

Recomendaciones de adaptación al cambio climático para el municipio de Santa Lucía Utatlán



Recomendaciones de adaptación al cambio climático para el municipio de Santa Lucía Utatlán

Proyecto:

Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del Departamento de Sololá, Guatemala -MACC-SAN.

Guatemala, 2022

Autores

M.A. Pablo Yax López

Ing. Agr. Kevin Manolo Noriega Elías

Ing. Agr. Francisco Espinoza Marroquín.

Diseño y diagramación

T.U. Luis Fernando Escobedo Orantes

Cita bibliográfica

Yax López, P., Noriega Elías, K. M., & Espinoza Marroquín, F. (2022). *Recomendaciones de adaptación al cambio climático para el municipio de Santa Lucía Utatlán*. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Guatemala.

Esta publicación se generó en el marco del proyecto:
"Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del Departamento de Sololá, Guatemala -MACC-SAN"

El presente documento no necesariamente refleja la posición de la Cooperación Española en Guatemala.



ISBN: 978-9929-8208-6-9

ICC 2022
Todos los derechos reservados.

Índice

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos.....	2
III.	Contexto municipal.....	3
IV.	Metodología.....	4
4.1	Comportamiento histórico de las variables climáticas/meteorológicas.....	4
4.2	Análisis de vulnerabilidad.....	5
4.3	Medidas de adaptación al cambio climático.....	5
V.	Análisis de vulnerabilidad climática del municipio Santa Lucía Utatlán.....	6
5.1	Variabilidad y cambio climático.....	6
5.1.1	Comportamiento de la precipitación (lluvia).....	6
5.1.2	Balance hídrico 2021.....	10
5.1.3	Inicio y finalización de la época de lluvia.....	11
5.1.4	Comportamiento de los vientos.....	12
5.1.5	Fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENOS).....	13
5.1.6	Días sin lluvias.....	14
5.1.7	La temperatura en el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	15
5.2	Cambios en el clima.....	16
5.3	Cambios proyectados del clima para el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	18
5.4	Vulnerabilidad climática de los principales medios de vida.....	22
5.4.1	Medios de vida del municipio de Santa Lucía Utatlán.....	22
5.4.2	Calendario de eventos naturales y actividades socioeconómicas cíclicas.....	23
5.4.3	Identificación de amenazas climáticas/meteorológicas.....	23
5.4.4	Análisis de vulnerabilidad.....	24

5.4.5	Efectos e impactos del cambio climático sobre la agricultura.....	27
5.4.6	Efecto de la escasez de agua en la agricultura.....	28
5.4.7	Efecto de las lluvias fuertes.....	29
5.4.8	Efectos e impactos de la erosión de los suelos sobre la agricultura.....	29
VI.	Medidas de adaptación para los diferentes sectores y medios de vida en el municipio de Santa Lucía Utatlá.....	32
VII.	Referencias Bibliográficas.....	41
VIII.	Anexos.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Área de intervención del proyecto MACC-SAN.....	3
Figura 2. Distribución etaria de la población del municipio de Santa Lucía Utatlán.....	4
Figura 3 Marco metodológico para el análisis de vulnerabilidad e identificación de medidas de adaptación ante la variabilidad y cambio climático.....	5
Figura 4. Distribución mensual promedio de precipitación (lluvia) acumulada en la estación meteorológica de Santa María El Tablón.....	7
Figura 5. Distribución espacial de precipitación (lluvia) acumulada 2020 en el municipio de Santa Lucía Utatlán	8
Figura 6. Distribución mensual precipitación (lluvia) promedio, máximo y mínimo acumulado en la estación meteorológica de Santa María El Tablón, Sololá, durante el periodo 1994-2020.....	9
Figura 7. Anomalía de la precipitación en función al promedio acumulado mensual para el período 1994-2020, estación meteorológica de Santa María El Tablón.....	10
Figura 8. Comparativo decadal del acumulado promedio mensual de precipitación estación meteorológica de Santa María El Tablón.....	10
Figura 9. Frecuencia de ocurrencia de lluvia acumulada anual registrada en la estación Santa María El Tablón.....	11
Figura 10. Balance hídrico para el municipio de Santa Lucía Utatlán basado en datos de la estación meteorológica de Santa Lucía Utatlán.....	12
Figura 11. Tendencia del inicio de la época lluviosa (IELL) en Guatemala.....	13
Figura 12. Dirección y velocidad de los vientos en el periodo 2020-2021.....	13
Figura 13. Anomalía histórica de la temperatura superficial del Océano Pacífico ecuatorial en la región de El Niño 3.4.....	14
Figura 14. Comportamiento de los días acumulados sin lluvia por mes en el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	16
Figura 15. Promedios anuales de temperatura mínima (° Celsius) para el período de 1994-2018 registrados por la estación Santa María El Tablón, Sololá.....	16
Figura 16. Promedios anuales de temperatura máxima (° Celsius) para el período de 1994-2018 registrados por la estación Santa María El Tablón, Sololá.....	17
Figura 17. Tendencia de precipitación anual en Guatemala.....	17

Figura 18. Tendencia de lluvia extrema en Guatemala.....	18
Figura 19. Tendencia de los promedios anuales de la temperatura mínima en el departamento de Sololá.....	18
Figura 20. Tendencia de los promedios anuales de la temperatura máxima en el departamento de Sololá.....	19
Figura 21. Diferencia de temperatura máxima para el período 2000-2050 en el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	20
Figura 22. Diferencia de temperatura media para el período 2000-2050 en el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	21
Figura 23. Cambio climatológico con relación a la variable precipitación 2000-2050 en Guatemala.....	22
Figura 24. Mapa de exposición histórica y futura de amenazas climáticas/meteorológicas en el territorio Santa Lucía Utatlán.....	25
Figura 25. Gráfica de precipitación diaria en los meses junio, julio y agosto del año 2015 registrada en estación de INSIVUMEH Santa María El Tablón.....	29
Figura 26. Gráfica del comportamiento de la temperatura y la lluvia diaria registrada en estación meteorológica de INSIVUMEH Santa María El Tablón, durante la canícula ocurrida en junio, julio y agosto del año 2015.....	30

Índice de cuadros

Cuadro 1. Cantones y parajes que conforman el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	4
Cuadro 2. Medios de vida más importantes de los parajes donde se implementan acciones del proyecto MACC-SAN, Santa Lucía Utatlán.....	23
Cuadro 3. Calendario estacional de las localidades, Chiaj, Choquixcabel y Chuimanzana.....	24
Cuadro 4. Amenazas climáticas y no climáticas para el municipio de Santa Lucía Utatlán.....	26
Cuadro 5. Localidades sensibles a fenómenos de índole climático dentro del territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán.....	26
Cuadro 6. Matriz de vulnerabilidad perceptiva de las comunidades de implementación del proyecto MACC-SAN de Santa Lucía Utatlán.....	27
Cuadro 7. Posibles impactos del cambio climático sobre la zona de vida bosque montano.....	28
Cuadro 8. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector agropecuario del municipio de Santa Lucía Utatlán.....	33
Cuadro 9. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector recursos hídricos (Provisión humana y biodiversidad) del municipio de Santa Lucía Utatlán.....	35
Cuadro 10. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector bosques del municipio de Santa Lucía Utatlán.....	37
Cuadro 11. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector salud de municipio de Santa Lucía Utatlán.....	38

I. Introducción

El cambio climático es un fenómeno global que ha tomado mucha relevancia a nivel mundial en los últimos 30 años, especialmente, por sus múltiples efectos negativos en los sistemas socio-ecológicos (cultivos, hogares, bosques y comunidades) en el planeta Tierra. Actualmente, se está impulsando acciones para contrarrestar sus múltiples efectos negativos en los diferentes ecosistemas, ciudades, poblaciones rurales, sistemas de producción agrícola (cultivos) y de manera incipiente sobre la salud humana.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático IPCC, (2014), el cambio climático es una variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo como lo afirma IPCC, (2014). Cabe destacar que los últimos decenios, los cambios en el clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. La evidencia de los impactos del cambio climático es más sólida y en constante actualización.

A partir del conocimiento generado de una serie de talleres participativos de vulnerabilidad climática y el análisis de información meteorológica/climática en el marco del proyecto: Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del Departamento de Sololá, Guatemala -MACC-SAN, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional, ha permitido sistematizar por medio del presente documento los cambios en el clima, la variabilidad climática y los efectos e impactos del cambio climático sobre los principales medios de vida de Santa Lucía Utatlán.

Además, se incluye una serie de propuestas de opciones de adaptación al cambio climático en los sectores agropecuario, recursos hídricos, bosques y salud humana del territorio y población del municipio de Santa Lucía Utatlán. Las opciones de adaptación se basan en una revisión de literatura técnica/científica, insumos de un taller participativo con actores sociales, tecnología generada por el ICC y la experiencia de los autores para seleccionarlas para las condiciones climáticas del referido municipio.

Las propuestas de adaptación que se incluyen son orientadoras para los diferentes actores sociales que influyen en la dinámica territorial del municipio de Santa Lucía Utatlán y el departamento de Sololá. Así mismo se complementa con los lineamientos del Plan Departamental de Adaptación de Sololá y la Ley Marco sobre Cambio Climático (Decreto 7 -2013).

Algunas opciones de adaptación ya son implementadas en el territorio para los cuatro sectores, aunque, existe una brecha de necesidades de implementación. Estas podrían ser implementadas de manera individual por los hogares, las comunidades y a nivel municipal, sin embargo, requiere de condiciones favorables como la disposición institucional gubernamental y voluntad política de las autoridades municipales, los recursos económicos, el involucramiento de las diferentes organizaciones no gubernamentales y agencias internacionales para el desarrollo con presencia en el territorio, y sin dejar a un lado las autoridades indígenas y el sector académico. La implementación de la adaptación resulta ser imperativa para reducir las pérdidas a mediano y largo plazo del cambio climático, aunado al incremento de costos económicos lo que representaría por su implementación.

II. Objetivos

Objetivo general

- Promover la transversalización o implementación de opciones de adaptación que contribuyan a reducir los efectos o impactos del cambio climático en los sectores agropecuario, recursos hídricos, bosques y salud humana del municipio de Santa Lucía Utatlán.

Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de las principales variables climáticas/meteorológicas para el periodo 1994-2020.
- Determinar las amenazas y vulnerabilidad climática de mayor importancia para la población del territorio, medios de vida y sectores agropecuario, recursos hídricos, bosques y salud humana de la población de Santa Lucía Utatlán.
- Identificar y seleccionar las acciones de adaptación que permitan reducir el impacto negativo del cambio climático para los diferentes sectores del municipio de Santa Lucía Utatlán.

III. Contexto municipal

El municipio de Santa Lucía Utatlán se ubica dentro del territorio político-administrativo del departamento de Sololá. Según MARN (2017) el municipio se encuentra a una distancia de 152 kilómetros de la ciudad capital, al occidente del país, es uno de los diecinueve municipios del departamento de Sololá, ubicado a 25 kilómetros de la cabecera departamental y cuenta con una superficie de 44 kilómetros cuadrados.

El municipio de Santa Lucía Utatlán colinda con los siguientes municipios: al Norte con Nahualá y Totonicapán; al Este con San José Chacayá; al Sur con San Marcos La Laguna y Santa Clara La Laguna; al Oeste con Santa Catarina Ixtahuacán. En el territorio municipal, pasa la carretera Interamericana, que une a América del Norte y Sudamérica. Para ingresar al Municipio de Santa Lucía Utatlán, se toma la ruta Interamericana

y se desvía en el Km 148, cuyo recorrido para la cabecera Municipal es de 4 kms, carretera asfaltada, luego para el acceso a las comunidades, algunas poseen calles adoquinadas y otras de terracería (MARN, 2017).

Dicho municipio se estableció como una de las localidades prioritarias y beneficiaria con dos comunidades dentro de la intervención del proyecto: Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del Departamento de Sololá, Guatemala -MACC-SAN, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional en su programa AURACLIMA, cuya intervención se realiza en cinco municipios (figura uno).

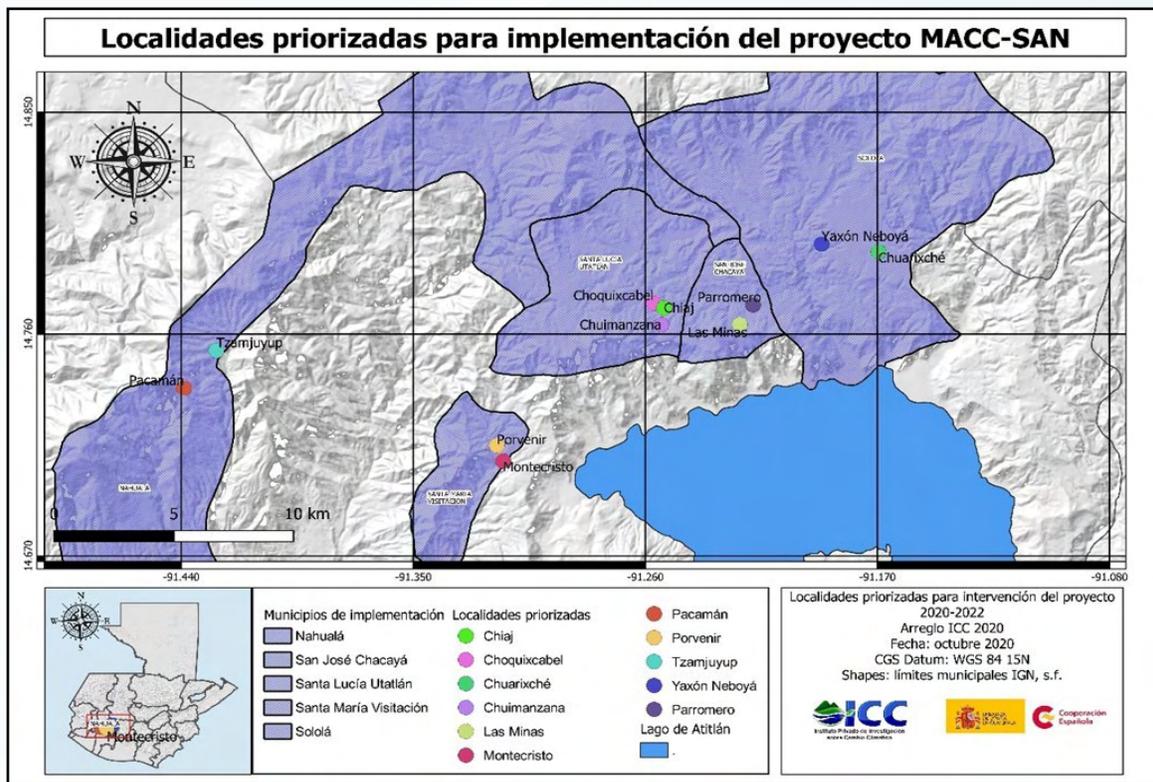


Figura 1. Área de intervención del proyecto MACC-SAN.

El municipio de Santa Lucía Uatlán está constituido por diferentes asentamientos humanos (poblados), de

acuerdo con INE, tienen las siguientes categorías:

Cuadro 1. Cantones y parajes que conforman el municipio de Santa Lucía Uatlán

CABECERA MUNICIPAL	
1	Cabecera Municipal
2	Paraje Chuimacha, Pachipac, Barrio 80
3	Paraje Tzambolobic y Canoas

CANTON PAMEZABAL:		CANTON CHICHIMUCH	
1	Pamezabal Central	1	Paraje Choquixcabel
2	Paraje Los Manantiales	2	Paraje Nikajkim
3	Caserío Pacorral	3	Paraje La Esperanza
4	Paraje Vista Hermosa	4	Paraje Las Esperanzas
5	Paraje Chirijcruz	5	Paraje Chocol
6	Caserío Tierra Linda	6	Paraje chuijomil
7	Paraje Buena Vista	7	Paraje Chiaj
8	Paraje Paxac	8	Paraje Bella Vista
9	Paraje Pacorral	9	Paraje Chuilojomche
10	Paraje El Mirador	10	Paraje Tzamjucup
		11	Paraje Xepec
		12	Paraje Chove
		13	Paraje Chijcaja
		14	Paraje Chuimanzana

CANTON PAHAJ		CANTON CHUCHEXIC	
1	Paraje Pahaj Central	1	Caserío Cienaga Grande
2	Paraje Los Ángeles	2	Paraje Xejuyupá
3	Paraje Chuisuc	3	Paraje Parracana, Xesampual,
4	Paraje Pachaj	4	Paraje Payaj-Ut
5	Paraje Xolá	5	Paraje Los Aposentos
6	Paraje Valle Nuevo	6	Paraje Los Planes
7	Casorio Chuiatzam	7	Paraje Chuialajcajquix
8	Paraje Cruz B, Pahaj	8	Aldea El Novillero
		9	Paraje Campó Verde
		10	Paraje Xoljuyup
		11	Paraje Paxub
		12	Caserío Tzaminamit

Fuente: MARN, (2017)

A través de información generada durante el censo poblacional 2018, por el Instituto Nacional de Estadística, INE, (2018). El municipio de Santa Lucía Uatlán cuenta con una población de 21,284 habitantes distribuidos por 11,353 correspondientes al género femenino y 9,931 habitantes del género masculino. La

población se encuentra establecida en una zona rural comprendida por un 93.62 %. Como se observa en la figura 2, más del 50% de la población del municipio esta constituido por niños/niñas y jóvenes, entre los 0-24 años.

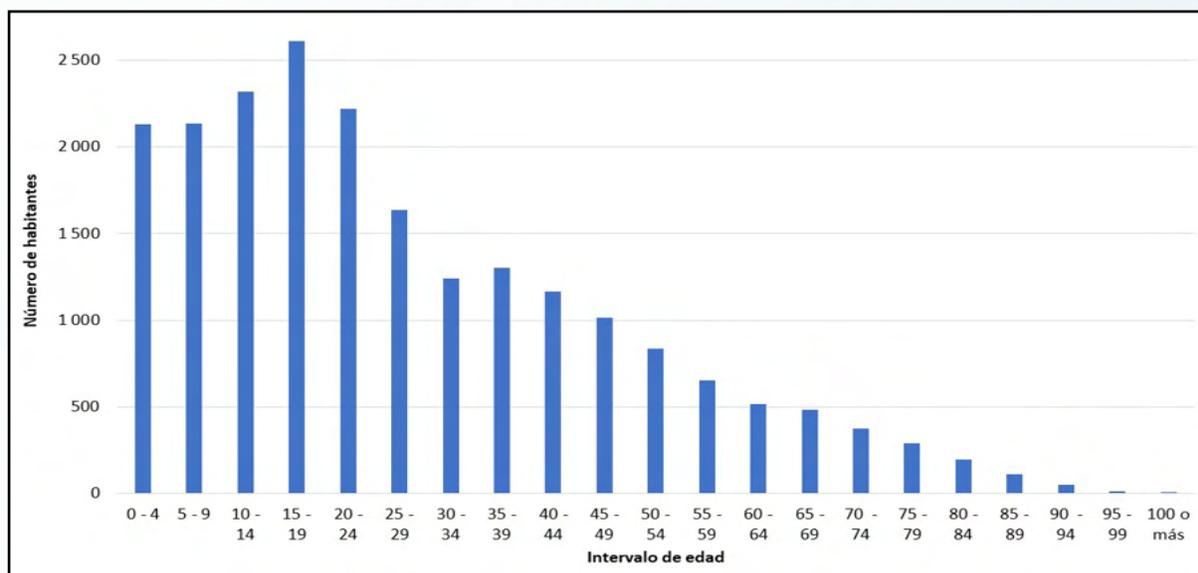


Figura 2. Distribución etaria de la población del municipio de Santa Lucía Uatlán.

Fuente: INE (2018)

IV. Metodología

El presente documento se construyó con base a tres fases metodológicas. La primera consistió en el análisis del comportamiento del clima basándose en información meteorológica/climática disponible para el departamento de Sololá y el municipio de Santa Lucía Utatlán. La segunda fase, vulnerabilidad climática, se basó en la información a escala comunitaria y municipal generada a través de talleres focales con actores sociales dentro o con influencia sobre el territorio en estudio en el

marco del proyecto: Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del Departamento de Sololá, Guatemala -MACC-SAN. Además, se recopiló información actualizada (2021-2022) sobre amenazas, exposición y vulnerabilidad sobre el municipio de Santa Lucía Utatlán y el departamento de Sololá. La última fase se basó en los insumos generados en las dos primeras fases, revisión de literatura, tecnología de ICC y expe-

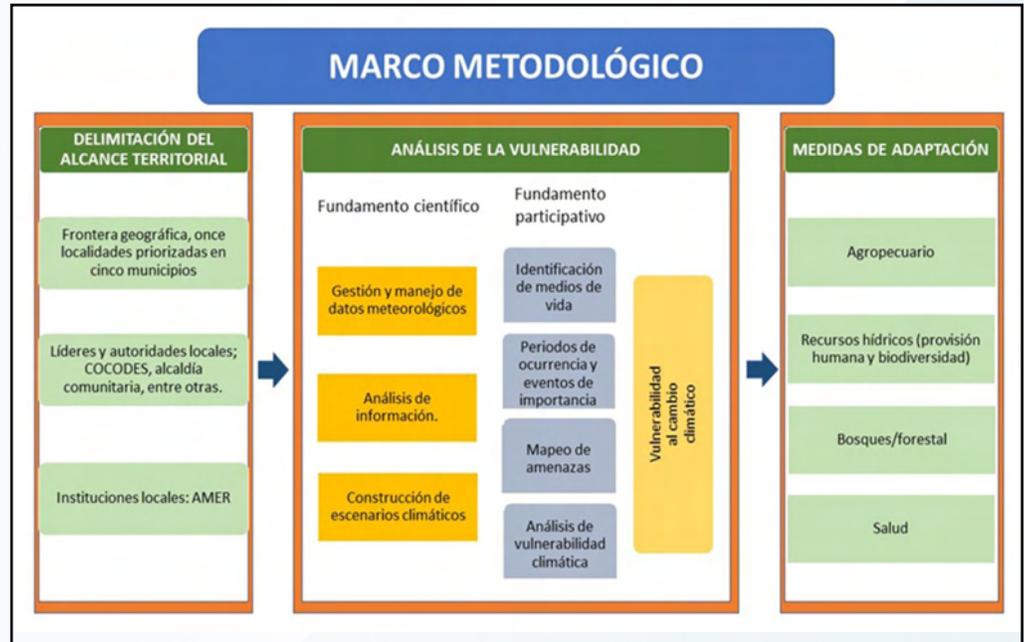


Figura 3 Marco metodológico para el análisis de vulnerabilidad e identificación de medidas de adaptación ante la variabilidad y cambio climático.

Fuente: Basado en Buenfil, (2011).

riencias de los autores para identificar y seleccionar las opciones de adaptación para los principales medios de vida y los diferentes sectores de relevancia en el municipio. Así mismo, se incorporaron insumos de adaptación generados en el taller municipal con diferentes actores sociales clave en el territorio.

4.1 Comportamiento histórico de las variables climáticas/meteorológicas

4.2.1 Se gestionó información climática o meteorológica de estaciones meteorológicas dentro del territorio del departamento de Sololá. Entre las organizaciones que se contactaron para la gestión de datos climáticos/meteorológicos se encuentran: INSIVUMEH, ICC, AMSCLAE y Vivamos Mejor.

4.2.2 Posteriormente se procedió a la revisión de datos faltantes y errores humanos en la transcripción de los datos. Para algunas variables meteorológicas y años específicos se complementó con datos de plataformas globales digitales satelitales de precipitación y temperatura.

4.2.3 Se ordenaron los datos como acumulados mensuales y acumulados anuales e interanuales, agrupamiento decadal y estacional para el periodo de junio a agosto (canícula) desde los años 1994 hasta el año 2021. Complementándolos con gráficas y mapas.

4.2.4 Para la parte de escenarios climáticos se utilizaron las modelaciones y resultados de simulaciones efectuadas por la Universidad de Nebraska para Guatemala para el 2050 – 2060 de precipitación y temperatura a una resolución espacial de 4 km².

4.2 Análisis de vulnerabilidad

4.2.1 Para el análisis de vulnerabilidad climática se empleó la información generada en el proyecto: Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del Departamento de Sololá, Guatemala -MACC-SAN. A través de talleres focales con actores clave vinculado a los medios de vida a nivel comunitario y/o pertenecientes a organizaciones no gubernamentales en el territorio. Se identificaron y se discutieron los diferentes medios de vida que emplean los hogares y su vulnerabilidad ante amenazas de índole climático y geofísicas detonadas por eventos hidrometeorológicos.

4.2.2 Para la identificación medios de vida de mayor relevancia dentro de la comunidad, se contó con la valoración de los participantes de manera grupal de las principales actividades o medios de vida que emplean los hogares a nivel comunitario.

4.2.3 En cuanto a eventos cíclica y actividades agrícolas/sociales cíclicas se empleó la herramienta de calendario estacional. Se enlistaron los principales fenómenos bajo la escala de meses del año y sus periodos de ocurrencia.

