas de Información Geográfica para conocer el grado de vulnerabilidad de la Microcuenca Río San Francisco.
- Definir de forma participativa y con enfoque de género las estrategias y acciones que se incluirán en el Plan de Adaptación de la Microcuenca Río San Francisco.

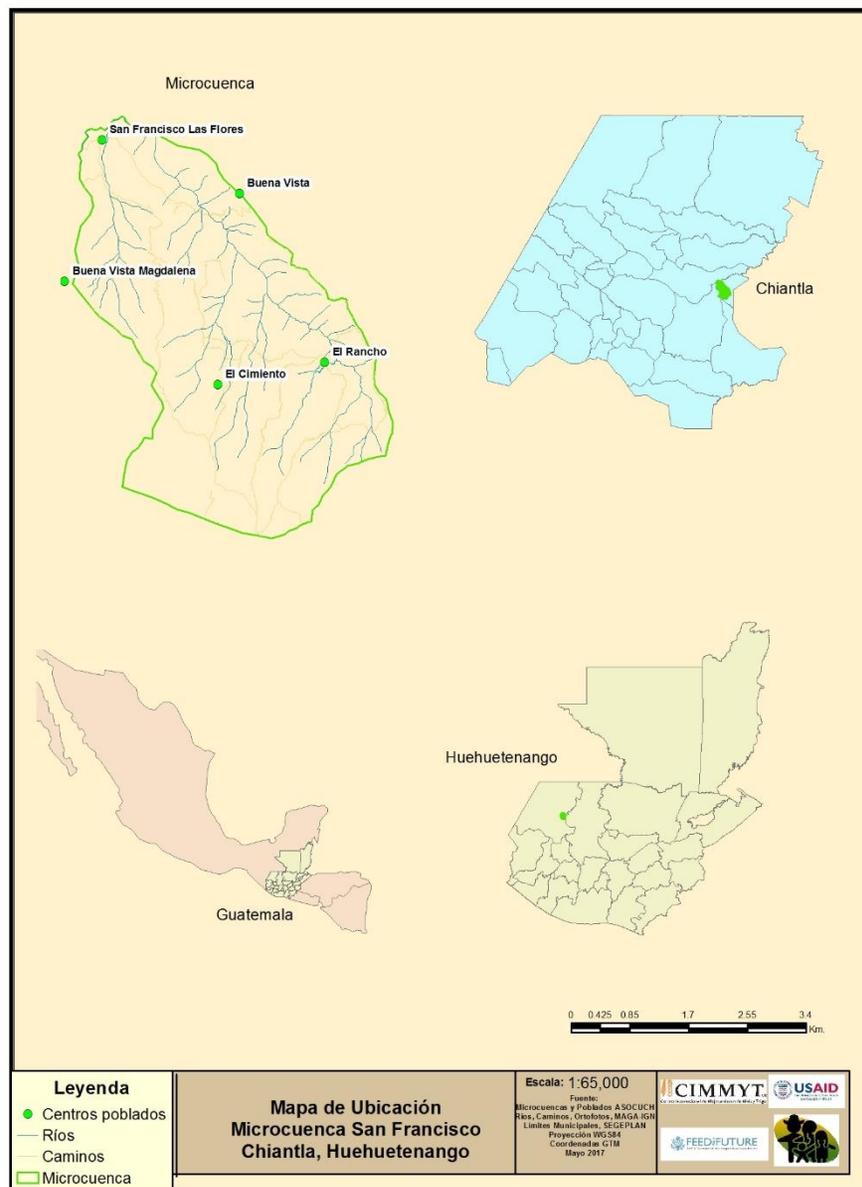
## 5. DESCRIPCIÓN DE LA MICROCUENCA

7

### 5.1. Ubicación

La Microcuenca Río San Francisco (la Microcuenca de aquí en adelante), pertenece a la Sub-Cuenca del Río Quisil, en la parte alta de la Cuenca del Río Ixcán, que drenan hacia la Vertiente del Golfo de México. Se ubica en la región Nor-Occidental de Guatemala, en el municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango (Mapa 1).

**Mapa 1. Ubicación de la Microcuenca**

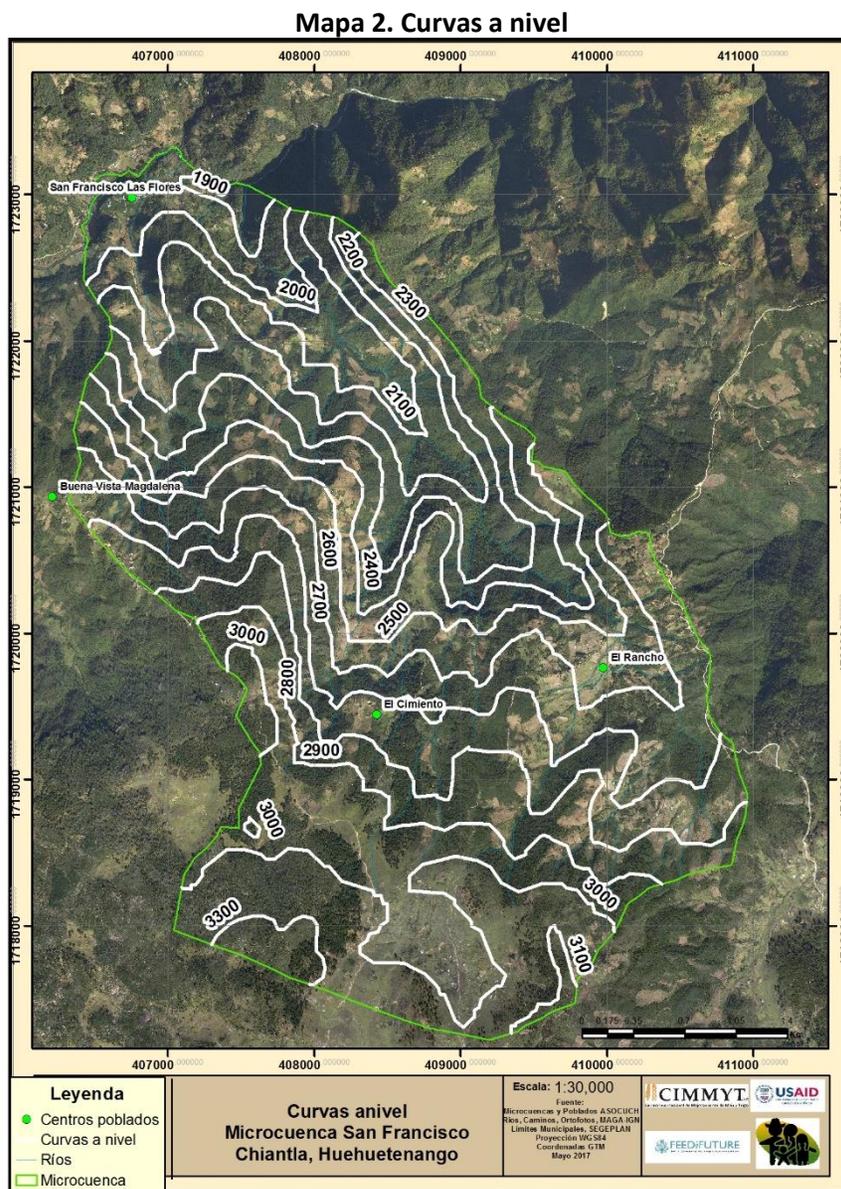


## 5.2. Características climáticas y ambientales

8

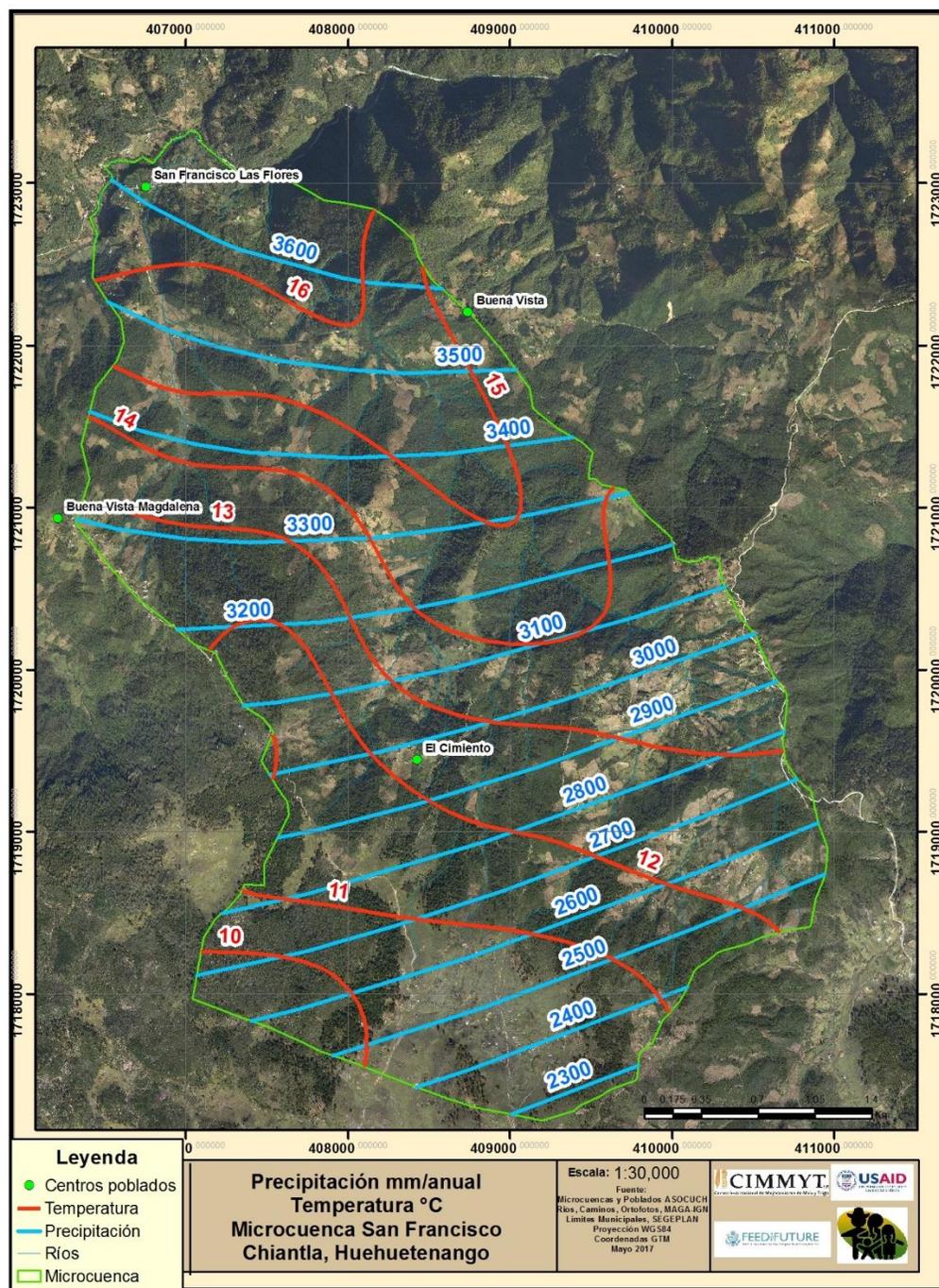
La Microcuenca cuenta con una extensión territorial de 1,664.17 hectáreas, con una altitud entre los 1,900 a 3,300 m.s.n.m. y en su mayor área una pendiente alta mayor del 55%. El clima predominante es templado subhúmedo con inviernos benignos y lluvias en verano (SIG MAGA, 2000).

La diferencia altitudinal en la Microcuenca es de 1,400 metros, lo que favorece el establecimiento de varios tipos de cultivos agrícolas y actividades pecuarias. La pendiente de la Microcuenca indica que el área tiene un uso potencial para actividades forestales (Mapa 2 y Anexo 5).



La temperatura promedio anual es de 14°C; la humedad relativa va de 80 a 89%; la época lluviosa comprende los meses de mayo a octubre, con una precipitación promedio anual de 2,300 a 3,600 mm (Mapa 3). Las temperaturas bajas (hasta -3 °C) que existen en la parte alta de la Microcuenca limitan el establecimiento de cultivos agrícolas; mientras que en la parte media y baja de la Microcuenca es posible el establecimiento de diferentes cultivos agrícolas.

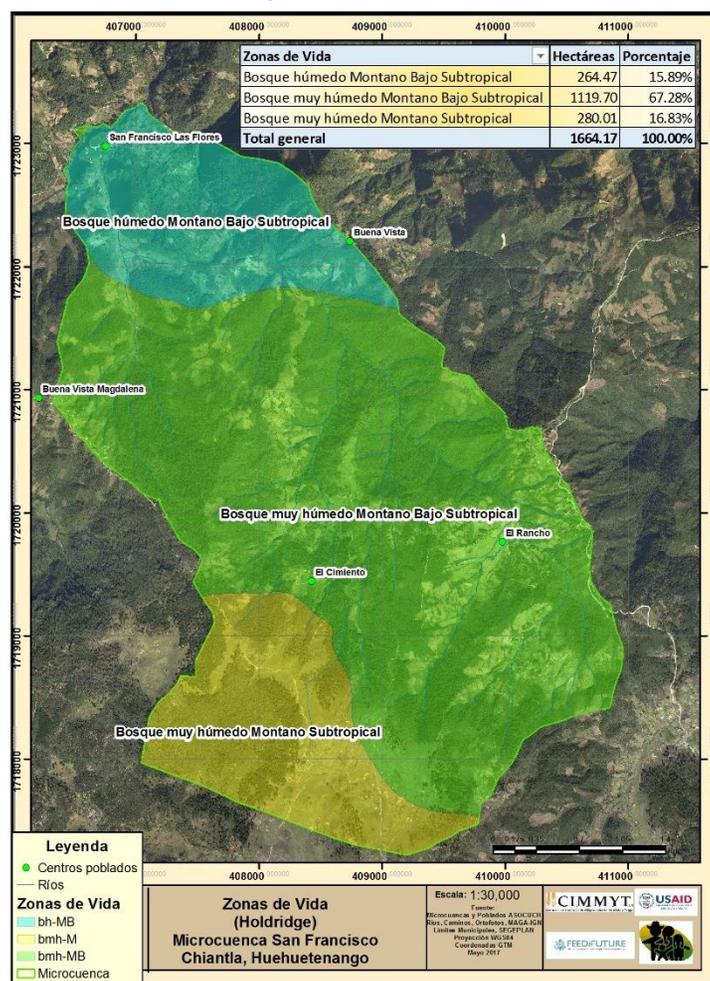
**Mapa 3. Temperatura y precipitación pluvial**



En la Microcuenca existen tres zonas de vida (Mapa 4), siendo estas las siguientes:

- Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB). Las especies indicadoras son: *Cupressus lusitanica*, *Pinus ayacahuite*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Pinus hartwegii*, *Pinus pseudostrobus*, *Alnus jorullensis*, *Quercus spp.*, *Zinowiewia spp.*, *Buddleia spp.*, otras. Ocupa el 68.05% del área total de la Microcuenca.
- Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB). Las especies indicadoras son: *Quercus spp.*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus montezumae*, *Juniperus comitana*, *Alnus jorullensis*, *Ostrya spp.*, *Carpinus spp.*, *Prunus spp.*, *Arbutus xalapensis*, otras. Cubre el 23.24% del área total de la Microcuenca.
- Bosque muy húmedo Montano Subtropical (bmh-M). Las especies indicadoras son: *Abies guatemalensis*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus pseudostrobus*, *Cupressus lusitanica*, *Quercus spp.*, *Boconia volcanica*, *Buddleja spp.*, *Cestrum spp.*, *Garrya spp.*, *Baccharis spp.*, otras. Ocupa el 8.71% del área total de la Microcuenca.

Mapa 4. Zonas de vida

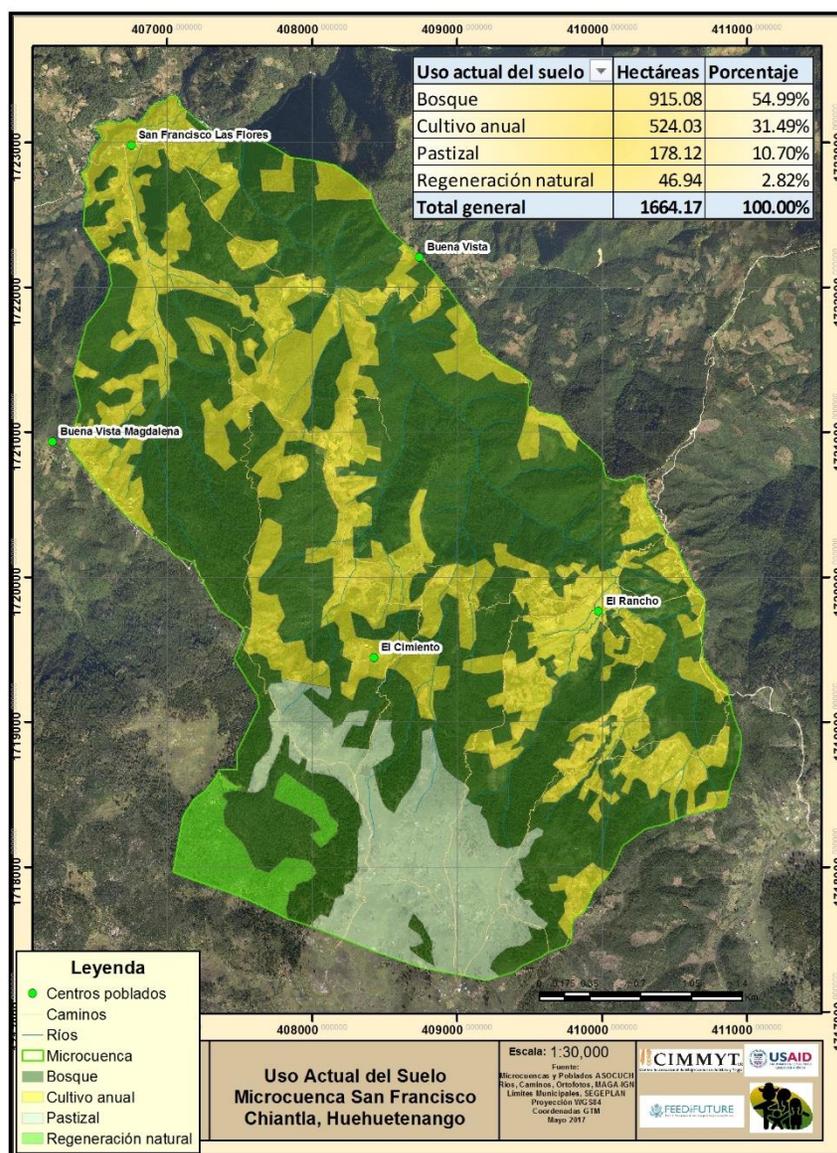


En la Microcuenca el 54.99% del territorio está cubierto por bosques latifoliados, mixtos y de coníferas. Los bosques que están cercanos a los poblados humanos están siendo degradados paulatinamente, donde se está cambiando la vegetación natural por rodales de aliso (*Alnus spp.*).

El 10.70% del territorio está cubierto por pastizales y guamiles o matorrales; una parte de estas tierras en determinados años y épocas han sido utilizados para fines agrícolas, otras son tierras que están en un proceso de restauración ecológica.

Las tierras para cultivos anuales ocupan el 31.49% del territorio, dedicadas principalmente al cultivo de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*) y diversas hortalizas. El 2.827% del territorio corresponde a áreas de regeneración natural (Mapa 5).

Mapa 5. Uso actual del suelo



### 5.3. Descripción general de la población

12

En la Microcuenca existen cinco comunidades (Cuadro 1), con una población estimada de 2,352 habitantes, de los cuales, el 49.1% son mujeres y el 50.9% son hombres. La mayoría de la población es menor a 20 años (58.8%), con alto potencial para educarse y promover el desarrollo de sus comunidades.

La densidad poblacional en la Microcuenca es de 141 habitantes/Km<sup>2</sup>, abajo del promedio nacional que es de 152 habitantes/Km<sup>2</sup>. Es evidente que con esta densidad poblacional y con el crecimiento constante de la población, es fundamental realizar acciones que permitan optimizar el uso de los recursos naturales porque cada año son más escasos o se están degradando. En el caso de las tierras dedicadas a la producción agrícola se debe realizar conservación de suelos, y en las tierras forestales, se debe detener la acelerada destrucción de los bosques.

Según el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla (2010), en el municipio solamente el 4.3% de la población es indígena. No se tienen datos oficiales para las comunidades de la Microcuenca pero según consultas realizadas con los participantes de los talleres, el porcentaje de población indígena es mínimo.

**Cuadro 1. Características de la población**

No.	Comunidad	Viviendas	Total	Hombres	Mujeres	0-19 años	20-49 años	50 ó + años
1	San Francisco Las Flores	110	652	339	313	355	209	91
2	El Rancho	122	727	362	365	436	213	78
3	Magdalena Buena Vista	73	428	232	196	265	133	30
4	El Cimientio	37	213	102	111	130	61	22
5	Buena Vista San José	56	332	163	169	196	97	39
	<b>TOTAL</b>	<b>398</b>	<b>2,352</b>	<b>1,198</b>	<b>1,154</b>	<b>1,382</b>	<b>710</b>	<b>260</b>
	<b>%</b>			<b>50.9</b>	<b>49.1</b>	<b>58.8</b>	<b>30.2</b>	<b>11</b>

Fuente: Proyecciones de Población, Instituto Nacional de Estadística (INE), 2017.

## 6. METODOLOGÍA

13

El análisis de vulnerabilidad de la Microcuenca se realizó de acuerdo a los aspectos siguientes:

### 6.1. Consulta bibliográfica

Se consultaron estudios similares realizados en la región para conocer la problemática ambiental identificada en comunidades cercanas. Se consultó literatura sobre cambio climático y medidas de adaptación y mitigación para tipificar correctamente las acciones a proponer en el manejo de la Microcuenca, haciendo énfasis en el sistema MILPA.

### 6.2. Revisión Información climática

Se revisaron los registros del INSIVUMEH y se recopiló información sobre las características climáticas de la región en donde se ubica la Microcuenca. En talleres participativos se consultó a líderes y lideresas sobre los Cambios Climáticos que han existido en los últimos años en las comunidades de la Microcuenca para identificar riesgos y amenazas climáticas actuales y futuras.

Se examinó información bibliográfica del análisis de escenarios climáticos para el departamento de Huehuetenango, realizado por el Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala (Anexo 10).

Asimismo se revisó el análisis de tendencias climáticas para Huehuetenango, elaborado por FEWS NET (Famine Early Warning Systems Network), proyecto de USAID que busca monitorear los factores que influyen en la seguridad alimentaria, por ejemplo: agroclimatología, mercados y comercialización, medios de vida y nutrición.

### 6.3. Talleres participativos

Se realizaron dos talleres participativos con el fin de conocer la problemática ambiental y las acciones de adaptación que están implementando los pobladores de la Microcuenca.

Se tomaron en cuenta líderes y lideresas de ocho comunidades de la Microcuenca, que incluyó hombres y mujeres, jóvenes y ancianos, líderes religiosos, alcaldes auxiliares, miembros de COCODEs, promotores de salud, comadronas, directivos de organizaciones de base y grupos de mujeres, entre otros. Las mismas personas participaron en los dos talleres y el intercambio de conocimientos enriqueció la información obtenida en cada taller.

### a) Taller Participativo 1

La metodología permitió generar un espacio participativo de diálogo, reflexión, debate y acuerdos comunitarios en torno a la problemática ambiental que les afecta. En este taller se utilizaron las herramientas participativas siguientes:

- **CRONOLOGÍA DE DATOS HISTÓRICOS DE CAMBIOS CLIMÁTICOS (Herramienta 1).** Permitted elaborar un inventario de los cambios climáticos experimentados en la Microcuenca.
- **PRIORIZACIÓN DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS (Herramienta 2).** Permitted determinar qué cambio climático tuvo mayor impacto en los recursos priorizados por las comunidades, por ejemplo: agrícolas, pecuarios, forestales, humanos e infraestructura.
- **MAPEO DE RECURSOS IMPORTANTES (Herramienta 3).** Permitted que los comunitarios identificaran los lugares y recursos afectados por los cambios climáticos.
- **RELOJ DEL TIEMPO (Herramienta 4).** Permitted que los comunitarios sistematizaran las actividades que realizan mujeres y hombres durante el transcurso del día.
- **CALENDARIO DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS (Herramienta 5).** Permitted identificar la estación climática y la frecuencia de tiempo en la cual ocurrirá un cambio climático.

### b) Taller Participativo 2

Las herramientas utilizadas en el primer taller permitieron identificar los aspectos de variabilidad climática en la Microcuenca, así como los aspectos más relevantes de vulnerabilidad de las comunidades respecto a los efectos del cambio climático. Esta información sirvió de base para realizar el segundo taller, en donde se utilizaron las herramientas siguientes:

- **ANÁLISIS DE GÉNERO (Herramienta 6).** Permitted conocer la percepción de mujeres y hombres de cómo los cambios climáticos les afectan en sus actividades diarias.
- **MATRIZ DE VULNERABILIDAD (Herramienta 7).** Permitted que los comunitarios identificaran los cambios climáticos que afectan a los principales recursos de la Microcuenca.
- **MATRIZ DE IMPACTO Y ADAPTACIÓN (Herramienta 8).** Permitted establecer el impacto que causan los cambios climáticos en los recursos de la Microcuenca, así como proponer de forma participativa estrategias actuales y futuras para la adaptación.
- **MATRIZ DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS Y PROBLEMÁTICA EN EL SISTEMA MILPA (Herramienta 9).** Permitted caracterizar el cultivo milpa y sus especies asociadas.

#### **6.4. Análisis socioeconómico y vulnerabilidad**

15

En el análisis socioeconómico se tomaron en cuenta los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en temas de pobreza, educación y ambiente. Se consultó el Plan de Desarrollo Municipal (PDM SEGEPLAN, 2010) del municipio de Chiantla y los registros del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2016).

Con un enfoque de género se analizaron las vulnerabilidades y capacidades de adaptación según el conocimiento de las personas que integraron los diferentes grupos de trabajo.

#### **6.5. Recomendaciones para la adaptación**

En los talleres se identificaron los conocimientos locales como estrategias actuales que los comunitarios han utilizado para adaptarse a los efectos del cambio climático, principalmente lo relacionado a la producción agrícola y pecuaria. Se dio especial énfasis a las estrategias utilizadas en el cultivo del maíz porque es la base alimenticia de la población.

La información de los talleres fue analizada y con fundamento en revisiones bibliográficas, se plantearon acciones de adaptación que buscan mejorar las ya existentes.

Se utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) para identificar el uso actual y potencial del recurso suelo, así como su intensidad de uso; esto permitió plantear acciones de adaptación y mitigación acordes a la realidad de los pobladores de la Microcuenca.

## 7. INFORMACIÓN CLIMÁTICA

16

En el municipio de Todos Santos Cuchumatán se encuentra la estación meteorológica más cercana a la Microcuenca y se ubica en condiciones climáticas similares al área bajo estudio, por lo cual, se consideran válidos estos registros climáticos para ser utilizados de referencia para la Microcuenca. Se analizaron las variables climáticas de temperatura, precipitaciones y días de lluvia, los resultados completos del análisis se presentan en el Anexo 9.

### a) Temperatura mínima absoluta mensual (°C)

Según registros climáticos analizados, de 1990 al 2016, los meses con temperaturas más frías son diciembre, enero y febrero.

### b) Temperatura mínima absoluta anual (°C)

La temperatura mínima absoluta anual ha mantenido una tendencia a la baja; según registros climáticos analizados, las temperaturas más frías se registraron en 1999, 2004 y 2007.

### c) Temperatura máxima absoluta mensual (°C)

Según registros climáticos analizados, de 1990 al 2016, la época más calurosa en la región corresponde a los meses de abril con un promedio de 24.7 °C, marzo con 24.2 °C y mayo con 23.3 °C. En general, la temperatura máxima absoluta mensual es superior a los 20 °C.

### d) Temperatura máxima absoluta anual (°C)

En el período de 1990 al 2016, las temperaturas máximas absolutas anuales se registraron en los años de 1991 y 1996. Según registros climáticos analizados, las temperaturas máximas absolutas anuales están en un rango entre 22 y 27.2 °C.

### e) Precipitación pluvial mensual (mm)

Según registros climáticos analizados, de 1990 al 2016, los meses más lluviosos en la región son desde mayo a octubre. En los años de 1992, 2002 y 2003, existieron eventos de sequía muy notorios, que causaron daños en los cultivos agrícolas de la región y en la producción ovina.

### f) Precipitación pluvial anual (mm)

En el período de 1990 al 2016, las precipitaciones pluviales más intensas se registraron en 1996 y 2010. Según registros climáticos analizados, las precipitaciones pluviales anuales están en un rango entre 800 y 1,800 mm. Para el año 2006 no se tienen registros completos.