4.2.4 Para el mapeo de exposición histórica de amenazas climáticas y no climáticas dentro de la comunidad. Los participantes elaboraron un croquis de la localidad, identificando los principales elementos de la comunidad, como áreas de vivienda, áreas de cultivos, y la identificación de áreas que están expuestas a amenazas o que fueron impactadas por fenómenos climáticos en el pasado.

4.2.5 Basado en los insumos del mapeo de exposición histórica y la matriz de medios de vida, se procedió a la estimación de la vulnerabilidad de los principales medios de vida (empleando la matriz o cuadro de vulnerabilidad de medios de vida) considerando la siguiente valoración escala de Likert de (0 a 3), donde; 0 = nulo, 1 = bajo, 2 = medio y 3 = alto. La herramienta brindó la oportunidad de la recolección de información de manera personalizada (individual).

4.2.6 Toda la información obtenida a través de las

distintas herramientas empleadas durante el taller fue compilada y organizada de manera digital utilizando hojas de cálculo de Excel.

4.2.7 La segunda fuente de información empleada fue la revisión de literatura gris enfocada a las amenazas climáticas para el territorio de Santa Lucía Utatlán o del departamento de Sololá. Además, se emplearon productos de sistemas información geográfica de exposición y vulnerabilidad climática.

4.2.8 En función de los insumos e información generada o recopilada en las subsecciones anteriores, se discutieron los efectos de las amenazas climáticas sobre los medios de vida y sus impactos en la seguridad alimentaria y nutricional de los hogares en la comunidad de estudio.

4.3 Medidas de adaptación al cambio climático

4.3.1 Un insumo utilizado para la identificación de opciones de adaptación fueron las sugerencias de actores sociales, que participaron en el taller de validación de vulnerabilidad climática e identificación de opciones de adaptación.

4.3.2 Basado en la necesidad de adaptación identificadas por medio del análisis de vulnerabilidad climática (fase anterior) y un proceso de revisión de literatura técnica y científica sobre adaptación al cambio climático se identificaron opciones de adaptación

4.3.3 Sumado a lo anterior se contó con la experiencia del ICC y los autores para la priorización de opciones de adaptación para los sectores agropecuarios, recursos hídricos, bosques y salud humana, en el territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán.

V. Análisis de vulnerabilidad climática del municipio Santa Lucía Utatlán.

5.1 Variabilidad y cambio climático

5.1.1 Comportamiento de la precipitación (lluvia)

El régimen de la época lluviosa en el departamento de Sololá, figura cuatro, y específicamente en el municipio de Santa Lucía Utatlán, está marcado para los meses de mayo a octubre, donde el acumulado promedio de lluvias supera los 1,387 milímetros, en un rango de 933 – 1,827 milímetros, datos obtenidos de estaciones meteorológicas de INSIVUMEH, (2021) cercanas a la comunidad de estudio y con registros desde 1994. Catholic Relief Service, (2012) e INSIVUMEH, (2010), afirman que el régimen de precipitación para Centroamérica es bimodal, y marcada con 6 meses de estación seca, diciembre a abril, y seguido por la temporada de lluvias durante mayo-noviembre. En los años 2020 y 2021 con datos de AMSCLAE (2021) para el municipio de Santa Lucía Utatlán se registraron 1,133.5 y

1,302 milímetros de lluvia, respectivamente. Una reducción de lluvias resalta para el periodo julio-agosto (indicado en el círculo rojo), conocido locamente como canícula o veranillo. De acuerdo con INSIVUMEH (2018), dicha situación es debido a la inversión de los vientos Alisios y el fortalecimiento del anticiclón del Golfo de México, que posteriormente se debilita y desaparece, y nuevamente las precipitaciones se intensifican y completan la temporada lluviosa. Los datos para la época lluviosa 2020-2021 en el territorio de Santa Lucía Utatlán registran que junio de 2020 y julio 2021 presentaron los menores acumulados con 138 mm y 121 mm, respectivamente (AMSCLAE, 2021).

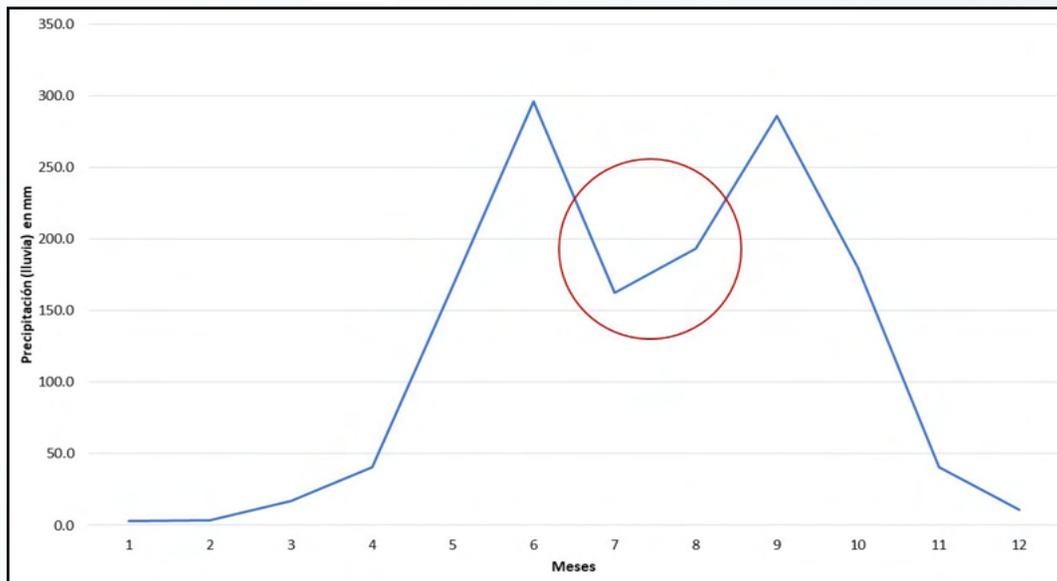


Figura 4. Distribución mensual promedio de precipitación (lluvia) acumulada en la estación meteorológica de Santa María El Tablón.
Fuente: INSIVUMEH (2021).

De acuerdo con los registros de la estación meteorológica de Santa María El Tablón para el periodo 1994-2020, los meses de junio (296.2 mm) y septiembre (285.8 mm) son los que presentan los mayores promedios acumulados mensuales de lluvia. Según AMSCLAE (2021) para la época lluviosa 2020-2021, los meses de mayor acumulado fueron septiembre de 2020 con 232.7 mm y agosto de 2021 con 286.4 mm.

En la figura cinco, se observa la distribución espacial de la precipitación acumulada en el 2021 para el municipio Santa Lucía Utatlán. En la parte central del territorio con un acumulado alrededor de los 1,000 milímetros. Al norte y al sur-oeste con acumulados que superan los 1,100 mm datos obtenidos de estaciones de AMSCLAE, (2021), INSIVUMEH, (2021) e ICC, (2021).

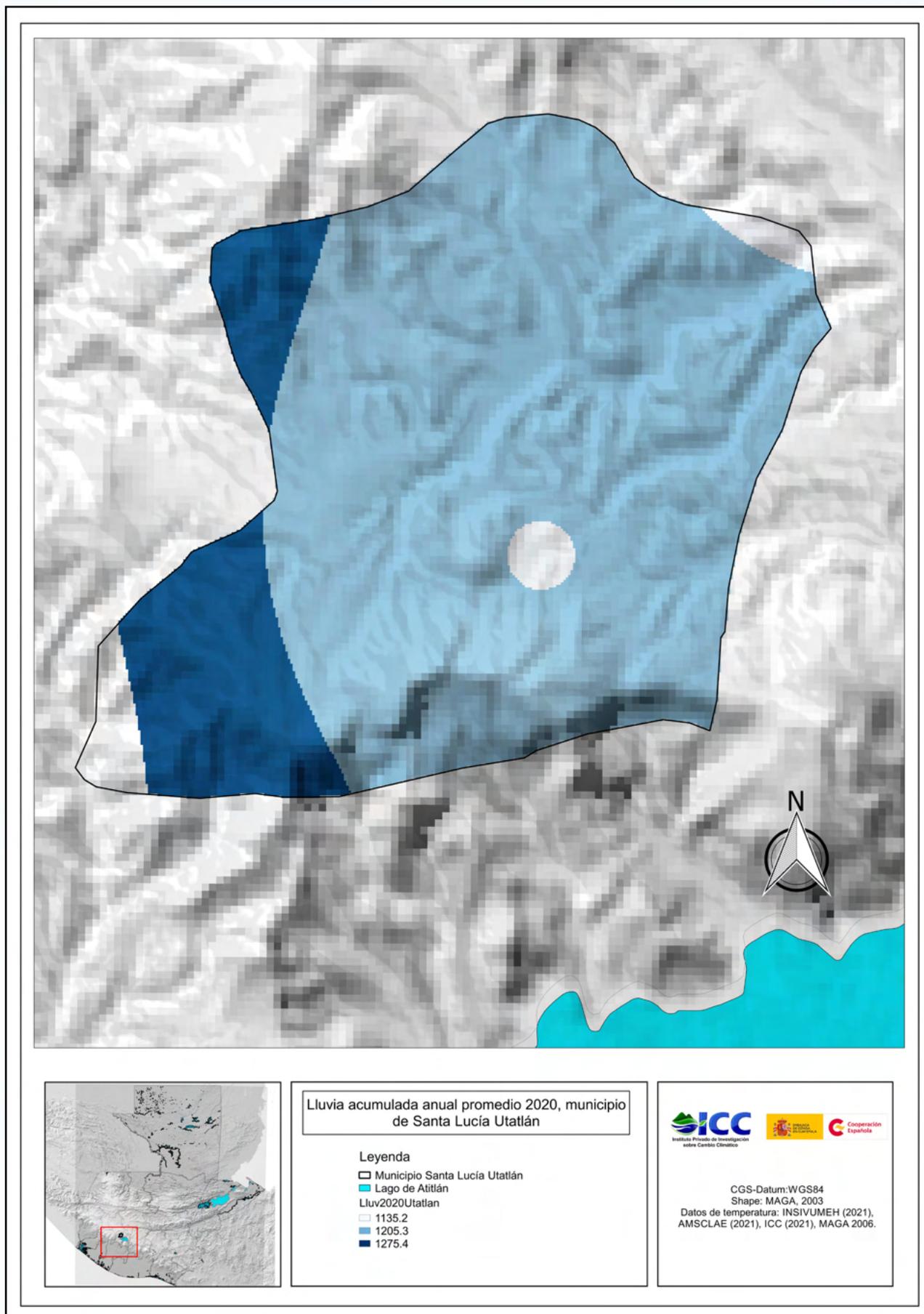


Figura 5. Distribución espacial de precipitación (lluvia) acumulada 2020 en el municipio de Santa Lucía Utatlán.
 Fuente: INSIVUMEH (2021), AMSCLAE (2021), ICC (2021).

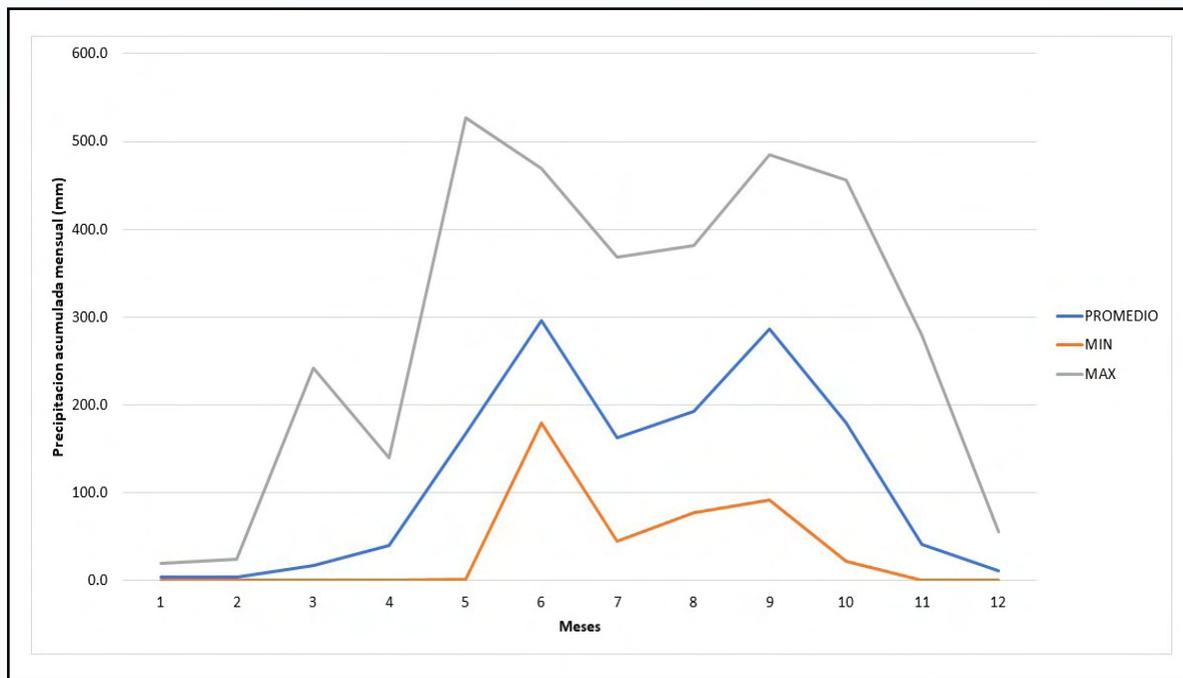


Figura 6. Distribución mensual precipitación (lluvia) promedio, máximo y mínimo acumulado en la estación meteorológica de Santa María El Tablón, Sololá, durante el periodo 1994-2020.

Fuente: Gráfica elaborada con datos de precipitación mensual del INSIVUMEH (2021)

Los peores impactos actuales y esperados del cambio climático están relacionadas con la variabilidad climática como sequías e inundaciones entre otros fenómenos como lo afirma Beathgen (2011). En este sentido la figura seis, muestra el comportamiento los máximos acumulados de lluvia (línea gris) de la estación más cercana a Santa Lucía Utatlán y con más registros históricos, destacándose para el mes de mayo con 527 mm acumulados influenciado por la tormenta tropical Agatha en 2010.

Otro dato que resalta el máximo acumulado de 484 mm de lluvia en septiembre de 2010 (figura seis), uno de los mayores acumulados durante los últimos 27 años. INSIVUMEH. (2010), reportó que las condiciones meteorológicas del país durante septiembre fueron influenciadas directamente por las tormentas tropicales 11-E; Karl y Matthew. Dichos fenómenos generaron condiciones inestables y lloviznas intermitentes. Así mismo por efectos del huracán Mitch, en noviembre de 1998 influenciado por las lluvias asociadas con el huracán Mitch, resalta con un acumulado de 274 milímetros, superando 683% del acumulado promedio para los últimos 27 años para dicho mes.

En cuanto a los valores mínimos de lluvia acumulada mensual (figura seis); uno de los meses con menor

acumulado fue el mes de mayo de 2015, con 54.3 milímetros de lluvia registrada. Otros valores de acumulado de lluvia inferiores al 50% del promedio mensual de mayo (periodo 1994-2020), fueron en los años 2011 y 2015.

Para la ventana temporal de la ocurrencia de la canícula en Guatemala, julio de 2014 y agosto de 2002, presentaron los menores acumulados de lluvia con 44.9 y 77.5 milímetros, respectivamente. Adicional a dichos meses, destacan julio y agosto de 2015, 2016 y 2018 presentando bajos acumulados de lluvia, situación que coincide con las canículas extendidas que ocurrieron en dichos años para Guatemala según registro de Bardales et al, (2019). Además, se observó una tendencia de persistencia de anomalía negativa debido a la presencia del fenómeno de El Niño Oscilación Sur para el 2014-2015.

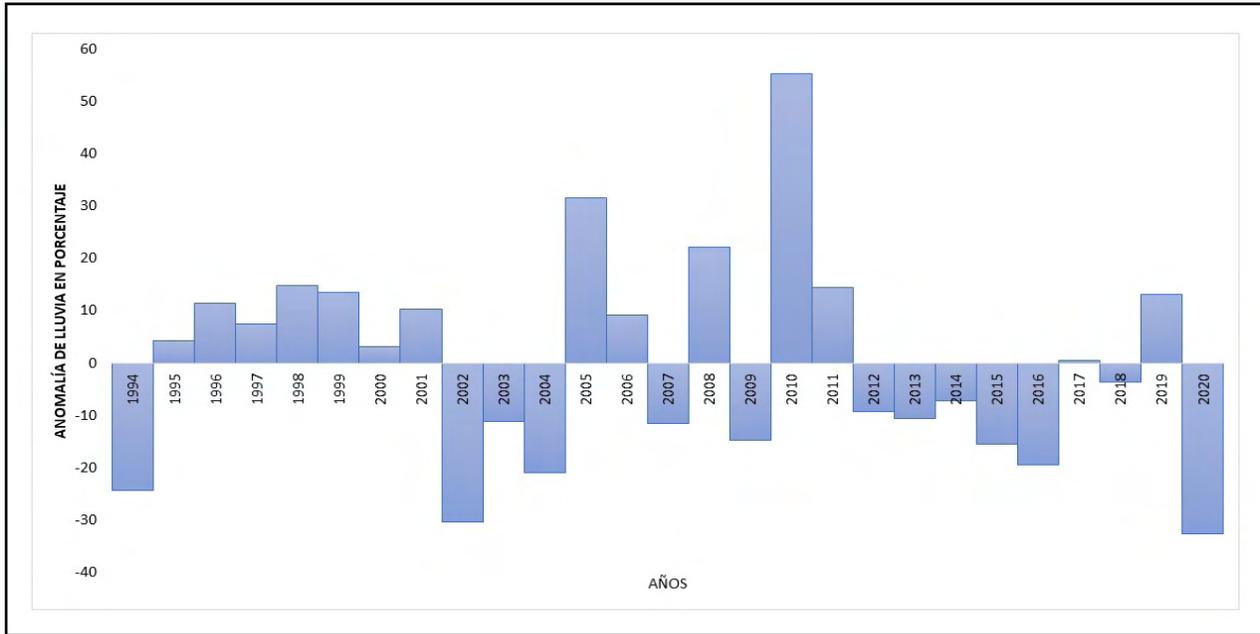


Figura 7. Anomalia de la precipitación en función al promedio acumulado mensual para el período 1994-2020, estación meteorológica de Santa María El Tablón.
Fuente: INSIVUMEH (2021)

En la figura siete se pueden observar los años con mayor acumulado de precipitación (anomalía positiva) sobre el 30% del promedio anual acumulado destaca el año de 2005, influenciado por las lluvias detonadas por la tormenta tropical Stan y el año 2010 por la tormenta Agatha y otras tormentas tropicales ocurridas en dicho año. Seguido por otros años como 1998 y 2011 que sobrepasaron el promedio anual acumulado para el período de estudio.

Por el otro lado, los años por debajo del promedio acumulado de lluvia anual, destacan los años 2002 y 2020 alejados un 30% del promedio anual 1994-2020. Seguido por los años 1994, 2004 y 2016.

En la búsqueda de algún cambio inter-decadal para el territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán se presenta la figura ocho, basado en datos de estaciones meteorológicas cercanas al referido municipio. En ella se observa la precipitación acumulada anual en el periodo 2001-2010, ha sido la más lluviosa en el primer trimestre de la época lluviosa, en comparación con las otras dos décadas, mientras que, para la segunda parte de la época lluviosa, la década de los 90's ha sido más lluviosa. Se destaca una reducción del acumulado de lluvia durante julio-septiembre para la década de

2011-2020, muy probablemente influenciada por período con condiciones del fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENOS).

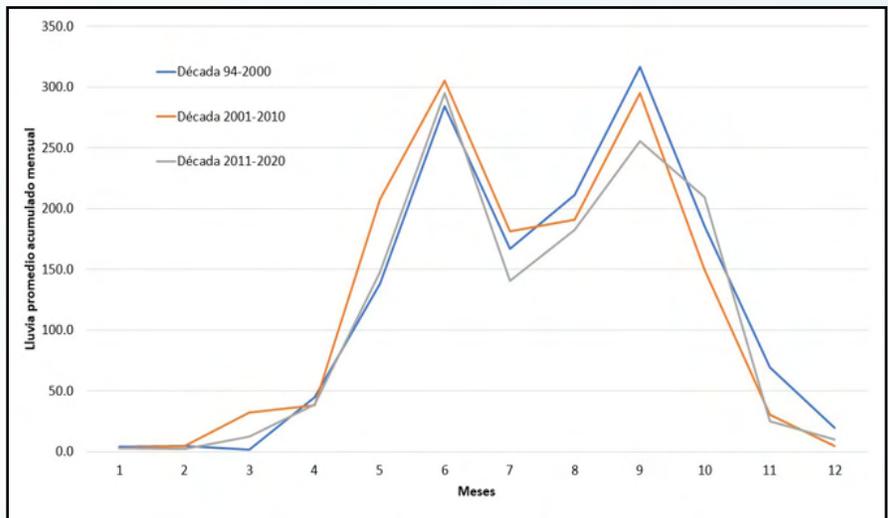


Figura 8. Comparativo decadal del acumulado promedio mensual de precipitación estación meteorológica de Santa María El Tablón.
Fuente: INSIVUMEH (2021).

El criterio propuesto por Elías Castillo & Sentís, (1996) se basa en el rango de probabilidad de ocurrencia de lluvias, que depende de las características climáticas y topográficas particulares de las localidades de estudio. Bajo dichas premisas se puede considerar condiciones de muy baja precipitación, aquellas que se encuentran en el rango inferior al 10%, condiciones bajas, entre el 10% y 25%, condiciones normales entre el 25% y 75%,

condiciones de alta precipitación entre el 75% y 90% y condiciones de muy alta precipitación, cuando la probabilidad es superior al 90% de ocurrencia. Con base a los registros de la estación de INSIVUMEH Santa María El Tablón (Figura nueve) y la clasificación citada de ocurrencia de las lluvias; se determinó que la lluvia correspondiente a la clasificación muy baja precipitación (por debajo del percentil 10) se cuantificó por debajo de 956 milímetros (mm), para la

clasificación baja precipitación (percentil 10 - 25) es de un valor entre 956 a 1,054 mm; la clasificación de condiciones “normales” de lluvia (percentil 25 - 75) un acumulado de 1,496 mm y condiciones de muy alta precipitación (percentil 90) sobre 1,613 mm.

La ocurrencia de precipitaciones consideradas como extremas tanto mínimas como máximas son relevantes por sus impactos sobre los medios de vida. Según registros de lluvia acumulada anual de Estación Santa

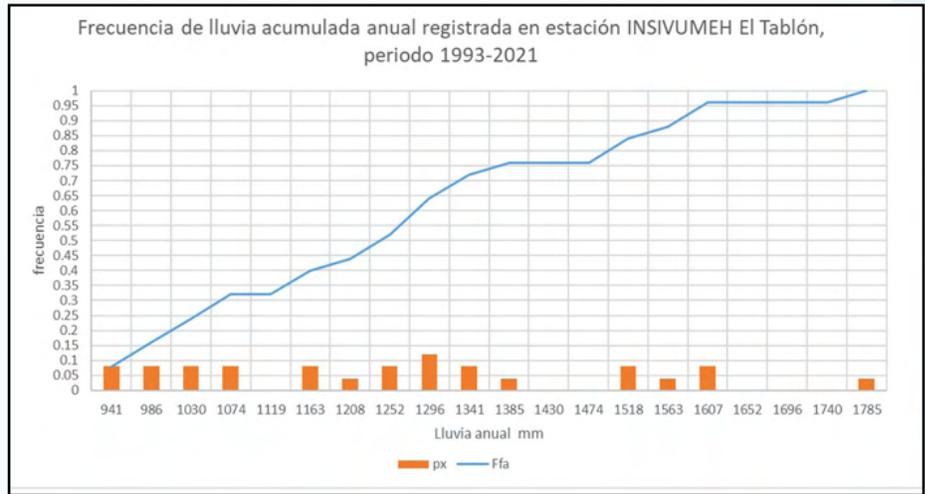


Figura 9. Frecuencia de ocurrencia de lluvia acumulada anual registrada en la estación Santa María El Tablón. Fuente: INSIVUMEH (2021)

María El Tablón se encontró que el rango de lluvias acumuladas anual mínima son inferiores a 1,050 mm con 10% de frecuencia, mientras que, valores de lluvia acumulada anual máximas se encuentran sobre los 1,660 mm con 10% de ocurrencia.

5.1.2 Balance hídrico 2021

El balance hídrico generado para el periodo 2020 – 2021 (figura 10), muestra un déficit hídrico al inicio del año 2020 (01 de enero al 04 de mayo de 2020), que coincide claramente con la época seca en Guatemala y el departamento de Sololá. Para el periodo del 05 de mayo al 03 de junio de 2020 se observa un déficit hídrico, interrumpidas por lluvias (acumulado pentadal presentado en la figura 10), que superan la evapotranspiración en la localidad. En el periodo del 03 de agosto al 27 de octubre se observan con varias semanas con disponibilidad de lluvia. Después de la época lluviosa del 2020, se observa una reducción de lluvia a partir del 08 de octubre, considerada como época no lluviosa, y se extiende hasta el 15 de abril de 2021.

Se observan episodios esporádicos de lluvia durante la época no lluviosa, sin embargo, el balance sigue siendo negativo de -525.55 milímetros. En abril de 2021 se observan episodios de lluvia que generan un acumulado de 55.6 milímetros, llamadas a nivel local lluvias del sembrador, pero el balance hídrico fue ne-

gativo (-73.41 mm). Comparado con las condiciones de 2020, el mes de abril 2021 fue más lluvioso.

A partir del 15 de julio hasta el 03 de agosto de 2021, se observa una reducción de las lluvias, consideradas dentro de la ventana temporal de la canícula el balance hídrico para el mencionado periodo se estimó en -76.31 milímetros. Una reducción de lluvias se observa a partir del 03 de octubre, donde la evapotranspiración supera el aporte de lluvia, a excepción de las semanas del 13 al 22 de octubre y del 28 de octubre al 01 de noviembre de 2021.

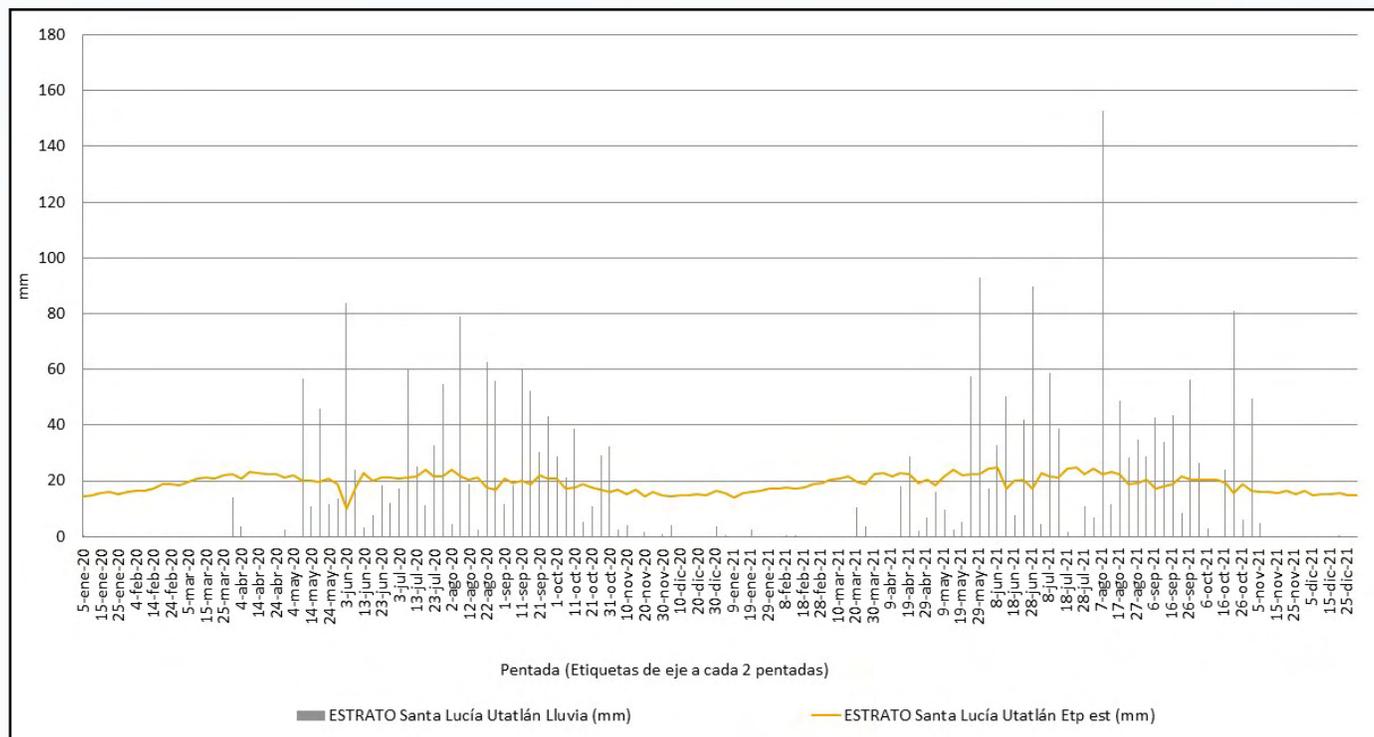


Figura 10. Balance hídrico para el municipio de Santa Lucía Utatlán basado en datos de la estación meteorológica de Santa Lucía Utatlán. Fuente: AMSCLAE (2022).

5.1.3 Inicio y finalización de la época de lluvia

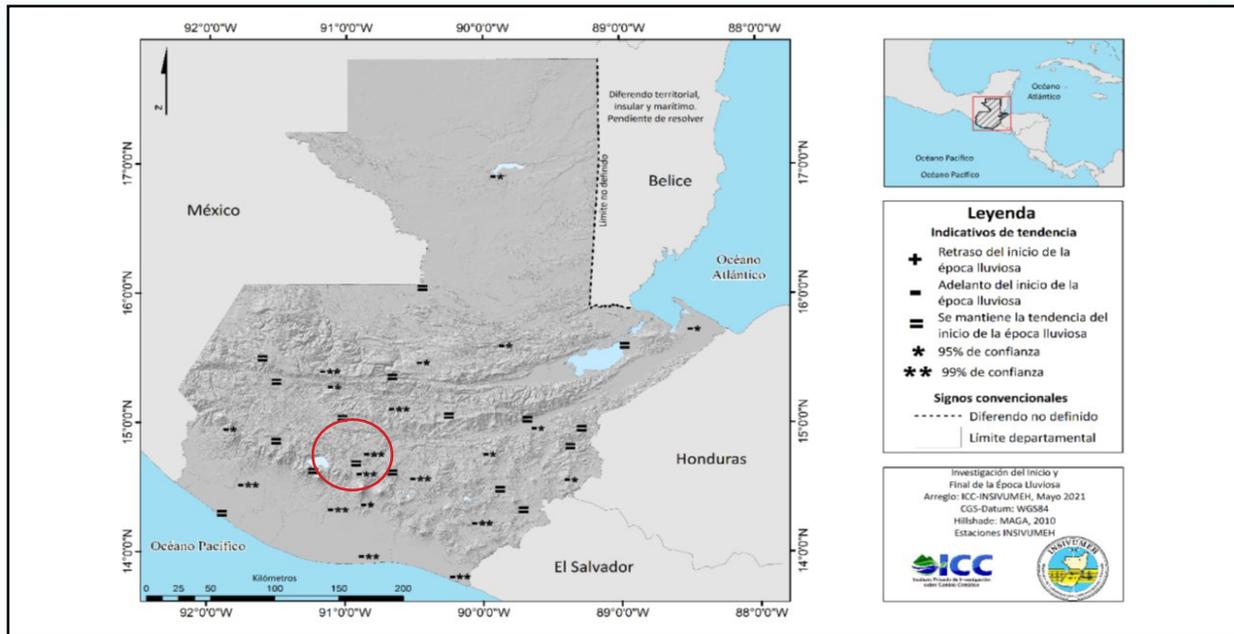
Un elemento clave para la agricultura guatemalteca, primordialmente para la siembra y el crecimiento de los cultivos, es la condición de humedad en los suelos, que está fuertemente influenciada por el inicio de la época lluviosa. En este sentido, en la zona del departamento de Sololá, de acuerdo con Orrego de León et al. (2021), estadísticamente, el periodo de inicio de la época lluviosa no ha sufrido cambios (figura ocho, ver círculo remarcado), es decir, bajo los criterios de dos pentadas consecutivas de lluvia que supera la evapotranspiración potencial y el momento donde cambia la pendiente del comportamiento del déficit potencial.

Las estaciones con más datos históricos (1980-2018) empleadas por Orrego de León et al. (2021) para la zona donde se ubica el departamento de Sololá, son: Labor Ovalle y Santiago Atitlán. Los registros de precipitación de citadas estaciones meteorológicas revelan que la probabilidad de inicio de la época lluvia se mantiene para el periodo del 18 al 27 de mayo. Lo anterior, no significa que no existan eventos de lluvias durante los meses de marzo o abril, especialmente las de tipo

convectivas, que usualmente son llamadas las lluvias del sembrador en el altiplano occidental de Guatemala. Dichas lluvias se generan a partir de la combinación de la humedad asociada con los frentes fríos y otros factores locales.

En esa línea de las lluvias del sembrador, en los meses de marzo y abril, el promedio mensual para marzo durante el periodo de 1990-2018 fue de 29.8 milímetros y para abril un promedio de 59.7 milímetros (estación Santa María El Tablón, INSIVUMEH).

Con relación a la finalización de la época lluviosa, la tendencia probabilística es la de mantenerse en su período de finalización entre 10 al 24 de octubre para el territorio del altiplano occidental, que incluye a todo el departamento de Sololá.



5.1.4 Comportamiento de los vientos

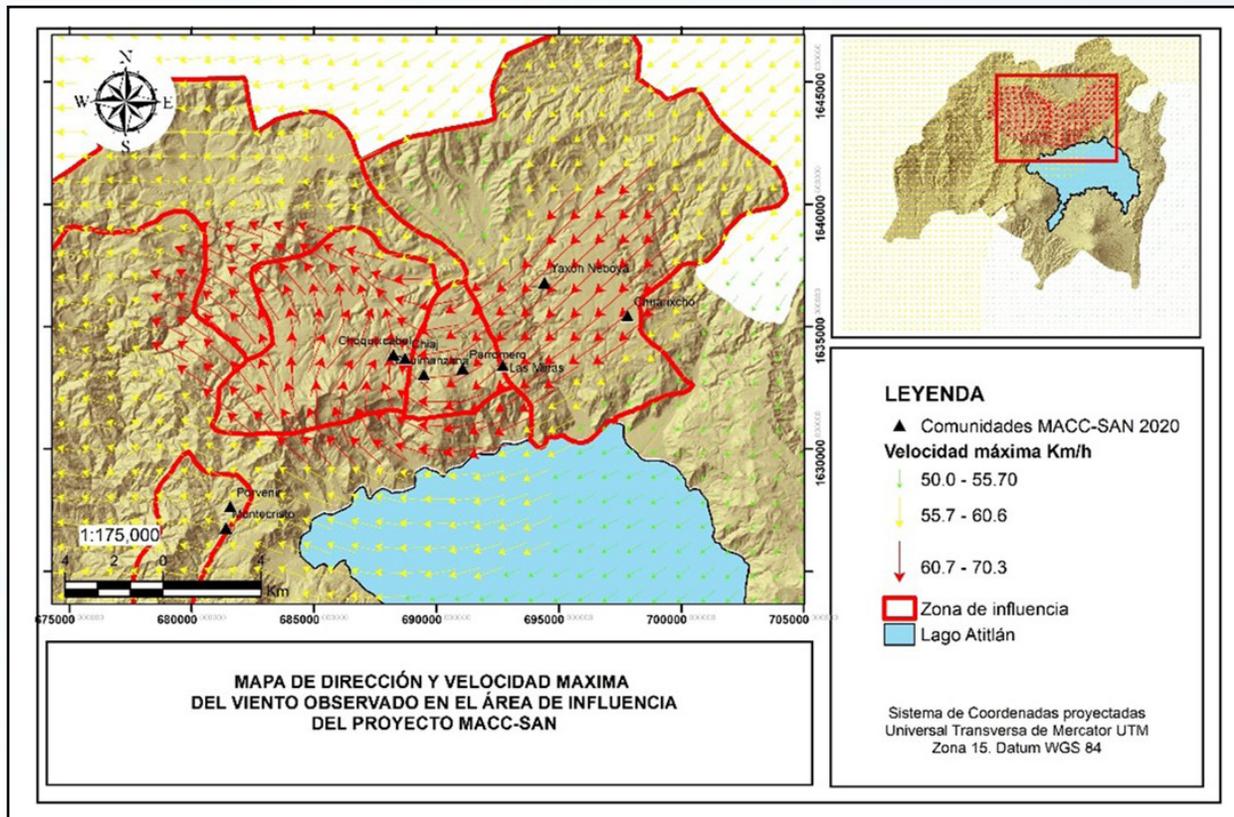


Figura 12. Dirección y velocidad de los vientos en el periodo 2020-2021.

En el análisis demuestra que la velocidad máxima del viento presentado en el mapa de la figura 12, modelado para la zona de influencia de las comunidades del proyecto MACC-SAN, se observa que la dirección de origen de los vientos es del Noreste hacia el Oeste, la velocidad de las ráfagas de viento registradas se encuentran entre los 50km/h y 60km/h, que según la escala Beaufort, pueden balancear árboles y hacen difícil

el caminar; con vientos entre 60km/h y 74km/h. En la escala Beaufort, son vientos fuertes que causan fracturas de ramas pequeñas de árboles, pudiendo ocasionar volcamiento de plantas cultivadas de porte alto, daño a follaje y caída flores y frutos en especies frutales.

5.1.5 Fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENOS)

El Niño Oscilación del Sur (ENOS) es un componente de la variabilidad climática que se define como los cambios temporales en la interacción de los factores predominantes del clima. El fenómeno de ENOS cuya fase cálida es denominada como El Niño y la fase fría como La Niña, es una alteración del sistema océano-atmósfera en el Pacífico tropical que tiene consecuencias importantes en el clima alrededor del planeta. Este evento empezó a ser conocido cuando los pescadores peruanos y ecuatorianos, quienes identificaron una corriente cálida que comenzaba a manifestarse en la época navideña y la bautizaron de El Niño Jesús. Sin embargo, con el desarrollo científico, se identificó que no solo hay una manifestación de la corriente cálida, sino que hay diversas variables climáticas que están involucradas en este fenómeno; entre ellas se pue-

den mencionar algunas como la temperatura del mar, las corrientes marinas, el nivel del mar, los vientos, la presión atmosférica, las lluvias, etc. (CIIFEN, 2021).

La mayoría de los estudios e investigaciones de la evolución o monitoreo del fenómeno ENOS se realizan en el océano Pacífico ecuatorial denominadas como las regiones 3 y 4, donde se manifiestan los cambios de los principales parámetros de análisis. Además, con el pasar del tiempo y el desarrollo de mejores herramientas, se llegó a la conclusión que el área entre las regiones 3 y 4 es la que mejor representa la condición de El Niño y La Niña, por lo tanto, se ha creado una nueva región, definida como 3.4 CIIFEN, (s.f.).

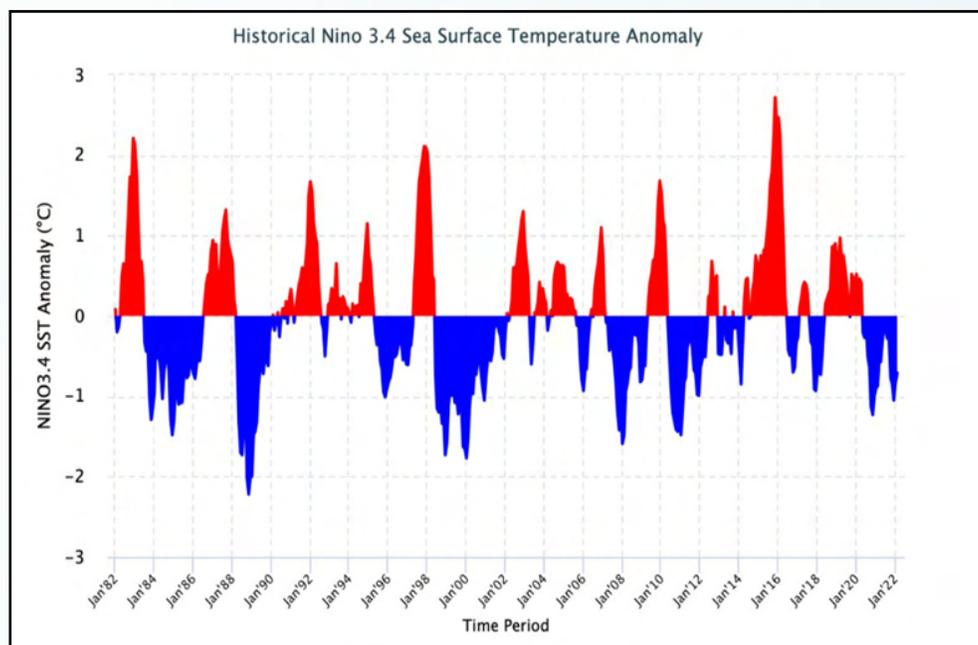


Figura 13. Anomalía histórica de la temperatura superficial del mar en la región de El Niño 3.4. Fuente: IRI, (2022).

Por medio de la figura 13, se presenta la anomalía de la temperatura superficial de la región 3.4 en el océano Pacífico ecuatorial (Sudamérica). En color rojo se observan los registros de la temperatura superficial del mar (TSM) que superan el promedio de la región 3.4 y son consideradas como anomalías positivas. Los picos resaltados son fases intensas del fenómeno de El Niño, según Bardales et al. (2019), en Guatemala son condiciones secas o de escasez de lluvias. Destacan las fases en los años 1983, 1987, 1997-1998, 2003, 2009-2010 y 2015-2016. De acuerdo con CIIFEN (2017), alcanzó su máxima intensidad y debido a su magnitud, fue considerado como uno de los eventos más fuertes de los últimos 50 años, junto a los eventos de los años 1982-83 y 1997-98.

Por el otro lado, la fase de La Niña, en el ciclo del ENOS es el fenómeno opuesto de El Niño y se trata

del enfriamiento a gran escala de las temperaturas de la superficie del océano en la misma región del Pacífico ecuatorial, sumado a una inversión de las condiciones de la atmósfera suprayacente. OMM (2014), afirma que en muchos lugares, especialmente en los trópicos, La Niña produce las variaciones climáticas opuestas a las de El Niño, es decir más condiciones de humedad o de precipitación.

En la figura 13 se observan fase de La Niña en color azul, donde la temperatura superficial del océano Pacífico ecuatorial está por debajo del promedio de la región 3.4, resaltan varios picos de enfriamiento, especialmente, en 1989, 1999, 2007-2008, y 2010-2011.

5.1.6 Días sin lluvias

Otra variable importante para el medio de vida agrícola y los diferentes ecosistemas vinculados al territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán, son los días sin lluvias. De acuerdo con los registros que se tienen en el territorio para el periodo 1994-2020 (figura 14). Para la época de siembra de los principales cultivos, los meses de marzo y abril son clave. Durante el mes de marzo de los años 1998, 2008, 2009 y 2019 no se registraron días con lluvias, los primeros años influenciados por la fase del fenómeno de El Niño; mientras que, para el mes de marzo de los años 2003, 2016 y 2017 se registraron los menores acumulados de días sin lluvia, es decir, se contó con por lo menos con cinco días de lluvia.

En el caso del mes de abril, presenta acumulados de días sin lluvia menores que el mes de marzo, siendo el rango entre 14 y 30 días acumulados, solamente se registra para 1998 y 2008 meses completos sin lluvia, que coinciden con los eventos más intensos del fenómeno de El Niño.

Para el período junio-agosto, el promedio de días sin lluvia se han cuantificado 8.9, 13.2 y 12.8, respectivamente. Dicho período es clave en la agricultura, debi-

do a la ocurrencia de la canícula. Las implicaciones de un incremento de días sin lluvia en el territorio repercuten en la producción agrícola, especialmente, para los sistemas agrícolas de subsistencia.

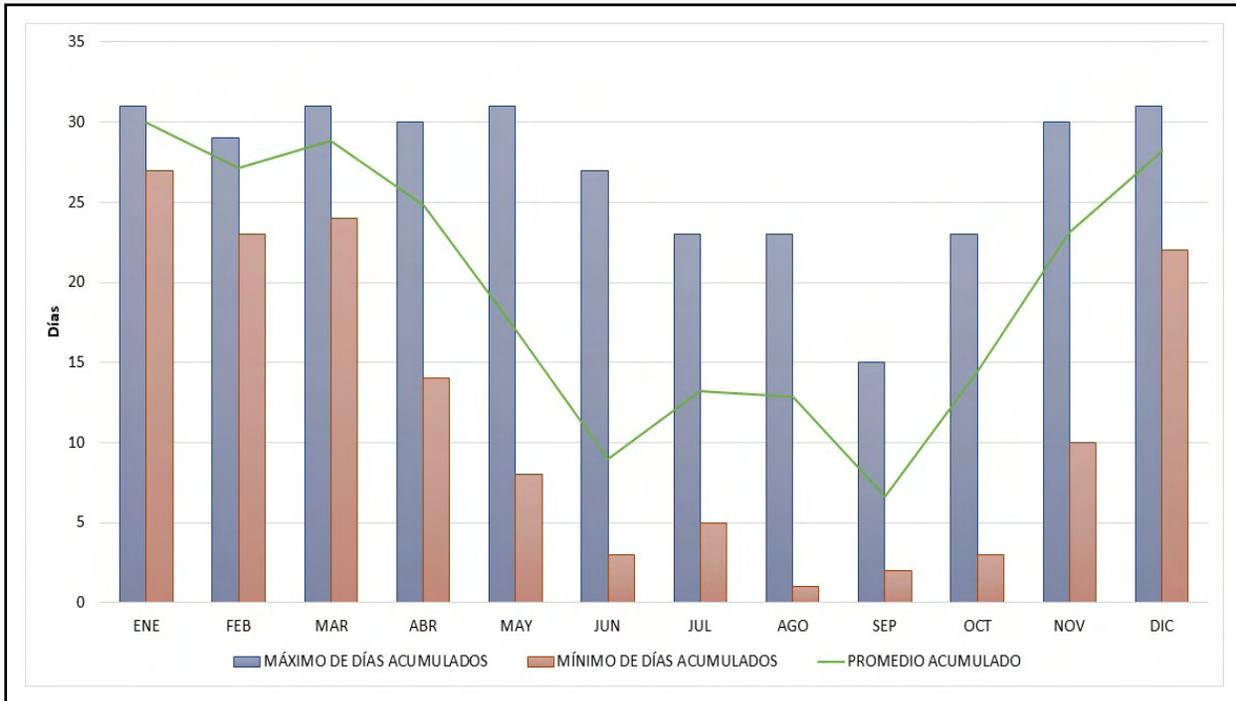


Figura 14. Comportamiento de los días acumulados sin lluvia en el municipio de Santa Lucía Utatlán. Fuente: (INSIVUMEH, 2021)

5.1.7 La temperatura en el municipio de Santa Lucía Utatlán

La temperatura es otra de las variables meteorológicas y/o climáticas que define las características de un territorio. El municipio de Santa Lucía Utatlán se encuentra ubicado, según INSIVUMEH (s.f), en la región climática del Altiplano Central.

Los registros de estaciones cercanas al municipio de Santa Lucía Utatlán, en este caso Santa María El Tablón, muestra (figura 15) una tendencia de incremento de la temperatura mínima durante el periodo 1994-

2018, se estima un incremento de 1.6 grados Celsius. Los registros mensuales de temperatura se encuentran entre el rango de 4 a 12.5 °C. El período de diciembre-abril presentan los valores más bajos en temperatura mínima y los meses de mayo-octubre con los valores más altos. Según AMSCLAE (2021) para el 2020 y 2021 las temperaturas mínimas (diario) para el territorio de Santa Lucía se registraron en el rango de 3.4 Celsius a 22.9°Celsius, con los valores más altos en abril.

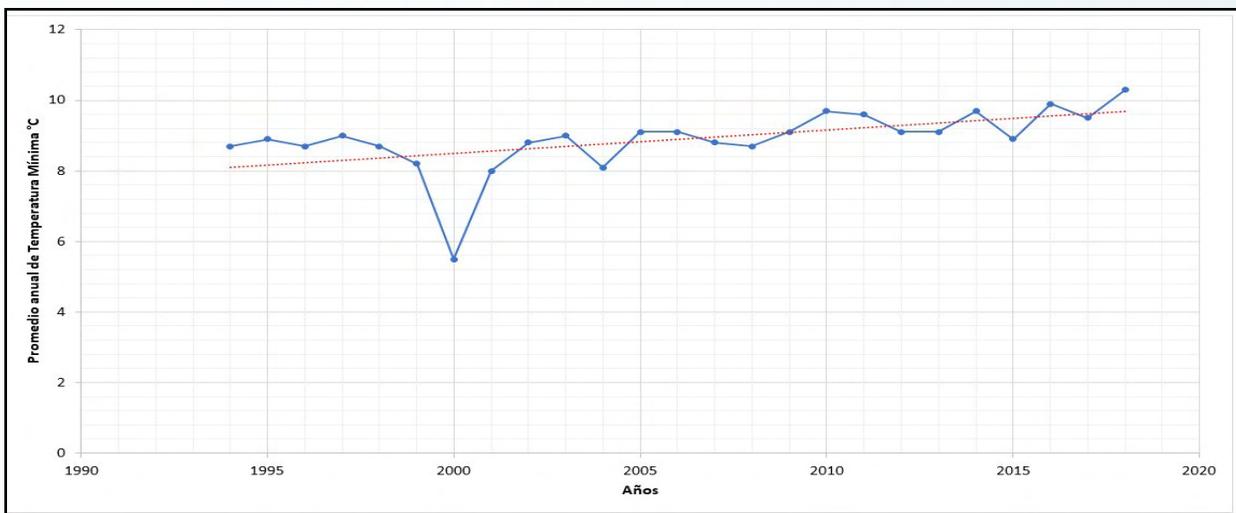


Figura 15. Promedios anuales de temperatura mínima (° Celsius) para el período de 1994-2018 registrados por la estación Santa María El Tablón, Sololá. Fuente: INSIVUMEH (2021).