**g) Días de lluvia mensual**

17

Según registros climáticos analizados, de 1990 al 2016, los meses que reportaron mayor ocurrencia de lluvias son mayo a octubre, que corresponde a la época de invierno o época lluviosa en esta región. En la época de invierno ha llovido más de 18 días al mes en promedio.

**h) Días de lluvia anual**

En el período de 1990 al 2016, llovió mayor cantidad de días en los años de 1990, 1996, 2005 y 2011. Según registros climáticos analizados, los días de lluvia anual están en un rango entre 126 a 212 días. Para el año 2006 no se tienen registros completos.

## 8. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y VULNERABILIDAD

18

Se analizó el contexto socioeconómico en el que vive la población de la Microcuenca, para lo cual se tomaron como referencia 3 Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en temas de pobreza, educación y medio ambiente. Estos objetivos fueron analizados respecto a los indicadores socioeconómicos de la población del municipio de Chiantla (PDM, SEGEPLAN 2010).

Los indicadores socioeconómicos fueron analizados para establecer el nivel de vulnerabilidad que existe en la Microcuenca respecto a los efectos del cambio climático.

### 8.1. Análisis económico

Debido a que no existen indicadores específicos de pobreza general y pobreza extrema para las comunidades ubicadas en la Microcuenca, se analizaron estos indicadores tomando como referencia la información que existe para el municipio de Chiantla (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Indicadores de pobreza del área de estudio en el contexto nacional.**

Nivel	Pobreza general (%)	Pobreza extrema (%)
Nacional	54.3	16.8
Huehuetenango	78.3	30.3
Chiantla	77.4	21.2

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla, 2010.

El municipio de Chiantla tiene niveles más altos de pobreza general y pobreza extrema que el promedio nacional. Estos indicadores evidencian que se deben desarrollar acciones para mejorar el nivel de vida de las personas en estas comunidades.

Erradicar la pobreza extrema y el hambre, constituye el Objetivo 1 de Desarrollo del Milenio (ODM 1); en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla se expresa la meta siguiente:

Meta 1A: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015 el % de personas cuyos ingresos sean inferiores a un dólar por día (en pobreza extrema).

Año base 1994 = 49.8%

Meta del municipio para el 2015 = 24.9%

Según datos del INE, en el año 2002, la pobreza extrema del municipio de Chiantla estaba en un 21.2%, lo que evidencia una disminución en la pobreza extrema. Para el año 2016, no existen datos

oficiales de los valores de pobreza extrema en este municipio, sin embargo, es evidente la pobreza extrema que existe en las comunidades de Chiantla.

En términos económicos, la población de la Microcuenca posee alto nivel de vulnerabilidad, evidenciado porque tienen limitado acceso a empleo, infraestructura productiva, servicios, etc.; esta situación condiciona la capacidad previsor y de respuesta a fenómenos naturales extremos. Según el INE, en el año 2002, el municipio de Chiantla tenía un 77.4% de pobreza general, lo cual determina una alta vulnerabilidad de la población frente a los efectos del cambio climático y limita su capacidad de adaptación.

En la Microcuenca el cambio climático está afectando de manera diferente a mujeres y hombres, porque varían los roles y responsabilidades en el uso de los recursos naturales. En general, las mujeres tienen menor acceso a los recursos económicos, porque los hombres son los que proveen los recursos a la familia.

La población de la Microcuenca en el tema productivo presenta una alta vulnerabilidad, evidenciado por los constantes cambios en el clima, por ejemplo: sequías, vientos, heladas y granizo, etc., ante los cuales no se han adoptado técnicas agrícolas para adaptarse al cambio climático.

Actualmente no se cuenta con apoyo técnico y financiero para diversificar la producción de parcelas, implementar sistemas de riego, búsqueda de mercados, fortalecer las organizaciones sociales, entre otras iniciativas que mejoren los procesos productivos en la Microcuenca, principalmente lo relacionado al cultivo del maíz, que contribuye directamente con la dieta y economía familiar.

En la Microcuenca, el cultivo del maíz tiene importancia agro-socioeconómica para la mayoría de la población; los productos y subproductos que se obtienen del maíz se consumen localmente y contribuyen directamente a la seguridad alimentaria. Cualquier alteración negativa que ocurra en la producción de este cultivo traerá consecuencias serias en la población.

## 8.2. Análisis educativo

La educación juega un papel vital para la sociedad urbana y rural; solo a través de nuevos procesos educativos que generen capacidades se podrá facilitar la adaptación para los efectos que se originen por el cambio climático.

Es importante analizar este componente para los habitantes de la Microcuenca, tomando como referencia la información que existe para el municipio de Chiantla.

### **Cuadro 3. Indicadores educativos del área de estudio en el contexto nacional.**

Nivel	Tasa neta de escolaridad primaria (%)	Tasa de terminación primaria (%)	Tasa de alfabetización entre 15 y 24 años (%)
Nacional	95.06	60.50	80.50
Huehuetenango	92.37	46.53	71.58
Chiantla	84.88	43.19	70.10

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla, 2010.

El municipio de Chiantla tiene niveles educativos bajos comparado a los promedios departamentales y nacionales; la deserción escolar en el nivel primario es alta (43.19%).

Lograr la enseñanza primaria universal, constituye el Objetivo 2 de Desarrollo del Milenio (ODM 2); en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla se tiene la meta siguiente:

Meta 2A: Asegurar que para el año 2015, los niños y las niñas de todo el mundo puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria.

Año base 2008 = 84.88%

Meta del municipio para el 2015 = 100%

No se cuenta con datos oficiales sobre escolaridad primaria para el año 2017, pero es probable que todavía no se llegue al 100% de cobertura en educación primaria. La deserción escolar en educación primaria pone en vulnerabilidad a los niños y jóvenes, porque más adelante no podrán continuar sus estudios o no tendrán acceso a un trabajo mejor remunerado.

Las capacitaciones son escasas en la Microcuenca; esta situación también constituye una vulnerabilidad porque las personas no han recibido un conocimiento básico para poder adaptarse a los efectos del cambio climático. Es importante capacitar a los agricultores en el manejo de sus cultivos agrícolas, producción pecuaria, conservación de suelos, etc., con técnicas que permitan mejorar sus ingresos económicos.

### 8.3. Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales se utilizan como herramientas para informar sobre el estado ambiental, evaluar el desempeño de políticas ambientales y comunicar los progresos en la búsqueda del desarrollo sustentable. La vulnerabilidad ambiental, es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática.

En la Microcuenca, los indicadores ambientales se analizarán en la temática de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, tomando como referencia la información que existe para el municipio de

Chiantla. Garantizar la sostenibilidad ambiental, constituye el Objetivo 7 de Desarrollo del Milenio (ODM 7); en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla tienen la meta siguiente:

Meta 7C: “Reducir a la mitad, para el 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”.

**Agua Potable:** Año base 1994 = 74.4%  
Meta del municipio para el 2015 = 87.2%

**Saneamiento básico:** Año base 1994 = 14.2%  
Meta del municipio para el 2015 = 57.1%

Según el INE (2002), el porcentaje de viviendas con servicio de agua potable en el municipio de Chiantla era de un 81%; a la fecha no existen datos oficiales para conocer si la meta fue cumplida. Las viviendas que cuentan con servicio de saneamiento básico corresponden a un 81%; aunque la meta fue cumplida, esto es principalmente para el área urbana porque en la mayoría de aldeas todavía no existen servicios de saneamiento básico.

En las comunidades de la Microcuenca, la inexistencia de sistemas de saneamiento básico es un factor de vulnerabilidad porque no cuentan drenajes y manejo de la basura.

Otra meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, corresponde a la superficie de tierras cubiertas con bosque. En el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) de Chiantla, no existen metas específicas para evaluar este objetivo, sin embargo, es fundamental su evaluación por la importancia de los bosques en proveer bienes y servicios ecosistémicos.

La evaluación de este objetivo se realizó mediante la utilización de Ortofotos, herramientas SIG y corroboraciones de campo, determinando la dinámica de la cobertura forestal para la Microcuenca y la tasa de deforestación anual en el período del 2006 al 2016 (Cuadro 4). Según INAB, del 2006 al 2010, la tasa de deforestación anual a nivel nacional correspondía al 1.0% y a nivel departamental era del 2.61%. En la Microcuenca, del 2006 al 2017, la tasa de deforestación anual es de 1.49%.

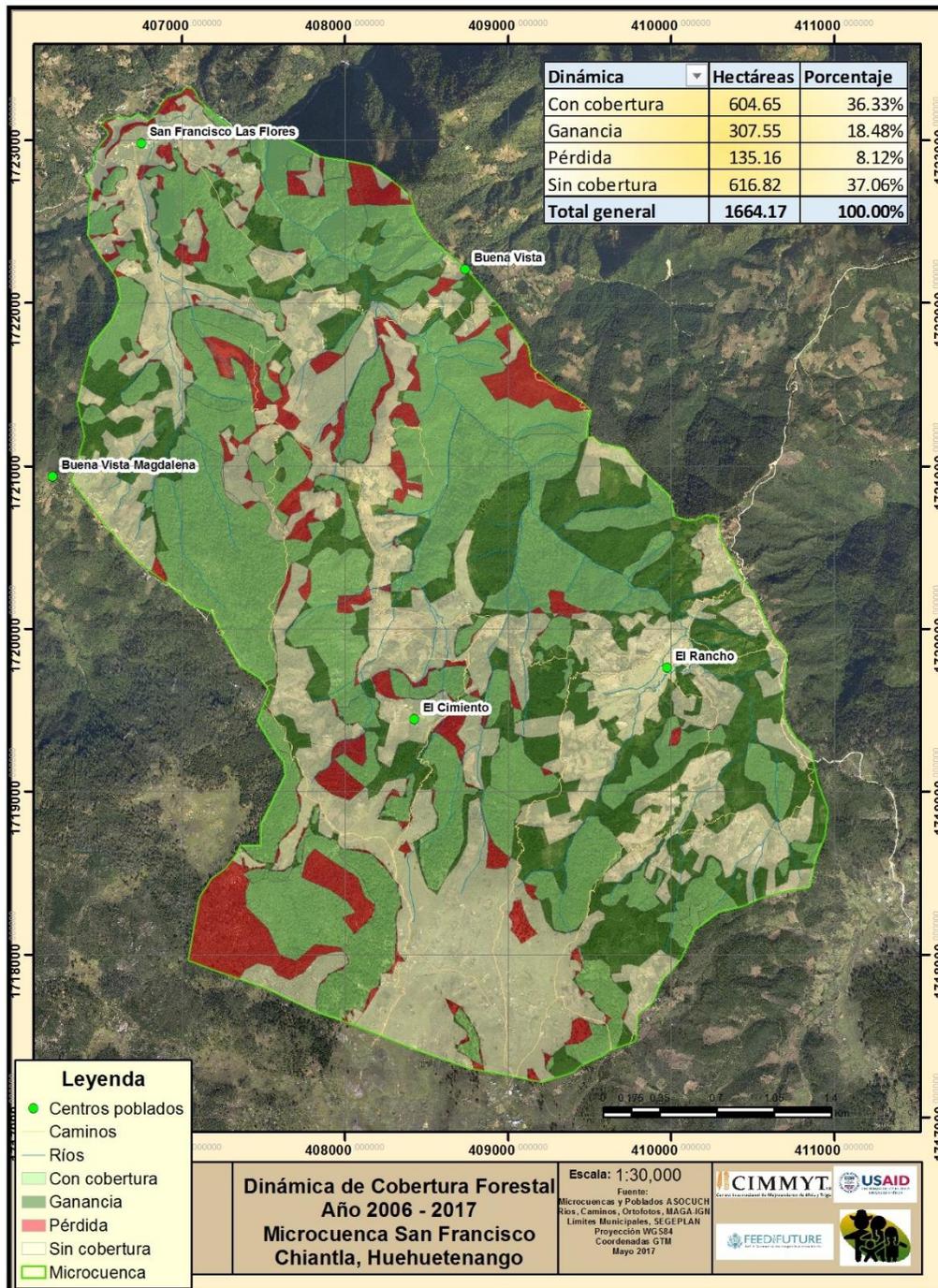
**Cuadro 4. Dinámica de la cobertura forestal**

Dinámica de cobertura forestal del 2006 al 2017	Valor
Bosque sin cambios (ha)	604.6
Ganancia de bosque (ha)	307.55
Pérdida de bosque (ha)	135.16
Cambio neto del 2006 al 2017 (ha)	172.39
Cambio neto anual (ha/año)	15.67
Tasa de deforestación anual (%)	1.49

Fuente: Elaboración propia. Agosto, 2016.

En la Microcuenca existen 915.08 hectáreas de bosque, que representa un 54.99% de cobertura forestal en la Microcuenca. Los bosques que existen cerca de las poblaciones humanas han sido degradados. La destrucción y degradación de los bosques son factores de vulnerabilidad para los habitantes de la Microcuenca, porque del bosque obtienen leña y madera para su consumo local.

**Mapa 6. Dinámica de la cobertura forestal**



#### 8.4. Indicadores institucionales

En la Microcuenca existen tres tipos de organización social, que son respetadas por todos sus habitantes y permiten una convivencia pacífica.

Primero las organizaciones locales conformadas en la Microcuenca Río San Francisco, entre ellas se encuentran las Auxiliaturas Municipales, la cuales están presentes en las 5 comunidades que integran la microcuenca, estas Auxiliaturas son representadas por el Alcalde Auxiliar, siendo estos la máxima autoridad en las comunidades, quienes son propuestos y electos por la Asamblea Comunitaria.

En un segundo nivel están los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE), cuya naturaleza de este sistema constituye el medio principal de participación ciudadana en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación democrática del desarrollo, tomando en cuenta principios de unidad nacional, multiétnica, pluricultural, y multilingüe de la nación guatemalteca y son los encargados de gestionar y realizar proyectos en beneficio de las comunidades, estos se integran a través de la Asamblea comunitaria y el órgano de coordinación.

El municipio de Chiantla, para su administración y considerando que la dinámica del municipio es compleja debido a que cuenta con una gran cantidad de lugares poblados, se han realizado microrregiones, es decir los Consejos Comunitarios de Desarrollo de segundo nivel actualmente se cuenta con 28 micro-regiones, y las comunidades que integran la microcuenca Río San Francisco pertenecen a la Región XIV (San José Las Flores, El Rancho, San Francisco Las Flores, Buena Vista y El Cimientito.) y la Región XV (Buena Vista Magdalena)

Un tercer nivel de organización corresponde a los grupos de jóvenes, grupos religiosos, juntas escolares, comités de padres de familia y otros grupos que se organizan con diferentes fines.

Las instituciones, ONGs, Organizaciones Comunitarias y Religiosas que tienen presencia en la Microcuenca son las siguientes:

- Asociación de Desarrollo Integral Comunitario de la Zona Norte de Huehuetenango (ICUZONDEHUE). Algunos de los proyectos que implementan son conservación de suelos, microtúneles, diversificación de parcelas, facilita el acceso a los incentivos forestales, etc.
- Asociación de Organizaciones de Los Cuchumatanes (ASOCUCH). Han impulsado proyectos de miniriego.
- Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO). Han trabajado proyectos de reforestación, sistemas agroforestales, conservación de suelos, etc.
- Instituto Nacional de Bosques (INAB). Su intervención principal han sido la aprobación y certificación de proyectos de incentivos forestales.

- Project Concern International (PCI). Han capacitado en temas de Seguridad Alimentaria y Nutricional y brindan alimentos a niños y niñas menores de 2 años.
- Red Parroquial. Ha capacitado en temas de participación ciudadana.
- Asociación para el Desarrollo Sostenible de la Juventud (ADESJU). Apoya a grupos de jóvenes.
- Helvetas Guatemala. Apoya la implementación de proyectos productivos agropecuarios.

Se identifica como factor de vulnerabilidad, las acciones aisladas que realizan las instituciones presentes en la Microcuenca, además no están basadas en un plan de desarrollo para las comunidades. Se debe aprovechar la organización social que existe en la Microcuenca al momento de implementar acciones de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático.

## 9. RESULTADOS

25

Según el Índice de Riesgo Climático Global de Germanwatch, Guatemala está en el noveno lugar entre los países más afectados por el cambio climático; asimismo, Naciones Unidas ubica a Guatemala en el cuarto lugar mundial y primero en América Latina entre las naciones más vulnerables al cambio climático (cronica.gt, 2015). Por otra parte, las condiciones sociales del país (índice alto de pobreza, inequidad y exclusión social) hacen que gran parte de la población sufra ante situaciones de tensión política, económica y natural, incluyendo fenómenos climáticos.

Es evidente que Guatemala necesita adaptarse a los cambios climáticos pero su capacidad de adaptación es débil, considerando que el 59.3% de la población se encuentra bajo la línea de pobreza general y el 23.4% se encuentra en pobreza extrema (ENCOVI, 2014). Asimismo el Estado presenta deficiencias para atender servicios básicos en materia de salud, saneamiento, seguridad alimentaria y nutricional.

Según el MARN (2001), los primeros estudios sobre vulnerabilidad al cambio climático bajo una visión interinstitucional se realizaron en Guatemala hacia finales del año 2001; los resultados concluyen que Guatemala es sensible en los siguientes aspectos: 1) salud humana; 2) recursos forestales; 3) recursos hídricos; y, 4) agricultura (producción de granos básicos).

La literatura existente sobre cambio climático para Centroamérica y Guatemala es escasa y presentan resultados generales por país; esto constituye una limitante para inferir resultados en territorios más pequeños como: Departamento, Municipio, Cuenca, Subcuenca o Microcuenca.

### 9.1. Impactos del Cambio Climático en la Microcuenca

#### 9.1.1. Observaciones históricas y corrientes

En los talleres participativos se determinó que los cambios climáticos que más han afectado a los pobladores de la Microcuenca, en orden de importancia son: 1) **Sequías**; 2) **Lluvias**; 3) **Aumento de Temperatura**; 4) **Heladas**; y 5) **Vientos** (Anexo 1, Herramienta 2).

En los talleres realizados, la opinión expresada por los participantes es que las sequías y lluvias ocasionan mayores daños en los recursos agropecuarios, recursos naturales, recursos humanos y recursos de infraestructura. En el caso del aumento de las temperaturas, heladas y vientos, consideran que los daños se focalizan en ciertas comunidades y ocurren eventualmente (Herramienta 1).

**a) Años con temporada de sequías fuertes**

Según estadísticas climáticas (INSIVUMEH, 2016), en la región donde se ubica la Microcuenca, la tendencia es que está disminuyendo el número de días que llueve anualmente, situación que ocasiona temporadas de sequías que ocasionan daños en la producción de los cultivos agrícolas. En los años de 1992, 2002 y 2003 se reportan precipitaciones menores a 900 mm anuales.

Según los participantes de los talleres, específicamente recuerdan específicamente los años 1975 y 1998, porque fueron años con sequías fuertes. Además el período comprendido entre los años 2000 al 2016 se percibió como un período irregular en la temporada de lluvias, donde existieron periodos de tiempo con sequías fuertes. Asimismo, en los últimos años, han percibido que la sequía se acentúa en los meses de marzo a junio, situación que no ocurría diez años atrás; consideran que ahora las lluvias son más espaciadas en estos meses.

**b) Lluvias más intensas en períodos más cortos**

Según estadísticas climáticas (INSIVUMEH, 2016), en la región donde se ubica la Microcuenca se observa un aumento en la cantidad de precipitaciones anuales y un descenso en el número de días que llueve anualmente. Esto puede considerarse un efecto del cambio climático, que está causando daños en la producción agrícola de la región y existen riesgos a derrumbes y erosión por las altas pendientes que existen en la Microcuenca. Los años con mayores precipitaciones pluviales fueron 1996 y 2010, con lluvias mayores a 1,700 mm anuales; en los años de 1998 y 2015 se reporta que llovió menos de 130 días al año.

Los participantes de los talleres manifestaron que anteriormente en la Microcuenca llovía casi todos los meses del año. En los últimos años, han observado que el clima es impredecible, principalmente desde el año 2005 a la fecha, ya que se recuerda de lluvias torrenciales en poco tiempo, seguido de periodos de sequía prolongada.

**c) Aumento de Temperaturas**

El aumento de temperaturas es definido por los participantes en los talleres como un fenómeno que ha empezado a sentirse aproximadamente desde el año 2005, ya que ellos indican que durante los meses de marzo y abril son los más calurosos. Según registros climáticos analizados, las temperaturas máximas absolutas anuales se han mantenido en los últimos años en un rango entre 22 y 27.2°C

**d) Heladas severas**

Según estadísticas climáticas (INSIVUMEH, 2016), en la región donde se ubica la Microcuenca, las temperatura mínimas absolutas han disminuido en los últimos años. En los años de 1999, 2004 y

2007 se reportan temperaturas de -3.0 grados centígrados; históricamente los meses más fríos son diciembre, enero y febrero.

Las personas que participaron en los talleres perciben que aparte de la época normal de heladas, ahora ocurren heladas en meses cuando nunca ocurrían, lo cual, en algunas ocasiones ha ocasionado pérdidas en la producción de los cultivos agrícolas, principalmente en papa y haba.

#### **e) Vientos fuertes**

No existen registros climáticos para la región sobre la intensidad de los vientos, sin embargo, los participantes de los talleres manifestaron que ahora son más comunes los vientos fuertes que causan daños en la producción del maíz. Según su percepción, este fenómeno va asociado a temporadas de sequía, seguido de precipitaciones fuertes en períodos cortos de tiempo y el daño que ocasionan es focalizado.

#### **9.1.2. Predicción científica para el futuro**

Se presentó un análisis de tendencias climáticas para Huehuetenango, elaborado por FEWS NET (Famine Early Warning Systems Network), proyecto de USAID que tiene como objetivo principal monitorear los factores que influyen en la seguridad alimentaria, por ejemplo: agroclimatología, mercados y comercialización, medios de vida y nutrición (Anexo 10).

De acuerdo a los pronósticos del Instituto de Investigación Internacional para el Clima y la Sociedad (IRI, por sus siglas en inglés), el fenómeno de El Niño está totalmente establecido, con un 100% de probabilidad de durar al menos hasta noviembre (2015), lo que define una probabilidad de acumulados de lluvia bajo lo normal y la finalización de la época lluviosa alrededor de la segunda quincena de octubre. Se considera una continuación de este fenómeno en el año 2016, con un 91% de probabilidad durante el trimestre marzo-mayo, lo cual podría tener incidencia en el establecimiento de las lluvias para el próximo ciclo.

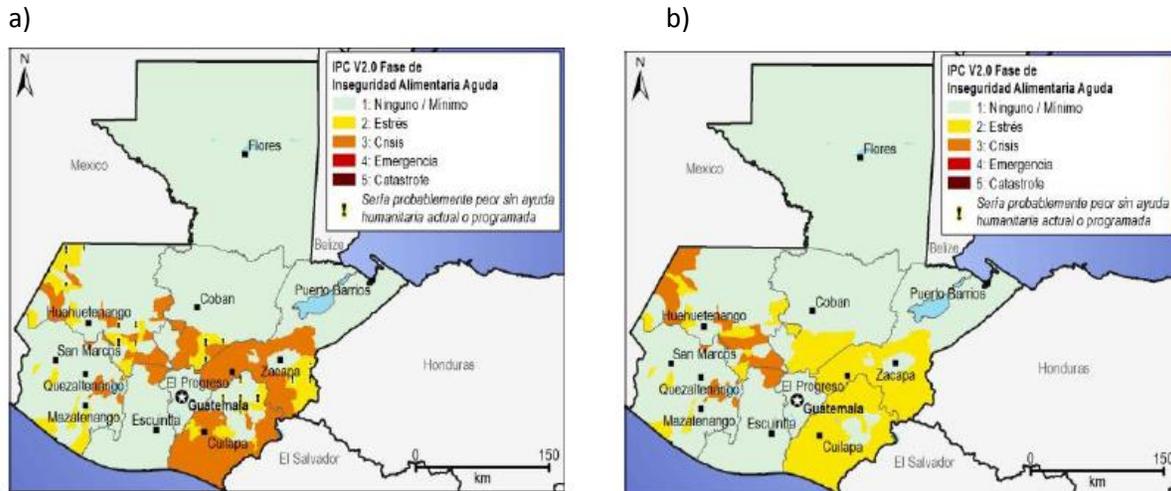
Las figuras 1a y 1b, muestran los resultados de seguridad alimentaria de agosto a septiembre y la proyección de octubre a diciembre del 2015. Según se observa el corredor seco del país, tanto en oriente como en occidente, es la región más afectada. Para el año 2015 se reportaron pérdidas del 75% e incluso del 100%, en las primeras siembras de los agricultores de subsistencia. Esto significa un cuarto año consecutivo con producciones debajo del promedio durante la primera producción anual, debido a irregularidades en las lluvias (FEWS NET, 2015).

Los municipios que se encuentran en mayor riesgo para Huehuetenango son Nentón, Jacaltenango, Santa Ana Huista, Tectitán, La Democracia, La libertad, San Idelfonso Ixtahuacán y San Gaspar Ixil.

El paso de la tormenta tropical Ericka el 28 y 29 de agosto 2015, incremento las lluvias y el viento afectando principalmente el Caribe. Estas lluvias ayudaron a aliviar en el corto plazo el déficit de

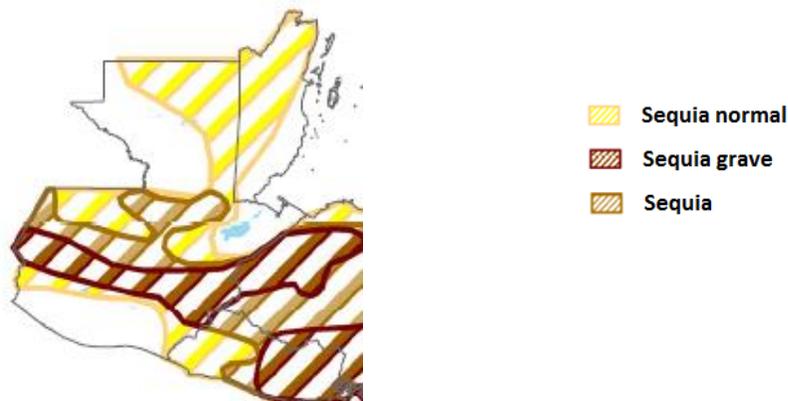
humedad para algunas áreas de Centro América pero no es suficiente para disminuir el efecto de la sequía (figura 2).

**Figura 1. Resultados de seguridad alimentaria para agosto-septiembre 2015 (a) y octubre-diciembre 2015 (b).**



Estos mapas representan los resultados de inseguridad alimentaria aguda para la toma de decisiones de emergencia y no necesariamente reflejan la inseguridad alimentaria crónica. Fuente: FEWS NET/IPC, 2015.

**Figura 2. Riesgos climáticos para Guatemala en el mes de septiembre 2015.**



Los modelos climáticos y los análisis que se han realizado hasta ahora para la región y el país, indican una tendencia al incremento en la temperatura y una variación en la lluvia, con mayor tendencia a la disminución. Para algunos municipios de Huehuetenango existirá un mayor riesgo a la sequía por el incremento de la temperatura y el prolongado déficit de las lluvias.

Según IARNA (2011), citado por Castellanos (2015), refiere que según los modelos analizados, en el departamento de Huehuetenango a futuro puede haber reducción drástica del Bosque muy Húmedo Montano Tropical (bmh-MT) y Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT), mientras que otros municipios tendrán alto riesgo a inundaciones por el aumento de las precipitaciones.

El riesgo a las heladas sigue siendo uno de los mayores desafíos para el departamento de Huehuetenango, ocurridas fuertemente en los años 2005, 2007, 2010 y 2012. En estos años las heladas tuvieron un impacto severo causando en varios lugares la pérdida total en la producción agrícola, principalmente en los cultivos de papa, haba y avena (Villatoro et al., 2014).

La vulnerabilidad actual y futura del departamento de Huehuetenango es de alta a muy alta, sin embargo, el análisis de su capacidad de adaptación indica que existe una cantidad importante de recursos naturales, los cuales proveen servicios ecosistémicos que amortiguan los cambios severos que en determinado momento pueden presentarse en el departamento. Asimismo, uno de los ecosistemas más sensibles al cambio climático son los bosques ubicados en las tierras altas, debido a que su diversidad biológica está relacionada con los gradientes verticales de temperatura y precipitación. Estos ecosistemas son de gran importancia no solo por su alta biodiversidad sino también por su papel crucial en el mantenimiento del ciclo hidrológico y la prestación de servicios ecosistémicos (Corrales, 2010).

## 9.2. Sectores afectados en las comunidades

La población de la Microcuenca se ve afectada por los cambios climáticos, principalmente porque practican agricultura de subsistencia y cualquier alteración en el clima representa problemas de seguridad alimentaria y bajos ingresos económicos, lo que limita superar los niveles de pobreza y pobreza extrema.

Los cambios climáticos que han afectado a los pobladores de la Microcuenca agravan el estado de vulnerabilidad de la población, de por sí frágil desde enfoques económicos y sociales. Estos cambios generan amenazas como la erosión de suelos agrícolas y forestales, derrumbes y hundimientos en áreas de producción como en vías de acceso, mayor incidencia de plagas y enfermedades en cultivos y bosques, pérdida de la producción agrícola o disminución de rendimientos, enfermedades en la población, escases de agua para consumo humano y para fines agrícolas, entre otros.

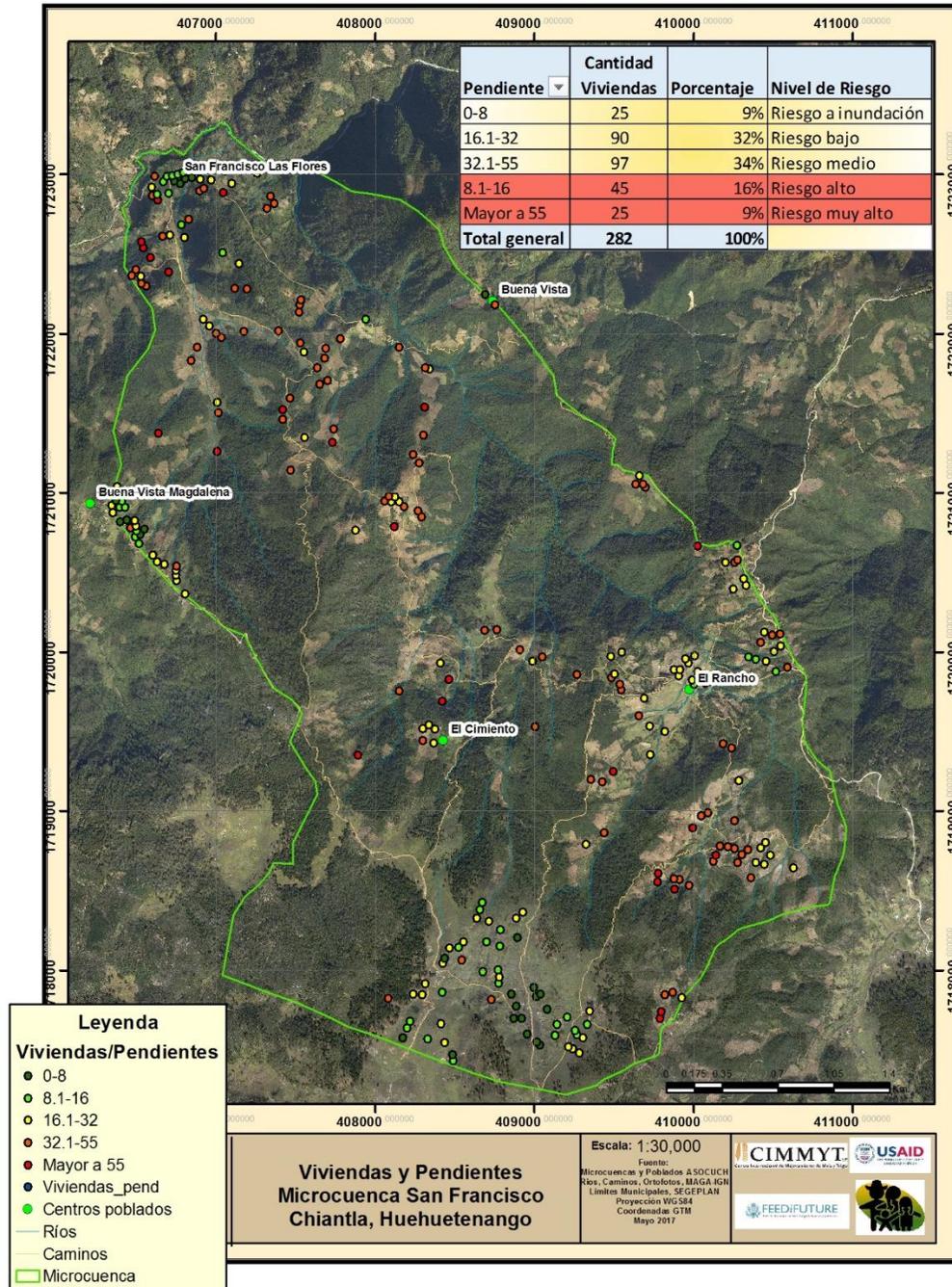
El 76.33% del área de la Microcuenca posee pendientes mayores al 32%, lo que confiere a este territorio un riesgo alto para deslaves. A través del análisis de sistemas de información geográfica se estimó el riesgo en que se encuentran las viviendas de las diferentes comunidades ubicadas en la Microcuenca (Mapa 7).

En base a una muestra de viviendas, se estima que el 33% se encuentra en riesgo alto a muy alto por estar ubicadas en lugares con pendientes mayores al 32%, principalmente las viviendas ubicadas en las comunidades de San Francisco Las Flores, El Rancho y El Cimiento.

El riesgo que existe por la ubicación de las viviendas es fundamental que sea considerado por las Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres –COLRED– que se estarán formando y/o fortaleciendo en la Microcuenca.

La Gestión del Riesgo de Desastres debe ser abordada de manera integral en la Microcuenca; es importante que la población mejore sus niveles de percepción del riesgo, aumente sus niveles de participación para reducir el riesgo y tenga la capacidad para dar respuesta a las emergencias.

Mapa 7. Viviendas y pendientes



La Matriz de Vulnerabilidad es una herramienta importante que se utilizó para medir la valoración del impacto que producen los cambios climáticos en los recursos básicos de la Microcuenca, de acuerdo a la percepción de los actores locales que participaron en los talleres (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Matriz de Vulnerabilidad**

Recursos Básicos	Recursos Básicos Importantes	Valoración del Impacto de los Cambios Climáticos 0=nulo; 1=mínimo; 2=leve; y, 3=severo				Recurso Punteo Total
		Sequias	Lluvias	Temperatura	Heladas	
Recursos de Infraestructura	Carreteras	1	2	0	0	3
	Escuelas-Salones-Puestos salud	0	1	0	0	1
	Viviendas	1	2	1	0	4
	Energía eléctrica	0	1	0	0	1
	Agua entubada	1	1	0	0	2
Recursos Humanos	Autoridades Comunitarias	1	1	1	1	4
	Niños y Ancianos	2	2	2	2	8
	Adultos	2	1	1	1	5
	Maestros	2	1	1	1	5
	Comadronas	2	1	1	1	5
	Promotores/Comisiones	2	1	1	1	5
Recursos Naturales	Bosque	1	0	1	1	3
	Suelo	2	2	1	1	6
	Fuentes de agua	2	1	2	0	5
	Fauna Silvestre	2	0	2	1	5
Recursos Agropecuarios	Maíz	3	1	2	2	8
	Hortalizas	3	2	2	2	9
	Papa	3	2	2	2	9
	Frutales	2	1	2	2	7
	Producción pecuaria	2	1	1	2	6
<b>TOTALES</b>		<b>34</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	

Fuente: Taller 2. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo 2017.

Nota: los resultados se visualizan por colores. Rojo = Severo. Anaranjado = Leve. Verde = Mínimo. Celeste = Nulo.

Según cuadro 5, los cambios climáticos que más han afectado a los recursos básicos de las comunidades de la Microcuenca son: sequías, lluvias, temperaturas y heladas. Esto se determinó basado en la experiencia de las personas que participaron en los talleres.

Los recursos de infraestructura son los menos afectados por los cambios climáticos; por efecto de las lluvias, las carreteras se dañan en la época de invierno y la mayoría de veces, los pobladores se ven en la necesidad de darle mantenimiento a los caminos.

Los recursos humanos se ven afectados por los constantes cambios climáticos; los pobladores consideran que las sequías, lluvias, temperaturas y heladas, son los fenómenos climáticos que más

afectan la salud humana, siendo más vulnerables los niños y ancianos. Enfermedades respiratorias y gastrointestinales son de las más comunes en la población de la Microcuenca.

Los recursos naturales también son afectados por los cambios climáticos; según los comunitarios, el recurso suelo es el más vulnerable por efectos de la lluvia y sequía. Esta percepción tiene lógica considerando las altas pendientes que existen en la Microcuenca. Se han observado daños severos cuando existen precipitaciones fuertes en cortos períodos de tiempo.

Los recursos agropecuarios son considerados altamente valiosos por los pobladores de la Microcuenca y el impacto que tiene la variación climática sobre éstos, varía según el fenómeno climático y el tipo de recurso agrícola o pecuario que es afectado.

El cultivo de maíz recibe un impacto severo por las sequías, temperatura y heladas. La sequía afecta especialmente en las etapas de crecimiento vegetativo, lo que posteriormente provoca bajos rendimientos. Las heladas pueden provocar desequilibrios metabólicos en el maíz e influir negativamente en la cosecha.

En todos los cultivos agrícolas, ya sea maíz, papa y hortalizas, las personas consideran que los cuatro cambios climáticos afectan de forma severa la producción de estos cultivos, dependiendo la intensidad con la que estos fenómenos se presenten.

En las actividades pecuarias como: ovinos, aves, cerdos y equinos, el impacto de las sequías se considera leve porque escasean las pasturas y aparecen diferentes tipos de enfermedades, en algunos períodos de tiempo. Con apoyo de los comunitarios, se realizó la identificación de lugares y recursos que pueden ser afectados por los cambios climáticos (Anexo 1, Herramienta 3). Se identificaron bosques, tierras de cultivo, caminos, centros educativos, iglesias, unidades de salud, salones comunales, nacimientos de agua, entre otros.

### **9.3. Otros factores que pueden empeorar o mejorar la situación**

El nivel de vulnerabilidad de la población de la Microcuenca puede empeorar o mejorar dependiendo de los niveles de ingreso familiar y las actividades productivas a las que se dediquen.

Los ingresos económicos provenientes de las remesas mejoran los ingresos familiares, aunque se desconoce qué porcentaje de la población tiene este beneficio.

La venta de madera o leña, es una actividad económica a la que se dedican varias familias que viven en la región. Se desconoce el impacto que tiene esta actividad en los niveles de deforestación que se observan en la Microcuenca.

El mal estado de las carreteras puede ocasionar pérdidas económicas a los agricultores porque se dificulta la extracción de los excedentes de la cosecha para su comercialización.

## 10. ACCIONES PROPUESTAS PARA ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

33

### 10.1. Formas actuales e históricas de afrontamiento

En los talleres participativos se determinó que los cambios climáticos que causan impactos más severos en los recursos de la Microcuenca son principalmente las sequías y lluvias; los daños de las heladas y vientos son eventuales y de menor impacto que las anteriores.

A continuación se hará un breve análisis de los conocimientos tradicionales como estrategias actuales que utilizan los pobladores para prevenir o minimizar el daño que causan las sequías y lluvias en los recursos básicos de la Microcuenca.

#### a) Estrategias para prevenir o minimizar daños por sequías

**Cultivo de maíz.** Las sequías prolongadas provocan baja germinación, escaso crecimiento vegetativo, plantaciones no uniformes, bajo o nulo rendimiento, pérdidas económicas, poca disponibilidad de maíz para consumo, pérdida de semilla para el siguiente ciclo productivo, entre otros. Como estrategias de adaptación se han empezado a establecer parcelas de producción de acuerdo al régimen de lluvias, incorporación de materia orgánica para mejorar las condiciones de suelo.

**Cultivo de hortalizas.** La producción se ve afectada por la proliferación de plagas, escaso desarrollo vegetativo, bajos rendimientos, poco caudal de agua para riego, etc. Como medida de adaptación, algunos agricultores implementan Buenas Prácticas Agrícolas, especialmente utilizando algunos productos orgánicos elaborados por ellos mismos.

**Recurso agua.** En temporadas de sequías, las fuentes de agua reducen su caudal, afectando los sistemas de agua para consumo humano y riego. Como estrategia de adaptación se realizan limpiezas en las fuentes de agua y reforestación..

**Recurso suelo.** Las sequías provocan pérdida de humedad y degradación en el suelo, lo que dificulta la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Como medida de adaptación, algunos agricultores han optado por incorporar materia orgánica proveniente de aboneras e implementación de sistemas de riego.

#### b) Estrategias para prevenir o minimizar daños por lluvias

**Cultivo de maíz.** El exceso de lluvias favorece la proliferación de plagas y enfermedades, erosión del suelo, pudrición del maíz en la planta y durante el almacenamiento. Como medidas de adaptación, conservación de suelos y secado del maíz previo a su almacenamiento

**Cultivo de hortalizas.** En épocas con lluvias intensas, las hortalizas se ven afectadas por la proliferación de enfermedades, para estos casos se realizan aplicaciones de fungicidas orgánicos dependiendo de las enfermedades y el cultivo, en el caso del cultivo de la papa se realizan aporques altos para evitar daños por fuertes lluvias.

**Recurso suelo.** Las lluvias intensas provocan erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Como estrategias de adaptación, construcción de estructuras de conservación de suelos.

## 10.2. Nuevas formas propuestas para adaptarse a los impactos

Las medidas de adaptación a los impactos que genera el cambio climático que fueron propuestas por los participantes de los talleres se resumen a continuación.

- **Fortalecimiento a la producción agropecuaria.** Los cultivos agrícolas que tienen mayor importancia en la Microcuenca son el maíz, papa, haba y algunas hortalizas. Es importante la asistencia técnica en los procesos productivos de estos cultivos, planes de fertilización adecuados a los cultivos, buenas prácticas agrícolas, manejo integrado de plagas (principalmente en control de nematodos en papa), entre otros temas.

Se propone invertir en infraestructura productiva mediante la implementación de tecnologías dirigidas al establecimiento de sistemas de riego por goteo, cosechadores de agua y macrotúneles para la producción hortícola.

Se plantea mejorar la producción ovina a través del mejoramiento genético, mejoramiento de la infraestructura productiva (apriscos), mejoramiento de praderas, asistencia técnica en alimentación adecuada, etc.

- **Fortalecimiento al Sistema Milpa.** Se propone el acompañamiento técnico en los temas de selección masal y rescate de material genético local (maíz, frijol, chilacayote, ayote, hierbas, miltomate, etc.). Se plantea capacitar en procesos post cosecha, implementación de buenas prácticas en almacén y buenas prácticas agrícolas. Se propuso establecer un banco de semillas comunitario para garantizar el resguardo y manejo de las semillas de maíz, el cual deberá establecerse en un lugar céntrico para la mayoría de comunidades de la Microcuenca.
- **Manejo y conservación de suelos agrícolas.** Se propone implementar barreras vivas, utilizando especies de pasto o árboles de porte pequeño, en especial en las zonas destinadas a la producción de maíz y hortalizas.

Se plantea establecer producción de materia orgánica generada en lombricomposteras para transformar y aprovechar los desechos vegetales de las cosechas, desechos familiares y animales. Esta materia orgánica se incorporará a las tierras agrícolas para mejorar las

características físicas y químicas del suelo, reduciendo con ello la dependencia a fertilizantes químicos comerciales.

- **Proyectos forestales.** Mediante proyectos de incentivos forestales se plantea promover la conservación de los bosques, establecimiento o fortalecimiento de unidades agroforestales y recuperación de tierras forestales degradadas a través de plantaciones forestales. Asimismo se propone el establecimiento de viveros agroforestales y la implementación de estufas ahorradoras de leña.
- **Incidencia y fortalecimiento de capacidades locales.** Se propone capacitar a los miembros del Comité de Adaptación de la Microcuenca en temas de gestión, implementación y monitoreo de proyectos.

Se plantea la gestión de proyectos que beneficien a los pobladores de la Microcuenca, identificando como temas prioritarios el mejoramiento de carreteras, salud preventiva, gestión del recurso agua, etc. Para estar prevenidos contra desastres naturales se propone la conformación de la Comisión Local para la Reducción de Desastres (COLRED) y su vinculación a la COMRED.

## 11. RECOMENDACIONES

36

- Continuar los procesos de investigación participativa con enfoque de género, en temas relacionados con vulnerabilidad al cambio climático y dirigidos a comunidades rurales.
- Definir mecanismos de acompañamiento a las comunidades de la Microcuenca para el seguimiento a la gestión de los proyectos, en función de los resultados de éste y otros estudios realizados en el área.
- Fortalecer los conocimientos tradicionales de las comunidades de la Microcuenca, principalmente las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.
- Formular conjuntamente con las comunidades, un Plan de Adaptación al cambio climático, que considere los resultados obtenidos en el presente estudio para contribuir al mejoramiento de las capacidades de las comunidades a enfrentar los impactos del cambio climático.
- Definir los mecanismos para la creación de una unidad comunitaria responsable de la ejecución de las acciones (Comité de Adaptación al cambio climático), que realice gestiones a lo interno y externo de las comunidades, con miras a la sostenibilidad de las acciones que se propongan en el Plan de Adaptación.
- Divulgar los resultados de este estudio para que sirva de base a iniciativas similares en otras comunidades y permita disminuir la vulnerabilidad al cambio climático en otras regiones del país.
- Definir los mecanismos para vincular las iniciativas y acciones propuestas en el Plan de Adaptación, con las políticas y estrategias de desarrollo municipal, regional y nacional, para lograr un mayor impacto en el tema de Adaptación al cambio climático en la Microcuenca.
- Promover y fortalecer alianzas estratégicas entre las organizaciones presentes en la Microcuenca para incidir de una forma más efectiva ante autoridades locales, municipales, departamentales y nacionales.
- Definir una temática de capacitación a los grupos de interés, principalmente en temas de género, así como en gestión y formulación de proyectos dirigidos a autoridades locales y Comité de Adaptación al cambio climático.

## 12. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

37

- Castellanos Edwin y Alex Guerra. 2009. El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala. Cuadernos de desarrollo humano: 2007/2008-1, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 52 pp.
- Castellanos Edwin y Solano Ana Lucía. Septiembre, 2015. Análisis de Escenarios Climáticos para el Departamento de Huehuetenango. Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad. Universidad Del Valle de Guatemala. 20 pp.
- Comisión Nacional de Alfabetización Conalfa. 2010. Comportamiento del Analfabetismo, según municipio por sexo. Área de Estadística de la Unidad de Informática. Guatemala. 5 pp.
- Corrales, L. 2010. Efectos del cambio climático para Centroamérica. Cuarto informe sobre el estado de la región. Costa Rica. 53pp.
- Giorgi, F. 2006. Climate change hot spots, Geophysical Research Letters. 33, L08707.
- Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC). 2000. Informe especial del IPCC: Escenarios de emisiones. OMM-PNUMA. <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>
- IARNA-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. 2011. Cambio climático y biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. Guatemala. Documento 37, Serie técnica 35.
- Imbach, P., L. Molina, B. Locatelli, O. Roupsard, G. Mahé, R. Neilson, L. Corrales, M. Scholze, and P. Ciais. 2012. Modeling potential equilibrium states of vegetation and terrestrial water cycle of Mesoamerica under climate change scenarios. Journal of Hydrometeorology, 13(2), 665-680.
- Instituto Nacional de Estadística. 2004. IV Censo Nacional Agropecuario. CD.
- Instituto Nacional de Estadística. 2002. IX Censo Nacional de Población y VI Censo de Habitación. CD.
- Instituto Nacional de Estadística. 2015. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI). 47 p.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. [http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/mapa\\_estaciones.htm](http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/mapa_estaciones.htm)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA. 2000. Mapa de Amenaza de Sequía. Unidad de Planificación Geográfica de Gestión de Riesgos.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA. 2006. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala. Litoprogrua. 214 pp.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN. 2007. Proyecto Estudios de Cambio Climático, con Énfasis en Adaptación. Programa Nacional de Cambio Climático. Compilación y Síntesis de los Estudios de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático. Guatemala, Centro América. 43 pp.

- Ministerio de Educación (MINEDUC). 2008. Principales Indicadores Educativos. 60 pp.
- Mora, Jorge; et. al. 2010. Guatemala, Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Sede Subregional en México. 75 pp.
- Proyecto: Cambios Globales y Café. 2010. Síntesis para tomadores de decisión. <http://www.uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/cafe/PUBLICACIONES%20GENERALES/Version%20final%20Policy%20brief%20espanol.pdf>
- Saenz-Romero, C., G. Rehfeldt, N. Crookston, P. Duval, R. St-Amant, J. Beaulieu y B. Richardson. 2010. Spline models of contemporary, 2030, 2060 and 2090 climates for Mexico and their use in understanding climate-change impacts on the vegetation. *Climatic Change* 102, 595–623.
- Schmidt A., et al. 2012. Tortillas on the Roaster (ToR). Central American Maize-Beans Systems and the Changing Climate; Full Technical Report. 123 pp.
- Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia Segeplan. 2010. Brechas Municipales para alcanzar los 11 indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio ODM. 22 pp.
- Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia Segeplan. 2010. Análisis de Riesgos y Cambio Climático. 15 pp.
- Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala. 2008. Manual sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio con enfoque de Derechos Humanos. ¿Qué tan cerca estamos de la meta? Informe Nacional de Desarrollo Humano. Edición Equipo INDH-PNUD.
- Thapa, K., 2012. et. al. Herramientas Seleccionadas para la Evaluación de la Vulnerabilidad en la Adaptación de las Comunidades a los Cambios Climáticos (CAV). Iniciativas Locales para la Biodiversidad, Investigación y Desarrollo (LI-BIRD). Traducción: Iliana Patricia Herrera Sosa.
- <http://www.siinsan.gob.gt/>

13. ANEXOS

**Anexo 1. Herramientas de Talleres Participativos.**

**Herramienta 1. Cronología histórica de los cambios climáticos.**

Año	Cambio Climático	Magnitud del Cambio Climático (Alta, media, baja)	Magnitud del impacto de los Cambios Climáticos (Severo, leve, mínimo)	Observaciones
1998	Viento y sequía	alta	Severo	
2014	Cambios en la época de lluvia	medio	Severo	
1975	Epoca de sequía	Alto	Leve	Incendios
2015	Cambios en temperaturas altas	Medio	Leve y severo	Depende del área. Se siente más fuerte el sol
2005	Lluvias fuertes	Alto	Severo	
2000-2016	Disminución de lluvias y aumento de temperatura	Alto	Leve	
2015-2016	Aumento de temperatura	Alto	Leve	
2016	Heladas	Medio	Leve	
2017	Cambio en temporada de lluvias	Medio	Mínimo	
2002	En general el clima fue estable	baja	Mínimo	
2017	El clima en general ha cambiado	Medio	Leve	

Fuente: Taller 1. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo, 2017.

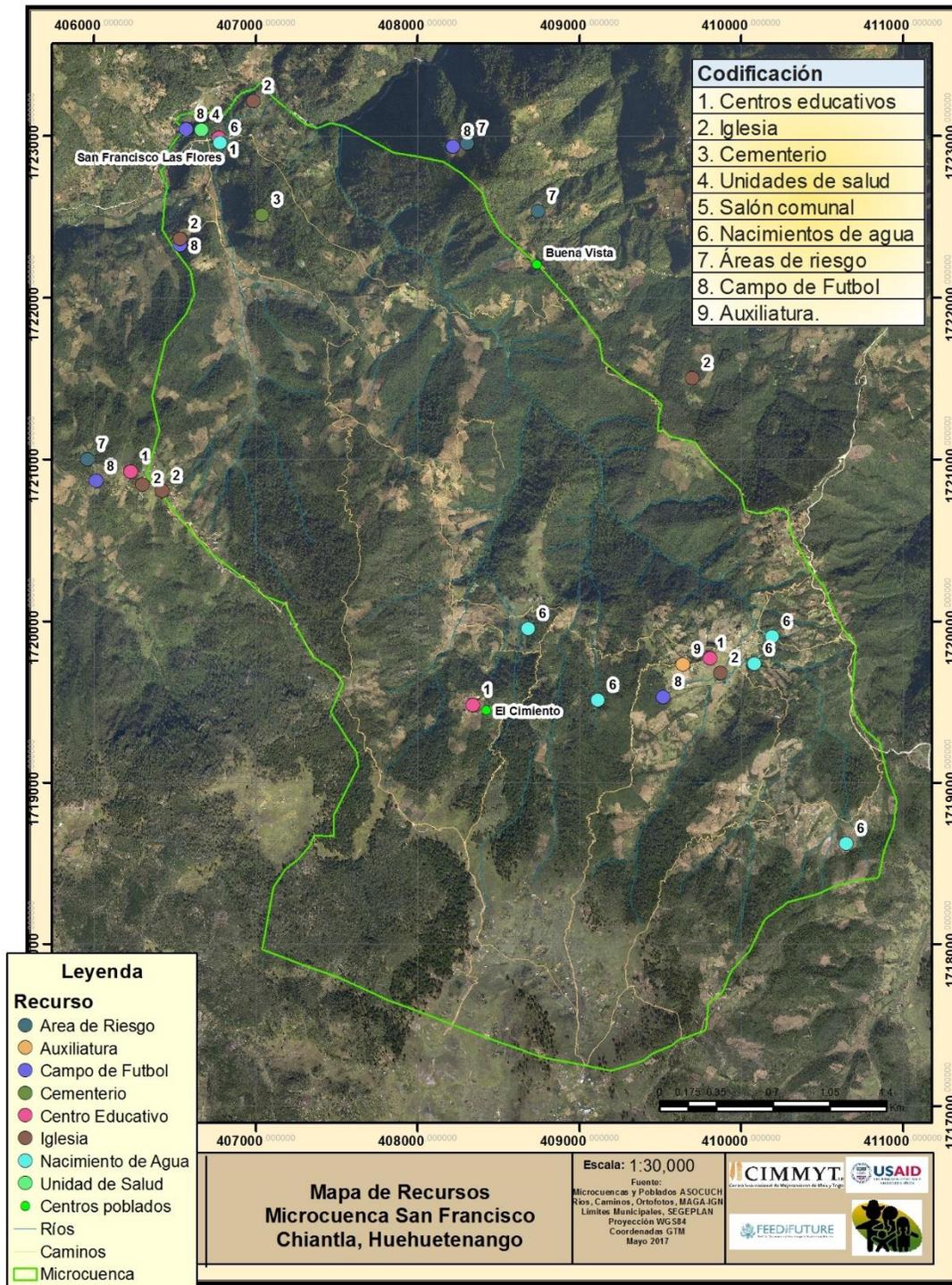
**Herramienta 2. Tabla para priorizar los cambios climáticos**

**Herramienta 3. Tabla para priorizar los Cambios Climáticos.**

Cambios Climáticos	Vientos	Sequia	Lluvias	Heladas	Aumento de Temperaturas	Total
Vientos		Sequia	Lluvias	Heladas	Aumento de las Temperaturas	0
Sequias			Sequia	Sequia	Sequia	4
Lluvias				Lluvias	Lluvias	3
Heladas					Aumento de las Temperaturas	1
Aumento de Temperaturas						2
<b>Total</b>	0	4	3	1	2	

Fuente: Taller 1. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo 2017.

Herramienta 4. Mapeo de recursos importantes.



**Herramienta 5. Distribución de tareas para hombres y mujeres.**

**ACTIVIDADES DE MUJERES:**

No.	Hora	Actividades
1	5:00	Preparar fuego y elaborar desayuno
2	6:00	Desayuno
3	7:00	Limpieza
4	8:00 – 11:00	Moler, tortear, atender a los animales y lavar ropa
5	11:00 – 13:00	Preparación de almuerzo
6	13:00 – 14:00	Almuerzo
7	14:00 – 17:00	Lavar trastos, limpieza de cocina, acarreo de agua, lavar ropa, apoyo a niños en tareas educativas NOTA: Participan en COCODES y actividades comunitarias Limpieza personal y de los niños
8	17:00 – 18:00	Preparación de alimentos
9	18:00 – 19:00	Cena
10	19:00 – 19:30	Limpieza de cocina
11	19:30 – 22:00	Ver televisión, escuchar música, oración y dormir.
NOTA: Eventualmente participan en reuniones de la iglesia, padres de familia o de salud, entre otras actividades de la comunidad y del municipio.		

Fuente: Taller 1. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo 2017.

**ACTIVIDADES DE HOMBRES:**

No.	Hora	Actividades
	5.00 – 6:00	Se levanta
	7:00 – 8:00	Desayuno
	10:00	Refacción
	7:00 a 15:00	Trabajan
	12:00 a 13:00	Almuerzo
	17:00 -19:00	Atienden a los animales domésticos y rajan leña
	19:00 – 20:00	Cenan
	21:00 – 22:00	Dormir
NOTA: Frecuentemente participan en reuniones de la comunidad y del municipio.		

Fuente: Taller 1. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo 2017.

Herramienta 6. Calendario de los cambios climáticos.