En cuanto a la temperatura máxima, la figura 16, muestra los promedios anuales para el período 1994-2018. Se observa una tendencia de incremento de la temperatura máxima desde 1994, alrededor de un grado

Celsius. Los registros de AMSCLAE (2021) reportan el rango 3.9° Celsius a 27.6° Celsius de temperatura máxima para los años 2020 y 2021.

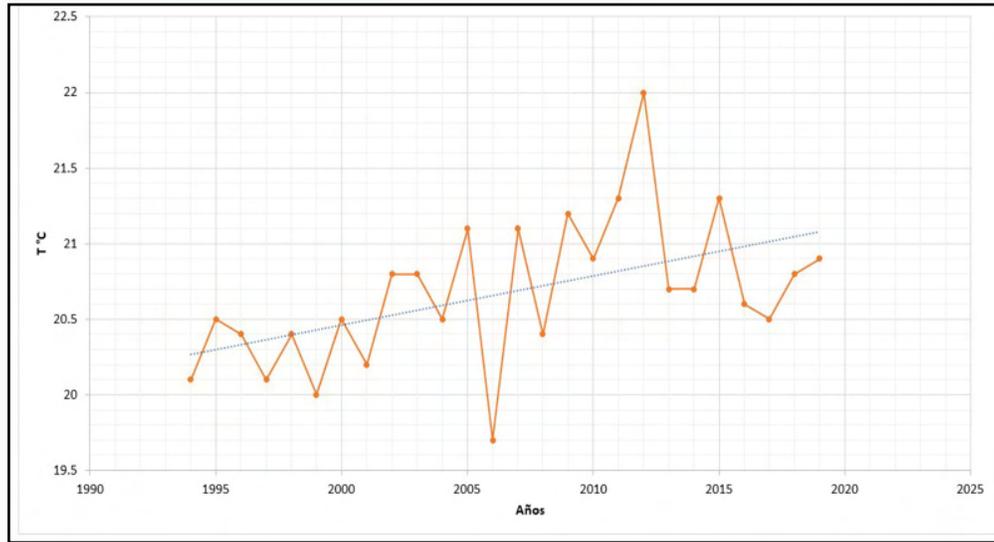


Figura 16. Promedios anuales de temperatura máxima (° Celsius) para el período de 1994-2018 registrados por la estación Santa María El Tablón, Sololá. Fuente: INSIVUMEH (2021).

5.2 Cambios en el clima

Debido a los pocos registros históricos de variables climáticas que existen para el territorio de Sololá, se cuentan con datos exclusivamente de temperatura y precipitación (lluvia). Por lo tanto, esta sección se enfocará en datos de temperatura y precipitación registradas por estaciones cercanas al municipio de Santa

Lucía Utatlán. La estación de Santiago Atitlán (Figura 17, estación número 26) la más cercana al municipio de Santa Lucía Utatlán, muestra una tendencia significativa de incremento de la lluvia para el periodo de 1979-2009 (Guerra, A.A., 2010).

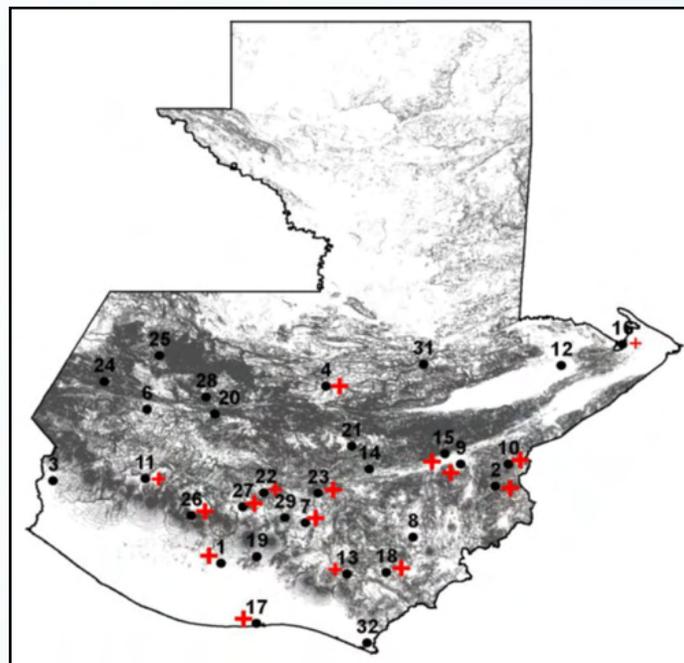


Figura 17. Tendencia de precipitación anual en Guatemala. Fuente: Guerra, A.A. (2010).

De acuerdo con Guerra, A.A. (2010), los registros de estación meteorológica de Santiago Atitlán, no presenta estadísticamente alguna tendencia de lluvias extremas en el territorio (figura 18), ya sea de incre-

mento o reducción. Otra estación cercana al territorio en estudio, Labor Ovalle en Quetzaltenango, tampoco presenta tendencia alguna en el comportamiento de las lluvias extremas.

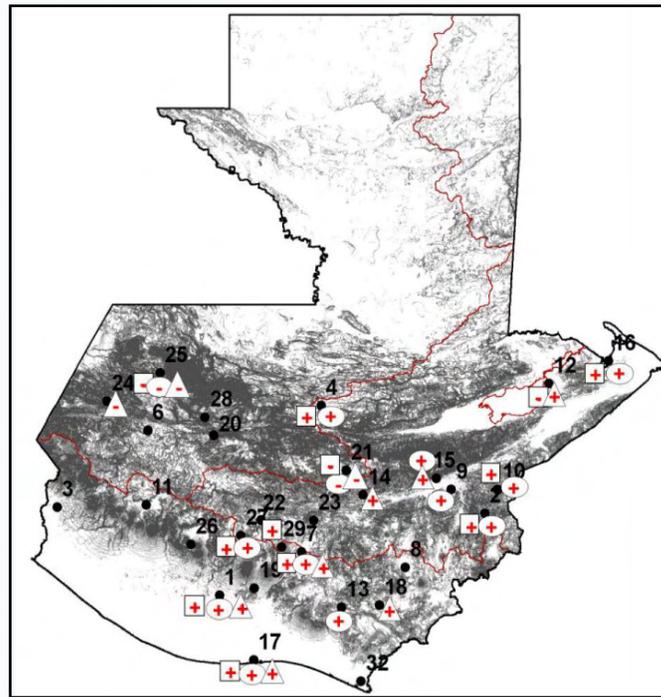


Figura 18. Tendencia de lluvia extrema en Guatemala.
Fuente: Guerra, A.A. (2010).

La figura 19, muestra una tendencia de incremento en la temperatura mínima en el departamento de Sololá. El INSIVUMEH (2021) reporta hallazgos similares para la estación de Labor Ovalle para el período 1981-2010 y 1991-2020, donde, existe una tendencia estadística de noches calientes (TN90p) y TX90p (días calientes). Otro de los hallazgos fue la tendencia de-

creciente en los días fríos (TX10p). En cuanto a temperaturas máximas, se observa una tendencia al incremento (figura 20). Bardales et al. (2019) señalan que el comportamiento de la temperatura para Guatemala muestra una clara tendencia al incremento en sus valores, es decir un calentamiento.

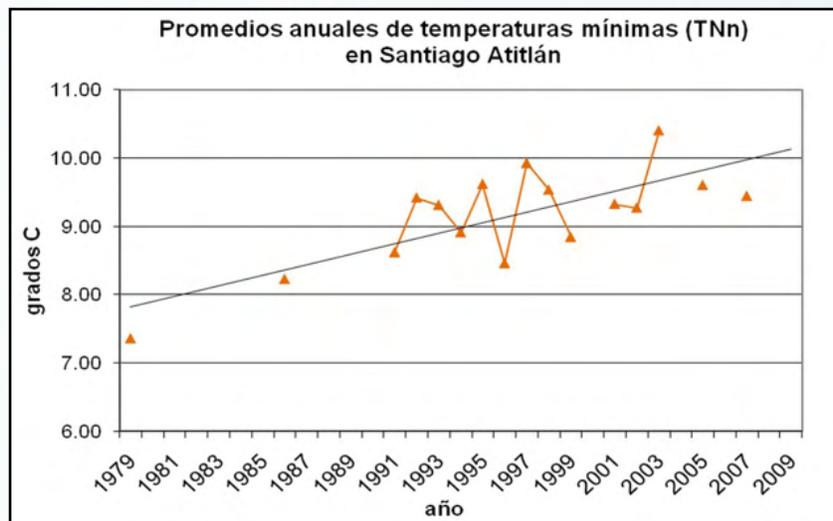


Figura 19. Tendencia de los promedios anuales de la temperatura mínima en el departamento de Sololá.
Fuente: Guerra, A.A. (2013).

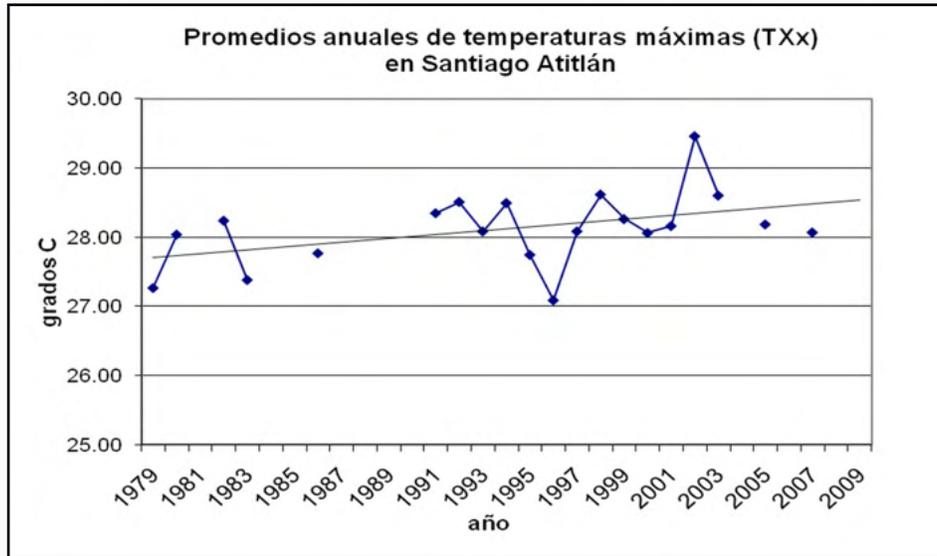


Figura 20. Tendencia de los promedios anuales de la temperatura máxima en el departamento de Sololá. Fuente: Guerra, A.A. (2013).

5.3 Cambios proyectados del clima para el municipio de Santa Lucía Utatlán

El clima futuro dependerá del calentamiento asegurado a raíz de emisiones antropogénicas (humanas) en el pasado, así como de las emisiones de GEI antropogénicas futuras y la variabilidad natural del clima (IPCC, 2014).

Los escenarios climáticos del IPCC se han construido para aportar información para la toma de decisiones en un futuro cercano bajo ciertos supuestos de comportamiento socioeconómico y las emisiones GEI's. De acuerdo con IPCC (2000), los escenarios son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. Los escenarios son de utilidad para el análisis del cambio climático, y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación.

Con los escenarios climáticos (RCP8.5) elaborados para Guatemala se efectuaron simulaciones de temperatura máxima para el año 2050, bajo condiciones de mayor emisión de gases de efecto invernadero (pesimista); donde se observa un incremento entre 1.5 y 1.6

grados Celsius (figura 21) para el territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán en comparación con los registros del año 2000. La simulación muestra mayor probabilidad de incremento de la temperatura en el este y sur del territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán.



Figura 21. Diferencia de temperatura máxima para el período 2000-2050 en el municipio de Santa Lucía Utatlán. Fuente: University of Nebraska-Lincoln, (2022)

En cuanto temperatura media y en el escenario de mayores emisiones de CO₂, se espera un incremento entre 1.3 a 1.6 grados Celsius (figura 22). Dicho incremento se espera para el siglo XXI, el IPCC (2021), afirma

que el calentamiento global estará probablemente entre 1.5 a 2° Celsius. Sin embargo, puede ser excedido durante el siglo XXII, aunque se reduzca la producción de gases de efecto invernadero.

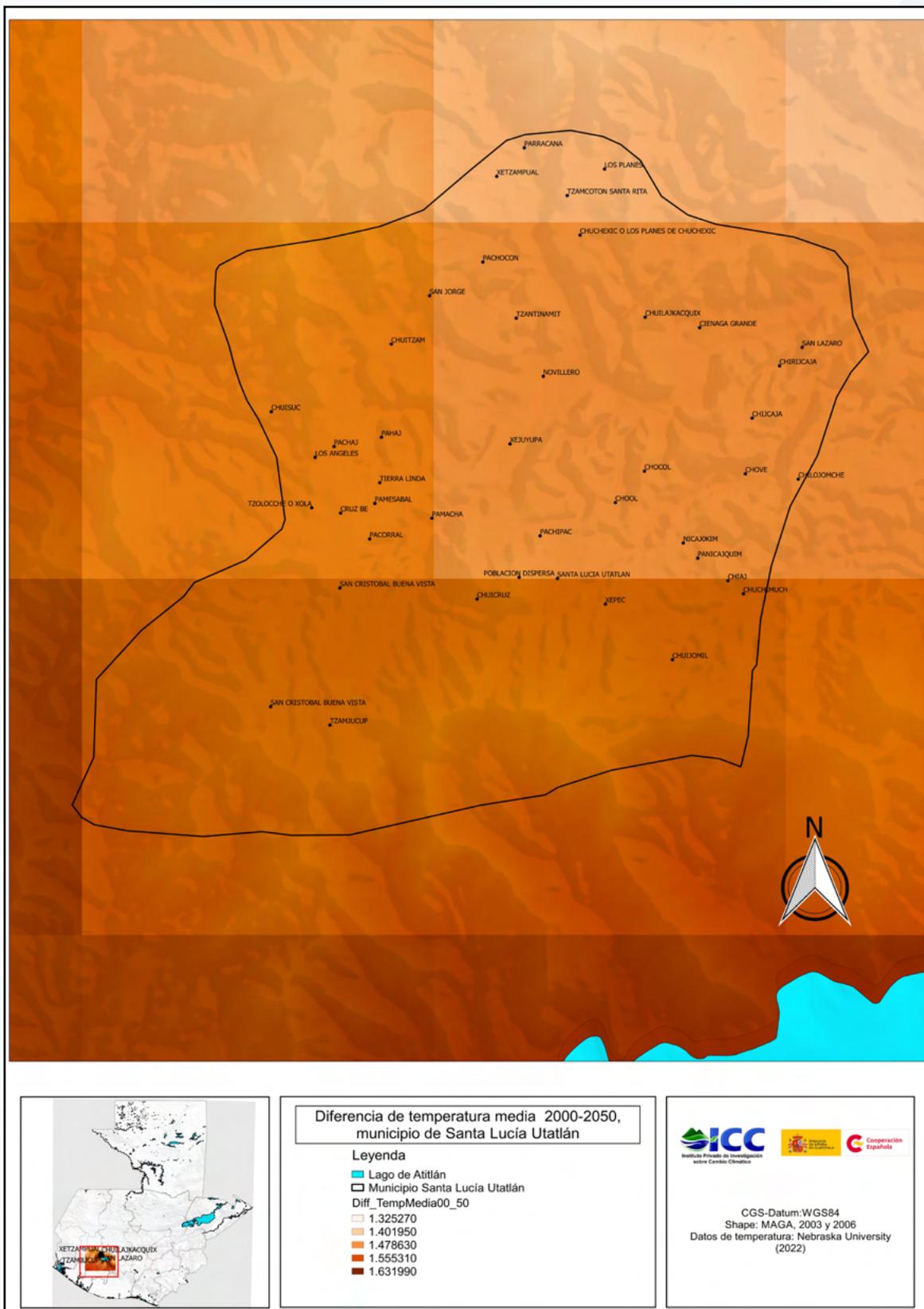


Figura 22. Diferencia de temperatura media para el período 2000-2050 en el municipio de Santa Lucía Utatlán. Fuente: (University of Nebraska-Lincoln, 2022)

Bajo las dos simulaciones de temperatura presentados anteriormente, existen altas probabilidades de incremento de temperatura a mediados del siglo XXI.

En cuanto a la variable de precipitación (lluvia), las simulaciones climáticas para el 2050, sugieren que se mantendrá los acumulados mensuales de mayo en

algunas porciones del territorio de Sololá. En otras áreas del mismo territorio se espera una reducción de 40 milímetros. En el lado del acumulado anual para el 2050, se proyecta una reducción entre 500 y 1,000 milímetros de lluvia para todo el departamento de Sololá (figura 23).

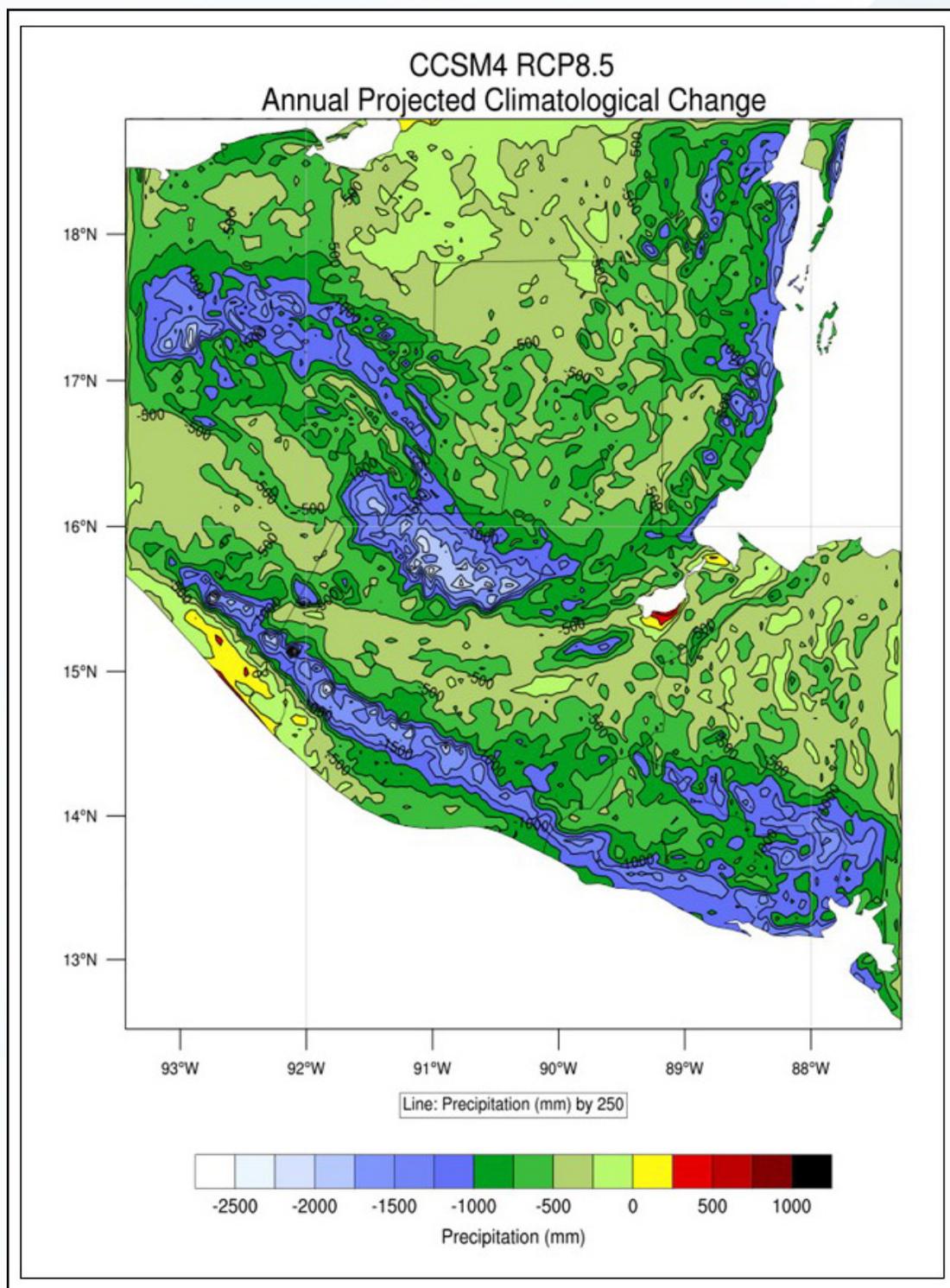


Figura 23. Cambio climatológico con relación a la variable precipitación 2000-2050 en Guatemala.
Fuente: (University of Nebraska-Lincoln, 2022)

5.4 Vulnerabilidad climática de los principales medios de vida

Para el año 2021, el ICC realizó una encuesta a una muestra de 68 hogares de los parajes, Chiaj, Choquixcabel y Chuimanzana los cuales fueron tomados de forma aleatoria y los resultados indican que los principales medios de vida son los siguientes: El 45.6 % tiene como medio de vida principal la agricultura dependiente de las lluvias (de seco), el 44.1 % se dedica a la actividad de jornales (trabajo inestable) y el 10.3 % realiza otras actividades como tejeduría, ama de casa, crianza de animales de traspatio, entre otros.

El uso de huertos es una práctica que para el grupo muestral representa un 19.1 % el cual requiere de una mayor iniciativa, las personas que no cuentan con un sistema productivo dentro del hogar indicaron que es una práctica importante pero que requiere de asesoría, lo cual demuestra interés en su establecimiento. En relación con el uso de la tierra, se cuantificó que el 87.7% de las tierras de los entrevistados son utilizadas para la producción de maíz.

5.4.1 Medios de vida del municipio de Santa Lucía Utatlán

Un medio de vida comprende las posibilidades, activos (recursos materiales o sociales) y actividades necesarias para ganarse la vida (DFID, 1999). Los medios de vida se pueden considerar como una serie de actividades que permiten a la población suplir sus necesidades y estas se encuentran ligadas a las condiciones topográficas y recursos naturales del entorno. La población del municipio de Santa Lucía Utatlán tienen como principales actividad es la agricultura con un 37%, artesanías en un 30%, 12% referente a actividades comerciales y 7% a actividades pecuarias (MARN, 2017).

El análisis participativo para los tres parajes donde se implementaron acciones por parte del proyecto MACC-SAN, estos grupos de participantes indicaron que la agricultura y la crianza de animales de traspatio son las actividades más importantes como se observa en el cuadro dos.

Cuadro 2. Medios de vida más importantes de los parajes donde se implementan acciones del proyecto MACC-SAN, Santa Lucía Utatlán.

No.	Medio de vida	Chuimanzana	Chiaj	Choquixcabel
1	Agricultura	58%	73.30%	71%
2	Crianza de animales	30%	40%	92%
3	Jornal	30%	13%	66%
4	Tejeduría (Tejidos, Bordados, Cortes típicos)	28%	33%	63%
5	Amas de casa	10%	30%	-
6	Albañil	-	23%	-
7	Comerciante	-	-	36%

Fuente: ICC (2022) Proyecto MACC-SAN

* Una familia puede poseer diversos medios de vida por lo que el valor presentado no es acumulativo entre los medios de vida.

En el cuadro dos se enlistan los medios de vida más importantes basados en la percepción de los participantes, la agricultura es una de las actividades cuyo valor va más allá del enfoque económico, ya que esto posee un valor cultural, especialmente, en la producción de maíz a través del sistema milpa o monocultivo. La crianza de animales de traspatio cuya actividad agrupa la crianza, producción, consumo y/o comercialización de aves de corral (gallinas), ganado menor (ovejas, cabras, conejos, entre otros) son actividades que son de relevancia por la connotación cultural dentro de dicho territorio. Cabe destacar que dentro de estos hallazgos se hace referencia al valor perceptivo que se le brinda a la actividad o medio conocido como amas de casa.

En la actualidad aún sigue siendo una actividad infravalorada para la población, pero que a su vez representa una oportunidad para su sensibilización. A través del taller municipal e intermunicipal, los participantes estuvieron de acuerdo con los hallazgos presentados y cuyo argumento enmarca el hecho de que los pobladores conocen mejor el contexto local.