Cambio \ Mes	Referencia	Magnitud	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
			Sequia	Antes	Alta										
Media						■	■								
Baja						■	■								
Después	Alta							■	■						
	Media														
	Baja														
Lluvias	Antes	Alta								■	■	■			
		Media					■	■	■	■	■	■	■	■	
		Baja	■	■										■	■
	Después	Alta													
		Media										■	■		
		Baja													
Aumento de las Temperaturas	Antes	Alta													
		Media													
		Baja													
	Después	Alta				■	■	■							
		Media													
		Baja													
Heladas	Antes	Alta												■	
		Media	■	■											
		Baja													
	Después	Alta													
		Media				■	■	■							
		Baja													

Fuente: Taller 2. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo 2017.

Herramienta 7. Matriz de vulnerabilidad.

44

Recursos Básicos	Recursos Básicos Importantes	Valoración del Impacto de los Cambios Climáticos 0=nulo; 1=mínimo; 2=leve; y, 3=severo				Recurso Punteo Total
		Sequias	Lluvias	Temperatura	Heladas	
cursos de Infraestructura	Carreteras	1	2	0	0	3
	Escuelas-Salones-Puestos salud	0	1	0	0	1
	Viviendas	1	2	1	0	4
	Energía eléctrica	0	1	0	0	1
	Agua entubada	1	1	0	0	2
Recursos Humanos	Autoridades Comunitarias	1	1	1	1	4
	Niños y Ancianos	2	2	2	2	8
	Adultos	2	1	1	1	5
	Maestros	2	1	1	1	5
	Comadronas	2	1	1	1	5
	Promotores/Comisiones	2	1	1	1	5
Recursos Naturales	Bosque	1	0	1	1	3
	Suelo	2	2	1	1	6
	Fuentes de agua	2	1	2	0	5
	Fauna Silvestre	2	0	2	1	5
Recursos Agropecuarios	Maíz	3	1	2	2	8
	Hortalizas	3	2	2	2	9
	Papa	3	2	2	2	9
	Frutales	2	1	2	2	7
	Producción pecuaria	2	1	1	2	6
<b>TOTALES</b>		<b>34</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	

Fuente: Taller 2. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo 2017.

**NOTA:** Los resultados se visualizan por colores. Rojo = Severo. Anaranjado = Leve. Verde = Mínimo. Celeste = Nulo.

**Herramienta 8. Matriz de impacto y adaptación.**

Cambio Climático	Recurso Básico Afectado	Efecto sobre los Recursos Básicos	Estrategias de la Comunidad para adaptarse y responder al impacto y al Cambio Climático	Opciones de respuestas potenciales de adaptación para responder al impacto y al Cambio Climático a largo plazo
Sequia	Maíz	a) Se marchita y no crece; b) Proliferación de plagas y enfermedades (gusano Cogollero, argeño, gallina ciega hormigas, y mancha de asfalto. c) enfermedades post cosecha. d) Bajo crecimiento de la planta. e) Dificultad en el laboreo. d) No engrana los elotes. f) poca efectividad de los fertilizantes.	a) Algunos incorporan abono orgánico, b) Algunos incorporan al suelo residuos de la cosecha anterior, c) Algunos implementan productos orgánicos para el control de plagas y abonos foliares. d) algunos utilizan materia orgánica comercial. e) Algunos queman los residuos de la cosecha anterior. f) Se cuenta con una reserva comunitaria de semillas.	a) Asistencia técnica productiva. b) Abonos orgánicos. c) Conservación de suelos. d) Asistencia técnica para producción de abonos orgánicos, e) Análisis de suelo para conocer la fertilidad, f) Implementar prácticas de selección masal.
	Papas y Hortalizas	a) La papa se raya y se pica. b) Disminuye la calidad del producto. c) La papa se queda pequeña, d) Se incrementa la plaga del arador, gusanos y pulgones. e) La papa se pone dulce y cambia de color. f) Bajos rendimientos, g) Ataque de tizones.	a) Algunos implementan abonos orgánicos b) Muy pocos agricultores manifiestan manejar productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades.	a) Asistencia técnica para control de nematodos, b) Implementación de abonos orgánicos. c) Desarrollar estrategias de comercialización. d) Asistencia técnica para la selección y manejo de semilla. e) Fortalecer la asistencia técnica productiva.
	Suelo	a), El suelo arcilloso se compacta y revienta. b) Se dificulta el laboreo. d) En algunos suelos existe erosión por el viento.	a) Algunos implementan prácticas de conservación de suelos. b) Algunos implementan riegos. c) Algunos implementan barreras vivas con aliso.	a) Implementación de sistemas de riego eficientes con bajo consumo de agua. b) Conservación de suelos. c) Sistemas agroforestales.
	Fuentes de Agua	a) Baja su caudal	a) Limpiar las fuentes de agua para que no se contaminen.	a) Reforestar en las zonas de recarga hídrica de la microcuenca.

Cambio Climático	Recurso Básico Afectado	Efecto sobre los Recursos Básicos	Estrategias de la Comunidad para adaptarse y responder al impacto y al Cambio Climático	Opciones de respuestas potenciales de adaptación para responder al impacto y al Cambio Climático a largo plazo
Lluvias Fuertes	Maíz	a) Erosión de suelos en pendientes fuertes. b) Argeños. c) Se pudren las semillas. d) Pudrición en almacén. e) Se dificulta el laboreo. f) germinación de semillas en almacén. g) Proliferación de plagas y enfermedades. h) los fertilizantes se lavan.	a) Algunos han implementado acequias. b) Algunos productores hacen un buen secado del maíz previo a almacenarlo.	a), Asistencia técnica productiva, b) Conservación de suelos. c) Preservación de variedades locales tolerantes. d) fortalecer el uso de las reserva de semillas. e) Implementar prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades con enfoque orgánico. f) Diversificar el sistema milpa con especies locales adaptadas.
	Papa y Hortalizas	a) Argeños, b) Tizones, c) Se pudren y caen al suelo. d) Presencia de nematodos, e) Daños por ataques de hongos del suelo. f) Semilla de papa de baja calidad. g) No siembran hortalizas resistentes a los efectos de las fuertes lluvias. i) Pérdida de las inversiones.	a) Algunos productores prepara y aplican productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades b) El aporque de la papa lo hacen alto para evitar la caída de la planta.	a) Fungicidas orgánicos. b) Implementación de macro túneles para hortalizas. c) Fortalecer la asistencia técnica productiva. d) Implementar y fortalecer prácticas para el manejo post cosecha. f) Implementar prácticas para el control de nematodos.
	Suelo	a) Erosión en pendientes fuertes, b) Pérdida de la fertilidad. c) Terrenos muy inclinados. d) Las corrientadas arrastran el suelo a las partes más bajas.	a) Algunos implementan barreras vivas, y algunos implementan otras prácticas de conservación de suelo.	a) Fortalecer prácticas de conservación de suelos. b) implementar unidades agroforestales. c) Fortalecer las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades del suelo.
	Fuentes de Agua	a) Deslaves que afectan las fuentes de agua. b) El agua se contamina con partículas de suelo.	a) Trabajos de limpieza para mantener limpias las fuentes de agua.	a) Mejorar las condiciones del entorno de las fuentes para que no se afecten fuertemente por derrumbes y deslaves. b) Reforestar el entorno de las fuentes de agua. c) Impulsar prácticas de tratamiento de agua para consumo humano.

Cambio Climático	Recurso Básico Afectado	Efecto sobre los Recursos Básicos	Estrategias de la Comunidad para adaptarse y responder al impacto y al Cambio Climático	Opciones de respuestas potenciales de adaptación para responder al impacto y al Cambio Climático a largo plazo
Aumento de las Temperaturas	Maíz	a) Incidencia de plagas y enfermedades. b) Incremento de la humedad relativa. c) Marchitamiento de plantas. d) Irregular desarrollo y llenado del elote.	a) Uso de algunos materiales tolerantes.	a) Fortalecer las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades.
	Papa	a) Incidencia de plagas y enfermedades. b) Incremento de la humedad relativa. c) Marchitamiento de plantas. d) Bajos rendimientos de la producción. e) Incremento de los costos de producción.	a) Uso de algunos materiales tolerantes.	a) Fortalecer las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades. b) Impulsar el uso de materiales genéticos tolerantes. c) Fortalecer la asistencia técnica productiva.
	Suelo	a) Se generan las condiciones ideales para la proliferación de plagas y enfermedades.	a) Algunos agricultores implementan el uso de materiales orgánicos para incorporarlos al suelo como medida de retención de humedad.	a) Fortalecer las prácticas de conservación de suelos.
	Niños y Ancianos	a) Incidencias de enfermedades respiratorias, estomacales y de la piel. b) Proliferación de plagas de piojos.	a) No se exponen mucho tiempo al sol. b) Consumen abundante agua.	a) Baños con plantas medicinales. b) Gestión de una Unidad Mínima de Salud.

Cambio Climático	Recurso Básico Afectado	Efecto sobre los Recursos Básicos	Estrategias de la Comunidad para adaptarse y responder al impacto y al Cambio Climático	Opciones de respuestas potenciales de adaptación para responder al impacto y al Cambio Climático a largo plazo
Heladas	Maíz	a) Dependiendo de la intensidad de la helada, daños parciales o totales. b) Bajos rendimientos c) Pérdida de la inversión económica.	a) Algunos están usando semillas de plantas tolerantes.	a) Fortalecimiento de la asistencia técnica productiva.
	Papa y hortalizas	a) Daños parciales o totales en el cultivo. b) En daños parciales hay disminución de la calidad de la papa. c) Pérdida de la inversión económica. d) Se ve afectada la economía familiar.	a) Se están utilizando variedades tolerantes, Icta Frit, Tollocan, Loman y Criollas.	a) Preservación de materiales criollos tolerantes. b) Fortalecer la asistencia técnica productiva. c) Implementación de Macro túneles para el cultivo de hortalizas.
	Niños y Ancianos	a) Incidencia de enfermedades respiratorias y de la piel, como gripe, amigdalitis, virus, neumonías, dermatitis.	a) Algunos utilizan plantas medicinales como te de limón, izote, güisquil, limón, canela, ocote mezclado con miel. b) Algunos utilizan medicina convencional. c) En época de heladas se abrigan con ropa gruesa.	a) Implementar y mantener prácticas de salud preventiva. b) Promover el establecimiento, uso y manejo de plantas medicinales.

Fuente: Taller 2. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo, 2017.

**Herramienta 9. Prácticas agronómicas y problemática en el Sistema Milpa.**

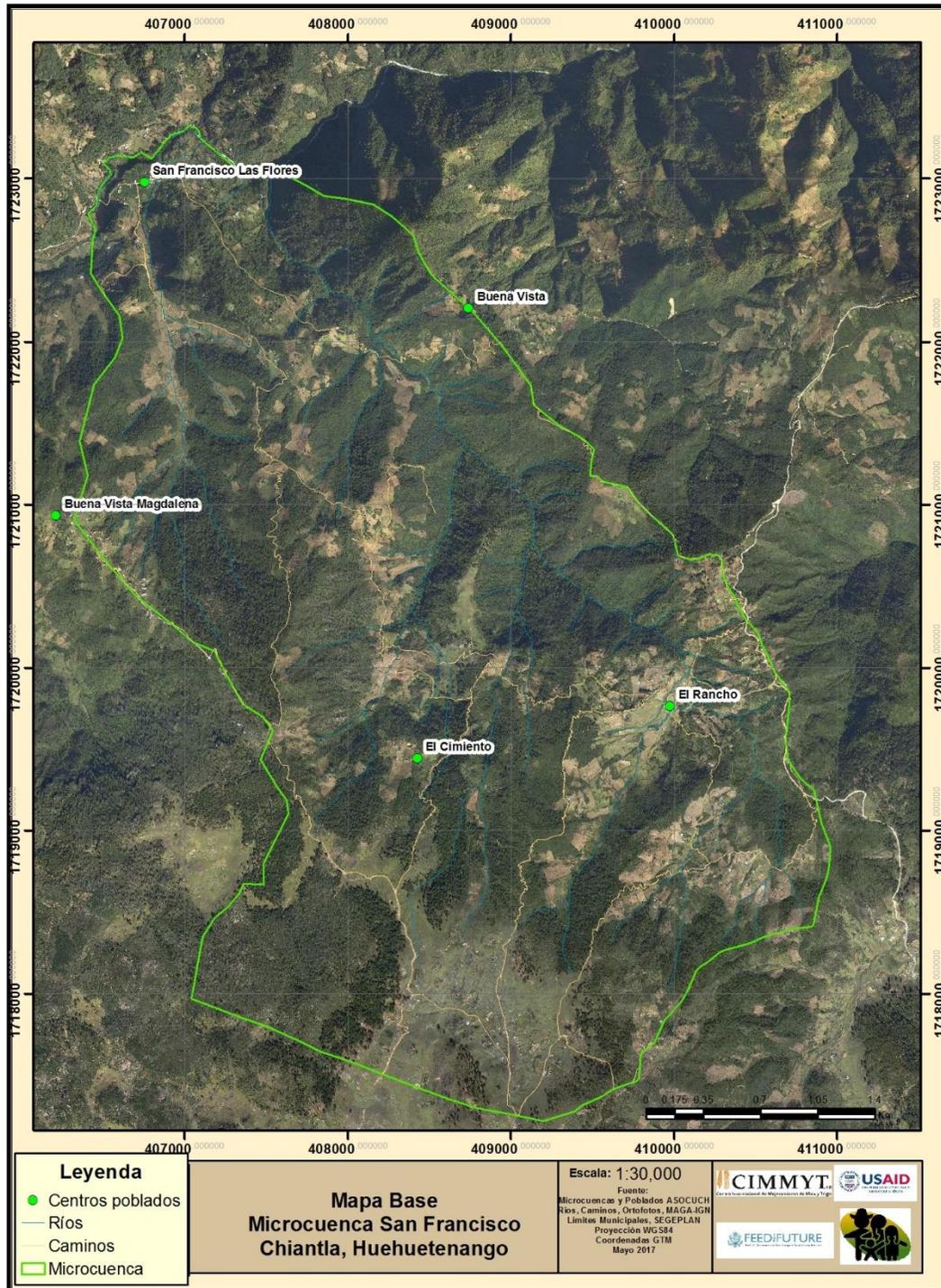
Prácticas de producción	Como se involucran las Mujeres y labores que realizan.	Como se involucran los Hombres y labores que realizan.	Como se involucran los Jóvenes y labores que realizan.	Problemática	Respuesta a la Problemática
<b>Preparación del suelo</b>	No se involucran directamente, pero participan preparando los alimentos.	Las prácticas las realizan manualmente utilizando herramientas como: azadón, piocha y machete.	Si se involucran directamente en estas labores	a) Incidencia de plagas del suelo, difíciles de controlar como: gallina ciega, gusano nochero y hormigas. b) En condiciones de fuertes sequías y lluvias se dificultan las labores. c) Se implementan pocas prácticas de conservación de suelos. d) En suelos compactos y secos se presenta una baja germinación de las semillas. e) Algunos productores manifiestan quemar los residuos de la cosecha anterior.	a) Fortalecimiento de la asistencia técnica para el manejo integrado de plagas del suelo. b) Algunos productores incorporan al suelo los residuos de la cosecha anterior como medida para mejorar la fertilidad y conservar la humedad del suelo.
<b>Siembra y Re-siembra</b>	Si se involucran la mayoría de las mujeres, también preparan los alimentos. Las hierbas nativas crecen de manera natural como el apazote, nabo, verbena, malva, llantén, mientras que la ruda, güisquil, ayote, chipilín, mostaza, entre otras son las mujeres las que se encargan de sembrarlas.	a) La siembra la realizan tanto en la parte alta como en la baja de febrero a marzo, utilizando de 4 a 5 granos de maíz y de 1 a 2 de frijol por postura. b) Las variedades de maíz que implementan son: Salquil, del aguacate y Chucuy, además se siembra chilacayote, ayote, frijol chamborote y frijol negro de enredo.	Si se involucran directamente en estas labores.	a) Bajo condiciones de fuertes sequías y lluvias germina un bajo porcentaje de las semillas. b) Por ataque de plagas y enfermedades del suelo se ven en la necesidad de realizar una resiembra.	a) la mayoría de productores menciona la importancia de diversificar el sistema milpa para el beneficio de la dieta familiar y animal.

Prácticas de producción	Como se involucran las Mujeres y labores que realizan.	Como se involucran los Hombres y labores que realizan.	Como se involucran los Jóvenes y labores que realizan.	Problemática	Respuesta a la Problemática
<b>Control de malezas y aporque</b>	No participan directamente en esta actividad	La primera limpia la realizan 40 días después de la siembra. La segunda limpia la realizan 3 meses después de la siembra, aquí aprovechan para realizar la fertilización y una calza alta para fortalecer el tallo de la planta.	Si se involucran en esta practica	En condiciones de alta humedad en el suelo se presenta una alta densidad de malas hierbas y se dificulta el laboreo	La mayoría de productores mencionan asegurar una buena práctica de limpias y una calza alta cuando las condiciones climáticas y de suelo lo permiten.
<b>Fertilización</b>	En esta práctica no participan las mujeres	La primera fertilización la realizan 4 meses después de la siembra. Se realiza únicamente una fertilización química, utilizando normalmente la fórmula 15-15-15, al momento de la segunda limpia, utilizan entre 30 y 35 libras de fertilizante por cuerda.	Si se involucran	a) En condiciones de fuerte sequías y lluvia es poco eficiente el fertilizante. b) Se tiene poco conocimiento de la implementación y manejo de materia orgánica de recursos locales. c) Se continúa teniendo dependencia de los fertilizantes químicos comerciales.	a) La mayoría de productores están conscientes de la importancia de utilizar materia orgánica de recursos locales. b) Se hace necesario fortalecer la asistencia técnica para la preservación uso y manejo de materia orgánica para la producción agrícola
<b>Control de Plagas y Enfermedades</b>	Las mujeres no participan	Normalmente para esta práctica se continua con la dependencia en el uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, utilizan equipo de aspersión	Si se involucran	a) Los productores manifiestan que bajo condiciones de fuertes sequías y lluvias se presenta una fuerte incidencia de plagas y enfermedades. b) Reconocen que los nematodos son una plaga del suelo pero no conocen su control efectivo. c) Reconocen que el uso desmedido de pesticidas genera resistencia a los ingredientes activos.	a) Fortalecer la asistencia técnica para el manejo integrado. b) Algunos productores aseguran una buena práctica de limpias para disminuir la presencia de plagas. c) Para disminuir la dependencia de productos agroquímicos los agricultores están conscientes de la efectividad en el uso e implementación de productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades.

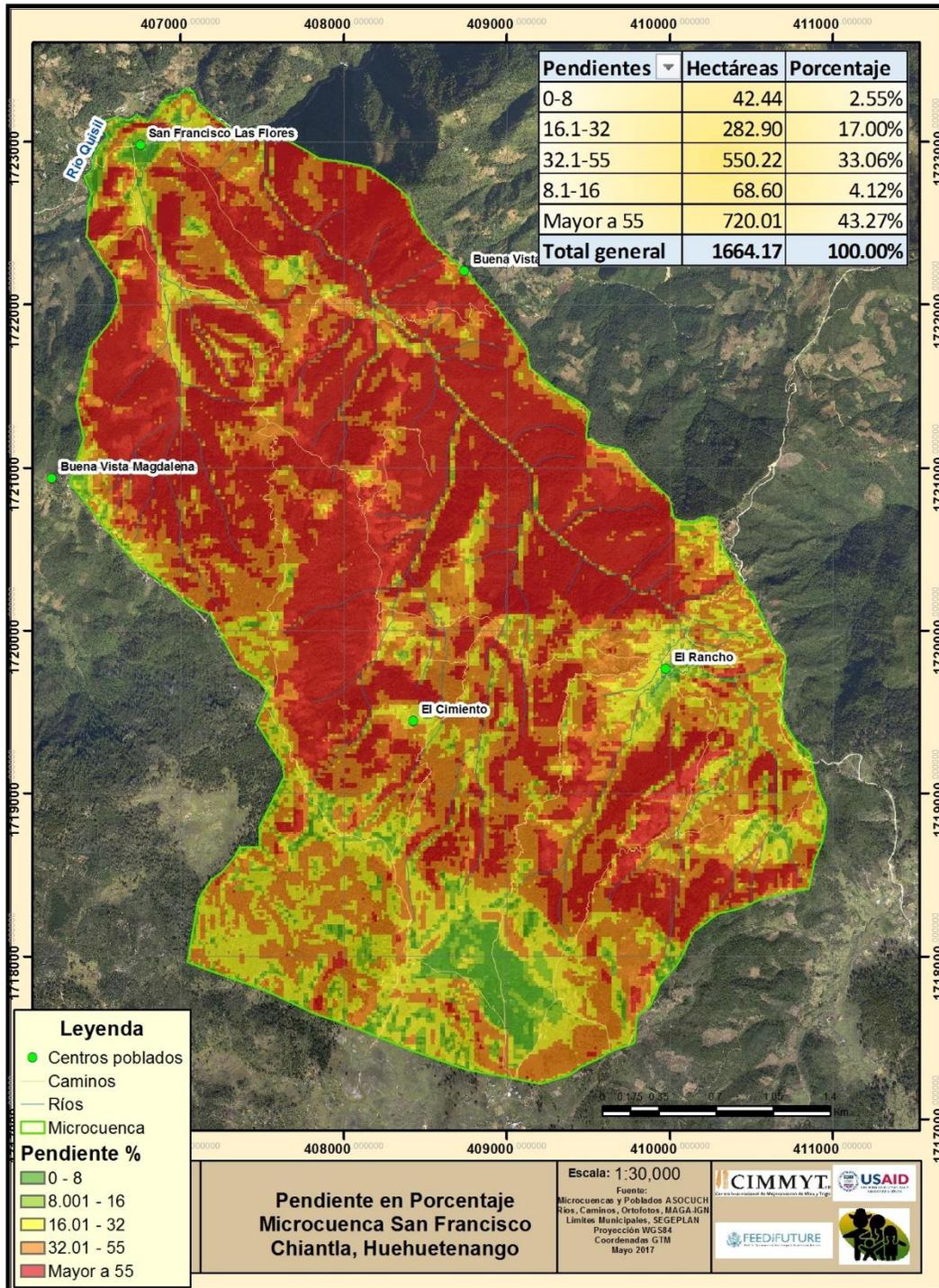
Prácticas de producción	Como se involucran las Mujeres y labores que realizan.	Como se involucran los Hombres y labores que realizan.	Como se involucran los Jóvenes y labores que realizan.	Problemática	Respuesta a la Problemática
<b>Cosecha</b>	Si se involucran	a) Los rendimientos de las variedades de maíz cultivadas son: de 6 arrobas a 2 quintales por cuerda. b) La cosecha para todas las comunidades se realiza de septiembre a noviembre. c) La cosecha de hierbas y plantas medicinales se hace durante el crecimiento del maíz y frijol.	Si se involucran	a) Bajo fuertes efectos de los cambios climáticos se presentan bajos rendimientos especialmente en maíz y frijol. b) Se presenta una baja calidad de la producción destinada para el consumo familiar.	a) Estimular y fortalecer las prácticas de selección masal para asegurar la calidad genética de las destinadas para el siguiente ciclo productivo.
<b>Post cosecha</b>	Si se involucran en el desgranado de las mazorcas	a) Una de las técnicas de secado que implementan es colgar el maíz en mancuernas, secado en patios, b) El almacenamiento algunos productores implementan trojas, tapanco y una minoría utiliza silos. c) La selección de semilla se realiza utilizando prácticas locales heredadas.	Si se involucran	a) Incidencia de plagas como palomillas, gorgojos y roedores. b) pudrición de granos en almacén. c) no se cuenta con los conocimientos técnicos para darle un adecuado y seguro almacenamiento de la cosecha de granos.	a) Concientizar a los productores sobre la importancia de la reserva comunitaria de semillas. b) Fortalecer la asistencia técnica para el manejo post cosecha. c) Los productores manifiestan la importancia de realizar un buen secado del maíz previo a su almacenamiento.

Fuente: Taller 2. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Mayo, 2017.

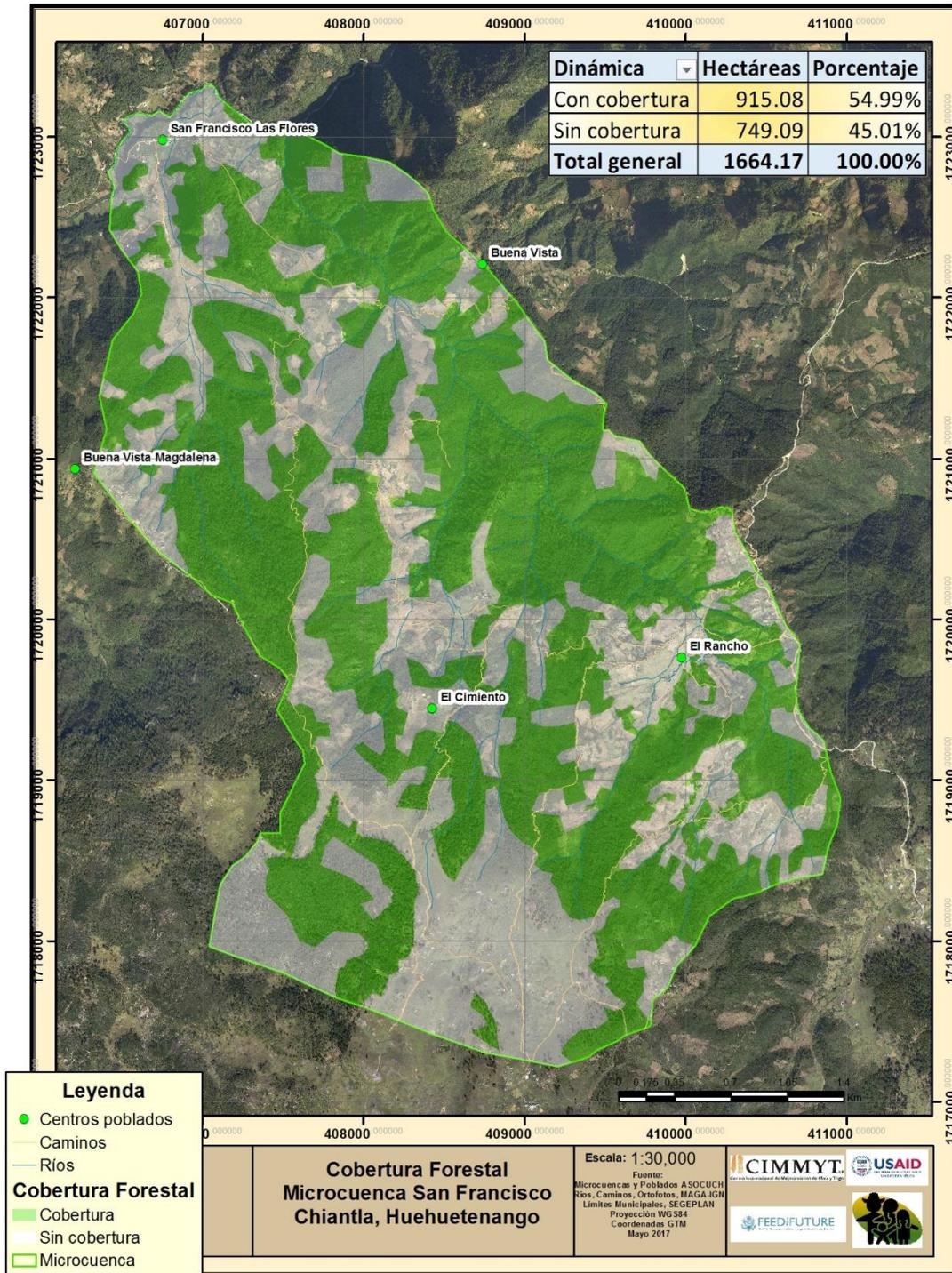
Anexo 2. Mapa base de la Microcuenca



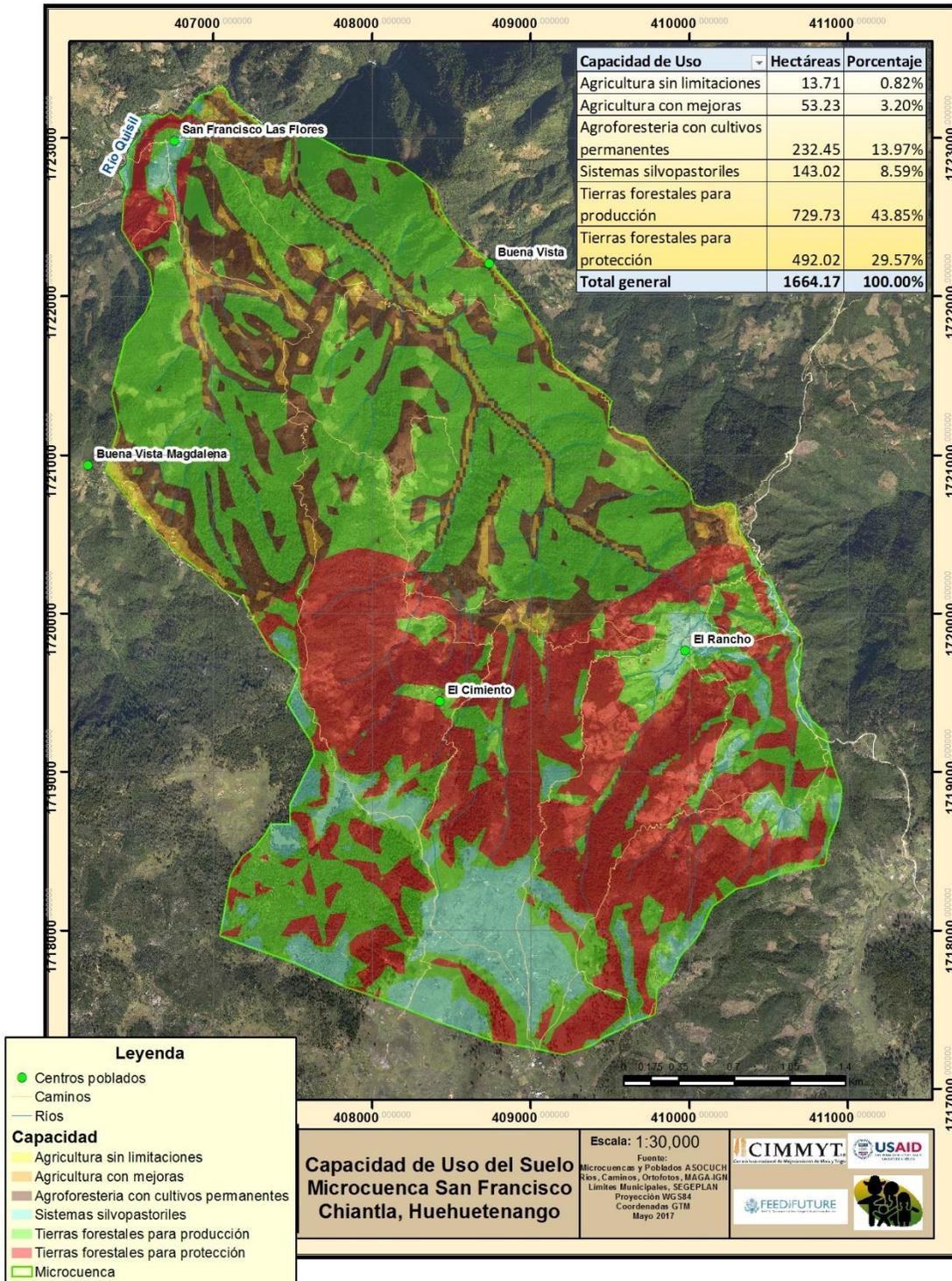
Anexo 3. Mapa de pendientes



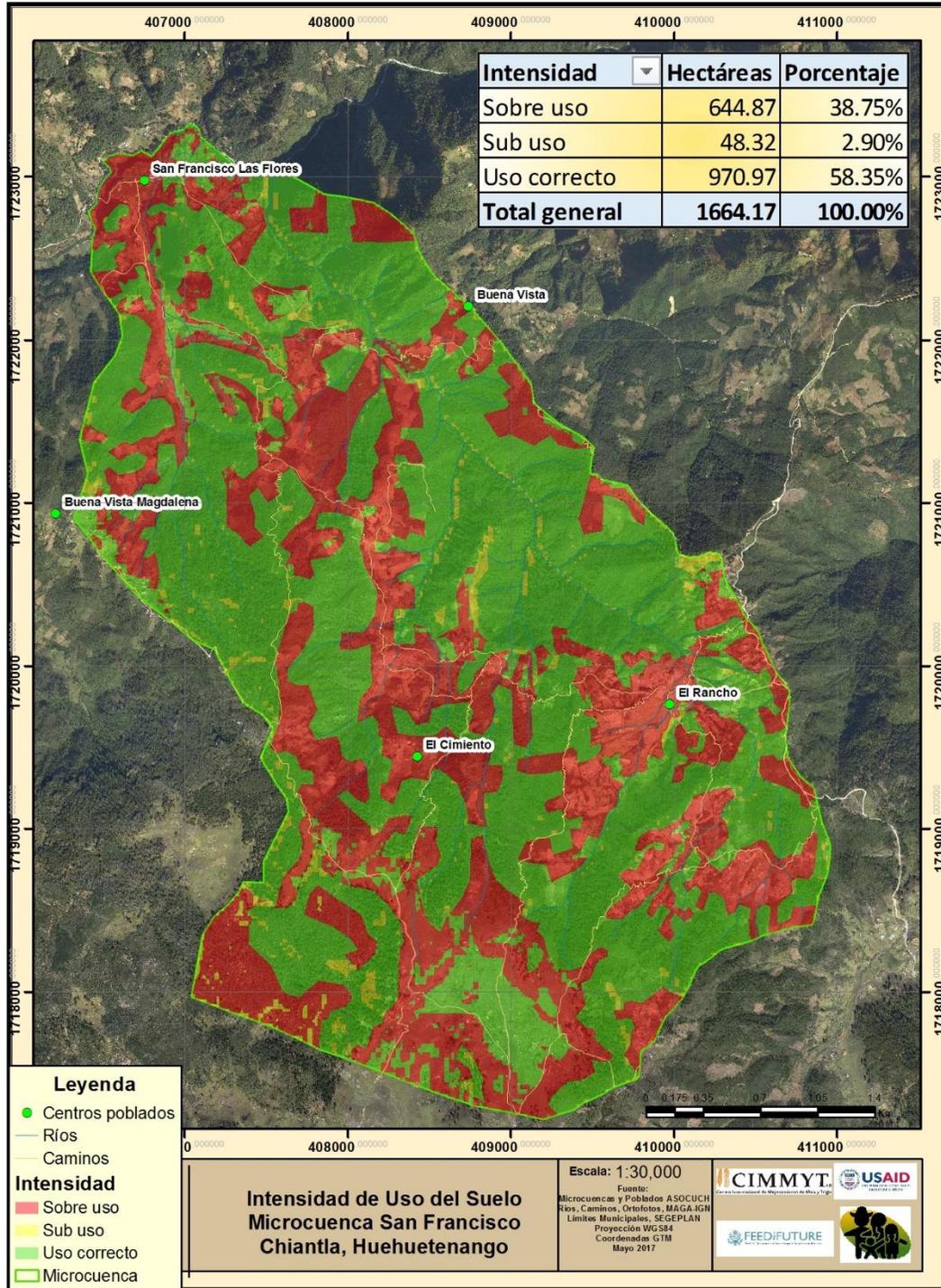
Anexo 4. Mapa de cobertura forestal



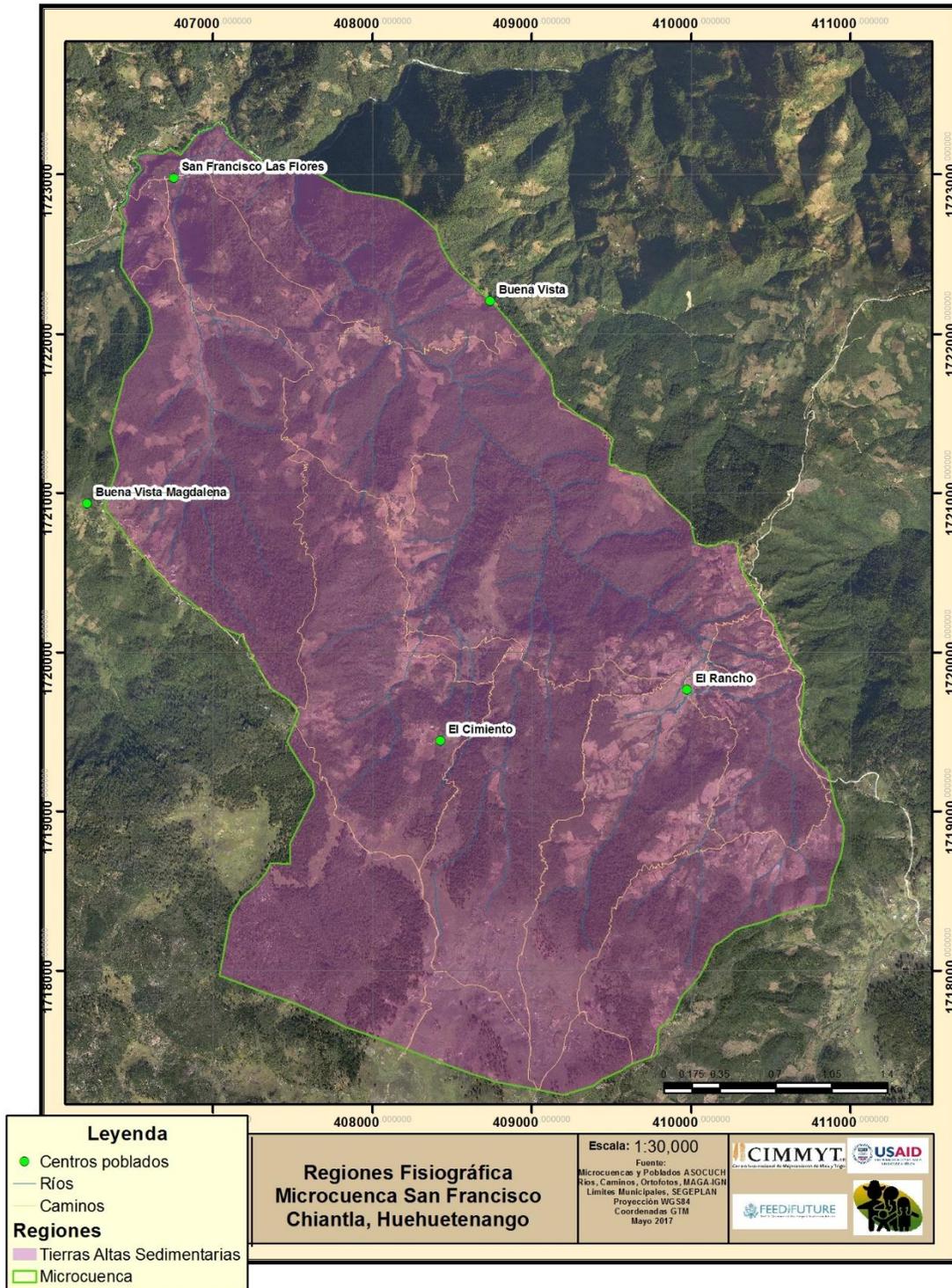
Anexo 5. Mapa de capacidad de uso del suelo



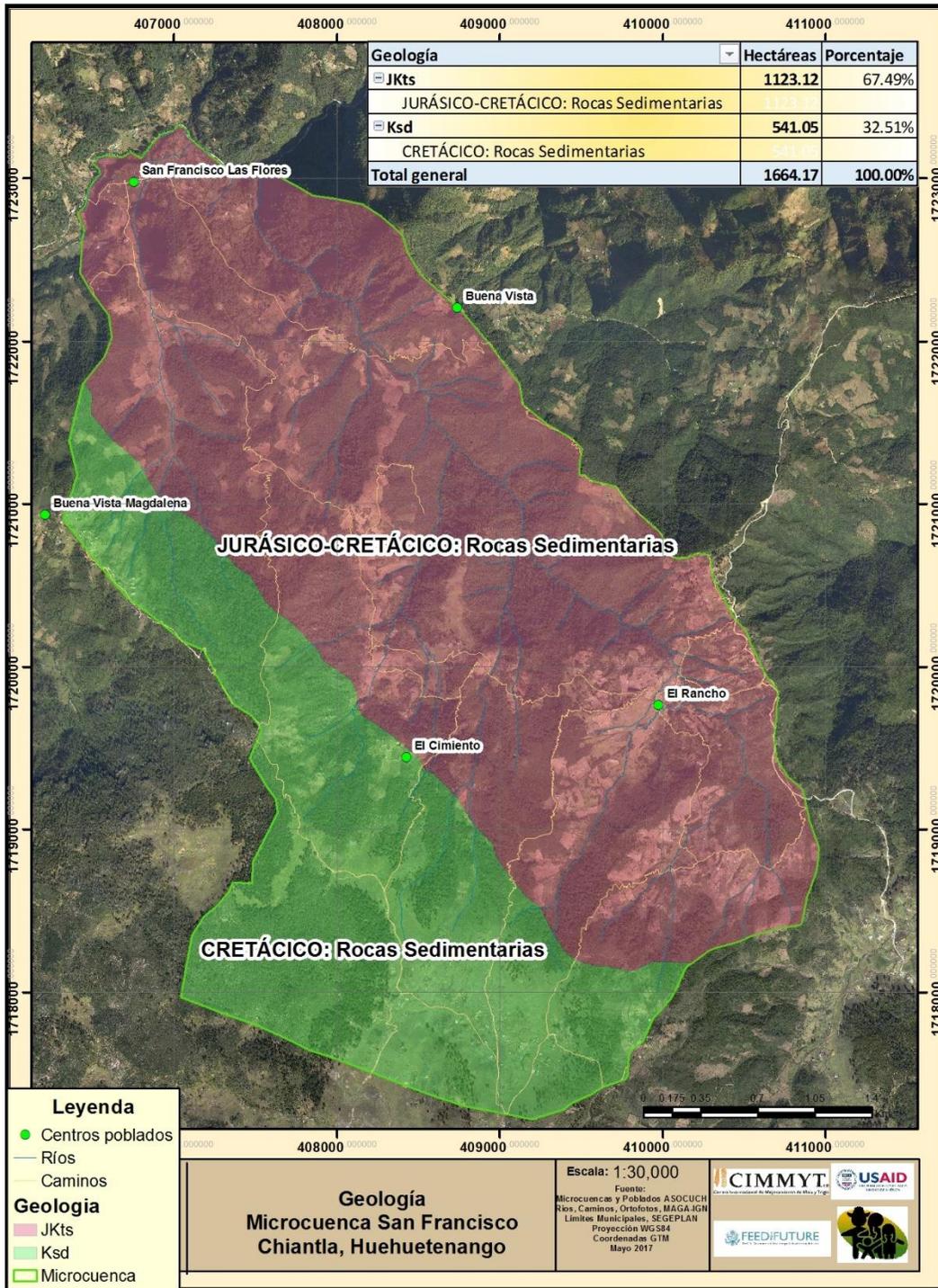
Anexo 6. Mapa de intensidad de uso del suelo



Anexo 7. Mapa de regiones fisiográficas



Anexo 8. Mapa geológico



## Anexo 9. Información climática.

59

La estación meteorológica más cercana a la Microcuenca Río San Francisco, es la ubicada en el municipio de Todos Santos Cuchumatán. Estos registros climáticos se consideran validos por la cercanía y porque existen condiciones climáticas similares en la Microcuenca Río San Francisco.

Para conocer el comportamiento del clima en el área bajo estudio se analizaron las variables climáticas de temperatura, precipitaciones y días de lluvia, lo cual se detalla a continuación.

### a) Temperatura mínima absoluta mensual (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	4.0	2.8	5.8	6.2	7.2	8.0	6.8	7.8	7.6	4.6	4.4	3.4
1991	4.1	3.0	4.2	6.6	8.2	9.0	7.0	6.4	7.2	6.0	3.8	2.6
1992	4.2	3.8	4.6	7.0	6.0	9.2	7.0	7.2	7.4	6.4	6.4	5.8
1993	1.4	2.4	3.8	7.4	7.6	7.4	6.8	7.6	7.9	7.8	3.4	3.8
1994	2.6	3.0	5.2	6.4	8.2	7.4	7.2	7.6	7.2	6.0	6.2	N/D
1995	N/D	4.8	3.2	5.4	8.2	6.4	8.0	8.0	8.2	5.2	6.2	5.0
1996	2.0	2.8	3.0	4.0	8.0	8.0	6.4	5.4	7.6	6.8	3.6	4.2
1997	1.0	2.8	3.6	7.0	5.8	6.0	6.4	7.6	6.8	5.4	5.6	2.8
1998	4.4	2.4	2.4	3.6	3.6	4.8	5.0	6.0	6.2	7.2	6.6	2.6
1999	1.2	3.6	-2.8	-3.0	3.4	4.8	6.0	5.0	5.4	2.0	1.0	1.6
2000	0.0	0.0	0.1	1.4	4.2	2.0	1.8	3.0	2.0	1.8	1.2	N/D
2001	4.6	2.8	1.2	2.4	3.6	3.2	3.6	3.8	4.2	2.4	0.0	0.4
2002	1.4	N/D	N/D	5.0	5.0	5.3	7.0	7.5	8.4	6.4	2.8	4.6
2003	2.6	4.2	4.0	6.0	7.0	8.8	7.0	7.6	7.0	7.8	6.4	1.2
2004	5.0	1.0	3.4	1.8	8.0	6.8	7.2	6.0	5.0	4.0	-3.0	2.0
2005	-0.4	-1.0	3.2	0.3	5.0	7.0	4.5	6.0	8.0	2.8	1.0	0.4
2006	N/D	N/D	4.2	2.0	2.6	6.0	7.0	N/D	N/D	N/D	1.0	-2.0
2007	-3.0	-2.0	1.0	5.0	6.2	7.0	7.0	7.0	7.8	4.0	3.0	4.2
2008	1.0	4.0	4.8	5.0	7.2	8.2	8.0	7.4	7.4	0.0	1.0	2.0
2009	1.4	0.0	2.8	4.8	7.0	7.2	7.0	6.0	7.0	6.0	3.0	1.0
2010	2.0	4.0	5.0	6.0	5.0	7.0	8.0	9.2	8.0	3.0	1.0	0.0
2011	2.8	4.0	4.0	6.0	6.2	7.0	8.2	8.0	7.2	3.4	3.0	0.4
2012	2.1	2.4	3.2	4.4	6.1	6.7	6.5	6.7	6.8	5.0	3.1	2.3
2013	2.0	2.6	3.6	4.6	5.7	7.2	7.3	7.2	6.5	6.4	4.5	2.8
2014	1.8	2.4	3.5	5.0	6.8	8.1	7.1	6.5	7.4	7.1	3.8	2.4
2015	0.8	2.1	4.2	2.0	4.5	8.5	8.9	7.5	6.2	7.2	2.0	2.2
2016	1.2	1	3	3.6	5.2	7	6	7.2	6	4.6	3	1.8
<b>Promedio</b>	<b>2.0</b>	<b>2.4</b>	<b>3.2</b>	<b>4.3</b>	<b>6.0</b>	<b>6.8</b>	<b>6.6</b>	<b>6.7</b>	<b>6.8</b>	<b>5</b>	<b>3.1</b>	<b>2.3</b>

Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.

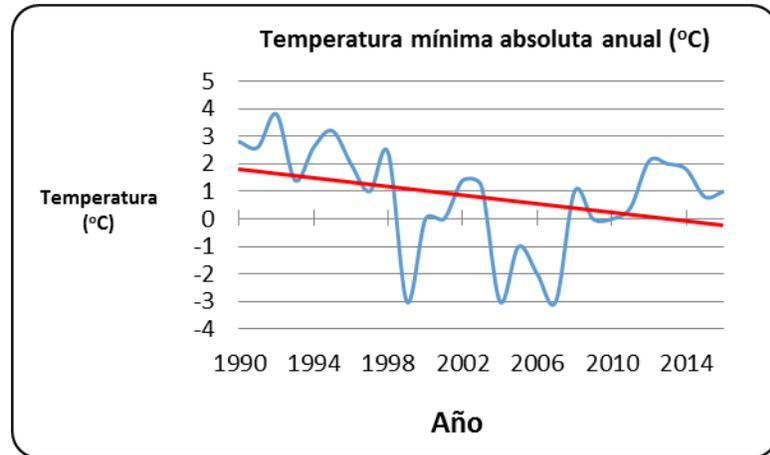
Según registros climáticos del año 1990 al año 2016, los meses con temperaturas más frías son diciembre, enero y febrero.

**b) Temperatura mínima absoluta anual (°C)**

Año	Temperatura (°C)
1990	2.8
1991	2.6
1992	3.8
1993	1.4
1994	2.6
1995	3.2
1996	2.0
1997	1.0
1998	2.4
1999	-3.0
2000	0.0
2001	0.0
2002	1.4
2003	1.2
2004	-3.0
2005	-1.0
2006	-2.0
2007	-3.0
2008	1.0
2009	0.0
2010	0.0
2011	0.4
2012	2.1
2013	2.0
2014	1.8
2015	0.8
2016	1

Las temperaturas más frías se registraron en los años de 1999, 2004 y 2007.

Según registros climáticos analizados, la temperatura mínima absoluta anual mantiene una tendencia a la baja (ver figura).



Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.

c) Temperatura máxima absoluta mensual (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	21.0	23.0	23.6	26.0	23.5	25.5	22.2	22.8	22.6	22.0	21.5	N/D
1991	22.0	23.4	25.5	27.0	24.5	24.0	23.0	22.5	21.4	21.4	23.0	22.2
1992	22.3	23.2	25.5	26.5	25.2	24.6	22.4	22.0	22.0	21.0	22.2	20.6
1993	21.6	23.0	24.2	24.4	24.4	24.5	22.5	21.6	20.6	21.4	22.2	23.2
1994	22.2	21.8	24.6	24.6	24.0	23.2	22.6	23.0	21.4	21.6	21.4	N/D
1995	N/D	25.0	25.2	24.2	23.0	23.0	22.4	22.2	21.4	22.1	22.5	22.5
1996	22.0	22.0	27.2	24.0	21.5	20.5	23.0	21.5	21.5	21.5	21.5	20.5
1997	22.5	22.5	23.5	23.0	21.0	21.0	22.0	22.0	20.0	21.5	21.5	23.0
1998	22.5	26.0	25.0	23.5	23.0	22.0	22.0	21.5	21.5	21.5	20.5	21.5
1999	21.5	21.0	24.5	25.0	21.0	21.5	20.5	20.5	18.0	18.5	18.0	18.5
2000	19.5	20.5	23.0	21.5	21.0	19.5	20.0	20.0	19.5	18.0	19.0	19.0
2001	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	20.5	20.5	20.0	20.0	19.5	19.0	21.5
2002	21.0	N/D	N/D	25.0	24.0	21.5	21.0	22.0	21.5	20.0	21.0	19.0
2003	19.5	22.0	23.0	25.5	24.0	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	20.5	20.5
2004	20.0	22.0	22.0	25.0	22.5	20.5	22.5	22.5	20.5	20.0	20.5	21.5
2005	20.5	22.5	23.0	24.5	22.5	25.0	20.5	25.0	21.5	21.0	20.0	19.5
2006	N/D	N/D	23.5	25.5	24.0	20.5	21.5	N/D	N/D	N/D	22.0	20.5
2007	20.0	22.0	23.0	24.2	24.0	21.4	21.5	21.0	20.2	20.6	21.6	20.6
2008	19.6	21.0	23.8	25.2	25.6	21.6	21.8	21.8	22.0	N/D	21.0	21.0
2009	19.5	23.0	24.0	24.5	22.0	22.5	22.5	22.0	22.0	22.0	21.0	21.0
2010	23.5	23.5	26.0	26.0	24.5	23.0	22.0	22.0	21.5	21.5	20.0	19.5
2011	20.5	20.5	23.0	24.0	24.0	23.0	16.5	20.2	21.5	20.5	19.5	19.0
2012	21.2	22.5	24.1	24.6	23.2	22.3	21.6	21.8	21.1	20.9	20.8	20.7
2013	20.5	21.4	23.5	25.0	23.3	22.0	21.4	21.0	21.4	21.3	20.5	21.0
2014	21.4	20.5	24.0	24.8	22.6	22.5	21.5	21.7	22.0	20.6	21.3	20.4
2015	23.4	24.3	25.4	26.3	24.3	23.8	22.0	20.8	23.7	21.5	21.5	19.8
2016	22	22.6	26.2	25	24.3	21.6	22	20.2	21.5	20.6	20.5	21
Promedio	21.3	22.4	24.2	24.7	23.3	22.3	21.6	21.7	21.2	20.9	20.8	20.7

Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.

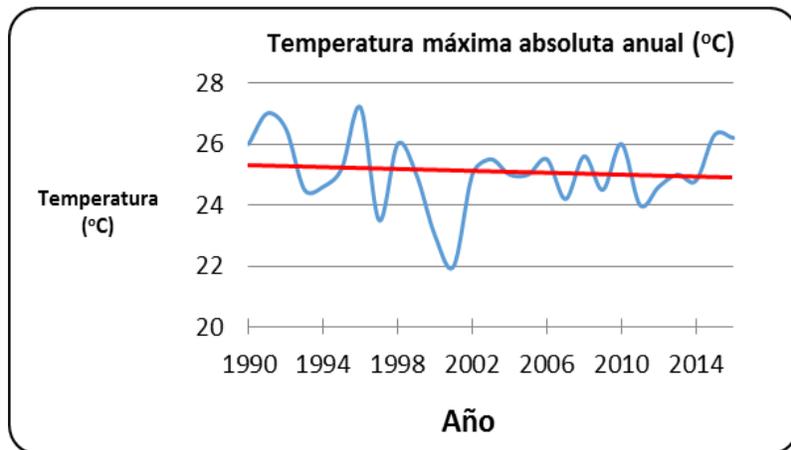
Según registros climáticos del año 1990 al año 2016, los meses en donde se presentan las temperaturas más altas son marzo, abril y mayo, que corresponde a la época más calurosa de la época denominada verano o época seca en esta región.

**d) Temperatura máxima absoluta anual (°C)**

Año	Precipitación (mm)
1990	26.0
1991	27.0
1992	26.5
1993	24.5
1994	24.6
1995	25.2
1996	27.2
1997	23.5
1998	26.0
1999	25.0
2000	23.0
2001	22.0
2002	25.0
2003	25.5
2004	25.0
2005	25.0
2006	25.5
2007	24.2
2008	25.6
2009	24.5
2010	26.0
2011	24.0
2012	24.6
2013	25.0
2014	24.8
2015	26.3
2016	26.2

En el período de 1990 al 2015, las temperaturas máximas absolutas anuales se registraron en los años de 1991 y 1996.

Según registros climáticos analizados, las temperaturas máximas absolutas anuales se han mantenido en los últimos años en un rango entre 22 y 27.2°C (ver figura).



Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica “Todos Santos”. INSIVUMEH, 2017.

e) Precipitación pluvial mensual (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	8.3	14.7	29.4	149.6	197.8	233.0	179.9	73.8	275.7	75.4	145.1	85.0
1991	0.0	0.0	0.0	60.2	270.9	245.0	64.0	96.0	212.3	105.3	38.2	77.6
1992	13.1	12.6	21.1	47.0	80.2	253.5	94.6	104.3	149.4	36.5	55.1	11.8
1993	N/D	5.0	45.6	46.8	144.2	262.1	93.8	148.3	168.1	119.7	11.5	8.0
1994	33.7	3.1	14.2	74.9	150.8	202.8	90.4	150.2	129.9	75.6	22.4	N/D
1995	N/D	4.2	31.3	178.4	204..3	202.7	149.2	191.4	N/D	107.7	21.7	38.7
1996	30.1	7.6	22.2	208.3	253.3	232.8	293.4	199.2	160.8	186.0	163.9	22.9
1997	7.6	39.1	17.5	72.3	174.1	208.0	151.5	111.7	276.7	88.6	59.2	33.9
1998	0.0	0.8	11.8	5.6	165.5	171.2	126.2	93.3	165.1	97.8	91.5	8.9
1999	11.6	26.9	1.7	104.7	156.2	305.3	182.5	187.1	267.9	122.1	71.0	34.1
2000	4.3	0.0	6.4	8.5	156.7	305.8	72.1	247.4	401.7	124.2	40.8	10.9
2001	10.3	5.8	2.3	42.7	171.9	112.8	218.8	189.7	237.3	216.0	14.8	0.7
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	228.8	125.9	88.2	241.6	90.6	36.3	27.2
2003	7.7	6.0	38.7	25.7	81.5	209.9	95.5	85.1	133.3	86.0	57.4	30.6
2004	8.2	8.3	5.7	74.0	155.8	154.0	68.0	53.6	138.5	189.1	42.5	26.0
2005	3.3	0.0	79.3	38.2	228.4	236.7	194.3	190.0	237.2	82.8	39.3	12.4
2006	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	78.6	38.8
2007	22.5	2.1	9.3	49.0	143.9	216.8	119.1	225.1	314.6	333.8	29.6	3.1
2008	20.5	58.1	9.3	63.8	246.2	265.4	205.2	176.8	328.6	N/D	4.6	2.1
2009	29.4	1.4	4.0	27.6	267.3	211.8	77.8	69.7	218.2	22.4	111.3	51.4
2010	17.8	1.0	21.6	113.2	334.2	200.7	281.0	355.0	313.0	37.0	59.0	12.0
2011	0.0	43.5	33.8	82.1	106.0	198.6	202.0	201.0	208.0	328.0	9.0	7.0
2012	12.8	11.4	19.3	70.1	174.2	221.8	146.9	154.1	228.9	126.4	54.6	25.8
2013	14.3	14.6	28.4	63.2	189.4	218.5	174.5	187.5	246.7	168.4	25.3	21.4
2014	13.7	16.4	23.5	49.5	153.6	235.9	159.7	145.7	298.5	121.2	12.4	10.5
2015	5.3	10.3	29.4	63.2	189.0	210.4	179.3	166.9	267.9	142.7	38.5	15.9
2016	6.8	5	22.6	65.8	193.4	225.5	145.8	150.3	230.6	135.6	48.4	23.2
Promedio	11.7	11.5	20.3	68.6	175.4	221.9	149.7	155.4	234.0	128.8	51.2	24.6

Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.