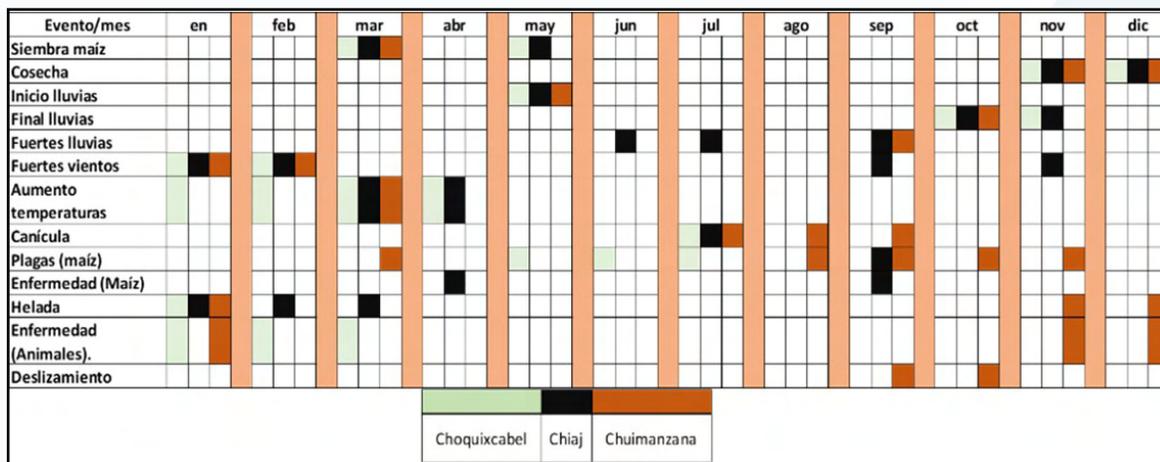
Las actividades relevantes identificadas en el cuadro 3 cuentan con la característica de ser altamente sensibles a eventos hidrometeorológicos y pueden generar impactos en la seguridad alimentaria de los hogares y desencadenar de manera directa o indirecta el incremento de enfermedades, mayor erosión hídrica de los suelos, aceleración en la eclosión de especies consideradas como plagas tanto insectiles, mamíferos, entre otros como indicaron los participantes.

5.4.2 Calendario de eventos naturales y actividades socioeconómicas cíclicas.

Con el propósito de identificar fenómenos cíclicos como: amenazas, enfermedades entre otros eventos naturales o socioeconómicos en el territorio. En el cuadro dos se presenta un calendario de eventos par-

ticulares para el territorio de las localidades donde se implementaron acciones a través del proyecto MACC-SAN.

Cuadro 3. Calendario estacional de las localidades, Chijaj, Choquixcabel y Chuimanzana.



Fuente: ICC (2022) Proyecto MACC-SAN

A través del cuadro tres se registra que la temporada lluviosa inicia en el mes de mayo y finaliza entre los meses de octubre a noviembre; actividades como la siembra del maíz se realiza en los meses de marzo a mayo y la cosecha se realiza entre los meses noviembre a diciembre. A través del aporte de los participantes se identificó que para este territorio las lluvias intensas se observan en los meses de junio y julio en su primera fase y una segunda en el mes de septiembre. Estos fenómenos son relevantes especialmente para el sector agrícola, pero no dejan de ser importantes para otros sectores como salud y economía. Aunado a lo an-

terior, fenómenos como la canícula en las tres comunidades concuerdan que durante el mes de julio se hace presente y cuyos efectos son principalmente negativos por la ausencia o reducción considerable de la lluvia. La reducción de temperatura, asociada con las heladas, es un fenómeno que se repite anualmente y se presenta por lo regular desde los meses de noviembre a enero, este fenómeno se relaciona con enfermedades de las aves de corral que coloquialmente denominan “peste”, además, las heladas generan efectos negativos sobre el medio de vida agricultura, especialmente en la producción de hortalizas.

5.4.3 Identificación de amenazas climáticas/meteorológicas

En este apartado se aborda el conocimiento local sobre amenazas (eventos meteorológicos atípicos) los cuales tienen implicaciones principalmente negativas, esta información se generó gracias al aporte de líderes locales, cuyo conocimiento se basa en su experiencia de las personas y la memoria histórica colectiva, dicha información se validó a nivel municipal e intermunicipal. Cabe destacar que en él se incorpora información de análisis de otros estudios previos sobre amenazas como deslizamientos (amenazas geológicas) pero uno

de los factores detonantes de dicho fenómeno puede ser fuertes lluvias, estos hallazgos se discuten en los siguientes párrafos.

Las personas delimitaron las áreas específicas de los impactos pasados de las amenazas meteorológicas o climáticas, ver figura 24.

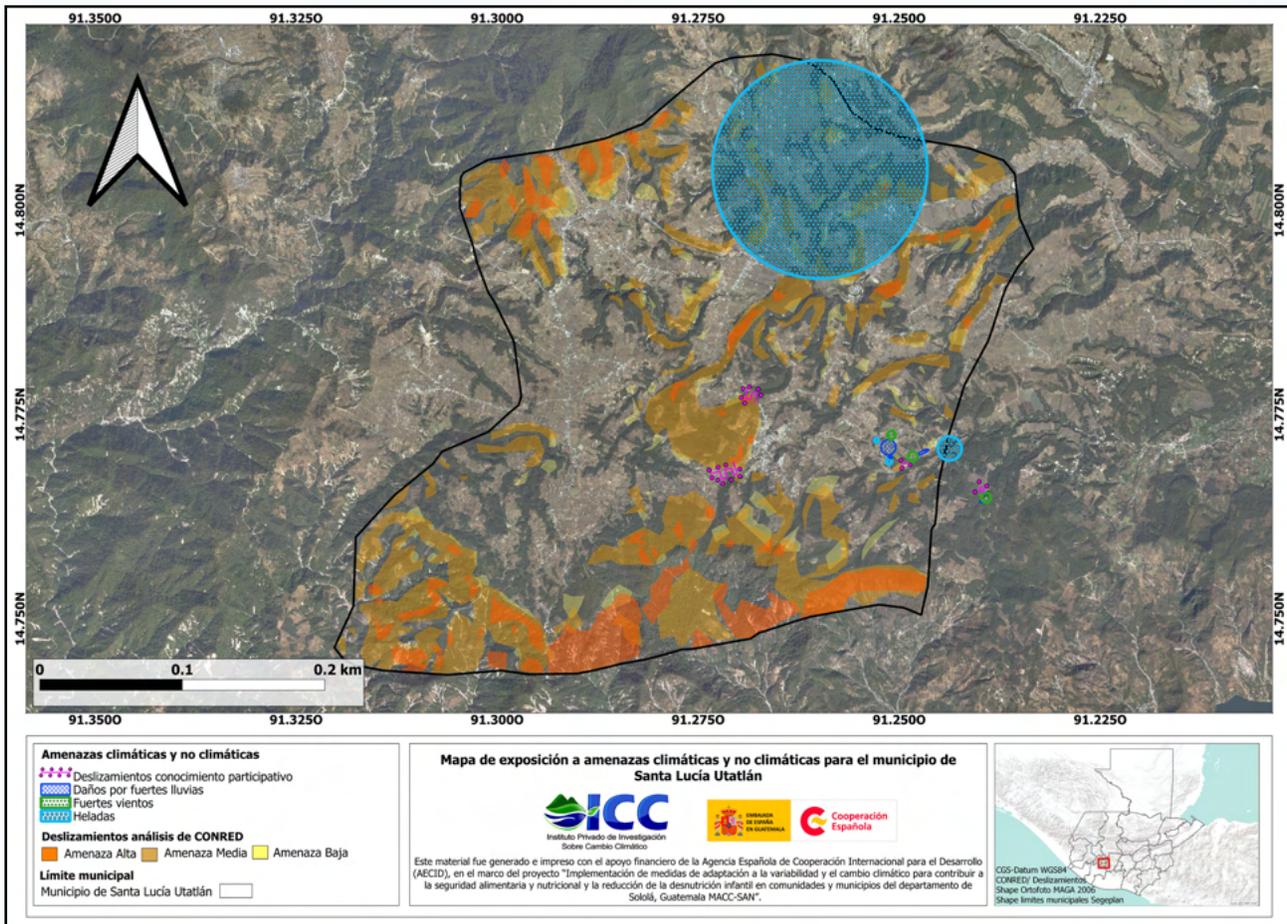


Figura 24. Mapa de exposición histórica y futura de amenazas climáticas/meteorológicas en el territorio Santa Lucía Utatlán.

* La amenaza de incremento de temperatura actual y futura no se describe en el mapa (figura 24) ya que abarca a todo el territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán.

Dentro de los resultados obtenidos como se observa en la figura 24, las amenazas o fenómenos naturales que generan efectos negativos son; fuertes lluvias, fuertes vientos, heladas y deslizamientos de tierra. El conocimiento procedente del personal técnico de OG's y ONG's que realiza acciones dentro del territorio hace énfasis que fenómenos como fuertes lluvias tienen una cobertura total sobre el territorio sin embargo los fenómenos que mayores daños genera en el medio de vida agricultura son los deslizamientos en sus diversas formas aunado a la erosión hídrica provocada por las zonas de cultivos tanto de granos básicos como de hortalizas y frutales.

El municipio de Santa Lucía Utatlán posee una topografía accidentada lo cual es uno de los factores que conlleva a fenómenos como erosión hídrica, deslizamiento y/o desprendimientos los cuales pueden atentar contra la vida humana y animal, aunado, a posibles efectos de locomoción de los transeúntes. En la figura 24 el análisis realizado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -CONRED- demuestra

que el territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán es una zona susceptible a deslizamientos cuya vulnerabilidad se califica desde un nivel bajo, medio y alto.

5.4.4 Análisis de vulnerabilidad

La vulnerabilidad climática puede conceptualizarse como la predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende «una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación» (IPCC, 2014b).

La información disponible para el territorio resalta que fenómenos como sequías prolongadas, aumento de heladas, lluvias intensas o torrenciales y deslizamientos, son fenómenos cuyo impacto es relativamente bajo (cuadro cuatro) (MARN, 2017).

Los fenómenos de índole climático que tienen un efecto bajo a medio en el territorio de Santa Lucía Utatlán y para la población, sin embargo, estos fenómenos tie-

nen un potencial de daño en futuro cercano y a largo plazo.

Cuadro 4. Amenazas climáticas y no climáticas para el municipio de Santa Lucía Utatlán.

No	Amenazas/Riesgos climáticos	Si	No	Alto	Medio	Bajo
1	Sequías prolongadas	X				
2	Aumento de heladas	X				
3	Aumento de lluvias torrenciales	X				
4	Vientos extremos	X				
5	Alta susceptibilidad a erosión de suelo	X				
6	Disponibilidad de agua superficial es muy limitada (nacimientos de agua)	X				
7	Alto consumo de leña y deforestación	X				
8	Plagas y enfermedades en cultivos	X				
9	Incendios forestales	X				
10	Deslizamientos	X				

Fuente: MARN, (2017).

Los fenómenos que han generado impactos principalmente negativos corresponden a tormentas tropicales las cuales combinan variables como fuertes vientos, lluvias intensas o copiosas, precipitación de granizo. Los fenómenos como frentes fríos o heladas y fuertes vientos al presentarse como fenómenos aislados pueden considerarse como fenómenos de bajo impacto para este municipio.

Los cultivos son sensibles ante fenómenos de índole climático, tanto en el periodo seco como en el periodo de lluvias, Las condiciones meteorológicas podrían volverse erráticas por la misma variabilidad climática, aunado, al acelerado cambio climático que se vive en la actualidad y afectarían de manera negativa a dicho sistema de cultivo.

Cuadro 5. Localidades sensibles a fenómenos de índole climático dentro del territorio del municipio de Santa Lucía Utatlán.

Ubicación	FRENTE FRIO	FUERTES VIENTOS	LLUVIAS	TORMENTA TROPICAL	Total, general
Aldea El Novillero				1	1
Barrio El Calvario		1			1
Canton Chichimuch				1	1
Canton Pamezabal Central				1	1
Casco Urbano				1	1
Caserio Pacorral				1	1
Caserio Tierra Linda				1	1
Chuilajcacquix				1	1
Cienega Grande				1	1
Finca El Molino				1	1
Km.143 Carretera Interamericana Occidente			1		1
Km.144 Carretera Interamericana				1	1
Km.146 CA-1			1		1
Km.147 CA-1			1		1
Km.149 Ruta hacia Santa Lucia Utatlán			1		1
Molino San Pedro				1	1
Paraje Choq'ol				1	1
Paraje Los Ángeles				1	1
Paraje Los Manantiales				1	1
Paraje Vista Hermosa				1	1
Paraje Xesampual				1	1
Santa Lucia Utatlán		1		1	2
Temperatura Baja	2				2
Total, general	2	2	4	17	25

A través del calendario estacional se identificó que fenómenos como canícula, fuertes lluvias, fuertes vientos, entre otros se presentan el periodo de húmedo cuyo periodo inicia en los meses de mayo y culminan en los meses de octubre a noviembre. Durante esta fase, los cultivos como granos básicos tienden a estar en la etapa fenológica de florecencia y polinización por lo que son más sensibles ante cambios abruptos.

El ICTA, (2022), indica que la combinación de altas temperaturas y la deficiencia hídrica reducen la pro-

ducción de maíz en comparación con la ocurrencia de los fenómenos por separado. De acuerdo con lo manifestado en los talleres comunitarios, dichos fenómenos generan pérdidas en las cosechas y consecuentemente afecta sus ingresos económicos, la producción agrícola y la seguridad alimentaria y nutricional de varios hogares.

Cuadro 6. Matriz de vulnerabilidad perceptiva de las comunidades de implementación del proyecto MACC-SAN de Santa Lucía Utatlán.

Percepción de la vulnerabilidad Chiaj								Percepción de la vulnerabilidad Chuimanzana							
Medios de vida/ amenaza	Fuertes lluvias	Fuertes vientos	Canícula	Sequía	Heladas	Granizo	Aumento de temperatura	Medios de vida/amenaza	Lluvias fuertes	Heladas	Aumento de temperatura	Deslizamientos	Fuertes vientos	Canícula	Sequía
Agricultura	2.27	2.92	2.43	2.57	2.58	2.4	2.35	Agricultura	2.43	2.43	2.17	2.00	2.88	3.00	3.00
Tejedores	2.08	1.58	2	1.92	2	2.4	2.35	Tejedores	1.57	0.29	0.86	1.25	0.71	0.50	1.13
Amas de casa	1.46	1.33	2.15	1.46	1.79	1.9	.9	Crianza de pollos	1.63	1.71	1.29	1.13	0.43	1.63	2.75
Jornaleros	0.08	0.77	2.3	0.92	1.46	1.7	1.7	Jornaleros	2.50	1.67	1.25	1.13	2.00	2.00	2.38
Comerciantes	0	2	1.46	1.53	1.07	1.43	1.43	Ama de casa	1.33	1.50	0.86	1.71	1.29	1.38	2.63
Albañiles	2.29	2.54	2.43	1.83	2.15	2.46	2.46	Actividades pecuarias (Vacas)	0.50	2.00	1.71	0.75	0.50	1.44	2.71
Carpinteros	2.58	3	0.09	2.46	2.3	1.92	1.92	Frutales de traspatio	2.33	3.00	0.83	1.57	2.13	2.00	2.63

Percepción de la vulnerabilidad Choquixcabel						
Medios de vida/ amenaza	Aumento de temperatura	Canícula	sequía	Fuertes vientos	Fuertes lluvias	Heladas
Crianza de animales	1.73	0.75	2.93	2.41	1.25	2
Agricultura	3	2.88	3	3	2.98	3
Jornalero	2.7	1.94	2.46	2.8	2.58	1.7
Tejidos	0.63	0.25	0.56	0.12	0.2	0.35
Comerciantes	1.31	0.4	0.94	2.13	2.9	1.25

Fuente: ICC (2022) Proyecto MACC-SAN

El medio de vida agricultura y crianza de animales, especialmente, la crianza de traspatio presenta los niveles más alto de vulnerabilidad climática. Estos medios de vida son más vulnerables ante fenómenos como fuertes vientos, canícula y sequía. Así mismos, fenómenos como aumento de temperatura, fuertes lluvias y heladas son fenómenos con un nivel de impacto relativamente importante para la población (cuadro 6).

Los fuertes vientos generan principalmente daños mecánicos al impactar sobre la superficie de cultivos de porte medio-alto como el maíz. La canícula afecta los cultivos de hortalizas, cuya necesidad hídrica es relativamente mayor que cultivos como el maíz, por lo que la dependencia de las lluvias se realza para este tipo de actividad agrícola.

Los fenómenos que la población cataloga en segunda posición son las fuertes lluvias, la pérdida de las capas superficiales del suelo (por erosión hídrica), deslizamientos de masas de suelo, los cuales atentan a la sostenibilidad del sector agrícola, infraestructura y la vida humana.

Aunque existen medidas para reducir el daño de los fenómenos descritos, la agricultura de infra y subsistencia no genera los ingresos adecuados para cubrir el costo de suplir de riego en canícula o protección de los cultivos para reducir la erosión de suelos. Las actividades como crianza de animales, la tejeduría y actividades como ama de casa son medios que son afectados por eventos hidrometeorológicos; sin embargo, dicho efecto es relativamente bajo.

5.4.5 Efectos e impactos del cambio climático sobre la agricultura

El cambio climático aumenta la vulnerabilidad y la preocupación sobre la adaptación de un millón de agricultores de subsistencia en Centroamérica que dependen del maíz y frijol para su supervivencia (CIAT et al., 2012).

El IARNA-URL (2011), realizó una nueva clasificación basada en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, modificando la categoría de las zonas de vida, quedando el departamento de Sololá dentro de la zona de vida Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT), con precipitaciones anuales entre 901 a 2000 mm y 1450.5 mm en promedio, con una relación evapotranspiración potencial / precipitación de 0.67.

Dentro de los efectos del cambio climático y sus impactos para el altiplano guatemalteco, se estima a través de los escenarios A2 y B1 que las zonas de vida ubicadas en dicho territorio son las más vulnerables a cambios y que la tendencia a mediano plazo será una modificación en el tipo de zona a su inmediato inferior, como sucede con el bosque muy húmedo montano el cual tenderá a formar parte del bosque húmedo premontano.

El cambio climático, un fenómeno que se ha acelerado a un ritmo alarmante, hace evidente la necesidad de ejercer esfuerzos para la implementación de medidas de adaptación. A través de los resultados de modelos y simulaciones climáticas para Guatemala y Centroamérica, se prevé que los rendimientos en la producción de maíz disminuirán entre el 10 a 50% con un rendimiento de hasta 1.5 tn/ha. Bajo el escenario B2, los departamentos del altiplano occidental guatemalteco podrían tener los mayores rendimientos hacia finales del siglo siendo estos los departamentos Totonicapán, Quetzaltenango, El Quiché, Sololá, Chimaltenango, Huehuetenango, Sacatepéquez y San Marcos quienes podrían

Cuadro 7. Posibles impactos del cambio climático sobre la zona de vida bosque montano.

Zonas de vida formación típica en Guatemala	Bosque montano (arriba de 1800 mnsn) en provincias de humedad muy húmedo y pluvial (pp>2ETP)
Especies/ecosistemas indicadores	Selvas de montaña bosques nuboso, mixtos o de coníferas de montaña
Temperatura -Medias -Extremas -Variabilidad interanual -Estacionalidad	Aumento de temperaturas medias, máximas (factor crítico), estacionalidad y variabilidad interanual
Precipitaciones -Medias -Extremas -Variabilidad interanual -Estacionalidad -Días de lluvia	Alta variabilidad interanual y estacional (intensificación del ciclo hidrológico) estación seca bien definida. Estación lluviosa, aumento drástico de la intensidad diaria de lluvia
Factor de cambio climático (actuarán de forma aditiva) -Eventos extremos -Sequías -Tormentas -Huracanes -Incendios -Inundaciones	Sequías, aumento en altitud de nubes, incendios y tormentas
Ecofisiología -Concentración de CO2 atmosféricos -Concentración de CO2 en sistemas hídricos (pH) -Otros	Aumento de concentración de CO2 atmosférico de respiración (estrés y de biotemperatura
Efectos previsibles (los más probables para los años 2050 - 2100)	Reducción significativa o colapso de esta zona de vida y ecosistemas conformantes, especialmente la asociación atmosférica de bosque nuboso. - Reducción crítica o extinción del ecosistema representativo, por habitar en partes de montaña -Extinción masiva de especies endémicas y selectivas de condiciones climáticas -Cambios críticos en la estructura y composición florística y severa reformulación específica del ecosistema. -Cambios drásticos en la fenología. -Especies invasoras sobre todo de ecosistemas de bosques mixtos de coníferas. -Tendencia al aumento de altitud de la zona basal -Disminución de nubosidad, de entradas de lluvia y de humedad relativa. Aumento de salidas de agua (evapotranspiración) y de temperatura. Es decir, cambios drásticos del balance hídrico en un ecosistema dependiente de las condiciones climáticas actuales. -Las tasas de cambio serán mayores que la capacidad de adaptación de las especies y comunidades, especialmente al déficit hídrico estacional. -Aumento de incendios, plagas y enfermedades. -Disminución crítica de la capacidad de captación y regulación hidrológica de los ecosistemas conformantes. -Aumento de disponibilidad de nutrientes en el suelo

Fuente: IARNA-URL, (2011)

experimentar incrementos de rendimientos mayores a 1,7 t/ha. Pero en otros departamentos guatemaltecos, como Izabal, El Petén y Suchitepéquez, podrían disminuir en más de 25% (CEPAL et al., 2013).

Bajo el escenario A2, siendo este el más pesimista, Guatemala tendría los mayores rendimientos, beneficiándose aquellos que actualmente registran las temperaturas más bajas, siendo los departamentos de Guatemala, Quetzaltenango, El Quiché, Chimaltenango, Totonicapán y Sololá quienes podrían experimentar aumentos, mientras que Izabal, Suchitepéquez, El Petén, Chiquimula y Escuintla presentarían reducciones

mayores a 50% (CEPAL et al. 2013).

De acuerdo con Ordaz et al. (2010) citado en Choriego (2018), el efecto de la temperatura y la precipitación en el rendimiento de maíz para El Salvador (para el 2100), tiene una razón cuadrática negativa con respecto al rendimiento de maíz; Es decir, la temperatura y precipitación aumentan la producción de maíz, siempre que estas variables se encuentren en equilibrio, sin

embargo, al aumentar cualquiera de las variables, el rendimiento comienza a disminuir. En el caso de la temperatura promedio anual, bajo este escenario se identificó que el máximo rendimiento de maíz se alcanza con una temperatura de 24 °C.

5.4.6 Efecto de la escasez de agua en la agricultura

El estrés hídrico afecta negativamente procesos fisiológicos como el crecimiento celular, la síntesis de proteínas, el cierre estomático, la asimilación de dióxido

de carbono (CO₂), la respiración, entre otros como señala Azcón y Talón, (2008) citado en Ahumada et al, (2014).

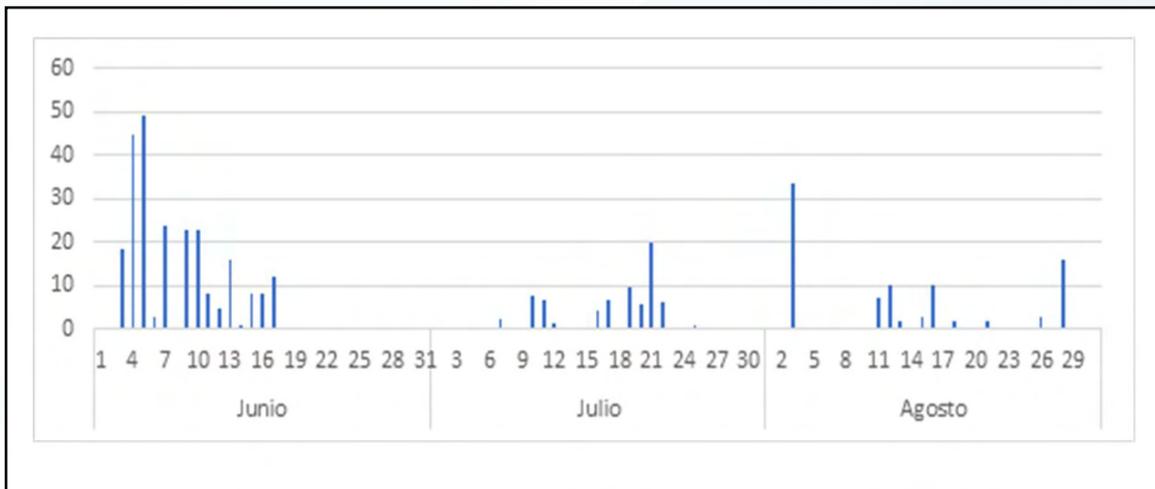


Figura 25. Gráfica de precipitación diaria en los meses junio, julio y agosto del año 2015 registrada en estación de INSIVUMEH Santa María El Tablón.