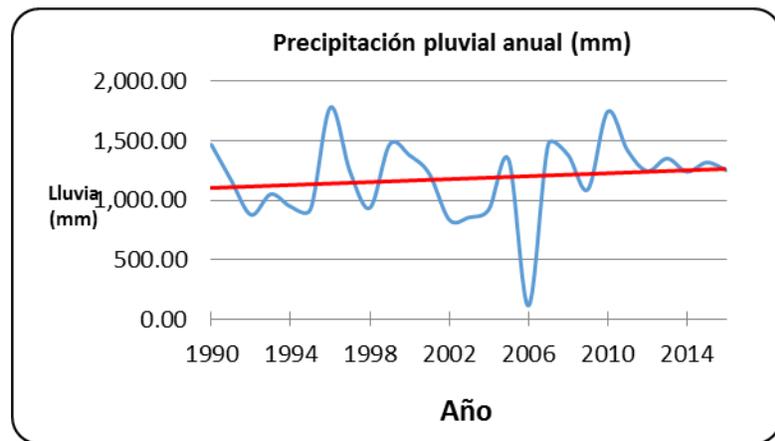
Según registros climáticos del año 1990 al año 2016, los meses más lluviosos van desde mayo a octubre, que corresponde a la época lluviosa de la región. En los meses de abril y noviembre todavía existe precipitación pluvial significativa.

**f) Precipitación pluvial anual (mm)**

Año	Precipitación (mm)
1990	1,467.7
1991	1,169.5
1992	879.2
1993	1,053.1
1994	948.0
1995	925.3
1996	1,780.5
1997	1,240.2
1998	937.7
1999	1,471.1
2000	1,378.8
2001	1,223.1
2002	838.6
2003	857.4
2004	923.7
2005	1,341.9
2006	117.4
2007	1,468.9
2008	1,380.6
2009	1,092.3
2010	1,745.5
2011	1,419.0
2012	1,246.3
2013	1,352.2
2014	1,240.6
2015	1,318.8
2016	1,253.0

En el período de 1990 al 2016, las precipitaciones pluviales más intensas se registraron en 1996 y el 2010.

Según registros climáticos analizados, las precipitaciones pluviales anuales mantienen una leve tendencia a la alza (ver figura). El año 2006 presenta un comportamiento irregular debido a que no se tienen registros completos para este año.



Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.

g) Días de lluvia mensual

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	4	7	10	16	20	25	28	24	26	25	18	8
1991	0	5	0	10	23	27	18	19	25	24	17	12
1992	7	2	4	12	10	28	22	23	28	19	14	8
1993	2	2	8	10	17	24	18	27	24	17	5	4
1994	7	5	7	7	17	22	16	25	22	16	10	N/D
1995	N/D	6	5	23	24	22	24	26	18	21	13	13
1996	9	3	6	23	23	29	23	23	24	21	19	9
1997	6	7	4	13	19	24	23	25	27	20	15	12
1998	0	1	4	2	11	21	24	12	23	16	12	2
1999	2	5	2	11	29	29	22	27	27	19	10	9
2000	2	0	3	3	15	27	15	30	30	19	7	4
2001	4	3	5	9	16	25	24	24	17	16	5	3
2002	8	N/D	5	N/D	N/D	26	20	19	28	19	13	5
2003	8	1	6	11	17	28	20	19	25	22	17	7
2004	7	6	5	10	26	25	22	20	23	13	9	6
2005	6	0	11	8	26	25	24	27	27	17	20	16
2006	N/D	N/D	3	3	6	26	23	N/D	N/D	N/D	21	19
2007	7	2	2	15	10	24	23	25	27	25	12	3
2008	7	9	6	9	16	25	22	21	29	N/D	4	1
2009	6	1	1	6	26	24	16	19	25	11	16	5
2010	6	1	5	9	16	23	23	26	27	11	12	2
2011	0	13	9	11	17	27	30	22	29	28	11	6
2012	4	7	7	10	21	21	22	21	27	21	14	3
2013	5	8	9	8	15	17	20	25	21	15	11	4
2014	3	4	5	9	17	24	19	22	28	16	12	7
2015	1	3	5	8	16	20	19	18	20	12	3	1
2016	3	3	6	8	19	21	20	22	22	17	10	5
Promedio	5	4	5	10	18	24	21	23	25	18	12	7

Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.

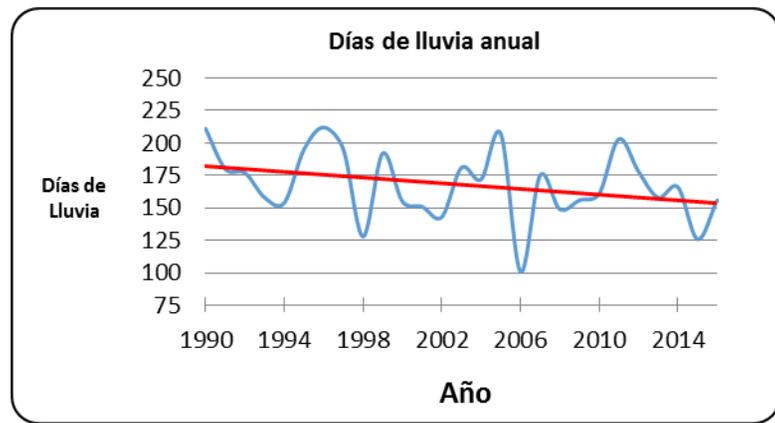
Según registros climáticos del año 1990 al año 2016, los meses en donde más días llovió son de mayo a octubre, que corresponde a la época lluviosa en esta región. En los meses de abril y noviembre también llueve un número significativo de días.

**h) Días de lluvia anual**

Año	Precipitación (mm)
1990	211
1991	180
1992	177
1993	158
1994	154
1995	195
1996	212
1997	195
1998	128
1999	192
2000	155
2001	151
2002	143
2003	181
2004	172
2005	207
2006	101
2007	175
2008	149
2009	156
2010	161
2011	203
2012	178
2013	158
2014	166
2015	126
2016	156

En el período de 1990 al 2015, los años donde llovió mayor cantidad de días corresponden a 1990, 1996, 2005 y 2011.

Según registros climáticos analizados, el número de días que llueve anualmente mantiene una tendencia a la baja (ver figura). El año 2006 presenta un comportamiento irregular debido a que no se tienen registros completos para este año.



Fuente: Registros Climáticos. Estación Meteorológica "Todos Santos". INSIVUMEH, 2017.



**CENTRO DE ESTUDIOS  
AMBIENTALES Y DE BIODIVERSIDAD**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

## **Análisis de Escenarios Climáticos para el Departamento de Huehuetenango**

**Autores:**

**Dr. Edwin Castellanos**

**Ing. Ana Lucía Solano**

**Guatemala, 14 de septiembre de 2015**

## 1. Introducción.

Guatemala está ubicada en una de las regiones más vulnerables a los impactos del cambio climático por su alta exposición a peligros geoclimáticos y por las precarias condiciones socio-económicas de la mayoría de su población (Magrin et al., 2014). En las últimas décadas ha sufrido eventos hidrometeorológicos extremos que han repercutido en los principales sectores productivos del país, ocasionando pérdidas económicas e impactos sociales y ambientales, principalmente en las comunidades rurales (CEPAL, 2009).

Específicamente, la región occidental del país ya está siendo afectada por fuertes eventos climáticos y por la variabilidad climática interanual; de tal forma que el 50% de este territorio presenta una vulnerabilidad climática alta y muy alta. Para el departamento de Huehuetenango, el 41% de sus municipios se identifica con una vulnerabilidad futura muy alta y alta. (Biota et al., 2014).

Aunque para Guatemala y para algunas regiones del país ya se ha generado más información sobre los posibles impactos del Cambio Climático en el futuro cercano, los modelos climáticos actualmente disponibles están muy limitados por tener una resolución espacial muy baja, un tema clave para países pequeños como Guatemala. Esto hace difícil tener escenarios más precisos a nivel departamental y municipal.

El análisis presentado en este documento para el departamento de Huehuetenango se basa principalmente en escenarios climáticos desarrollados por investigadores de la Universidad de Nebraska en una consultoría del Banco Interamericano de Desarrollo para trabajar en apoyo al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (Oglesby et al., 2014). A la fecha, este trabajo representa el modelo con más detalle espacial y temporal para el país. Ese análisis climático ha sido complementado con el Análisis de Vulnerabilidad en el Altiplano Occidental de Guatemala realizado por Biota S.A. y The Nature Conservancy (2014). Los resultados obtenidos por esos estudios son comparados en este documento con otros modelos regionales generados hasta la fecha.

## 2. Resolución espacial de los modelos climáticos y escenarios futuros.

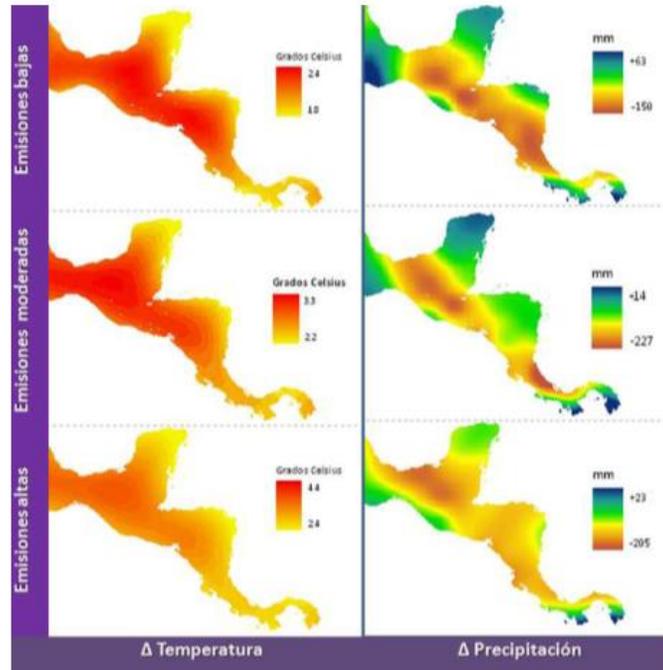
Los modelos meteorológicos y climáticos se utilizan para predecir el tiempo en el futuro cercano y para estudiar cómo responde el sistema climático a diversos tipos de cambios. Actualmente se cuenta con modelos climáticos globales (MCG) que han sido muy útiles para indicar el carácter general y los patrones a gran escala del cambio climático, pero no son muy precisos a escala local o regional; por esta razón cada vez es mayor el interés de desarrollar modelos a más alta resolución (Oglesby et al., 2014).

Los modelos climáticos regionales (MCR) no son más que las versiones de los modelos climáticos globales (MCG) desarrollados sobre un área (o dominio) limitada utilizando procesos matemáticos de reducción de escala (downscaling en inglés). Estos modelos se utilizan para abordar las limitaciones de escala horizontal del MCG; los modelos globales tienen una resolución horizontal de 100 a 300 km, mientras que los regionales típicamente se pueden desarrollar con una resolución horizontal de 10 a 50 km. Los modelos regionales pueden usarse para reducir físicamente los resultados del modelo climático global a una escala regional, e incluso local (Oglesby et al., 2014). Esta reducción de escala se logra al alimentar datos de campo de mayor detalle a los modelos globales. La disponibilidad de estos datos limita por lo tanto la capacidad de desarrollar modelos con mayor detalle espacial.

Los modelos climáticos buscan incluir las variables más importantes que determinan el clima del planeta, incluyendo la concentración de los gases de efecto invernadero GEI. La inclusión de esta variable se complica ya que la concentración de estos gases en la atmósfera está variando rápidamente derivado de las actividades humanas (IPCC, 2014). Más aun, la concentración futura de estos gases es muy incierta ya que depende de las decisiones que la humanidad tome en cuanto al control y reducción de las emisiones de estos gases contaminantes. Esto por supuesto agrega mucha incertidumbre a los modelos climáticos futuros. Como resultado de esta incertidumbre, para modelar el clima futuro se prefiere desarrollar escenarios que determinan la posible concentración de GEI en la atmósfera dependiendo de diferentes líneas de desarrollo socio-económico de la humanidad. Se puede tener entonces un escenario que continúe con las tendencias de altas emisiones que observamos actualmente y otro escenario con emisiones reducidas asumiendo que las negociaciones internacionales tendrán éxito en forzar a los países a reducir sus emisiones.

### 3. Algunos modelos regionales de clima futuro desarrollados para Mesoamérica.

1. Giorgi (2006) elaboró un modelo a nivel mundial con el cual calculó un índice comparativo de cambio climático regional, para identificar las regiones más sensibles al cambio climático o *Hot-Spots*. Como resultado de este análisis se identificó a la región de Centroamérica como la región tropical más sensible al cambio climático, es decir, la región tropical donde los extremos de clima serán más visibles.
2. El instituto de investigaciones agropecuarias y forestales de la Universidad Michoacana en México, realizó un modelo climático para este país, pero este incluye países vecinos como Belice, Guatemala y Cuba. Los resultados de este modelo indican que se espera una reducción progresiva de las áreas en donde la precipitación es mayor de 2,300 mm y una ampliación de las regiones áridas y semiáridas en donde la precipitación es menor a 400 mm. En el sur de México actualmente se registra una precipitación entre 800 a 1400 mm, pero se espera que para el 2090 la precipitación disminuya en un 17% (Saéñz-Romero et al., 2010).
3. CATIE junto con otras instituciones de Centro América desarrolló otro modelo regional el cual muestra el impacto que el cambio climático tendrá en la vegetación y en el ciclo hidrológico en Mesoamérica. Los datos climatológicos de temperatura y precipitación que se utilizaron corresponden al periodo de 1950-2000 y se utilizaron tres escenarios de emisiones del IPCC (A1, A1B y A2, emisiones bajas, medias y altas IPCC, 2000) para hacer la proyección al 2070-2099 (figura 1). El área de estudio incluye desde Panamá hasta el sur de México. Los resultados de este modelo indican un incremento en la temperatura a finales del siglo, 2099, en un rango de 2.5°C hasta 3.5°C, principalmente al norte de Mesoamérica. Las proyecciones en la precipitación muestran que puede disminuir en algunas áreas y aumentar en otras. Para Guatemala que se encuentra más al norte, se prevé una disminución de la precipitación en un rango de 4% a más del 20% en las regiones más secas (Imbach et al., 2012).



**Figura 1:** Escenarios de emisiones del IPCC (A1, A1B y A2) proyectados al período 2070-2099. Elaborado a partir de los resultados del Programa de Investigación Mundial sobre el clima (WCRP), del grupo CMIP3 (Coupled Model Intercomparison Project phase 3) utilizados en el reporte AR4 del IPCC. Resolución de 5 km. Fuente: Corrales, 2010.

4. En el marco del proyecto "La economía del cambio climático en Centroamérica" se elaboraron escenarios climáticos de temperatura y precipitación para el período 2006-2100 para los siete países, con el apoyo del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se construyó un escenario base de la climatología observada en la región para el período 1950-2000. Para calcular los escenarios futuros a nivel de país se utilizó la climatología de la base CRU TS3.0 del período 1961-1990 y la base del WorldClim del período 1950-2000. Para este estudio se utilizaron los escenarios A2 y B2<sup>1</sup> del IPCC y los siguientes modelos climáticos: ECHAM5, HADGEM1/HADCM#, GFDL CM2.0, y MIROC32-HIRES

Los resultados para Guatemala (cuadro 1) indican que la temperatura media puede incrementarse desde 1.4 grados para el 2050 hasta 3 grados en el escenario menos pesimista, B2. Para el escenario A2 la temperatura podría llegar a incrementarse hasta 2 grados para el 2050 y hasta 5 grados para el 2100. Los resultados de precipitación

<sup>1</sup> Escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero del IPCC: A2, es el escenario pesimista en donde se sigue la tendencia actual de emisión de GEI; B2, es el escenario moderadamente optimista en donde se da cierta reducción de emisiones de GEI.

reflejan el alto nivel de variabilidad ya inherente a los patrones de precipitación en el país, los cuales se exacerbarían con el cambio climático en períodos intranuales e interanuales. El escenario A2 muestra porcentajes de reducción en la lluvia alarmantes, desde un 13% para el 2050 hasta un 27% al 2100 (CEPAL, 2010).

**Cuadro 1. Cambio de temperatura media y precipitación media anual para Guatemala, según los escenarios A2 y B2 del IPCC.**

Variable Climática	Escenarios	Año				
		2020	2030	2050	2070	2100
Temperatura (Grados Celsius)	A2	0.80	1.00	2.00	2.93	4.73
	B2	0.57	1.00	1.43	2.10	2.67
Precipitación (%)	A2	-1.53	-1.33	-12.73	-14.17	-26.80
	B2	3.30	-0.60	-0.10	-3.33	-7.23

- El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente IARNA de la Universidad Rafael Landívar realizó un análisis sobre el impacto que el cambio climático puede tener en los distintos ecosistemas naturales del país. Para realizar este análisis se utilizó un modelo climático elaborado por el Centro Hadley de Inglaterra, específicamente el denominado HCCPR-HADCM3E y fueron procesados con los algoritmos del *WorldClim*, lo cual permite obtener un mapa con resolución espacial de un kilómetro cuadrado por píxel. El modelo se basa en temperaturas y precipitaciones promedio mensuales y anuales para el periodo 1960-2000 para predecir los cambios en el clima para el 2020, 2050 y 2080. En el análisis se utilizan dos escenarios de emisiones de GEI del IPCC, el A2 y B2. Los resultados climáticos fueron relacionados con la clasificación de zonas de vida según Holdridge para predecir los posibles cambios en los ecosistemas.

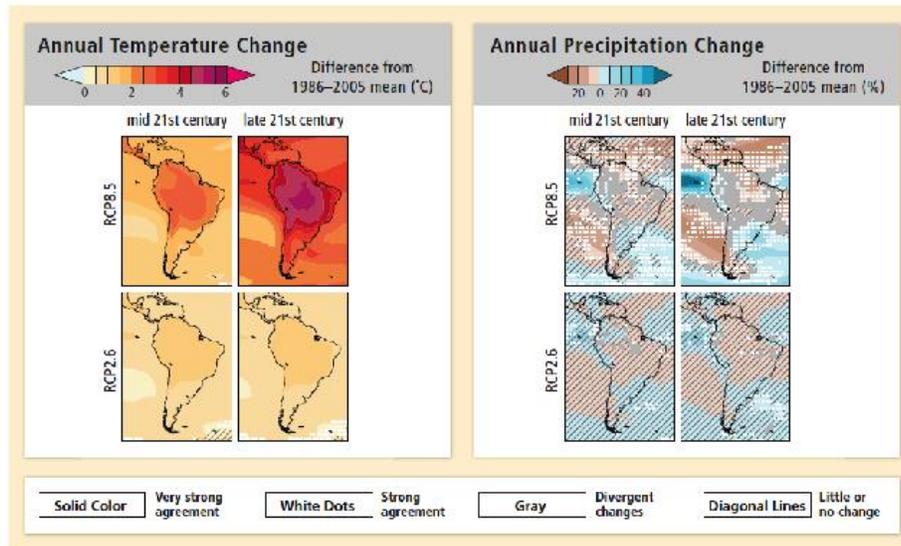
Los resultados en general muestran que para el 2020 se prevé que el país habrá cambiado sus condiciones bioclimáticas en un 28% (en el caso del escenario A2). Los ecosistemas seco, muy seco y monte espinoso se expandirán del 24% (línea base) al 38% del territorio nacional. Para el 2080 estos ecosistemas se expandirán al 70% (ambas estimaciones con el escenario A2). Mientras que el Bosque Húmedo Premontano (bh-PMT), el Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-PMT) y el Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MBT) sufrirán reducciones de hasta un 50%, en ambos escenarios, para el 2050 (IARNA, 2011).

En Huehuetenango para el 2050 se observa una importante reducción del Bosque muy Húmedo Montano Tropical (bmh-MT) y del Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT) en ambos escenarios. Para el 2080, en ambos escenarios, se observa una reducción drástica del Bosque muy Húmedo Montano Tropical (bmh-MT). Esto se debe principalmente a la reducción en la precipitación, que para el departamento será del 5-10 % para el año 2050 y del 15% para el 2080 basado en el escenario A2 (IARNA, 2011).

- En el quinto informe del IPCC se presentó un análisis de escenarios climáticos para Centro y Sur América. La figura 2 muestra los cambios en la temperatura media anual y en la precipitación promedio anual para ambas regiones. Las proyecciones se hicieron para el periodo 2046-2065 (mediados de siglo) y 2081- 2100 (finales de siglo), utilizando dos escenarios de emisiones llamados RCP (rutas representativas de concentración en inglés) con las etiquetas 2.6 y 8.5 que representan los niveles de radiación adicional capturada por los gases de invernadero. Los resultados generales

de este análisis pronostican para Centro América una variación en la temperatura desde +1.6 °C a +4.0°C y una variación en la precipitación en el rango de -22% a +7% para el 2100.

Para Guatemala bajo las condiciones tendenciales (RCP8.5) se observa un aumento de 2 grados para mediados de siglo y de 4 a 5 grados para finales de siglo. En cuanto a la precipitación se prevé una reducción de la lluvia de hasta 20% para finales de siglo. (Magrin et al., 2014).



**Figura 2.** Cambios proyectados en el promedio anual de temperatura y precipitación. Los colores sólidos muestran las áreas en donde todos los modelos climáticos utilizados coinciden en más de un 90% en la señal climática identificada. Los puntos blancos muestran las áreas en donde los modelos coinciden en más del 66%. El color gris muestra las áreas en donde los modelos difieren (menos del 66%) en la señal climática. Las líneas en diagonal indican las áreas en donde se identifican pocos o ningún cambio en el clima. Fuente Magrin et al., 2014.

En resumen, todos los modelos disponibles para la región estiman un aumento de temperatura que va desde 1°C a 2°C en el corto plazo (2020-2030) hasta 5 °C para finales de siglo (2100) y una disminución en la precipitación desde 2% a 4% en el corto plazo (2020-2030) hasta un 27% para el 2100 para los escenarios más pesimistas, que desafortunadamente son los escenarios que las tendencias actuales están mostrando. Todos estos modelos se centran en los promedios anuales de temperatura y precipitación, pero se ha observado que el cambio climático también afectará la variabilidad anual de lluvia y temperatura. Para estudiar estos resultados, necesitamos un modelo con mayor detalle de análisis temporal y espacial como el que se describe en la siguiente sección.

#### 4. Modelos climáticos futuros para Guatemala según estudio de la U. de Nebraska.

Utilizando el modelo WRF (Weather Research and Forecasting) junto con el modelo CCSM4 (Community Climate System version 4, Gent et. al. 2011) y el sistema de análisis y pronóstico NNRP (Proyecto de Reanálisis Climático NCEP-NCAR, Kalnay et. al. 1996), se realizó un estudio para determinar los impactos del Cambio Climático en Guatemala, esto como parte de la implementación del Programa de Apoyo a la Agenda Nacional de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Los datos que genera la herramienta son promedios mensuales de las variables hidrometeorológicas. El modelo puede utilizarse en tres dominios (tamaño del área que se simula): el primero es un dominio denominado de transición (entre el modelo de global y el local) de 36 km, el segundo es un dominio regional de 12 km y el tercero es el dominio de Guatemala de 4km. (Oglesby et al., 2014). Tanto el modelo como el estudio para Guatemala fueron desarrollados por Robert Oglesby y Clint Rowela de la Universidad de Nebraska.

Utilizando este modelo y la herramienta MapMaker se realizó el siguiente análisis de escenarios climáticos para Guatemala, especialmente para el departamento de Huehuetenango. Para poder observar claramente los cambios que se prevén en el futuro y debido a que el modelo genera los datos mensualmente, se tomaron en cuenta los meses del año en los que se marcan los extremos de temperatura y precipitación especialmente para la región de Huehuetenango. El análisis se hizo para cuatro periodos (cuadro 2, figuras de la 2 a la 5), los cuales muestran el comportamiento de la temperatura y la precipitación en el pasado (1991-1993), en el presente (2006-2010), a mediados de siglo (2056-2060) y la diferencia entre el 2000 y 2050.

**Cuadro 2: Análisis de escenarios climáticos con el modelo de la Universidad de Nebraska.**

PERIODO	TEMPERATURA		PRECIPITACION	
	Mes más frío	Mes mas cálido	Mes más seco	Meses más lluviosos
Climatología histórica (1991-1993)	Enero	Junio	Enero	Agosto
Climatología presente (2006-2010)	Enero	Junio	Enero	Agosto
Climatología futura (2056-2060)	Enero	Junio	Enero	Agosto
Diferencia entre década 2000 y 2050	Enero	Junio	Enero	Agosto

Figura 2. TEMPERATURA del mes más FRÍO del año enero

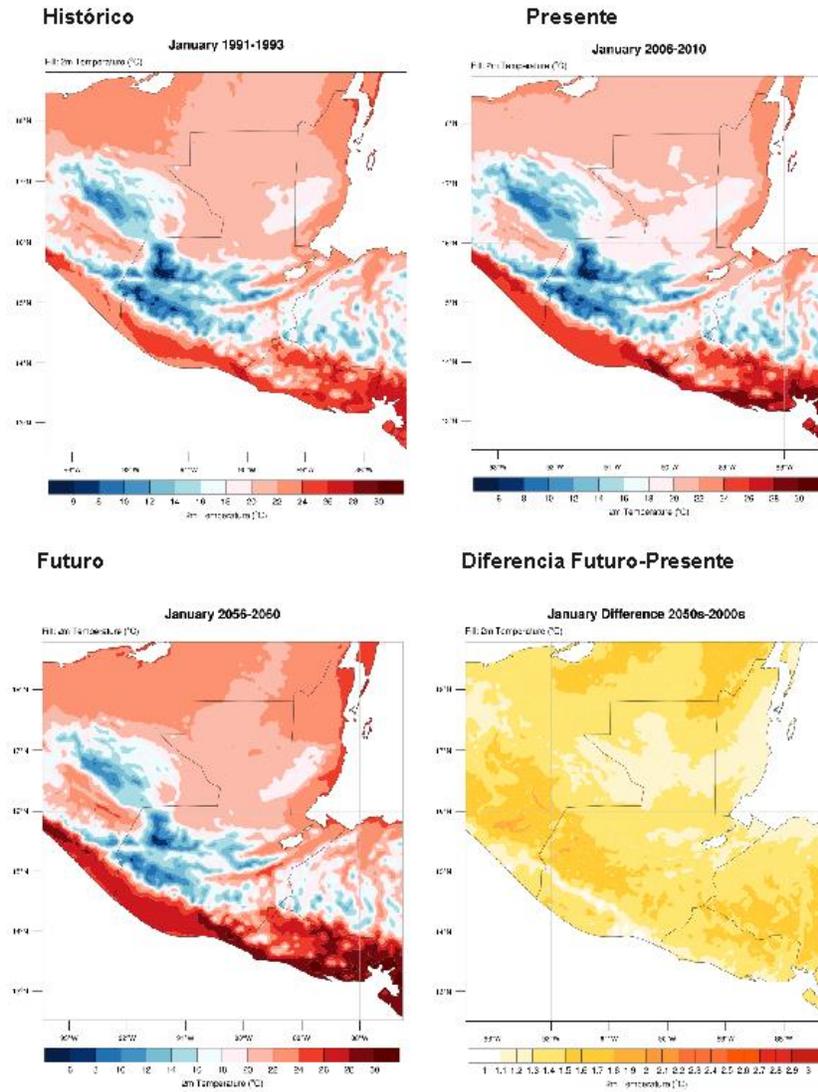
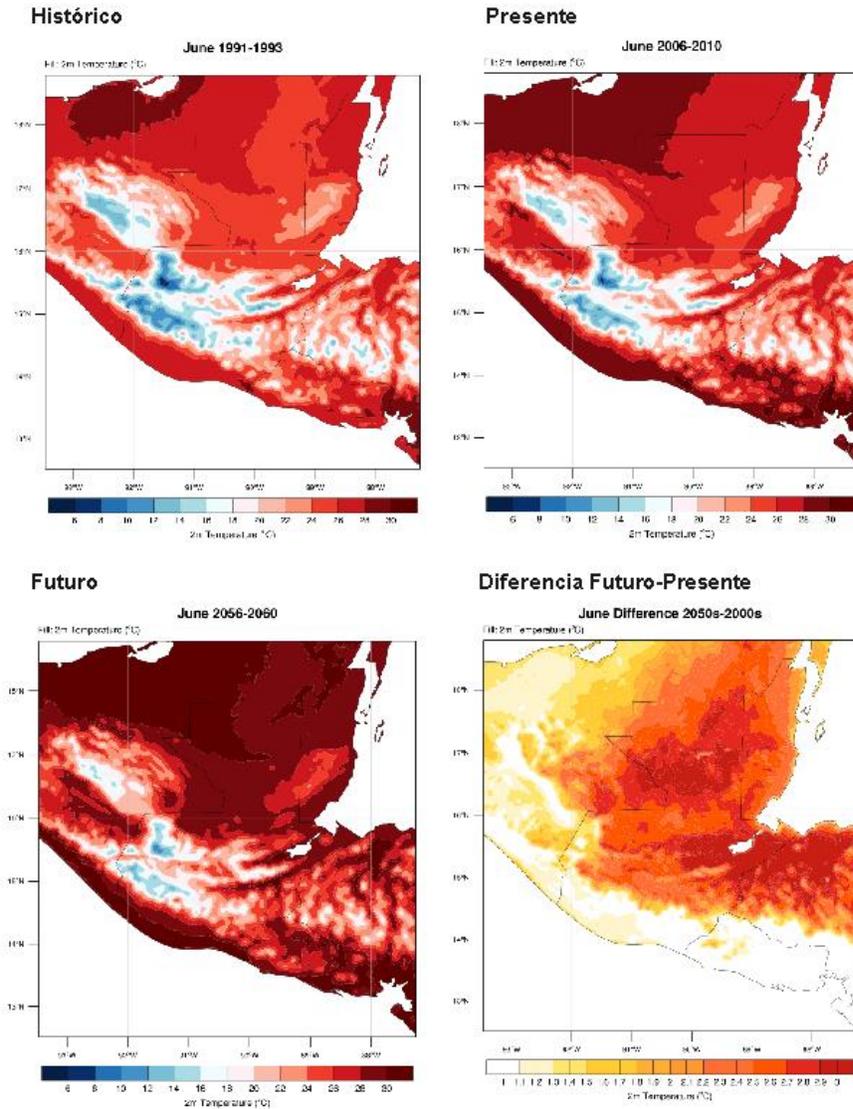


Figura 3. TEMPERATURA del mes más CÁLIDO del año junio



Para realizar el análisis con el modelo de la Universidad de Nebraska, se generaron los mapas de todos los meses del año para cada cronología para identificar el mes más frío y más cálido del año. De esta serie de mapas el mes que mostraba la temperatura más baja se observa en el mes de enero y junio muestra las temperaturas más alta.