Fuente: Elaborado con datos de INSIVUMEH (2022)

Como referente al comportamiento de las lluvias durante la ocurrencia de la canícula, se analizó la ocurrida durante junio, julio y agosto del año 2015 (ver figura 25), ésta registró 12 días consecutivos sin lluvia desde el 18 al 29 de junio, interrumpida por una lluvia de medio milímetro el 30 de junio, posteriormente 6 días consecutivos sin lluvia, entre el 01 al 06 de julio y otro periodo de 8 días (26 de julio al 02 de agosto), como impacto derivado de la disminución de la lluvia y la prolongación de los días sin lluvia, se observó que la temperatura media se incrementa con relación a los días sin lluvia y se reduce al regresar la lluvia. La reducción de la lluvia, aunado al incremento de la temperatura media pueden generar estrés hídrico y térmico en especies susceptibles como hortalizas, tam-

bién las altas temperaturas inciden en el incremento en la tasa reproductiva e incremento de poblaciones de insectos plagas de plantas cultivadas, como el caso de los trips de las flores *Frankliniella occidentalis* que reduce la duración del ciclo biológico de 37.9 días con temperatura de 15°C a 18.5 días con temperatura de 25°C (McDonald, et al.1998). En el caso de gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* que reduce el tiempo desde huevo a adulto en 71.4 días, bajo temperaturas de 18°C a 29.3 días y con temperaturas promedio de 26°C (Du Plessis, H. et al. 2020).

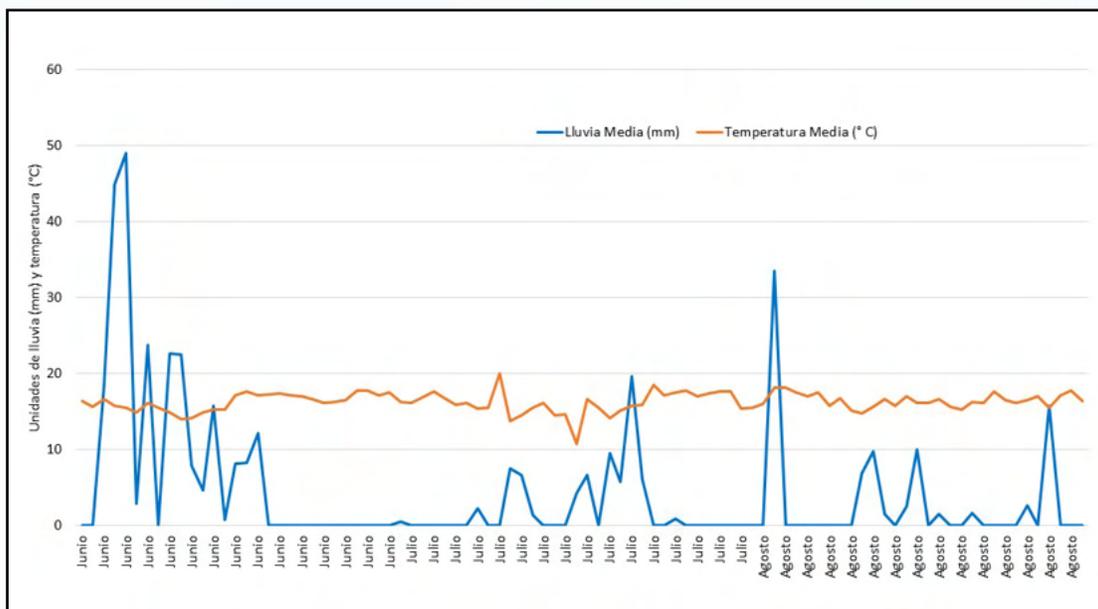


Figura 26. Gráfica del comportamiento de la temperatura y la lluvia diaria registrada en estación meteorológica de INSIVUMEH Santa María El Tablón, durante la canícula ocurrida en junio, julio y agosto del año 2015.
Fuente: INSIVUMEH, (2022)

Durante la fase de canícula de 2015, las variables temperatura y precipitación para el territorio del departamento de Sololá se comportaron tal como se observa en la figura 26. La temperatura media durante esta fase que comprende los meses de junio a julio fue de 16.3°C . La temperatura máxima se identifica en el mes de agosto con una media de 22.7°C . Para la variable precipitación esta muestra una tendencia a la reducción a finales de junio y principios de julio. Luego se observó algunos episodios de lluvia, sin embargo, una reducción de lluvias mensuales se mantiene para los meses de julio y agosto.

Las proyecciones señalan que la temperatura media y máxima diarias tendrán un aumento en la variación de aproximadamente entre el 1.5°C a 4°C y la precipitación disminuirá entre un 10% a 30% para el 2100 a nivel centroamericano afirma Choriego, (2018); por lo que se estima que a causa de los efectos usuales del fenómeno de El Niño, la temperatura aumentará y afectará negativamente la producción agrícola en zonas templadas/frías, mientras, que influirá en la disminución del rendimiento del maíz entre un 10 a 50% para las zonas cálidas, además, la precipitación se reducirá entre 70 y 120mm.

Para el cultivo de maíz el requerimiento hídrico mínimo varía según la fase fenotípica, por ejemplo, en la fase vegetativa se requiere de 300 mm, floración 200 mm, reproductiva 200 mm, con un total por ciclo de

700mm (ICTA, 2002). En términos generales, el maíz posee una fase crítica en donde la demanda de agua se incrementa y esta ocurre en la fase de pre y post floración. Donde la mínima cantidad de agua provoca una pérdida o bajo rendimiento entre el 25% a 50% debido al estrés que provoca en la planta durante o entre los 7 días antes de la floración y 15 días después. En el transcurso de esta etapa la reducción del rendimiento es mayor, llegando hasta 2 o 3 veces más que en otra etapa o fase de crecimiento del maíz

La necesidad hídrica en todas las fases repercute significativamente a las plantas, particularmente: 1) al inicio del ciclo del cultivo, puede eliminar o reducir la población de plántulas, 2) la floración, 3) fase de llenado de grano, disminuyendo la cantidad de granos hasta un 45% (ICTA, 2002).

La temperatura es crítica para el crecimiento y el rendimiento de los cultivos a través de los mecanismos fisiológicos. Las altas temperaturas dañan directamente las enzimas, los tejidos y los órganos reproductivos y podría provocar daños en la floración y estrés oxidativo. Las altas temperaturas también podrían conducir a la intensificación del estrés hídrico a través del aumento de la demanda de agua atmosférica y la disminución del contenido de agua del suelo, lo que daría como resultado el cierre gradual de los estomas, la reducción de la absorción de CO_2 y la mejora del crecimiento de las raíces a expensas de la biomasa aérea (Leng, 2019).

5.4.7 Efecto de las lluvias fuertes

Los deslizamientos son un fenómeno geológico que puede ser detonado cuando la lluvia es abundante, o cuando es intensa (llueve una gran cantidad de agua en corto tiempo), o bien cuando se presenta una combinación de ambas (como ocurre en un ciclón tropical), se puede infiltrar una importante cantidad de agua en el suelo hasta llegar a los estratos que alojan el agua subterránea (cuya frontera superior se llama nivel freático). La entrada de agua al subsuelo en la ladera puede llegar a un punto en que ésta última se desestabiliza, esto se sucede porque el agua que se infiltra “empuja” a las partículas del suelo de modo que éste reduce su resistencia (incluso bajo su peso) Sin embargo, existen otros factores biofísicos particulares que aportan para un deslizamiento (CENAPRED, 2014).

Durante los últimos años, el riesgo de aumento de las lluvias e inundaciones ha incrementado, generando daños a la agricultura e infraestructura, existen vinculaciones a la gestión del suelo, donde la intensificación de la producción agrícola aumenta en medida, tomando recursos naturales fértiles o expandiendo la frontera agrícola en áreas boscosas, provocando la deforestación, degradación de los suelos, y aumento de las emisiones de gases efecto invernadero (CIAT; CIMMYT; CRS, 2012).

5.4.8 Efectos e impactos de la erosión de los suelos sobre la agricultura

La degradación del suelo (física, química y biológica), se evidencia en una reducción de la cobertura vegetal, la disminución de la fertilidad, la contaminación del suelo y del agua y, debido a ello, el empobrecimiento de las cosechas. El 14% de la degradación mundial ocurre en América Latina y Caribe (ALC), siendo más grave en Mesoamérica, donde afecta al 26% de la tierra, mientras que en América del Sur se ve afectado el 14% de la tierra. Las principales causas de la degradación incluyen la erosión hídrica, la aplicación intensa de agroquímicos y la deforestación, con cuatro países de ALC que tienen más del 40% de su territorio nacional degradado y con 14 países con un porcentaje de entre 20% y 40% del territorial nacional degradado (FAO, 2022).

La erosión hídrica se entiende como un proceso de

desprendimiento y transporte de partículas, que por medio del escurrimiento superficial se van perdiendo; generalmente, las actividades agrícolas han dado lugar a la aceleración, modificación de la disponibilidad de suelo y la captación de nutrientes, elementos básicos para la agricultura (IFPRI, 2009).

En 2009, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales reportó una pérdida de 149 millones de toneladas métricas de suelo fértil, a consecuencia de la erosión hídrica, mencionando que la zona alta de la vertiente del Pacífico son los más erosionados, a causa de la actividad agrícola. En el territorio del altiplano, específicamente para Nahualá, la pérdida de suelo fue estimada a razón de 147.74 Tn/ha (Reyes, 2011). Noriega (2019), identificó la reducción en la disponibilidad del fósforo en el suelo hasta cantidades muy bajas o indetectables, cuya ausencia tiene efecto sobre el rendimiento del maíz, al ser un macronutriente, junto con el nitrógeno y potasio indispensables en la producción agrícola.

Los efectos derivados de la de la erosión del suelo son: 1) pérdida de los horizontes fértiles del suelo, lixiviación de materia orgánica y nutrientes, alteración en las propiedades físicas y químicas del suelo, modificación de la infiltración y retención de la humedad y consecuentemente poco anclaje de las plantas de maíz, incrementando la susceptibilidad a vientos y reducción de la productividad de especies cultivadas; 2) formación de cárcavas y pérdidas de área de cultivo; 3) mayor costo de producción, a causa del incremento de labranza y fertilización, generando la disminución de ingresos a los productores de maíz (Contreras, et al., 2005).

VI. Medidas de adaptación para los diferentes sectores y medios de vida en el municipio de Santa Lucía Utatlán

Es evidente que el cambio climático está afectando el sector agropecuario en América Latina y los múltiples retos de la agricultura como la productividad, la inclusión y la competitividad (Witkowski et al., 2017).

La planificación para la adaptación al cambio climático ha venido ganando relevancia y prioridad en América Latina, como parte de los esfuerzos de los países para asegurar que sus metas de desarrollo no se vean comprometidas por los impactos actuales y potenciales del cambio climático (Witkowski et al., 2017).

Para Guatemala, uno de los países más vulnerables a nivel mundial a la variabilidad y cambio climático, la adaptación es una prioridad nacional. En el país se entiende que, con los esfuerzos en la mejora de la capacidad de adaptación permite una reducción del grado de vulnerabilidad y los impactos del cambio climático (MARN, 2016).

IPCC (2022), afirma que la adaptación en respuesta al cambio climático actual está reduciendo el riesgo climático y la vulnerabilidad de la mayoría de los sistemas existentes por medio de ajuste. El progreso en la planificación de la adaptación y su implementación ha sido observado a través de todos los sectores y regiones que están generando beneficios.

A pesar de los progresos anteriores en adaptación, existen vacíos actuales de adaptación a necesidades específicas para responder a los impactos y reducir los riesgos climáticos. Como las opciones de adaptación a menudo tienden a ser planificados a mediano o largo plazo, es importante cerrar los vacíos, reconociendo los contrastes de algunas regiones (IPCC, 2022).

Basado en los insumos de literatura científica sobre medidas de adaptación, literatura gris (informes técnicos y otros reportes), el Plan de Adaptación Nacional PANCC de Guatemala, el Plan Departamental de Adaptación para el Departamento de Sololá, los informes recientes de IPCC y aportes técnicos y experiencia en adaptación de profesionales de ICC se identifican y priorizan opciones de adaptación al cambio

climático.. Sumado los aportes de actores sociales que participaron en el taller municipal de validación de vulnerabilidad climática e identificación de opciones de adaptación.

Las medidas de adaptación al cambio climático enlistadas en los siguientes cuadros (8 al 11) son orientativas, basado en la premisa de que en adaptación no existen recetas, sino deben contextualizarse y ajustarse las medidas con relación a las características del territorio



Implementación de conservación de suelos

Cuadro 8. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector agropecuario del municipio de Santa Lucía Utratlán

Sector	Amenaza meteorológica/climática	Efectos/Impactos	Medidas de adaptación	Instituciones/proyectos que podrían aportar a su implementación
Agropecuario	Fuentes lluvias	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento en la tasa de erosión de suelos * Pérdida de la capa fértil del suelo * Movilización (hídrica) y sedimentación de material (suelo) superficial hacia zonas más bajas * Su capacidad detonante (Un factor) que acelera procesos de deslizamientos de masas de suelo. * Daño en área tolilar de cultivos y efecto en la floración y consecuentemente en cosechas agrícolas. * Encharcamiento o acumulación de agua en zonas con cierto grado de presión orográfica. 	<p>Conservación o mejora de suelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sistemas agroforestales (frutales) * Siembras en trazos de curvas a nivel * Establecimiento de barreras vivas empleando especies como Setaria sp. u otras especies locales como el sauco. En localidades específicas, se pueden emplear barreras muertas y sistemas de terrazas bancales o individuales. * Se debe promover la labranza mínima o labranza cero, a pesar, que existe una cultura muy fuerte de remoción de suelos. * Uso de especies nativas tolerantes a exceso de humedad * Rescate y aplicación del conocimiento ancestral/maya * Reforestaciones en áreas clave del territorio <p>Drenaje</p> <ul style="list-style-type: none"> * Drenajes agrícolas para evacuación de agua. * Actividades de manejo postcosecha (recolección previa). * Uso de materiales (cultivos) de ciclo más corto que los de uso actual. 	<p>-MAGA con sus diferentes programas o proyectos a nivel municipal.</p> <p>AMSCLA, INAB, CONAP, y otras Organizaciones gubernamentales, ONG's como PMA, Caritas, CARE, Vivamos Mejor, CDRO, agricultores y asociación de agricultores.</p> <p>Universidades con programas de extensión, ejercicio profesional e investigación.</p> <p>La Mesa de Cambio Agroclimática de Sololá</p>
	Carcuña prolongada	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de la evapotranspiración de las especies más importantes de cultivo y conduza a una reducción en el rendimiento del maíz kg/ha y otros cultivos sensibles. * Mayor evaporación superficial del suelo y evapotranspiración. * Detonante para el desarrollo de plagas * En las aves podría provocar problemas o enfermedades respiratorias. * Olas de calor 	<p>Agropecuaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Mantener la práctica de uso de abonos orgánicos o reincorporación de rastrojos u otro tipo de fuente de materia orgánica. * Uso de especies de cultivo nativas * Identificación y aplicación del conocimiento ancestral/maya * Uso de abonos verdes como mulch (cobertura) sobre el suelo. * Manejo de densidades y marcos de siembra. * Uso de materiales de maíz con tolerancia a escasez hídrica. * Sistemas agrícolas diversificados (maíz, frijol y otras especies comestibles con tolerancia a escasez de agua). * Implementación de riego localizado para las fincas o unidades productivas con acceso de agua (pozos, manantiales o cosecha de agua de lluvia para riego). * Uso de retenedores de humedad (hidrogel u otro tipo de material ya evaluado en el contexto). <p>Pecuaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Prevención de kit de manejo profiláctico de las aves. * Elaboración de preparados etnobotánicos para atenuar efecto de enfermedades o fortalecer el sistema inmune de las aves. * Uso de especies criollas 	
	Aumento de la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> * Detonación de plagas (masticadores) * Enfermedades fúngicas (por ejemplo, <i>Ustilago maydis</i>) * Mayor demanda hídrica * Aceleración del ciclo vegetativo y efecto en la floración, polinización y llenado de granos (maíz), que provocaría una reducción en el rendimiento de cosechas. 	<ul style="list-style-type: none"> * Uso de semillas y cultivos menos demandantes hídricamente * Uso de riego localizado (por goteo) * Manejo de densidades y marcos de siembra * Uso de abonos verdes como mucho natural * Uso de material genético de maíz u otras especies nativas con tolerancia a escasez de agua e incremento de temperatura (investigar material local). * Búsqueda y uso de material genético de localidades a menor altitud (lugares cálidos). * Uso de retenedores de humedad (Hidrogel u otro tipo de material ya evaluado en el contexto) 	
	Cambio en el inicio y finalización de la época lluviosa	<ul style="list-style-type: none"> * Retardo en el desarrollo vegetativo (retardo en el ingreso de las lluvias) o pérdidas parciales/totales de plantas * Saturación hídrica en el suelo (retardo en la finalización de la temporada lluviosa) * Pudrición en la producción (retardo en la finalización de la temporada lluviosa) * Asincronía de ciclos culturales de producción agrícola. 	<ul style="list-style-type: none"> * Generar conocimiento del comportamiento de variables meteorológicas para planificación de siembras (cambios de fechas). * Uso de materiales tolerantes a escasez hídrica. * Estructuras de conservación de suelos y agua (Barreras vivas, acequias, terrazas bancales, entre otros). * Sistema de drenaje en suelos que pueda saturarse por exceso de humedad (agua). * Doble de maíz para aceleración de secado. 	

<p>Sequia (reducción del acumulado de lluvias anuales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Estrés hídrico en sistemas agroalimentarios * Reducción en la producción kg/ha * Modificación de los ecosistemas y biodiversidad * Incremento de costos de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> * Uso de especies o material genético de maíz tolerantes a escasez hídrica. * Diversificación de cultivos empleando especies tolerantes a escasez de agua (proveniente de otras localidades) * Reutilización de aguas grises para irrigación agrícola. * Sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia * Construcción de embalses superficiales * Sistemas eficientes para producción agrícola (hidroponía, organología)
<p>Vientos fuertes</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Daño mecánico (acame en maíz) * Aborto floral * Erosión eólica * Incremento de la evapotranspiración * Reducción del área foliar * Transporte de vectores y/o semillas ajenas al entorno 	<ul style="list-style-type: none"> * Barreras rompevientos * Uso de especies de altura baja * Uso de tutores para cultivos susceptibles * Cultivos protegidos bajo estructuras rígidas (invernaderos) * Cambio en la temporada de siembra

Beneficios		
<ul style="list-style-type: none"> * Reducción de escorrentía superficial y erosión por flujo laminar y canalizado. * Mejora la porosidad del suelo e infiltración de agua. * Reduce el daño mecánico por flujos de agua superficial. * Reduce la sedimentación en zonas bajas. * El uso de especies nativas ajustadas al entorno asegura un rendimiento estable por un periodo de tiempo más prolongado. * El conocimiento ancestral/maya proporciona tecnologías económicamente viables y ajustadas al contexto local * Mantiene macro y microelementos en el suelo, que permite que las cosechas mantengan su rendimiento. * Noriega (2019), comprobó en áreas de Nahuallá un incremento en rendimiento del maíz en 802 Kg/ha = 77.9 libras/cuerda (25 varas cuadradas) * La construcción de drenajes agrícolas reduce la mortandad de plantas por encharcamientos y evita pérdidas de cosecha. * El uso de materiales de ciclo corto acelera el proceso de aprovechamiento 	<ul style="list-style-type: none"> * Uso eficiente de recursos por previsión meteorológica de fenómenos futuros puede reducir los efectos de pérdidas de cosecha u otro tipo de daño. * Materiales tolerantes mantienen rendimientos bajo condiciones de escasez hídrica * Acequias de ladera retienen e infiltran agua de escorrentía * El proceso de dobla reduce la pudrición de la mazorca provocada por lluvias. 	<ul style="list-style-type: none"> * El uso de materiales tolerantes a escasez hídrica asegura una producción al final del ciclo agronómico, y especialmente, que no incremente la inseguridad alimentaria. * La reutilización de aguas grises provee el recurso para producción a una escala relativamente pequeña. * Los SCALL proporcionales al área y tipo de cultivo aseguran una producción en periodos secos. * Los sistemas hidroponicos aseguran una reducción del consumo de agua hasta en 80%
<ul style="list-style-type: none"> * Mejorar la infiltración y retención de humedad. * Retienen por un mayor periodo de tiempo la humedad en el suelo. * Reducen pérdida de agua por evaporación superficial. * Las especies nativas se han ajustado al territorio por lo que su uso asegura producción estable por un mayor periodo de tiempo. * El conocimiento ancestral/maya aporta en tecnología económicamente viable y ajustada al contexto local * Aportan una lámina de agua sobre la planta y reducen la pérdida de agua por evaporación. * Semillas con un grado de tolerancia a escasez de agua reducen el riesgo de pérdidas totales. * Contar con insumos para prevenir y curar aves de corral permite reducir la tasa de contagio y pérdidas económicas * La alimentación adecuada utilizando insumos naturales reduce los costos de inversión a la vez reduce la posible trazabilidad de medicamentos en la carne. 	<ul style="list-style-type: none"> * El uso de materiales tolerantes a escasez hídrica asegura una producción al final del ciclo agronómico, y especialmente, que no incremente la inseguridad alimentaria. * La reutilización de aguas grises provee el recurso para producción a una escala relativamente pequeña. * Los SCALL proporcionales al área y tipo de cultivo aseguran una producción en periodos secos. * Los sistemas hidroponicos aseguran una reducción del consumo de agua hasta en 80% 	<ul style="list-style-type: none"> * El uso de materiales tolerantes a escasez hídrica asegura una producción al final del ciclo agronómico, y especialmente, que no incremente la inseguridad alimentaria. * La reutilización de aguas grises provee el recurso para producción a una escala relativamente pequeña. * Los SCALL proporcionales al área y tipo de cultivo aseguran una producción en periodos secos. * Los sistemas hidroponicos aseguran una reducción del consumo de agua hasta en 80%
<ul style="list-style-type: none"> * El uso de materiales adaptados a periodos cortos de producción asegurará rendimientos estables. * Semillas tolerantes reducen el riesgo de pérdidas totales. * Aportan una lámina de agua sobre la planta y reducen la pérdida de agua por evaporación. * Mejoran la infiltración y retención de humedad. * Retienen por un mayor periodo de tiempo la humedad en el suelo. * Reducen pérdida de agua por evaporación superficial 	<ul style="list-style-type: none"> * El uso de barreras rompevientos reducen la velocidad del viento, además a mediano y largo plazo puede aprovecharse la madera para fines energéticos o de estructuras. * Las especies de porte o altura baja reducen el consumo energético para la construcción del tallo y en combinación con una barrera rompevientos reduce la probabilidad de sufrir daño mecánico (acame) * El uso de tutores proporciona una base resistente que reduce el daño mecánico a las plantas tutoradas * Una estructura rígida aisla y protege los cultivos dentro de su estructura 	<ul style="list-style-type: none"> * El uso de barreras rompevientos reducen la velocidad del viento, además a mediano y largo plazo puede aprovecharse la madera para fines energéticos o de estructuras. * Las especies de porte o altura baja reducen el consumo energético para la construcción del tallo y en combinación con una barrera rompevientos reduce la probabilidad de sufrir daño mecánico (acame) * El uso de tutores proporciona una base resistente que reduce el daño mecánico a las plantas tutoradas * Una estructura rígida aisla y protege los cultivos dentro de su estructura

Costo estimado Q/ha de algunas opciones de adaptación
<ul style="list-style-type: none"> * Sistema Agroforestal = Q. 4,500.00 a 10,000.00 + costos de cultivo de porte bajo <ul style="list-style-type: none"> * Barreras vivas = Q. 4,000.00 * Trazado de curvas a nivel = Q. 1,000.00 * Construcción de terrazas bancales talud protegido con vegetación = <ul style="list-style-type: none"> * Abonos orgánicos = Q. 2,500.00 * Abonos verdes Q. 2,300.00 - 3,700.00 * Riego localizado (gravedad) = Q. 18,000.00 * Tanques SCALL agrícolas: 2.5 m³ = Q. 1,300.00 6 m³ = Q. 2,200.00 * Riego localizado (gravedad) = Q. 18,000.00 * Hidrogel = Q. 10,000.00

* Los costos presentados en quetzales son relativos y dependerán de diversos factores como inflación económica, ubicación, costos de materiales, entre otros.

* Los costos de mano de obra se basan en el salario mínimo agrícola 2022 cuyo valor es de Q 94.44/día (8 horas).

Nota: Los efectos/impactos y las medidas de adaptación que se recomiendan están ordenados de manera descendente en importancia (los primeros mencionados son los más relevantes). Además, no se incluyen todos los impactos y otras opciones de adaptación, que por contexto o el entorno, sean relevantes o efectivos.

Cuadro 9. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector recursos hídricos (Provisión humana y biodiversidad) del municipio de Santa Lucía Utatlán.