Los resultados del análisis muestran claramente una tendencia al incremento de temperatura para todo el país (mapas etiquetados Diferencia en las figuras 2 y 3), lo cual coincide y confirma los resultados que se han obtenido con otros modelos regionales, como los que se mencionaron anteriormente. Este incremento de temperatura oscila entre 1°C y 1.5°C para el mes de enero y sube hasta 3°C en el mes de junio especialmente en las zonas cálidas del oriente y norte del país.

En el caso de Huehuetenango los meses más fríos del año son importantes por la amenaza de heladas. Sin embargo, se espera que a mediados de siglo el comportamiento de la temperatura cambie y se dé un incremento de uno a dos grados centígrados, esto podría tener un efecto positivo en el sentido que la temperatura mínima no sería tan extrema en los municipios con alto riesgo por las bajas temperaturas (26 municipios son altamente vulnerables según el estudio realizado por Biota y TNC, 2014).

Pero a la vez este incremento en la temperatura tiene un efecto negativo en los municipios más propensos a la sequía como Huehuetenango y Malacatancito. Esto no necesariamente quiere decir que la amenaza por heladas y nevadas disminuya ya que los eventos extremos pueden marcarse con mayor frecuencia y mayor intensidad, pero es difícil poder predecir su ocurrencia a nivel departamental.

Figura 4. PRECIPITACIÓN del mes más SECO del año enero

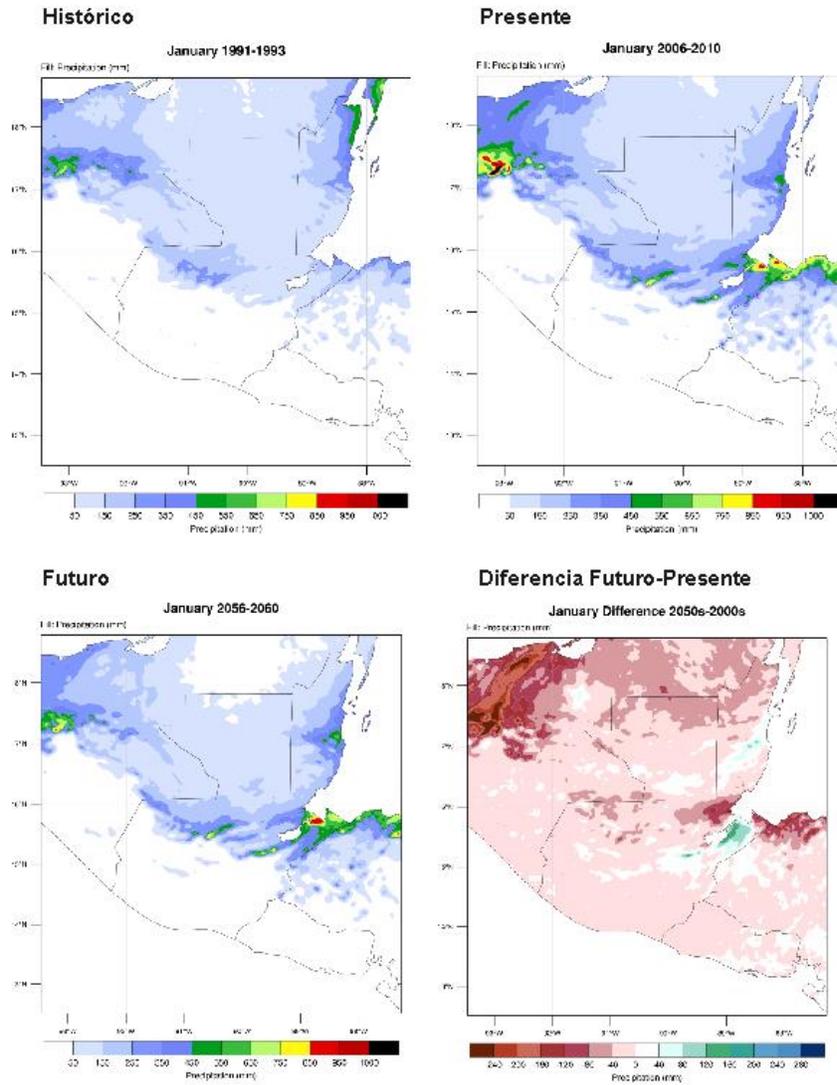


Figura 5. PRECIPITACIÓN del mes más LLUVIOSO del año agosto

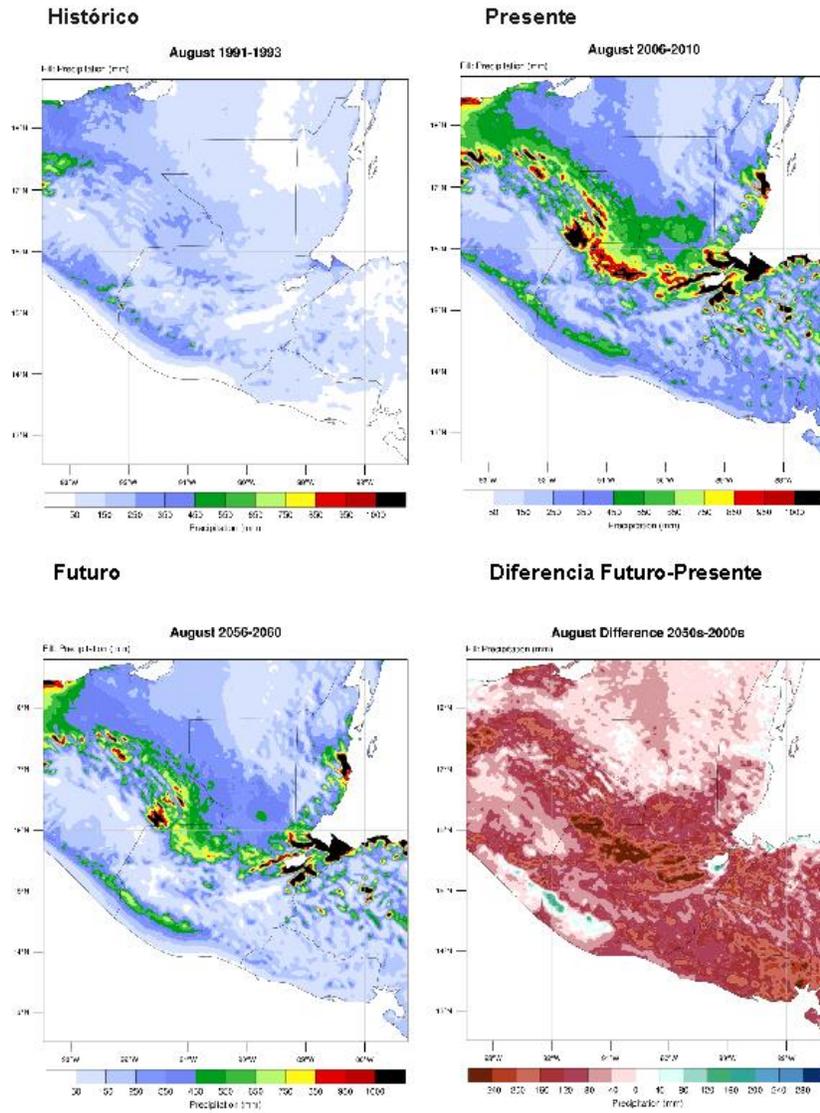
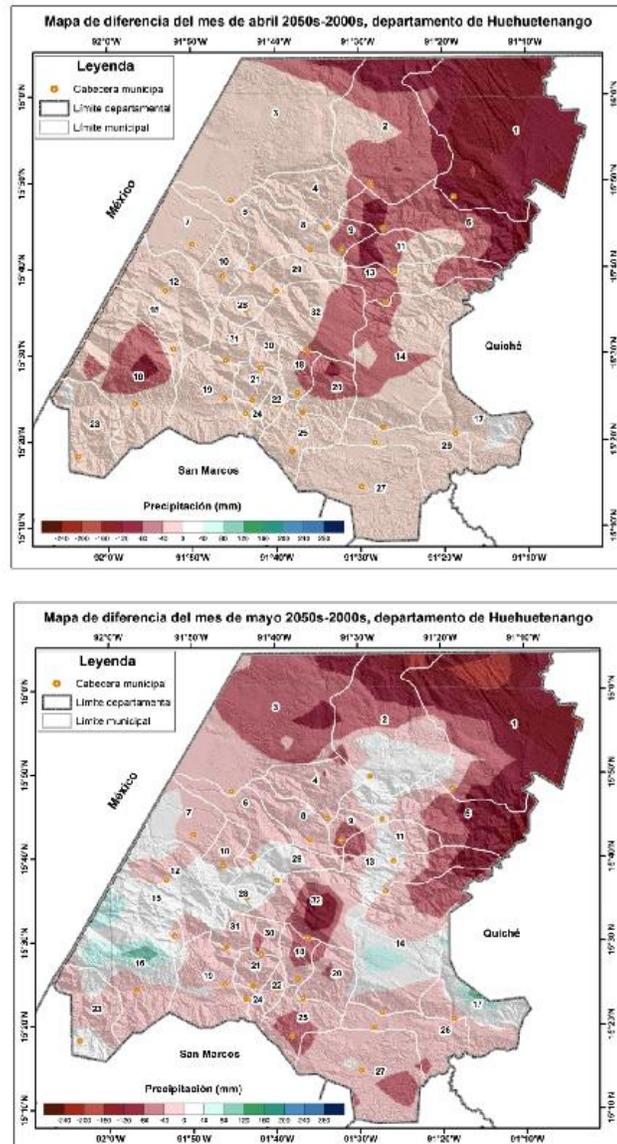
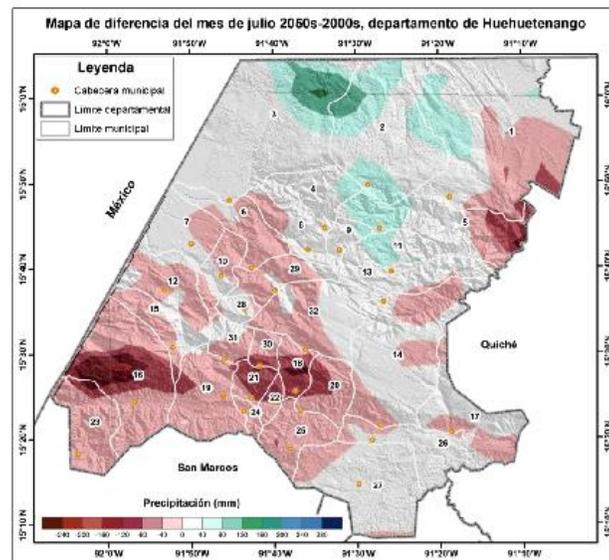
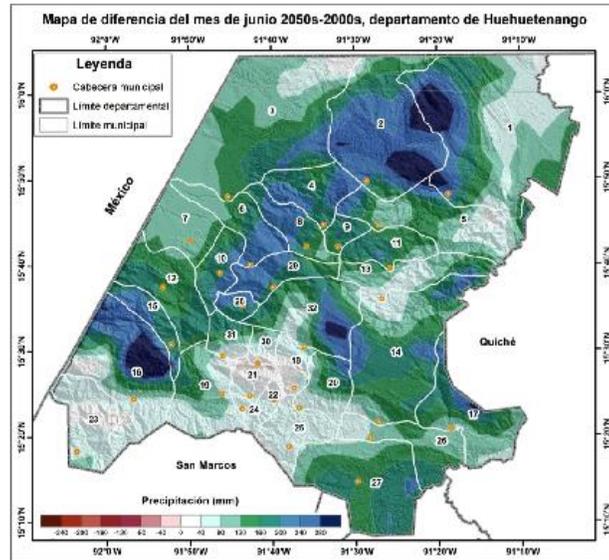
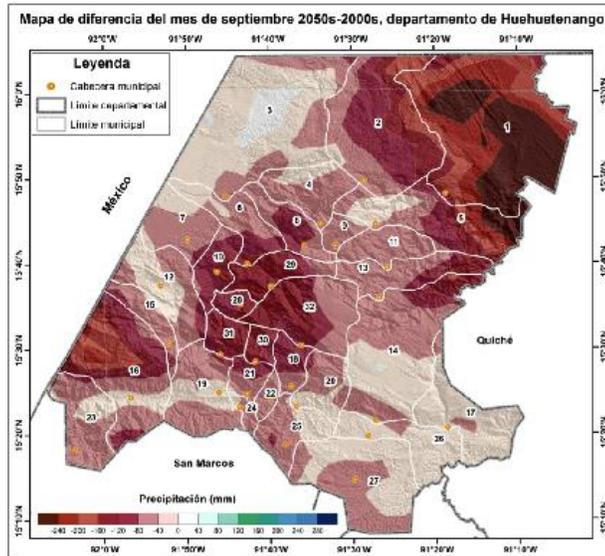
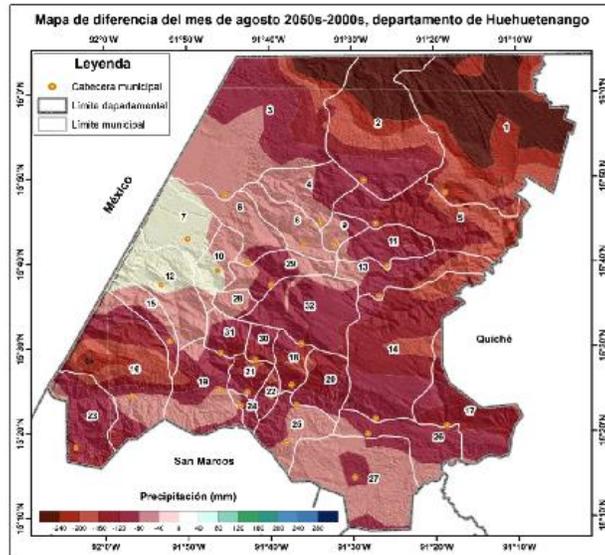


Figura 6. Cambios futuros en la precipitación de Huehuetenango durante los seis meses de época lluviosa.







**Cuadro 3. Municipios del departamento de Huehuetenango indicados en la Figura 6**

No.	Municipio
1	Barillas
2	San Mateo Ixtatán
3	Nentón
4	San Sebastián Coatán
5	Santa Eulalia
6	Jacaltenango
7	Santa Ana Huista
8	San Miguel Acatán
9	San Rafael Independencia
10	San Antonio Huista
11	Soloma
12	La Democracia
13	San Juan Ixcoy
14	Chiantla
15	La Libertad
16	Cuilco
17	Aguacatán
18	San Juan Atitán
19	San Idelfonso Ixtahuacán
20	San Sebastián Huhutenango
21	Colotenango
22	San Rafael Pétzal
23	Tectitán
24	San Gaspar Ixchil
25	Santa Bárbara
26	Huehuetenango
27	Malacatancito
28	Unión Cantinil
29	Concepción Huista
30	Santiago Chimaltenango
31	San Pedro Necta
32	Todos Santos Cuchumatán

El análisis de la precipitación se realizó de la misma forma que el análisis de temperatura, generando los mapas de todos los meses del año para cada cronología para identificar el mes con menos lluvia o mes más seco y el mes más lluvioso. Al igual que en los modelos regionales, la precipitación del país y específicamente de Huehuetenango muestra mucha variación temporal y espacial.

Para Huehuetenango el mes más seco es enero. Los cambios en la precipitación no se muestran drásticos, aunque la tendencia es que habrá una reducción de 40 mm aproximadamente en todo el departamento y 80 mm. en algunos de los municipios ubicados al norte, para mediados de siglo (Figura 4, Diferencia).

A diferencia de los meses secos, los meses más lluviosos se observan muy variables en el departamento. La cronología del pasado muestra claramente el inicio de las lluvias en mayo y fuerte precipitación en el mes de octubre. La cronología del presente muestra un corrimiento en el inicio de la lluvia para el mes de junio y fuertes precipitaciones en el mes de agosto (mapas mensuales no mostrados para los períodos pasado y presente). Por esta razón se tomó el mes de agosto como referencia para ver los cambios en las tres cronologías y en la diferencia entre el futuro y el presente (figura 5). El mes de agosto es el que parece ser más afectado en el futuro por una drástica disminución de la lluvia que va desde 40 mm para los municipios de San Ana Huista, La Democracia y parte de San Antonio Huista, 160 mm en el centro y sur del departamento y una drástica reducción de hasta 240 mm de lluvia en los municipios del norte (especialmente en Barillas y San Mateo Ixtatán).

Por el contrario se observan fuertes incrementos en la lluvia para el mes de junio en todo el departamento. Especialmente en los municipios del centro-norte se observan incrementos de 200 mm hasta 280 mm. Los municipios que podrían ser más afectados por las fuertes lluvias son: Barillas, San Mateo Ixtatán, San Sebastián Coatán, Jacaltenango, San Miguel Acatán, Cuilco, Unión Cantinil, Concepción Huista, Todos Santos Cuchumatán.

En los demás meses de la época lluviosa, desde abril, se observa una clara tendencia a la disminución de la lluvia, desde 40 mm hasta 240 mm. Observamos en general que las épocas lluviosas tenderán a ser más secas, pero durante el mes de junio se tendrán lluvias muy intensas. Esta variabilidad por supuesto también es afectada por fenómenos regionales como El Niño y La Niña que vienen a sumarse a la variabilidad en el clima derivada del cambio climático.

Estos resultados coinciden con las observaciones documentadas en el Plan de adaptación de la microcuenca del río Magdalena en Chiantla, que indica que originalmente la lluvia daba inicio durante el mes de mayo y finalizaba en octubre, con una canícula durante los meses de junio y julio. Además se presentaban lloviznas esporádicas durante los meses de noviembre y diciembre. En la actualidad el régimen de lluvias varía demasiado ya que existen semanas con lluvias fuertes y semanas sin lluvia (Villatoro et al., 2014).

##### **5. Vulnerabilidad del departamento de Huehuetenango.**

En 2014 Biota S.A. y The Nature Conservancy realizaron el estudio "Análisis de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala". El estudio se realizó en cinco departamentos: Huehuetenango, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos. Para calcular la vulnerabilidad se desarrollaron varios índices para medir el grado de exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. Primero se calculó la vulnerabilidad actual de la región por medio de la información meteorológica de 53 estaciones del período 2000 al 2011. Posteriormente se calculó la vulnerabilidad futura para la región proyectada para el 2050. Para el análisis se utilizó el modelo PRECIS y se utilizaron los cuatro escenarios del IPCC (2000). Para obtener el índice de vulnerabilidad actual y futura se calculó un índice de amenazas ambientales el cual indica el grado de exposición, se calculó el índice de sensibilidad hídrica y productiva que indica el grado de sensibilidad a los impactos del cambio climático y finalmente se calculó el índice demográfico, inseguridad alimentaria y

de servicios ecosistémicos que indica la capacidad de respuesta de cada municipio para adaptarse a estos cambios. (Biota et al., 2014).

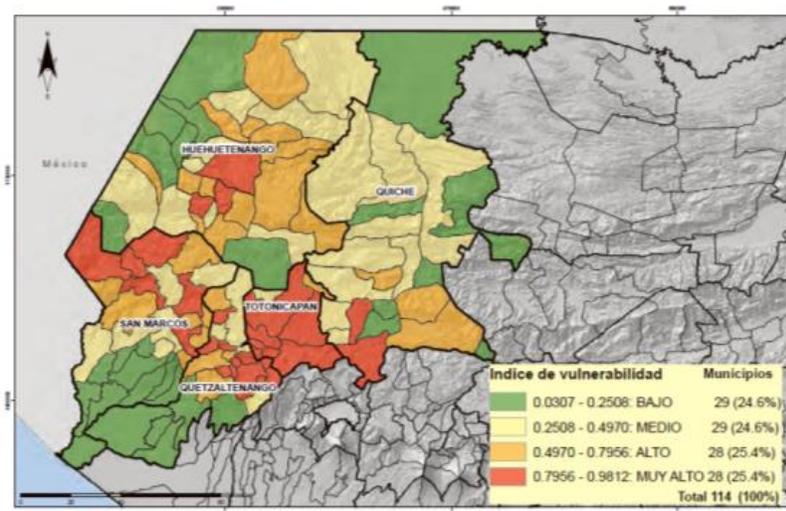
En el cuadro 4 y la figura 7 se muestra la vulnerabilidad actual en el departamento de Huehuetenango. El 9% de los municipios se identifica con una alta vulnerabilidad, el 41% con alta vulnerabilidad, el 28% con vulnerabilidad media y 22% con baja vulnerabilidad.

**Cuadro 4 .Vulnerabilidad actual de los municipios del departamento de Huehuetenango**

Muy alta	Alta	Media	Baja
San Juan Atitán	Soloma	San Sebastián Coatán	Tectitán
Todos Santos Cuchumatán	Santiago Chimaltenango	San Idelfonso Ixtahuacán	La Democracia
Colotenango	Chiantla	Barillas	Jacaltenango
	San Sebastián Huehuetenango	Concepcion Huista	Malacatancito
	San Pedro Necta	Cuilco	Nentón
	San Rafael Independencia	Unión Cantinil	San Antonio Huista
	Santa Bárbara	Santa Eulalia	Santa Ana Huista
	San Miguel Acatán	San Rafael Petzal	
	San Mateo Ixtatán	Huehuetenango	
	San Juan Ixcoy		
	La Libertad		
	Agucatán		
	San Gaspar Ixchil		

Los municipios están ordenados de mayor a menor según el índice de vulnerabilidad calculado en este estudio. (Biota et al., 2014).

**Figura 7. Mapa de Vulnerabilidad actual de Huehuetenango (Biota et al., 2014).**



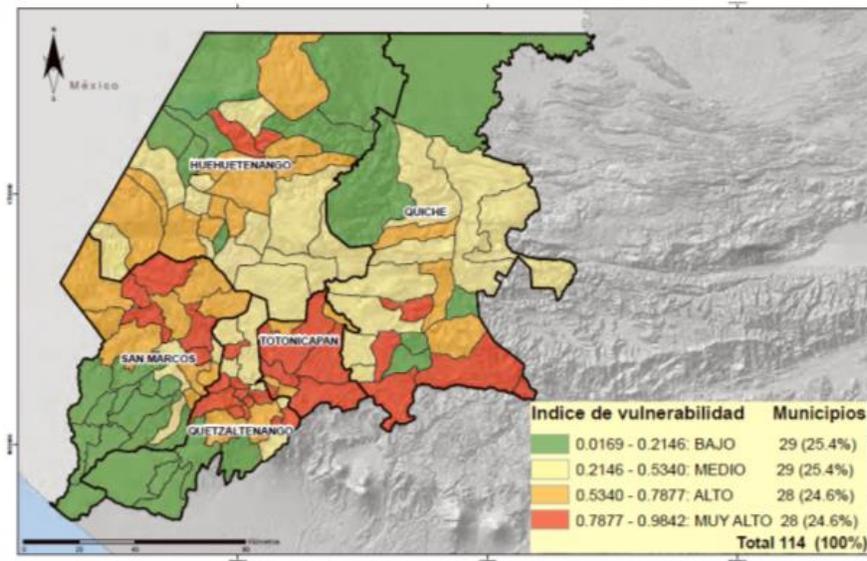
En cuadro 5 y la figura 8 se muestra la vulnerabilidad futura para Huehuetenango. El 6% de los municipios se pronostica con muy alta vulnerabilidad, el 34% con alta vulnerabilidad, el 38% con vulnerabilidad media y el 22% con baja vulnerabilidad.

**Cuadro 5 .Vulnerabilidad de los municipios del departamento de Huehuetenango al 2050**

Muy alta	Alta	Media	Baja
San Miguel Acatán	Todos Santos Cuchumatán	San Sebastián Huehuetenango	San Rafael Petzal
San Rafael Independencia	La Libertad	Chiantla	Santa Eulalia
	San Juan Atitán	San Gaspar Ixchil	Barillas
	Santiago Chimaltenango	San Sebastián Coatán	Jacaltenango
	Cuilco	Santa Bárbara	Nentón
	Concepcion Huista	Tectitán	Santa Ana Huista
	San Idelfonso Ixtahuacán	Huehuetenango	San Antonio Huista
	San Mateo Ixtatán	San Pedro Necta	
	San Juan Ixcoy	Unión Cantinil	
	Colotenango	Aguacatán	
	Soloma	La Democracia	
		Malacatancito	

Los municipios están ordenados de mayor a menor según el índice de vulnerabilidad calculado en este estudio. (Biota et al., 2014).

**Figura 8. Mapa de Vulnerabilidad de Huehuetenango al 2050 (Biota et al., 2014)**



La vulnerabilidad de los municipios de Huehuetenango se debe principalmente al alto grado de exposición a amenazas climáticas como las heladas (el 50% del departamento tiene un índice muy alto) así como también tiene una alta exposición a inundaciones y en consecuencia a deslizamientos y erosión del suelo. En contraste con la exposición a las inundaciones el 56% del departamento tiene una muy alta sensibilidad a la escasez hídrica lo cual afecta la productividad agrícola. En cuanto a la capacidad de adaptación, el departamento muestra un índice de densidad poblacional bajo pero un índice de inseguridad alimentaria entre muy alto y alto. A pesar de esto el departamento tiene un índice de servicios ecosistémicos entre muy alto y alto, colocándolo como el segundo departamento con mayor índice de servicios ecosistémicos del altiplano occidental con base en la cantidad de bosque que posee. Estas características hacen que el departamento tenga una capacidad de adaptación entre alta y media. Es muy importante tomar esto en cuenta para la planificación de programas de desarrollo que vayan de la mano con la conservación y expansión de los bosques para disminuir la sensibilidad y el grado de exposición del departamento.