Sector	Amenaza meteorológica/ climática	Efectos/Impactos	Opciones de adaptación	Beneficios	Instituciones/proyectos que podrían aportar a su implementación	
Recursos hídricos (Provisión humana y biodiversidad)	<p>Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Crecidas repentinas que provoquen inundaciones o afecta sistemas de conducción * Contaminación por sedimentos (arrastré de materiales que provocan turbidez en sistemas potables (manantiales o nacientes) * Taponamiento de sistemas de captación y distribución de agua potable * Un factor detonante de procesos de deslizamientos de tierra que afecte directamente algún elemento de los sistemas de agua "potable". <p>Los ecosistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> * Pérdida de la capa fértil del suelo en bosques u otro tipo de ecosistemas. * Factor que puede detonar procesos de deslizamientos de tierra. * Daños en floración de especies herbáceas y leñosas (árboles y arbustos) * En suelos expuestos no se alcanza infiltración profunda y como consecuencia poca o nula recarga hídrica 	<p>Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Incorporar planes de distribución de agua para momentos de emergencia o daños en los sistemas * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en zonas periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Restauración con fines de protección. * Construcción de diques (bordas) con técnicas de bioingeniería. * Sistemas alternativos de conducción de agua a los hogares o implementación de sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL), como sistemas alternativos de respuesta a emergencia en impactos de los sistemas convencionales o principales de agua. <p>Ecosistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en la zona periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Reproducción de especies herbáceas y arbustos sin valor económica (actual) para la población. <p>Se requieren (necesario) las siguientes condiciones favorables en el territorio para mayor impacto de las medidas de adaptación</p> <ul style="list-style-type: none"> * Compromisos políticos a nivel municipal y departamental para el tema de cambio climático. * Disposición institucional gubernamental para proteger y restaurar ecosistemas clave. * Aplicación del ordenamiento territorial y gestión del riesgo de desastres para zonas cercanas a los cauces y zonas con pendientes pronunciadas. * Sensibilización para el manejo adecuado de desechos sólidos. * Mantenimiento de sistemas de alcantarillado y sensibilización a la población para minimizar la producción de desechos sólidos y el manejo adecuado de estos 	<p>Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) como sistemas alternativos. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Construcción de sistemas de captación, manejo y reutilización de aguas grises para irrigación. * Fomento en el uso de riego eficiente (localizado). <p>Ecosistemas y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en la zona periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Reforestación con fines de protección. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Babederos temporales para ayes o manantiles. * Mecanismos de compensación por servicios ambientales forestales. * Un programa para el manejo y control de incendios forestales. 	<p>* La mayoría de las propuestas de adaptación favorecen mejores condiciones para la población de Santa Lucía Utatlán</p> <ul style="list-style-type: none"> * La restauración ecológica de ecosistemas en las zonas de periferia de los manantiales reduce la probabilidad de arrastre de sedimentos y obstrucción en la salida de los manantiales * La reforestación con fines de protección reducen la escorrentía superficial y erosión hídrica por flujo laminar y canalizado. * La reducción de escorrentía laminar y canalizado reduce la pérdida del material orgánico e inorgánico superficial manteniendo un equilibrio en los organismos que la conforman. * La cobertura vegetal superficial reduce el daño mecánico por flujos de agua superficial y permiten una mejor infiltración de las aguas precipitadas. * Reduce la sedimentación en zonas bajas. * Servicios ecosistémicos se mantienen para las comunidades del territorio. * Conservación y protección de la biodiversidad local. * Regulación del ciclo hidrológico * Los sistemas SCALL permiten el aprovechamiento de agua para uso a corto y mediano plazo, además, evitan que las aguas almacenadas se pierdan por escorrentía. 	<p>* Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * La correcta planificación, sensibilización, organización y compromiso ciudadano puede asegurar el uso sostenible del recurso hídrico para la población en general * Los SCALL permiten un abastecimiento hídrico por un periodo de tiempo que dependerá del volumen captado y las necesidades en el hogar * El tratamiento y reutilización de aguas servidas (grises) se convierten en una fuente para uso agrícola reduciendo la presión sobre las aguas superficiales. * El uso de riego eficiente (localizado) reduce pérdidas de agua por infiltración profunda y evaporación sobre el suelo. <p>* Ecosistema y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * La restauración ecológica de ecosistemas en las zonas periféricas a los manantiales y zonas de recarga podría mejorar la infiltración de las aguas precipitadas manteniendo el caudal de salida por un periodo relativamente mayor. * Los mecanismos de compensación permiten fomentar la sostenibilidad de los bosques y con ello la regulación del microclima, flora, fauna y ciclo hidrológico en la zona de implementación * La construcción de sistemas de infiltración permiten el reabastecimiento de los mantos acuíferos y su disposición a través de manantiales * La prevención y control de incendios reduce la perturbación de los ecosistemas y el balance hídrico natural aunado a un mejor servicio para Santa Lucía Utatlán 	<p>MAGA, SEGERLAN, MUNICIPALIDADES, AMISQLAE, UVG, JIAB, CONAP, OG, ONG's, como: Vivamos Mejor, Caritas, ACH, Helvetas</p> <p>comunidad, asociación de agricultores entre otros actores sociales en el territorio.</p>

	<p>* Reducción en el caudal de fuentes superficiales (manantiales o nacimientos de agua)</p> <p>* Reducción del volumen de agua disponible para la población.</p> <p>* Mayor extracción y uso de agua para la agricultura</p> <p>* Incremento en la evaporación y evapotranspiración de bosques o ecosistemas en zonas de recarga, afectando el ciclo hidrológico en el territorio.</p> <p>* Perturbación del ciclo hidrológico y clima local</p> <p>* Modificación del ecosistema (ingreso de especies nuevas en el entorno)</p>	<p>Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Incorporar planes de distribución de agua * Implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) como sistemas alternativos. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Construcción de sistemas de captación, manejo y reutilización de aguas grises para irrigación. * Fomento en el uso de riego eficiente (localizado). * Construcción de diques o reservorios artesanales <p>Ecosistemas y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en la zona periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Mecanismos de compensación por servicios ambientales * Reforestación con fines de protección. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Bebederos temporales para aves o mamíferos. * Un programa para el manejo y control de incendios forestales. <p>Entorno o condiciones favorables en el territorio</p> <ul style="list-style-type: none"> * Compromisos políticos a nivel municipal y departamental. * Disposición institucional gubernamental para proteger y restaurar ecosistemas clave. * Aplicación del ordenamiento territorial y gestión del riesgo de desastres para zonas cercanas a los cauces y zonas con pendientes pronunciadas. * Desarrollo e implementación planes de manejo del recurso hídrico para consumo humano e irrigación. 	<p>Sistema de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * La correcta planificación, sensibilización, organización y compromiso ciudadano puede asegurar el uso sostenible del recurso hídrico para la población en general * El uso de SCALL puede abastecer las necesidades de consumo de una familia aunado a un buen manejo de desinfección del agua por el método que sea más accesible * El tratamiento y reutilización de aguas servidas (grises) se convierten en una fuente para uso agrícola sin desabastecer las aguas superficiales. * La implementación de reservorios familiares o comunales es una acción paliativa para contar con el recurso hídrico por un periodo de tiempo a corto o mediano plazo. <p>Ecosistemas y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * Retienen por un mayor periodo de tiempo la humedad en el suelo el cual sostiene el ecosistema en sus distintos estratos * Reducen pérdida de agua por evaporación superficial. * Bosques energéticos renovables regulan la tala y con ello reducen la tala o aprovechamiento forestal en zonas vedadas. * La reforestación de bosques aporta a la regulación del ciclo hidrológico * La recarga hídrica de los mantos acuíferos brinda una mejor calidad de agua para el consumo humano, permite el equilibrio ecosistémico, los pozos de infiltración reducen el agua perdida por escorrentía superficial * La prevención y control de incendios reduce la perturbación de los ecosistemas y el balance hídrico natural
<p>Cambio en el inicio y finalización de la época lluviosa</p>	<p>Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Reducción en el caudal de fuentes superficiales (manantiales o nacimientos de agua) * Reducción del volumen de agua disponible para la población. * Mayor demanda hídrica para el servicio comunitario * Incremento en la extracción de agua del afluente para irrigación agrícola. <p>Ecosistemas y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * Mayor demanda del recurso hídrico flora y fauna para regulación de procesos fisiológicos * Reducción de población de fauna silvestre e insectos * Mayor probabilidad de incendios forestales * Desequilibrio en la biodiversidad (reproducción y desarrollo de la biota) * Migración de especies (fauna) locales 	<p>Sistemas de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Incorporar planes de distribución de agua * Implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) como sistemas alternativos. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Construcción de sistemas de captación, manejo y reutilización de aguas grises para irrigación. * Fomento en el uso de riego eficiente (localizado). * Construcción de diques o reservorios artesanales <p>Ecosistemas y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en la zona periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Mecanismos de compensación por servicios ambientales * Reforestación con fines de protección. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Bebederos temporales para aves o mamíferos. * Un programa para el manejo y control de incendios forestales. 	<p>Sistema de agua para consumo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> * La correcta planificación, sensibilización, organización y compromiso ciudadano puede asegurar el uso sostenible del recurso hídrico para la población en general * El uso de SCALL puede abastecer las necesidades de consumo de una familia, aunado a un buen manejo de desinfección del agua por el método que sea más accesible * El tratamiento y reutilización de aguas servidas (grises) se convierten en una fuente para uso agrícola sin desabastecer las aguas superficiales. * La implementación de reservorios familiares o comunales permite contar con el recurso hídrico por un periodo de tiempo a corto o mediano plazo. <p>Ecosistemas y biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> * La restauración de ecosistemas periféricos a manantiales y reforestación en zonas de recarga hídrica permite una infiltración eficiente y caudales estables por tiempos más prolongados * La compensación por servicios ambientales permite una valoración sostenible de los recursos naturales * La reforestación con fines de protección puede asegurar la sostenibilidad de la flora y fauna dentro del ecosistema * Proporcionar espacios seguros como bebederos para la fauna silvestre aporta en la calidad de vida de las especies. * La prevención y control de incendios reduce la perturbación de los ecosistemas y el balance hídrico natural * Los incentivos forestales proveen de fondos para la producción sustentable de especies forestales * El mulch natural reduce el impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía superficial, reduce la pérdida de biota y microbiota del suelo

Cuadro 10. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector bosques del municipio de Santa Lucía Utlatlán.

Sector	Amenaza meteorológica/climática	Impactos	Opciones de adaptación	Beneficios	Instituciones/proyectos que podrían aportar a su implementación
Bosques	Fuertes lluvias	<ul style="list-style-type: none"> * Pérdida de la capa fértil del suelo en bosques u otro tipo de ecosistemas. * Factor que puede detonar procesos de deslizamientos de tierra. * Daños en floración de especies herbáceas y leñosas (árboles y arbustos) 	<ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en zonas de recarga hídricas a nivel microcuenca. * Prácticas de conservación de suelos (zanjas de infiltración). * Uso de estructuras o terrazas individuales en zonas con pendientes * Reproducción de especies herbáceas y arbustos sin valor económica (actual) para la población. * Reforestación con fines de protección utilizando especies nativas * Implementación de incentivos forestales * Manejo constante para primeras fases de desarrollo de las especies implementadas 	<ul style="list-style-type: none"> * La restauración ecológica de los ecosistemas, en casos particulares, podría reducir la probabilidad de desprendimiento de masas tierras en zonas inclinadas, pérdida de suelo por flujo laminar y canalizado, reducir la exposición de la flora y fauna que regulan los procesos ecosistémicos. * Las prácticas de conservación de suelos reducen la pérdida de suelos en todas sus formas y permiten una mayor sostenibilidad en el tiempo, aportan en la mejora de infiltración de las aguas precipitadas, que a su vez permiten una mejor recarga hídrica para los mantos acuíferos * La reproducción de especies silvestres diversifican la fuente de alimento para la cadena trófica y biodiversidad dentro del ecosistema 	<ul style="list-style-type: none"> * MUNICIPIALDADES, AMSCLAE, INAB, MAGA, CONAP, OG, ONG's como: Vivamos Mejor, Cáritas, ACH, Helvetas comunidades y asociación de agricultores.
	Cantada prolongada/sequia	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de incendios forestales * Incremento de la probabilidad de incidencia de plagas y enfermedades forestales * Incremento de la mortandad de plantas en primeras fases de desarrollo. * Tala de árboles para uso energético 	<ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en la zona periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Reforestación con fines de protección. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Bebederos temporales para aves o mamíferos. * Un programa para el manejo y control de incendios forestales. * Establecimiento de reforestaciones en fechas adecuadas (inicio de temporada de lluvias. * Uso de plantas para reforestaciones con desarrollo vegetativo mayor (2 años) * Mecanismos de compensación por servicios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> * Retienen por un mayor periodo de tiempo la humedad en el suelo. * Reducen pérdida de agua por evaporación superficial * Los incentivos forestales fomentan la recuperación e incremento del área de bosque * El entrenamiento y equipo adecuado hacen eficiente la reducción de posibles incendios o el manejo de estos. * El almacenamiento de agua proporciona un recurso disponible en periodos secos. * La siembra de plantas en inicios de la temporada lluviosa, asegura un abastecimiento y desarrollo vegetativo más asimilable, que la finalización de dicho periodo * El uso de plantas vigorosas combinado con una siembra en el tiempo adecuadas puede asegurar un menor índice de mortandad en campo. 	<ul style="list-style-type: none"> * Retienen por un mayor periodo de tiempo la humedad en el suelo. * La cobertura forestal puede reducir las pérdidas de agua por evaporación superficial ya que estos regulan el microclima local * Los incentivos forestales fomentan la recuperación e incremento del área de bosque * El entrenamiento y equipo adecuado hacen eficiente la reducción de posibles incendios o el manejo adecuado de estos * Los diversos mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos fomentan la sostenibilidad de los bosques por un periodo más prolongado * Los bebederos temporales pueden dotar del recurso hídrico a las especies avarias y mamíferos y con ello reducir la probabilidad de mortandad en dichas especies
Aumento de la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento en la evaporación y evapotranspiración de bosques o ecosistemas en zonas de recarga, afectando el ciclo hidrológico en el territorio. * Incremento de incendios forestales * Incremento de mortandad de especies forestales sensibles * Invasión de especies forestales exclusivas de otras zonas de vida 	<ul style="list-style-type: none"> * Restauración ecológica de ecosistemas particulares en la zona periféricas a los manantiales (nacimientos) y en zonas de recarga hídrica a nivel microcuenca. * Un programa para el manejo y control de incendios forestales. * Reforestación con fines de protección. * Recarga de acuíferos: Pozos de infiltración entre otras técnicas. * Bebederos temporales para aves o mamíferos. * Mecanismos de compensación por servicios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> * Retienen por un mayor periodo de tiempo la humedad en el suelo. * La cobertura forestal puede reducir las pérdidas de agua por evaporación superficial ya que estos regulan el microclima local * Los incentivos forestales fomentan la recuperación e incremento del área de bosque * El entrenamiento y equipo adecuado hacen eficiente la reducción de posibles incendios o el manejo adecuado de estos * Los diversos mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos fomentan la sostenibilidad de los bosques por un periodo más prolongado * Los bebederos temporales pueden dotar del recurso hídrico a las especies avarias y mamíferos y con ello reducir la probabilidad de mortandad en dichas especies 	<ul style="list-style-type: none"> * MUNICIPIALDADES, AMSCLAE, INAB, MAGA, CONAP, OG, ONG's como: Vivamos Mejor, Cáritas, ACH, Helvetas comunidades y asociación de agricultores. 	

Cuadro 11. Recomendaciones de medidas de adaptación para el sector salud de municipio de Santa Lucía Utatlán.

Sector	Amenaza Meteorológica/climática	Impactos	Prácticas de adaptación	Beneficios	Instituciones/proyectos que podrían aportar a su implementación
Salud humana	<p>Fuertes lluvias</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de enfermedades infecciosas Respiratorias Agudas -IRA- * Contaminación física, química y biológica de fuentes hídricas de abastecimiento comunitario por arrastre de sedimentos, desechos sólidos y aguas negras/grises. * Incremento de enfermedades diarreicas infecciosas agudas -ERAS- gastrointestinales transmitidas por agua y alimentos contaminados * Incremento en brote de enfermedades transmitidas por zancudos. * Lluvias podrían ser un factor determinante para detonar derrumbes y deslizamientos de masas de tierra. * Las lluvias podrían provocar daños en carreteras o afectación en los servicios médicos nacionales que limitan la atención primaria o secundaria a la población necesitada. 	<ul style="list-style-type: none"> * Métodos alternativos para tratamiento de agua para consumo humano. * Tratamientos alternativos para enfermedades respiratorias o diarreicas. * Evacuación de zonas vulnerables a deslizamientos * Implementación de huertos familiares climáticamente adaptado * Almacenamiento de alimentos y procesado para una mayor duración en anaquel (conservas, deshidratación, pasteurización, adobo, ahumado, entre otros) * Sistema familiar de reserva de alimentos y líquidos aptos para almacenamiento y consumo por un periodo que lo amerite * Botiquín de emergencia (Antihistamínicos, antidiarreicos, antiinflamatorios) * Vacunación previa contra influenza * Monitoreo frecuente de brotes de vectores y manejo de posibles focos de proliferación, uso de repelentes en viviendas. 	<ul style="list-style-type: none"> * Contar con tratamiento alternativo beneficiaría a las familias, especialmente, los niños (y niñas) aunado a la reducción de costos y dependencia de medicamentos sintéticos. * El uso de huertos climáticamente adaptados asegura un paliativo en la disponibilidad y acceso a los alimentos * Reducir el riesgo de pérdidas humanas por exposición de infraestructura frágil * Contar con una reserva de alimentos aporta a reducir el riesgo de desnutrición aguda * Contar con un plan de emergencias reduce el riesgo de pérdidas humanas. * El control de vectores asegura una reducción de posibles casos de enfermedades como dengue, zika, chikunguña, entre otras enfermedades 	<p>MSPASS, SESAN, MAGA, MINEDUC, CONRED ONG's y OG's, autoridades municipales/locales, organizaciones civiles, población en general</p>
	<p>Canícula prolongada/ Sequia (reducción del acumulado de lluvias anuales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Posible presencia de olas de calor * Incremento de la tasa de desnutrición aguda por desabastecimiento de alimentos en mercados locales, aumento de costos en canasta básica * Desarrollo de vectores (artrópodos) transmisores de enfermedades * Desabastecimiento o reducción de caudal de fuentes hídricas para consumo y servicios humanos. * Posible desarrollo de enfermedades infecciosas IRA y EDAS provocada * Incremento de zonas secas o con escasez hídrica * Desplazamiento o migración de personas a otras áreas * Conflictos comunitarios por recurso hídrico. * Incendios forestales puede provocar contaminación física del aire (calidad del aire) 	<ul style="list-style-type: none"> * Ciudades y comunidades adaptadas implementando Soluciones Basadas en la Naturaleza. * Implementación de huertos familiares climáticamente adaptadas * Poseer reservorio de alimentos y líquidos aptos para almacenamiento y consumo por un periodo que lo amerite * Uso racional de recurso alimenticio e hídrico * Implementación de Sistemas de Captación y Almacenamiento de agua de Lluvia (SCALL) para consumo humano y/o uso agrícola * Procesamiento en salmueras y/o conservas de productos perecederos para una mayor duración en anaquel. * Tratamiento, almacenamiento y reutilización de aguas grises para uso de riego en huertos superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> * Las ciudades o comunidades implementando soluciones basadas en la naturaleza (SBN) permite más servicios ecosistémicos, mayor calidad de aire (por espacios verdes), infiltración de agua lluvia y recarga de acuíferos entre otros beneficios. * El uso de huertos climáticamente adaptados asegura un paliativo en la disponibilidad y acceso a los alimentos * Contar con una reserva de alimentos aporta a reducir el riesgo de desnutrición aguda * El uso racional del recurso hídrico asegura una distribución adecuada para la familia y animales de corral * El uso de SCALL puede abastecer las necesidades de consumo de una familia * El tratamiento, almacenamiento y reutilización de las aguas servidas de servicios en el hogar (no inodoro) pueden ser una fuente de irrigación para cultivos en huertos superficiales de aprovechamiento foliar (no tubérculos ni bulbos) 	

<p>Aumento de la temperatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Aceleración de procesos fisiológicos y afecciones cardiovasculares en adultos * Posible presencia de olas de calor * Incremento en brote de enfermedades transmitidas por zancudos y otros artrópodos (facilera la maduración y el desarrollo de vectores) * Incremento de la transmisibilidad de enfermedades infecciosas * Incremento de la tasa de desnutrición aguda por desabastecimiento de alimentos en mercados locales y aumento de costos en canasta básica de alimentos * Incremento de la humedad en el ambiente que se vinculan a enfermedades cardiovasculares 	<ul style="list-style-type: none"> * Ciudades y comunidades adaptadas implementando Soluciones Basadas en la Naturaleza. * Implementación de huertos familiares climáticamente adaptados * Promover la circulación del aire dentro del hogar * Consumo de alimentos ligeros (vegetales) * Ingerir líquidos (2 litros/día) * Monitoreo frecuente por el personal de salud de personas susceptibles a olas de calor. * Contar con un plan de respuesta y números de emergencia * Monitoreo y manejo de vectores (artrópodos) 	<ul style="list-style-type: none"> * Las ciudades o comunidades implementando SBN les permite más servicios ecosistémicos, mayor calidad de aire (por espacios verdes), infiltración de agua lluvia y recarga de acuíferos entre otros beneficios. * El uso de huertos climáticamente adaptados asegura un paliativo en la disponibilidad y acceso a los alimentos * La circulación del aire dentro del hogar permite reducir la proliferación de patógenos que se alojan en ambientes de alta humedad. * El consumo de vegetales se suma al consumo de agua por su alto contenido, además, aporta macro y micronutrientes que regulan los procesos fisiológicos. * El monitoreo y control de vectores asegura una reducción de posibles casos de enfermedades de transmisión por vías aéreas, contacto directo, entre otros mecanismos de contagio. 	
<p>Cambio en el inicio y finalización de la época lluviosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de enfermedades Infecciosas Respiratorias Agudas -IRA- * Incremento de enfermedades diarreicas Infecciosas agudas -ERAS- * Incremento de la tasa de desnutrición por aumento de costos en canasta básica * variación climática influye sobre la distribución temporal y espacial de vectores, y hospedadores de enfermedades como el paludismo y el dengue. 	<ul style="list-style-type: none"> * Ciudades y comunidades adaptadas implementando Soluciones Basadas en la Naturaleza. * Implementación de huertos familiares climáticamente adaptado * Poseer reservorio de alimentos y líquidos aptos para almacenamiento y consumo por un periodo que lo amerite * Uso preventivo del sistema de salud para el fortalecimiento del sistema inmunitario (suplementos, vitaminas, entre otras) * Uso de vacunas preventivas (Covid-19, Influenza, entre otras) 	<ul style="list-style-type: none"> * Las ciudades o comunidades implementando SBN permite más servicios ecosistémicos, mayor calidad de aire (por espacios verdes), infiltración de agua lluvia y recarga de acuíferos entre otros beneficios. * El uso de huertos climáticamente adaptados asegura un paliativo en la disponibilidad y acceso a los alimentos * Contar con una reserva de alimentos aporta a reducir el riesgo de desnutrición aguda * El uso y suplementación proporcionados por sistema de salud público y/o privado asegura una mejor condición de salud preventiva ante situaciones de exposición física a condiciones meteorológicas desfavorables * El uso de vacunas previene que enfermedades infecciosas se desarrollen con plenitud en el cuerpo humano 	

Sector agropecuario

El sector agropecuario es uno de los más sensibles ante la variabilidad y el cambio climático acelerado, cuyos efectos atentan a la productividad de dicho sector, aunado a otros factores que incrementan los costos de producción. El sector es de alta importancia por su vínculo e influencia sobre la seguridad alimentaria y nutricional (disponibilidad y acceso).

El cambio climático tiene tanto efectos directos como indirectos en la productividad agrícola, entre ellos cambios en los regímenes pluviométricos, sequías, inundaciones y la redistribución geográfica de plagas y enfermedades. Las grandes cantidades de CO₂ absorbidas por los océanos causan acidificación, influyendo en la salud de nuestros océanos y en aquellos cuyos medios de vida y nutrición dependen de los océanos (FAO, 2022). Campbell, B. (2022), señala que el cambio climático incrementará el riesgo de hambruna, malnutrición y la mortalidad relacionada con la dieta.

Dentro de las propuestas presentadas en el cuadro 8, se enmarcan acciones que pueden contribuir a la reducción de los efectos o impactos del cambio climático (incluye la variabilidad climática) de acuerdo con las condiciones locales del municipio de Santa Lucía Utatlán. Sin embargo, para su implementación deben considerarse ciertas condiciones favorables como compromiso político de las autoridades municipales y lograr una agencia comunitaria genuina, disposiciones institucionales para la protección y restauración de ecosistemas clave. Además, llevar a cabo más esfuerzos para el ordenamiento territorial y la gestión de riesgo de desastres, fortalecimiento del conocimiento del personal técnico y tomadores de decisiones sobre el cambio climático y sus implicaciones para este sector.

Las propuestas de adaptación enlistadas en el cuadro 8 pueden aportar en reducir el impacto de distintas amenazas climáticas, por lo que puede observarse su repetitividad en dicho cuadro. Se debe tomar en consideración que, para algunas amenazas climáticas, una medida de adaptación por sí sola no puede solucionar o reducir los impactos, sino, debe priorizarse y de ser posible combinarse con otras medidas para lograr resultados y beneficios a mediano y largo plazo. Dado al contexto geográfico y cultural del municipio de Santa Lucía Utatlán, debe considerarse sistematizar cono-

cimiento tradicional y ancestral de comunidades del grupo Maya K'iche' que puede aportar al abordaje de la adaptación a nivel comunitario.