En cuanto a la vulnerabilidad futura se observa una disminución en los municipios que se identificaban con una muy alta y alta vulnerabilidad. Principalmente esto se debe a que el aumento en la temperatura disminuye el grado de amenaza por las bajas temperaturas. Sin embargo, existe una mayor amenaza por sequía especialmente en el sur del departamento. Por otro lado se incrementa la amenaza por inundaciones principalmente en los municipios del norte y algunos del sur. Lo más importante es que aunque el grado de exposición y sensibilidad proyectados al 2050 no varían mucho de la situación actual, el grado de capacidad de adaptación si aumenta. Huehuetenango en la categoría de muy alta capacidad de adaptación sube del 18.8% al 31% (Biota et al., 2014).

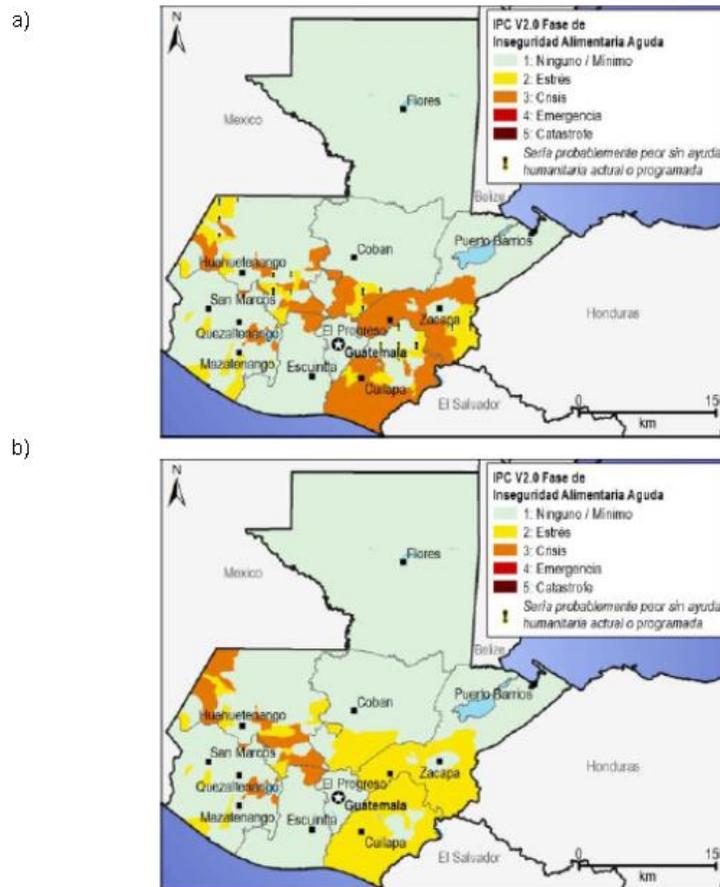
#### **6. Tendencias climáticas en Huehuetenango para el 2015.**

En esta sección se presenta un análisis de tendencias climáticas para los últimos meses del año 2015. Este análisis fue elaborado por FEWS NET (Famine Early Warning Systems Network) un proyecto de USAID que tiene como principal objetivo monitorear los factores que influyen en la seguridad alimentaria, por ejemplo: agroclimatología, mercados y comercialización, medios de vida y nutrición.

En el presente año se ha dado una canícula excepcionalmente larga, incluso mayor a la registrada en 2014 en términos de días sin lluvia y en el déficit en la cantidad de la misma. De acuerdo a los pronósticos del Instituto de Investigación Internacional para el Clima y la Sociedad (IRI, por sus siglas en inglés), el fenómeno de El Niño está totalmente establecido, con un 100% de probabilidad de durar al menos hasta noviembre, lo que define una probabilidad de acumulados de lluvia bajo lo normal y la finalización de la época lluviosa alrededor de la segunda quincena de octubre. Se prevé una continuación de este fenómeno al siguiente año, con un 91% de probabilidad durante el trimestre marzo-mayo 2016, lo cual podría tener incidencia en el establecimiento de las lluvias para el próximo ciclo. Los siguientes mapas (figura 9 a y b) muestran los resultados de seguridad alimentaria de agosto a septiembre y la proyección de octubre a diciembre del 2015. Como puede observarse el corredor seco del país, tanto en oriente como en occidente, es la región más afectada. Para este año se han reportado pérdidas del 75%, e incluso del 100%, en las primeras siembras de los agricultores de subsistencia. Esto significa un cuarto año consecutivo con producciones

debajo del promedio durante la primera producción anual, debido a irregularidades en las lluvias (FEWS NET, 2015).

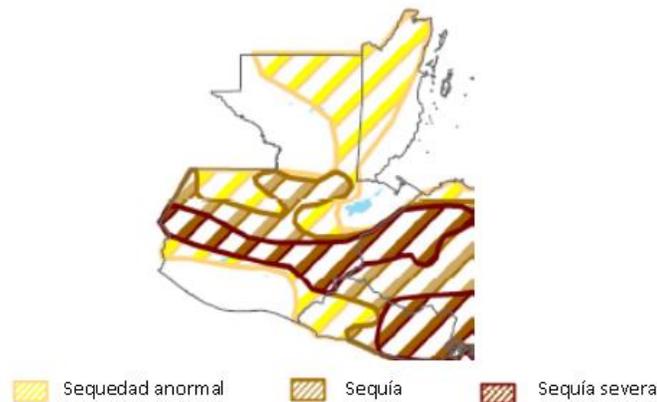
**Figura 9. Resultados de seguridad alimentaria para agosto-septiembre 2015 (a) y octubre-diciembre 2015 (b).**



Estos mapas representan los resultados de inseguridad alimentaria aguda para la toma de decisiones de emergencia y no necesariamente reflejan la inseguridad alimentaria crónica. Fuente: FEWS NET/IPC.

Los municipios que se encuentran en mayor riesgo para Huehuetenango son los que se encuentran hacia el oeste, colindando con México: Nentón, Jacaltenango, Huista, Tectitán, La Democracia, La libertad, San Idelfonso Ixtahuacán, San Gaspar Ixil.

El paso de la tormenta tropical Ericka el 28 y 29 de agosto 2015 incremento las lluvias y el viento afectando principalmente el Caribe. Estas lluvias ayudaron a aliviar en el corto plazo el déficit de humedad para algunas áreas de Centro América pero no es suficiente para disminuir en el largo plazo el efecto de la sequía (figura 10).



**Figura 10. Riesgos climáticos para Guatemala en el mes de septiembre 2015.**  
Fuente FEWS NET/NOAA

#### 7. Conclusión del análisis de los modelos climáticos y de vulnerabilidad.

En conclusión los modelos climáticos y los análisis que se han realizado hasta ahora para la región y para el país indican claramente una tendencia al incremento en la temperatura y una variación en la lluvia, con una mayor tendencia a la disminución. Para Huehuetenango algunos municipios tendrán un mayor riesgo a la sequía por el incremento en la temperatura y el prolongado déficit de las lluvias, mientras que otros municipios tendrán alto riesgo a las inundaciones por el aumento de la precipitación en algunos meses del año.

El riesgo a las heladas sigue siendo uno de los mayores desafíos para el departamento de Huehuetenango. Esta situación se ha presentado fuertemente en los años 2005, 2007, 2010 y 2012. En estos años las heladas tuvieron un impacto severo causando en varios lugares la pérdida total en la producción agrícola, principalmente en los cultivos de papa, haba y avena. (Villatoro et al., 2014).

El análisis de vulnerabilidad indica que la vulnerabilidad actual y futura del departamento de Huehuetenango es muy alta y alta. Sin embargo, es importante resaltar que el análisis de capacidad de adaptación indica que el departamento cuenta con una cantidad de recursos naturales importantes los cuales proveen de varios servicios ambientales que amortiguan los cambios severos que puedan presentarse. Al mismo tiempo es importante enfatizar que las proyecciones en cuanto al cambio en los ecosistemas, indican que uno de los ecosistemas más sensibles al cambio climático son los bosques ubicados en las tierras altas debido a que su diversidad biológica está relacionada con los gradientes verticales de temperatura y precipitación. Estos ecosistemas son de gran importancia no solo por su alta biodiversidad sino también por su papel crucial en el mantenimiento del ciclo hidrológico (Corrales, 2010).

### 8. Algunas estrategias posibles de adaptación.

Ante la vulnerabilidad que enfrentan los municipios del departamento de Huehuetenango es fundamental plantear acciones que reduzcan esta vulnerabilidad y que incrementen la capacidad de adaptación al cambio climático.

A nivel regional el Proyecto Cambios Globales y Café ha investigado por doce años las estrategias de adaptación de los pequeños productores de café a cambios globales de gran magnitud como: la fluctuación de los precios del café, el cambio climático y la incidencia de plagas y enfermedades, en cuatro países de Mesoamérica: México (Chiapas), Guatemala, Honduras y Costa Rica (Eakin et al., 2013). Los resultados de esta investigación han contribuido a definir qué acciones son necesarias para fortalecer la capacidad de adaptación principalmente de los pequeños agricultores. Estas acciones se describen a continuación, y es importante resaltar que una de las más importantes es el fortalecimiento de las organizaciones locales bajo una perspectiva de participación democrática en donde las personas puedan encontrar nuevas oportunidades y a la vez puedan compartir sus experiencias.

Ejemplo de esto es el trabajo que se ha realizado en la microcuenca Pepajau en San Juan Ixcay (Ortiz et al., 2013) y en la microcuenca del río Magdalena en Chiantla (Villatoro et al., 2014), ambos municipios de Huehuetenango. En estas microcuencas se han elaborado estudios de vulnerabilidad y planes de adaptación al cambio climático. Dichos planes son el resultado de la planificación participativa en donde se han identificado temas estratégicos y acciones concretas para fortalecer la capacidad de adaptación de sus pobladores.

A continuación se enumeran acciones importantes para fortalecer la capacidad de adaptación en los municipios de Huehuetenango, tomando en cuenta las propuestas del proyecto Cambios Globales y Café así como los planes de adaptación anteriormente mencionados.

1. **Acceso a créditos y seguros agrícolas:** facilitar el acceso a créditos o préstamos blandos para poder financiar proyectos de diversificación económica y agrícola.
2. **Fortalecer la organización social local:** promoviendo procesos democráticos participativos para el manejo de los recursos naturales y la adaptación al cambio climático.
3. **Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales:** acciones para disminuir el grado de erosión de los suelos y aprovechar el bosque de forma sostenible para su conservación y continua provisión de servicios ecosistémicos. Así como promover el reconocimiento económico de los mismos.
4. **Reforestación y agroforestería:** Se promueve la reforestación y la agroforestería como una de las principales medidas para proteger los suelos y para diversificar la producción agropecuaria.
5. **Rescate y conservación de los recursos genéticos:** La pérdida de cultivos producto de las heladas y sequías constituye una amenaza que incrementa la inseguridad alimentaria. Por esta razón es importante la creación de bancos de semillas comunitarios para asegurar la obtención de la semilla de maíz principalmente. En cuanto a la papa, uno de los principales cultivos en Huehuetenango, se requiere de rescatar la diversidad genética de la papa y del establecimiento de un jardín clonal. Actualmente se cultivan tres variedades de papa, el plan propone incrementar esta

diversidad a 30 variedades que en determinado momento han existido en la sierra de los Cuchumatanes y que muchas veces por las presiones y exigencias del mercado se han dejado de cultivar.

6. **Mejoramiento de la producción ovina:** esta actividad pecuaria es muy importante en varios municipios de Huehuetenango, pero para que sea una actividad más sostenible es necesario que las acciones de adaptación busquen la semi-estabulación, con la construcción de apriscos mejorados, manejo del rebaño, mejoramiento genético y producción de pastos.
7. **Manejo integrado de plagas y enfermedades:** uso adecuado de agroquímicos para disminuir la incidencia en plagas y enfermedades de los cultivos de la región así como para la producción pecuaria (gallinas criollas, ovejas y apriscos).
8. **Formación de capacidades técnicas:** con el apoyo de organizaciones e instituciones se deberán seleccionar temas de capacitación como: conocimiento tradicional para la Adaptación al Cambio Climático, Vulnerabilidad Climática, modelación del clima, interpretación y utilización de información climática, sistemas de alerta temprana y prevención de desastres (en las que se deberá incluir los intercambios de experiencias con comunidades que trabajan en adaptación y el método de campesino a campesino).
9. **Participación ciudadana e incidencia política local y municipal:** principalmente en cuatro aspectos que la comunidad considera necesarios: mejora en la infraestructura vial, en los centros de salud, en la gestión del recurso hídrico y en la promoción de la equidad de género.

#### Referencias bibliográficas

Biota, S.A. y The Nature Conservancy. 2014. Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala. Guatemala. 144 pp.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe de Naciones Unidas). 2009. Guatemala: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Tercera versión revisada y ampliada. 87 pp.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe de Naciones Unidas). 2010. La Economía del Cambio Climático en Centro América. 145 pp.

Corrales, L. 2010. Efectos del cambio climático para Centroamérica. Cuarto informe sobre el estado de la región. Costa Rica 53pp.

Eakin, H., C. Tucker, E. Castellanos, R. Díaz, J. Barrera and H. Morales. 2013. Adaptation in a multi-stressor environment: perceptions and responses to climatic and economic risks by coffee growers in Mesoamerica. *Environment, Development and Sustainability*. 16(1):123-139.

Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET). Agosto 2015. Actualización de la perspectiva de Seguridad Alimentaria: crisis en el corredor seco en ausencia de asistencia.

Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET/NOAA). Septiembre 2015. Global Weather Hazards Summary

Gent, P.R., G. Danabasoglu, L.J. Donner, M.M. Holland, E.C. Hunke, S.R. Jayne, D.M. Lawrence, R.B. Neale, P.J. Rasch, M. Vertenstein, P.H. Worley, Z-L. Yang y M. Zhang (2011) The Community Climate System Model Version 4, *Journal of Climate*, 24, 4973–4991, doi: 10.1175/2011JCLI4083.1.

Giorgi, F. 2006. Climate change hot-spots, *Geophysical Research Letters*, 33, L08707.  
IARNA-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). 2011. Cambio climático y biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. Guatemala. Documento 37, Serie técnica 35.114 pp.

Imbach, P., L. Molina, B. Locatelli, O. Roupsard, G. Mahé, R. Neilson, L. Corrales, M. Scholze, and P. Ciais. 2012. Modeling potential equilibrium states of vegetation and terrestrial water cycle of mesoamerica under climate change scenarios. *Journal of Hydrometeorology*, 13(2), 665-680.

IPCC. 2000. Informe especial del IPCC: Escenarios de emisiones. OMM-PNUMA. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>

IPCC. 2014. Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Ginebra, Suiza, 151 pp.

Kalnay E, M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, R. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne y D. Joseph (1996) The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471.

Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano, and S. Vicuña. 2014. Central and South 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* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, D.K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.

Oglesby R. y C. Rowe. 2014. "Impactos climáticos para Guatemala: Resultados preliminares de los modelos climáticos regionales y globales IPCC AR5" Informe Final, MARN/BID. 40pp.

Ortiz R. y S. Alonzo. 2013. Plan de Adaptación Clima–Plan A-Pepajau–Guatemala. 16pp.

Recinos R., S. Alonzo, O. Villatoro, G. González y J. Montejo. 2012. Análisis de Vulnerabilidad Comunidades Adaptadas a Cambio Climático Microcuenca Pepajau, San Juan Ixcay, Huehuetenango. ASOCUCH y Utviklingsfondet. Guatemala. 78pp.

Saenz-Romero, C., G. Rehfeldt, N. Crookston, P. Duval, R. St-Amant, J. Beaulieu y B. Richardson. 2010. Spline models of contemporary, 2030, 2060 and 2090 climates for Mexico and their use in understanding climate-change impacts on the vegetation. *Climatic Change* 102,595–623.

Villatoro O., R. Recinos, G. González, J. Montejo. 2014. Plan de Adaptación al Cambio Climático de las comunidades de la Microcuenca del río Magdalena, Chiantla, Huehuetenango. CNCG-USAID.Guatemala. 53pp.

**Anexo 11. Fotografías de los talleres realizados**



Fotografía 1. Primer taller participativo.  
Chiantla, Huehuetenango. Mayo, 2017.



Fotografía 2. Segundo taller participativo.  
Chiantla, Huehuetenango. Mayo, 2017.



Fotografía 3. Tercer taller participativo.  
Chiantla, Huehuetenango. Mayo, 2017.



Fotografía 4. Miembros del Comité de Adaptación de la Microcuenca.  
Tercer taller participativo.  
Chiantla, Huehuetenango. Mayo, 2017.



Fotografía 5. Grupo de personas que asistió a los talleres participativos.  
Cuarto taller participativo.  
Chiantla, Huehuetenango. Mayo, 2017

**Anexo 12. Agendas de los talleres**

**Agenda taller participativo 1**

No.	Horario	Actividad	Responsable
1	8:00 – 8:20	Inscripción de los participantes	Claudia Morales
2	8:20 - 8:30	Bienvenida	Juan Figueroa
3	8:30 – 8:45	Antecedentes y Objetivos de la actividad	Oswaldo Villatoro
4	8:45 – 9:15	Establecimiento de contextos: <ul style="list-style-type: none"><li>- Cambio Climático y causas</li><li>- Amenazas, vulnerabilidades y riesgo</li><li>- Impacto del Cambio Climático</li><li>- Potencial de las comunidades</li></ul>	Edwin Sosa
5	9:15 – 10:00	Cronología Histórica de los Cambios Climáticos <ul style="list-style-type: none"><li>- Magnitud del Cambio: alta, media y baja.</li><li>- Magnitud del impacto: severo, leve y mínimo.</li></ul>	Oswaldo Villatoro
6	10:00 – 10:30	Refacción	Claudia Morales
7	10:30 – 11:15	Priorizar los Cambios Climáticos	Tony Morales
8	11:15 – 12:00	Calendario de los Cambios Climáticos	Tony Morales
9	12:00 – 12:30	Matriz de vulnerabilidad	Edwin Sosa
10	12:30 – 13:00	Horario de actividades diarias	Claudia Morales y Oswaldo Villatoro
11	13:00 - 13:20	Evaluación del taller	Claudia Morales
12	13:20 – 14:00	Almuerzo	Claudia Morales

**Agenda taller participativo 2**

No.	Horario	Actividad	Responsable
1	8:00 – 8:20	Inscripción de los participantes	Claudia Morales
2	8:20 – 8:30	Bienvenida	Juan Figueroa H.
3	8:30 – 8:40	Recordatorio resultados Taller 1 - Recursos - Cambios Climáticos	Edwin Sosa
4	8:40 – 9:40	Mapeo de recursos importantes en la comunidad	Equipo Consultor
5	9:40 – 10:30	Matriz de impacto y adaptación	Edwin Sosa
6	10:30 – 10:45	Refacción	Claudia Morales
7	10:45 – 11:30	Matriz de acciones de género	Tony Morales y Claudia Morales
8	11:30 – 12:30	Matriz sistema MILPA	Tony Morales
9	12:30 – 13:00	Comité de adaptación (Que es y funciones) y selección de representantes por comunidad	Claudia Morales
10	13:00 – 13:15	Evaluación de la actividad	Claudia Morales
11	13:15 – 14:00	Almuerzo	Claudia Morales

**Agenda taller participativo 3**

No.	Horario	Actividad	Responsable
1	8:00 – 8:30	Inscripción de los participantes	Claudia Morales
2	8:30 – 8:45	Antecedentes y Objetivos de la actividad	Edwin Sosa
3	8:45 – 9:15	Resultados de la Matriz de Impacto y Adaptación y Descripción de medidas de Adaptación	Tony Morales
4	9:15 – 10:30	Establecimiento de metas por recursos básicos afectados	Tony Morales
5	10:30– 10:45	Refacción	Claudia Morales
6	10:45– 12:00	Descripción de actividades específicas	Edwin Sosa
7	12:00– 12:30	Conformación de Comité de Adaptación	Claudia Morales
8	12:30 – 12:50	Evaluación de la actividad	Claudia Morales
9	12:50– 13:00	Clausura y Seguimiento	Álvaro Funes
10	13:00– 14:00	Almuerzo	Claudia Morales

**Agenda taller participativo 4**

No.	Horario	Actividad	Responsable
1	8:00 – 8:20	Inscripción de participantes	Claudia Morales
2	8:20 – 8:30	Bienvenida	Presidente Comité de Adaptación
3	8:30 – 9:15	Información sobre el Análisis de Vulnerabilidad de la Microcuenca Río San Francisco	Oswaldo Villatoro
4	9:15 – 10:30	Recordatorio del Proceso de Diseño del Plan de Adaptación al Cambio Climático: <ul style="list-style-type: none"><li>- Establecimiento de metas por recursos básicos afectados</li><li>- Descripción de actividades específicas</li></ul>	Tony Morales
5	10:30 – 11:00	Validación del Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Microcuenca Río San Francisco. Lectura y firma del acta.	Claudia Morales
6	11:00 – 11:15	Evaluación del proceso desarrollado	Claudia Morales
7	11:15 – 11:30	Cierre de la actividad	Representante Asociación ICUZONDEHUE
8	11:30 - 12:00	Almuerzo	Claudia Morales

Anexo 13. Listados de participantes en los talleres participativos.

PROYECTO BUENA MILPA



LISTADO DE PARTICIPANTES

Nombre del Proyecto: Escalamiento de tecnologías para el fortalecimiento del sistema milpa en los Municipios de Chiantla, Todos Santos Cuchumatán, y Concepción Huista, en el proyecto Buena Milpa Año 3  
 Nombre de la Actividad: Taller IV Validación del Plan de Adaptación al cambio climático de la microcuenca Río San Francisco.  
 Ubicación: San Francisco Las Flores, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango  
 Fecha: 30 de mayo de 2017

No.	NOMBRE COMPLETO	ORGANIZACIÓN	LOCALIDAD	DPI	FIRMA
1	Juana Cristina Velasquez	Iezondehuc	El Cimiento	2288424561302	[Firma]
2	Perfecta Cifuentes Lopez	Iezondehuc	El Cimiento	245836541327	[Firma]
3	Lina Caro Cifuentes	Iezondehuc	El Cimiento	Menor.	[Firma]
4	Eulogia Lopez Ramos	Iezondehuc	El Cimiento	3460670221302	[Firma]
5	Eulalia Velasquez tello	Iezondehuc	Buena Vista San Jose	1819138791302	[Firma]
6	Andrés Díaz Lopez	Iezondehuc	Buena Vista San Jose	2528418751302	[Firma]
7	Miguel Saucedo Merida	Iezondehuc	Buena Vista San Jose	250584161302	[Firma]
8	Miriam Saucedo	Iezondehuc	Buena Vista San Jose	Menor.	[Firma]
9	Cecilio Leiva	Iezondehuc	Buena Vista San Jose	2366924631302	[Firma]
10	Isabel Pascual Leiva	Iezondehuc	El Rancho	2815917841302	[Firma]

Nombre y Firma Responsable de la Actividad  
 Asocuch

Vo. Bn. Sergio Alonso  
 Coordinador Buena Milpa/ASOCUCH

PROYECTO BUENA MILPA



LISTADO DE PARTICIPANTES

Nombre del Proyecto: Escalamiento de tecnologías para el fortalecimiento del sistema milpa en los Municipios de Chiantla, Todos Santos Cuchumatán, y Concepción Huista, en el proyecto Buena Milpa Año 3  
 Nombre de la Actividad: Taller IV Validación del Plan de Adaptación al cambio climático de la microcuenca Río San Francisco.  
 Ubicación: San Francisco Las Flores, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango  
 Fecha: 30 de mayo de 2017

No.	NOMBRE COMPLETO	ORGANIZACIÓN	LOCALIDAD	DPI	FIRMA
1	William Noe Rodriguez L.	Iezondehuc	Buena Vista San Jose	1573881661301	[Firma]
2	José Alexander Cifuentes	Iezondehuc	El Cimiento	Menor.	[Firma]
3	Juan Figueroa Herrera	Iezondehuc	San Francisco	1937392401302	[Firma]
4	Oswaldo Villatoro	Consultor	Huehuetenango	1943171371301	[Firma]
5	Alvaro Elias Tunes	Iezondehuc	San Francisco	1876662451302	[Firma]
6	Evelinda Figueroa	Iezondehuc	San Francisco	1810334101302	[Firma]
7	Arnoldo Leiva	Iezondehuc	San Francisco		[Firma]
8	Ronal Martinez	Asocuch	Huehuetenango	1907946661301	[Firma]
9	Dennis del Valle	Iezondehuc	Huehuetenango	2287028451301	[Firma]
10	Maria Claudia Morales	Consultora	Chiantla	1773771921302	[Firma]

Nombre y Firma Responsable de la Actividad  
 Asocuch

Vo. Bn. Sergio Alonso  
 Coordinador Buena Milpa/ASOCUCH

PROYECTO BUENA MILPA



LISTADO DE PARTICIPANTES

Nombre del Proyecto: Escalamiento de tecnologías para el fortalecimiento del sistema milpa en los Municipios de Chiantla, Todos Santos Cuchumatán, y Concepción Huista, en el proyecto Buena Milpa Año 3  
 Nombre de la Actividad: Taller IV Validación del Plan de Adaptación al cambio climático de la microcuenca Río San Francisco.  
 Ubicación: San Francisco Las Flores, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango  
 Fecha: 30 de mayo de 2017

No.	NOMBRE COMPLETO	ORGANIZACIÓN	LOCALIDAD	DPI	FIRMA
1	Santos Serapio Saverio	Icazandehuc	Buena Vista Magdalena	1749802131302	[Firma]
2	Elvi Ines Figueroa	Icazandehuc	San Francisco	2220878541302	Elvi Ines Figueroa
3	Bayron Velasquez	Icazandehuc	San Francisco	Menor	[Firma]
4	Ronald Merida	Icazandehuc	El Cimiento	Menor	[Firma]
5	Antonio Juarez Figueroa	Icazandehuc	Buena Vista San Jose	2551149581302	[Firma]
6	Tony Douglas Morales	Consultor	Chiantla	2524293031301	[Firma]
7	Amilcar Velasquez	Icazandehuc	San Francisco	1753188751302	[Firma]
8	Cesar Lopez	ASOCUCH	Chiantla	1833112051302	[Firma]
9	Brendy Velasquez Chavez	Icazandehuc	San Francisco	1850218751302	[Firma]
10	Armando Figueroa	Icazandehuc	San Francisco	1978849031302	[Firma]

Nombre y Firma Responsable de la Actividad  
 Asocuch

Vo. So. Sergio Alonso  
 Coordinador Buena Milpa/ASOCUCH

PROYECTO BUENA MILPA



LISTADO DE PARTICIPANTES

Nombre del Proyecto: Escalamiento de tecnologías para el fortalecimiento del sistema milpa en los Municipios de Chiantla, Todos Santos Cuchumatán, y Concepción Huista, en el proyecto Buena Milpa Año 3  
 Nombre de la Actividad: Taller IV Validación del Plan de Adaptación al cambio climático de la microcuenca Río San Francisco.  
 Ubicación: San Francisco Las Flores, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango  
 Fecha: 30 de mayo de 2017

No.	NOMBRE COMPLETO	ORGANIZACIÓN	LOCALIDAD	DPI	FIRMA
1	Juan Saucedo Alvarez	Icazandehuc	El Rancho	1877530831302	[Firma]
2	Luis Ruyos Ramos	Icazandehuc	El Rancho	1708191161302	[Firma]
3	Cirilo Cano	Icazandehuc	El Rancho	1870933421302	[Firma]
4	Marias Modesto Velasquez	Icazandehuc	El Rancho	1824375071302	[Firma]
5	Lucas Cano Solis	Icazandehuc	El Rancho	1651053131302	[Firma]
6	Josue Antonia Cifuentes	Icazandehuc	El Cimiento	1753193401302	[Firma]
7	Luzero Figueroa Alva	Icazandehuc	Buena Vista Magdalena	1875648921302	[Firma]
8	Adilia Pilar Figueroa	Icazandehuc	Buena Vista Magdalena	2284637341302	Adilia Pilar F.
9	Emeralda Lopez	Icazandehuc	Buena Vista Magdalena	Menor	[Firma]
10	Concepcion Figueroa	Icazandehuc	Buena Vista Magdalena	2433287101302	[Firma]

Nombre y Firma Responsable de la Actividad  
 Asocuch

Vo. So. Sergio Alonso  
 Coordinador Buena Milpa/ASOCUCH

Con la colaboración de:



Este estudio es posible gracias al generoso apoyo del pueblo de Estados Unidos a través de su Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), El contenido de este documento es responsabilidad del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y no necesariamente refleja las opiniones de USAID o del gobierno de los Estados Unidos de América.



**FEED THE FUTURE**

Iniciativa mundial del Gobierno de los EE.UU. contra el hambre y la inseguridad alimentaria