Sector hídrico (provisión humana y biodiversidad)

Existe una alta confianza que el riesgo de escasez de agua tiene el potencial de magnificarse por el cambio climático con consecuencias severas que incluye la malnutrición resultando en una inadecuada provisión de agua y conduciendo a largo plazo a impactos en la salud humana y retraso en el crecimiento de los niños y niñas (Campbell B., 2022).

El IPCC (2022), indica que los cambios en la magnitud de flujo de los ríos asociados con eventos extremos proyectan impactos adversos (escasez o excedente) de agua para los ecosistemas en varias cuencas hidrográficas a mediano y largo plazo en todos los escenarios evaluados.

El recurso hídrico (agua) es una de los elementos más importantes para mantener el correcto funcionamiento del metabolismo humano, animal y vegetal, en cada proceso industrial a pequeña y gran escala, de uso directo o indirecto, por lo que la relevancia de contar con información a nivel municipal del volumen utilizado para consumo humano, irrigación, procesos industriales, entre otros servicios debe ser una de las primeras fases que se debe considerar previo a la implementación de acciones de adaptación.

Sector bosques

Para la zona boscosa de Santa Lucía Utatlán tanto privada, pública y/o protegida, en las propuestas brindadas se enfatiza la importancia de la restauración, utilizando especies nativas. El fomento del uso de sistemas agroforestales (maderables y/o frutales) en zonas periféricas o zonas de amortiguamiento, complementado con incentivos forestales, manejo y control de incendios forestales y la coordinación adecuada con la población civil para un uso regulado puede favorecer a mejores condiciones de servicios ecosistémicos y reducir el riesgo de incendios forestales.

Sector salud

El cambio climático amenaza la salud de la población por múltiples vías. Las infecciones transmitidas por vectores, los daños ocasionados por la contaminación del agua tras las lluvias extremas, el aumento de infecciones respiratorias debidas a las variaciones de temperatura, el aumento en la incidencia de enfermedades alérgicas y asmáticas por la polinización, la desestabilización y la mortalidad por los eventos de calor extremo, el daño pulmonar y cardiovascular por la polución de las ciudades, los trastornos psiquiátricos y la desnutrición en países con escasos recursos económicos son algunos de los efectos del cambio climático (Consejo General de Colegios de Médicos de España).

El cambio climático es un hecho inequívoco y una de las principales amenazas a las que la sociedad se enfrenta tanto como reto medioambiental como para la salud y el bienestar social.

La evidencia científica sobre los efectos en salud muestra que el cambio climático (Confalonieri et al. 2007, citado por Observatorio de Salud y Cambio Climático, 2022):

- Ha modificado la distribución de algunos vectores de enfermedades infecciosas.
- Ha modificado la estacionalidad de algunos pólenes alérgicos.
- Ha incrementado el número de muertes relacionado con las olas de calor.

El cambio climático es un factor que potencia situaciones alarmantes para la salud humana, especialmente, para territorios donde las condiciones climáticas locales son inusuales para la sobrevivencia vectores transmisores de enfermedades. Se proyecta que el cambio climático detonará en temperaturas más cálidas y provocará la presencia o desplazamiento de vectores a otras latitudes inusuales (mediano y largo plazo).

Para el municipio de Santa Lucía Utatlán, la salud humana debe priorizarse de manera preventiva y fomentar la recopilación de información epidemiológica y correlacionarla, considerando, factores climáticos como los detonantes. Dentro de las recomendaciones se hace énfasis en la importancia de la sensibilización

a la población en general sobre la importancia del cambio climático y sus implicaciones para diversos sectores.

Se prevé que, por el aumento de temperatura, para este territorio podrían evidenciarse casos de enfermedades transmitidas por vectores como el zancudo *Aedes aegypti*, como uno de los principales vectores de transmisión de enfermedades infecciosas. Cabe destacar que para la salud humana la carencia del recurso hídrico y la contaminación de fuentes hídricas, aunado a prácticas inadecuadas para el manejo y consumo de dicho recurso, puede traer consigo enfermedades diarreicas infecciosas agudas.

La agricultura está ligada con la salud, las consecuencias del incremento de costos de producción, pérdidas por desastres de índole climático, entre otras consecuencias, tiene implicaciones en la seguridad alimentaria y con ello incrementar la tasa de desnutrición crónica y aguda para este territorio.

VII. Referencias bibliográficas

- Ahumada Cervantes, R., Velásquez Angulo, G., Flores Tavizó, E., & Romero González, J. (2014). *Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz. Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, (48 – 53)*. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67431579007.pdf>
- AMSCLAE. (2021). *Red de estaciones meteorológicas*. <https://www.amsclae.gob.gt/clima/>
- Bardales, W., Castañón, C., & Herrera, J. (2019). *Clima de Guatemala tendencias observadas e índices de cambio climático. Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático*. <https://sgccc.org.gt/wp-content/uploads/2019/07/1RepCCGuaCap2.pdf>
- Beathgen, Walter. (2011). *Gestión de Riesgos Climáticos y Desarrollo*. https://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/uploads/Baethgen_Salud_IAI_IRI_Uruguay_2011.pdf
- Camas, R., Turrent, A., Cortes, J., Livera, M., González, A., Sánchez, B., . . . Cadena, P. (2012). *Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo en Chiapas, México. Ciencias Agrícolas Vol. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 231 - 243*.
- Campbell, B. 2022. *Climate change impacts and adaptation options in the agrifood system – A summary of recent IPCC Sixth Assessment Report findings. Rome, FAO*. <https://doi.org/10.4060/cc0425en>
- Catholic Relief Service. (2012). *Resumen del estudio Tortillas en el comal: Los sistemas de maíz y frijol en Centroamérica y el cambio climático*. <https://www.crs.org/sites/default/files/tools-research/resumen-del-reporte-tortillas-en-el-comal.pdf>
- Elías Castillo, F., & Sentís, F. C. (1996). *Agrometeorología. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica : Mundi-Prensa, Madrid y 1996*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237073443_Villar_JM_F_Elias_Castillo_1996_1_Ed_2001_2_Ed_Evapotranspiracion_Capitulo_11_259-278_En_Elias_Castillo_F_y_Castellvi_F_Coord_Agrometeorologia_Editado_Mundi-Prensa_ISBN_84-491-0199-9_MAPA_ISBN_84-7114-6
- CENAPRED. (2014). *El clima en la inestabilidad de las laderas. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México*. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/185-ELCLIMAENLAINESTABILIDAD-DELADERAS.PDF>
- CEPAL, SICA, & SECAC. (2013). *Impactos Potenciales del Cambio Climático sobre los granos Básicos en Centroamérica. México*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27171>
- Cheik, N, Jones, RJ. (2001). *Disruption of Maize Kernel Growth and Development by Heat Stress (Role of Cytokinin/Abscisic Acid Balance). Plant Physiology, Volume 106, Issue 1, September 1994, Pages 45–51*, <https://doi.org/10.1104/pp.106.1.45>
- CIAT; CIMMYT; CRS. (2012). *Tortillas en el comal. Catholic Relief Service*. Obtenido de <https://www.crs.org/sites/default/files/tools-research/resumen-del-reporte-tortillas-en-el-comal.pdf>

- CIIFEN. (s.f.). *Construyendo resiliencia climática para el desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-sur/>
- CIIFEN. (2017). *2015-2016 Evolución, vulnerabilidad e impactos en Latinoamérica. Construyendo resiliencia climática para el desarrollo sostenible*. http://181.198.20.220/documents/?limit=100&offset=0&title__icontains=El%20Ni%C3%B1o%202015-2016:%20evoluci%C3%B3n,%20vulnerabilidad%20e%20impactos%20en%20La
- Consejo General de Colegios de Médicos de España (2022). *Alianza Médica contra el Cambio Climático*. https://www.cgcom.es/sites/default/files/salud_cambio_climatico_cgcom.pdf
- DFID. (1999). *Hojas orientativas sobre los medios de vida sostenibles*. <https://www.enonline.net/dfidsustainableliving>
- Du Plessis, Hannalene, Marie-Louise Schlemmer, and Johnnie Van den Berg. 2020. *The Effect of Temperature on the Development of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae)*. *Insects 11*, no. 4: 228. <https://doi.org/10.3390/insects11040228>
- FAO. (2022). *Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/T2351S09.html>
- FAO (2022). *Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.fao.org/climate-change/es/>
- Guerra, A.A. (2010). Climate-related disaster risk in mountain areas: *The Guatemalan highlands at the start of the 21st Century*. Tesis doctoral, Oxford University. Recuperado el 2022, de <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2016/12/Climate-related-disaster-risk-in-mountain-areas.pdf>
- Guerra, A.A. (2013). *Influencia de la variabilidad y cambio climático sobre la agricultura en Guatemala*. Congreso Nacional del Café, Guatemala.
- ICC. (2021). *Red de estaciones meteorológicas*. <https://redmet.icc.org.gt/>
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar –IARNA- (2011). *Cambio climático y biodiversidad*. <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=41110>
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-. (2002). *El cultivo del maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronómico*. Guatemala.
- IFPRI. (2009). *Cambio climático: El impacto en la Agricultura y los costos de adaptación*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Washington D.C. Obtenido de https://www.biopasos.com/biblioteca/Costo%20adaptacion_IFPRI.pdf
- INE. (2018). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de <https://www.censopoblacion.gt/cuantosomos>
- INSIVUMEH. (2010). *Análisis del mes de septiembre 2010*. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/climaticos/climatico_m_01102010.pdf

INSIVUMEH. (2018). *Variabilidad y Cambio Climático en Guatemala. Instituto Nacional de Sismología Vulcanología e Hidrología*. https://insivumeh.gob.gt/wp-content/uploads/2021/02/Variabilidad_y_cambio_climatico.pdf

INSIVUMEH. (2021). *Base de datos estaciones meteorológicas de la red de estaciones de INSIVUMEH*. <https://insivumeh.gob.gt/>

IPCC. (2000). *Informe especial del IPCC: Escenarios de emisiones. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. <https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>

IPCC. (2014). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers.pdf

IPCC. (2021). Summary for Policymakers (Sixth Assessment Report; Climate Change 2021: *The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

IRI. (2022). *International Research Institute for Climate and Society*. <https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/>

Marín Choriego, A. R. (2018). *Impacto del Cambio climático en el rendimiento del cultivo de Maíz (Zea mays) en El Salvador. Zamorano*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5f157ccb-bc4f-4865-a3bac5222e0250e0/content>

MARN. (2017). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial 2018-2032 Santa Lucía Utatlán*. https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/0704_PDM_OT_Santa_Lucia_Utatlan.pdf

MARN. (2021). *Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de <https://www.marn.gob.gt/consejo-nacional-de-cambio-climatico-declara-a-guatemala-como-pais-altamente-vulnerable/>

McDonald, J.; Bale, J.; Walters, K. (1998) *Effect of temperature on development of the western flower Trips Frankliniella occidentales (Thysanoptera: Thripidae)*. *Eur. J. Entomol.* 95:301-306. 1998. <http://www.eje.cz/pdfs/eje/1998/02/14.pdf>

Noriega, K. (2019). *Evaluación del impacto de la tecnología agrícola en conservación de suelos para la adaptación al cambio climático, aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá. Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, EPS, Mazatenango*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12286/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION%20--%20KEVIN%20NORIEGA.pdf>

Observatorio de Salud y Cambio Climático. (2022). *Cambio Climático y Salud*. http://www.oscc.gob.es/es/general/salud_cambio_climatico/salud_cambio_climatico_es.htm

OMM. (2014). *El Niño / Oscilación del Sur. Organización Meteorológica Mundial*. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7889

Orrego de León, E. A., Hernández Quevedo, M. P., & Gómez Jordán, R. (30 de junio de 2021). *Variabilidad del inicio, final y duración de la época lluviosa en Guatemala y su tendencia. Yu'am, 5(1)*. <https://www.revistayuam.com/variabilidad-del-inicio-final-y-duracion-de-la-epoca-lluviosa-en-guatemala-y-su-tendencia/>

Reyes, L. (2011). *Diagnóstico general de los recursos naturales renovables, determinación de la erosión hídrica y servicios prestados en la aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá. Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala*. Obtenido el 15 de julio de 2020, de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6865/1/Luis%20Enrique%20Reyes%20Garc%C3%ADa.pdf>

Rincón, J., Castro, S., López, J., Huerta, A., Trejo, C., Briones, F. (2006). *Temperatura alta y estrés hídrico durante la floración en poblaciones de maíz tropical. Revista internacional de Botánica experimental (2006) 75: 31-40*. <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v75/v75a03.pdf>

SEGEPLAN. (2016) *Plan de acción nacional de cambio climático. Guatemala*. <https://sgccc.org.gt/plan-accion-nacional-cambio-climatico/>

University of Nebraska-Lincoln. (2022). *PORTAL REGIONAL DE DATOS DE CAMBIO CLIMÁTICO University of Nebraska-Lincoln*. Recuperado el 2022, de Regional Climate Change Data Portal: <http://rccdpl.unl.edu/portal/>

Witkowski, K., Medina, D., Andrea, H. •, Borda, C., & Fajardo, K. (2017). *Planificando para la adaptación al cambio climático en la agricultura: análisis participativo del estado actual, retos y oportunidades en América Central y Sur*. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6226/BVE17119429e.pdf?sequence=1>

VIII. Anexos



Taller de identificación de amenazas a nivel comunitario del municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.



Taller de identificación de amenazas a nivel municipal, municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.



Identificación de amenazas para el municipio de Santa Lucía Utatlán, información obtenida del taller intermunicipal.



Mapa de Santa Lucía Utatlán, identificación de amenazas, información obtenida del taller intermunicipal.

Lugar del evento: María Sanitta Fecha: 23/05/2022 Hora: _____
 Organizador del evento: ICC

No	Nombres y Apellidos	Municipio / comunidad Institución / organización	Género		Cargo	Número de teléfono	Correo electrónico	Firma
			F	M				
1	Geni Orlando Aju Aju	MAGA, San Pedro La Laguna		X	EDAR	56423858	gaju0305@yahoo.com	[Firma]
2	Redy Lapana	Eta Solola	X		Director ETA	9761257	redylapana@gmail.com	[Firma]
3	José Carlos Benard	MAGD San Andrés Palopé		X	EPAR	54040214	carlosbenard@gmail.com	[Firma]
4	Dizahab Soto Ponce	Solola		X	Supervisor	55756687	dizahab.soto@icosa.com.gt	[Firma]
5	Sheyla León	MAGA Sta. Cruz	X		EDAR	55750387	leiva.sheyla@gmail.com	[Firma]
6	Mauricio García	MAGA Sta. Clara	X		EDAR	58450759	emgarc12@gmail.com	[Firma]
7	Luis Miguel H. Saliz	MAIZCA AT		X	Técnico	31855853	huvichpu4915@gmail.com	[Firma]
8	Carlos Enrique Murkin	San José Chulaya MAGA	X		EDAR	57764773	enricar.09-22@hotmail.com	[Firma]
9	Gabriel Mashaj Villatoro	MAGA Panajachel	X		EDAR	30391081	gabvillatoro@gmail.com	[Firma]
10	Jany Montaña	MICA S. MIL	X		EDAR	51283158	monta.jany@gmail.com	[Firma]
11	Francisco Cejaj	Cantón Solola	X		Técnico Agrícola	55311054	cejafrancisco@gmail.com	[Firma]
12	Onelio Ravinal	MAGA Santiago Atitlán	X		EDAR	5422 8030	ravinalalfredo@gmail.com	[Firma]
13	Thyvet Anyel Cecilia Cecchi	MAGA, Santa Lucia Ch		X	EDAR	5807 6068	cep.anyel@gmail.com	[Firma]
14	Carlos A. Fuentes	MAGA, Concepción	X		EDAR	30807981	cfuentesgenzines@yahoo.com	[Firma]

Observaciones: _____

Listado de asistencia, taller de identificación de amenazas a nivel municipal, municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.

Descripción del evento: _____ Fecha: 23/05/2022 Hora: _____
 Lugar del evento: María Sanitta Organizador del evento: ICC

No	Nombres y Apellidos	Municipio / comunidad Institución / organización	Género		Cargo	Número de teléfono	Correo electrónico	Firma
			F	M				
1	José R. Salencia R.	San Lucas Tolimán		X	EDAR	57413555	salenciajose@gmail.com	[Firma]
2	Alma Varesa Cuy de León	San Lucas Tolimán		X	Facilitadora P.T.	4645-3473	varesa.cuy@ave.org	[Firma]
3	Estelzy González	MAZCA		X	EDAR	3022238	estelzygonzalez@gmail.com	[Firma]
4	Francisco J. Chavajay	San Pablo la L.	X		EDAR	57773875	cco.javier@gmail.com	[Firma]
5	Cesar Sosa	Sta. Ma. V.	X		EDAR	59673698	cesarsosa@gmail.com	[Firma]
6	Fernando de León	DIPOROCO MAGA	X		prof. Regional	48449880	fernando.leon@gmail.com	[Firma]
7	Yarucy López Lam	Sta. Catarina Ixta. MAGA	X		EDAR	52002755	yarucylam@gmail.com	[Firma]
8	Otto Jairo Cabrera	Viscay, Solá.	X		Técnico	58435980	otocabrera123@gmail.com	[Firma]
9	Jorge Jiménez	MAGA	X		EDAR	51534224		[Firma]
10	Alfredo Tun pili	SESAN	X		miembro	31704116	alfredotunpili@gmail.com	[Firma]
11	Roberto Chumil	MAGA	X		Planificación	59404345	rochumil@gmail.com	[Firma]
12	Osman Yau Morales	MAGA	X		EDAR	50561803	osymorales@hotmail.com	[Firma]
13	Guillermo Rodolfo Pérez Troy	MAGA	X		Formación y Capacitación	32888107	guillemorodolfo@gmail.com	[Firma]

Listado de asistencia, taller de identificación de amenazas a nivel municipal, municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.

Nombre del evento (actividad): Taller intermunicipal
 Descripción del evento: Módulo Parícuta
 Lugar del evento: Módulo Parícuta
 Código de evento: 2310512022
 Fecha: 23/05/2022
 Hora: 9:00
 Organizador del evento: ICC

No.	Nombres y Apellidos	Municipio / comunidad Institución / organización	Género		Cargo	Número de teléfono	Correo electrónico	Firma
			F	M				
1	Geni Orlando Ajo Ajo	MAGA, San Pedro de Lagunas		X	EDAR	36427858	gojosos@yaho.com	
2	Geidy Laparra	San Solola	X		DIRECTOR ETA	9161257	geidy@comunicacion.com	
3	José Carlos Benavides	Municipio San Andrés Palopo		X	EDAR	54010214	carlosbenavides@gmail.com	
4	Dra. Débora Soto Buncio	Solola		X	Supervisor	5575668	debora.soto@iccc.com	
5	Shayla León	MAGA San Cristóbal	X		EDAR	55750389	leona.shayla@gmail.com	
6	Mauricio García	MAGA San Cristóbal		X	EDAR	58450759	emgarcia@gmail.com	
7	Luis Miguel H. Solís	MAIZACA AT		X	Técnico	21655553	humberto1915@gmail.com	
8	Carlos Enrique Martínez	San José Chetumal MAGA		X	EDAR	51764773	emcar.eta-22@bomil.com	
9	Gabriel Moshé Villatoro	MAGA Panajachel	X		EDAR	30391091	gabrielvillatoro@gmail.com	
10	Jany Marín	MAGA S. MU		X	EDAR	51283158	marin@comunicacion.com	
11	Francisco Cejaj	Concepción Solola		X	Técnico Agrícola	5841054	concepcionceja@gmail.com	
12	Orlando Ravind	MAGA San Cristóbal		X	EDAR	5422 8030	orlando.ravind@gmail.com	
13	Miguel Ángel García	MAGA, San Juan Ch.		X	EDAR	5842 6068	cap.miguel@gmail.com	
14	Carlos A. Fuentes	MAGA, Comarcas		X	EDAR	30807921	cfuentes@comunicacion.com	

Observaciones: 9 10
 Responsable del evento:
 Programas del ICC que organizaron y/o coordinaron el evento:

Nombre del evento (actividad): Taller intermunicipal
 Descripción del evento: Módulo Parícuta
 Lugar del evento: Módulo Parícuta
 Código de evento: 2310512022
 Fecha: 23/05/2022
 Hora: 9:00
 Organizador del evento: ICC

No.	Nombres y Apellidos	Municipio / comunidad Institución / organización	Género		Cargo	Número de teléfono	Correo electrónico	Firma
			F	M				
1	Geni Orlando Ajo Ajo	MAGA, San Pedro de Lagunas		X	EDAR	36427858	gojosos@yaho.com	
2	Geidy Laparra	San Solola	X		DIRECTOR ETA	9161257	geidy@comunicacion.com	
3	José Carlos Benavides	Municipio San Andrés Palopo		X	EDAR	54010214	carlosbenavides@gmail.com	
4	Dra. Débora Soto Buncio	Solola		X	Supervisor	5575668	debora.soto@iccc.com	
5	Shayla León	MAGA San Cristóbal	X		EDAR	55750389	leona.shayla@gmail.com	
6	Mauricio García	MAGA San Cristóbal		X	EDAR	58450759	emgarcia@gmail.com	
7	Luis Miguel H. Solís	MAIZACA AT		X	Técnico	21655553	humberto1915@gmail.com	
8	Carlos Enrique Martínez	San José Chetumal MAGA		X	EDAR	51764773	emcar.eta-22@bomil.com	
9	Gabriel Moshé Villatoro	MAGA Panajachel	X		EDAR	30391091	gabrielvillatoro@gmail.com	
10	Jany Marín	MAGA S. MU		X	EDAR	51283158	marin@comunicacion.com	
11	Francisco Cejaj	Concepción Solola		X	Técnico Agrícola	5841054	concepcionceja@gmail.com	
12	Orlando Ravind	MAGA San Cristóbal		X	EDAR	5422 8030	orlando.ravind@gmail.com	
13	Miguel Ángel García	MAGA, San Juan Ch.		X	EDAR	5842 6068	cap.miguel@gmail.com	
14	Carlos A. Fuentes	MAGA, Comarcas		X	EDAR	30807921	cfuentes@comunicacion.com	

Observaciones: 9 10
 Responsable del evento:
 Programas del ICC que organizaron y/o coordinaron el evento:

Nombre del evento (actividad): Taller intermunicipal
 Descripción del evento: Módulo Parícuta
 Lugar del evento: Módulo Parícuta
 Código de evento: 2310512022
 Fecha: 23/05/2022
 Hora: 9:00
 Organizador del evento: ICC

No.	Nombres y Apellidos	Municipio / comunidad Institución / organización	Género		Cargo	Número de teléfono	Correo electrónico	Firma
			F	M				
1	Geni Orlando Ajo Ajo	MAGA, San Pedro de Lagunas		X	EDAR	36427858	gojosos@yaho.com	
2	Geidy Laparra	San Solola	X		DIRECTOR ETA	9161257	geidy@comunicacion.com	
3	José Carlos Benavides	Municipio San Andrés Palopo		X	EDAR	54010214	carlosbenavides@gmail.com	
4	Dra. Débora Soto Buncio	Solola		X	Supervisor	5575668	debora.soto@iccc.com	
5	Shayla León	MAGA San Cristóbal	X		EDAR	55750389	leona.shayla@gmail.com	
6	Mauricio García	MAGA San Cristóbal		X	EDAR	58450759	emgarcia@gmail.com	
7	Luis Miguel H. Solís	MAIZACA AT		X	Técnico	21655553	humberto1915@gmail.com	
8	Carlos Enrique Martínez	San José Chetumal MAGA		X	EDAR	51764773	emcar.eta-22@bomil.com	
9	Gabriel Moshé Villatoro	MAGA Panajachel	X		EDAR	30391091	gabrielvillatoro@gmail.com	
10	Jany Marín	MAGA S. MU		X	EDAR	51283158	marin@comunicacion.com	
11	Francisco Cejaj	Concepción Solola		X	Técnico Agrícola	5841054	concepcionceja@gmail.com	
12	Orlando Ravind	MAGA San Cristóbal		X	EDAR	5422 8030	orlando.ravind@gmail.com	
13	Miguel Ángel García	MAGA, San Juan Ch.		X	EDAR	5842 6068	cap.miguel@gmail.com	
14	Carlos A. Fuentes	MAGA, Comarcas		X	EDAR	30807921	cfuentes@comunicacion.com	

Observaciones: 9 10
 Responsable del evento:
 Programas del ICC que organizaron y/o coordinaron el evento:

Listado de asistencia, taller de identificación de amenazas a nivel municipal, municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.

Con apoyo de:



Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

www.icc.org.gt

Contacto: pyax@icc.org.gt

Teléfono: +502 7828-1048