

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

Percepción local y acciones implementadas para reducir los impactos del cambio climático y su variabilidad en el municipio de Comalapa Chimaltenango, Guatemala

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Economía, Desarrollo y Cambio Climático

Fernando Calí Cujcuy

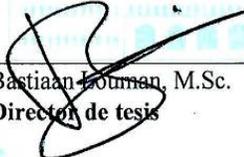
TURRIALBA, COSTA RICA

2016

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

MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO Y CAMBIO CLIMÁTICO

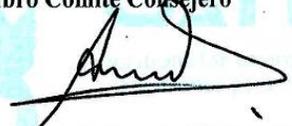
FIRMANTES:



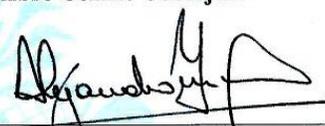
Bastiaan Bouman, M.Sc.
Director de tesis



Claudia Bouroncle, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



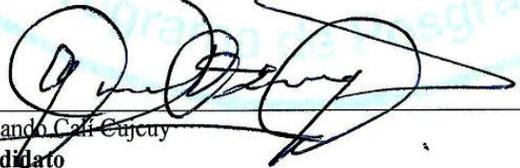
Ángela Díaz, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Alejandro Imbach, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado



Fernando Celi Cujcuy
Candidato

DEDICATORIA

A Dios por la vida y llenarme de bendiciones.

A mi esposa Rosy, por estar pendiente de mí, por ser mi soporte, por animarme y hacer realidad otra de mis metas, gracias por ese gesto de amor al tomar la decisión de apoyarme a emprender esta aventura.

A mis hijos Gaby y Pablito, por ser mi orgullo y la energía que necesito en cada momento.

A mis padres; Mariano y Juana, como también a mi suegra Magdalena por encomendarme siempre a Dios, y por su indiscutible apoyo moral para este propósito.

A mis hermanos Erik, José, Roly, Blanca, Berta, Danilo, Amelia, Víctor, Luis, Antonio y Marta.

A mis tíos y tías y a todos los primos y las primas que estuvieron siempre pendientes de mí.

A mis amigos y compañeros de lucha.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros de mi comité:

M.Sc. Bastiaan Louman, por su apoyo, su conocimiento y el tiempo dedicado para concretar esta investigación.

M.Sc. Ángela Díaz, por su apoyo y anuencia constante, sus orientaciones siempre convincentes.

M.Sc. Claudia Bouroncle, por su amplio interés y la entrega que demostró en el desarrollo de esta investigación.

Ph.D. Alejandro Imbach por su tiempo y la dedicación que tuvo para resolver mis dudas y orientarme según su experticia en las diferentes etapas de esta investigación.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) que me brindara la oportunidad de hacer esta maestría.

A los grupos de agricultores del municipio de San Juan Comalapa del departamento de Chimaltenango, quienes se identificaron con el interés para aportar su conocimiento, sus destrezas y ser informantes claves, pero sobre todo por su amistad.

A Estuardo Girón, por su apoyo incondicional para el desarrollo de grupos focales.

Al Ing. Rovoham Monzón del SIG/MAGA por el apoyo en el desarrollo de mapas.

A todo el personal administrativo y docente del posgrado del CATIE, gracias por sus enseñanzas, su don de servicio y apoyo.

A los compañeros y amigos por su amistad y apoyo en todo el proceso, en especial a Eladia, Héctor, Willan, Alex y Willson.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	1
1.2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 CAMBIO CLIMÁTICO, PUEBLOS INDÍGENAS Y AGRICULTURA	3
1.2.2 POBLACIÓN INDÍGENA EN GUATEMALA	4
1.2.3 CONOCIMIENTO TRADICIONAL.....	5
1.2.4 AGRICULTURA FAMILIAR Y CAMBIO CLIMÁTICO	6
1.2.5 MEDIOS DE VIDA Y CAPITALES DE LA COMUNIDAD	7
1.3 PRINCIPALES RESULTADOS	12
1.4 PRINCIPALES CONCLUSIONES.....	13
1.5 LITERATURA CITADA	15
CAPÍTULO II	20
I. ARTÍCULO: EL CAMBIO Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA, Y SU RELACIÓN CON LOS MEDIOS DE VIDA DE LOS AGRICULTORES DEL MUNICIPIO DE COMALAPA, GUATEMALA	20
RESUMEN.....	20
1. INTRODUCCIÓN	21
2. METODOLOGÍA.....	22
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	22
2.2 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	23
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
<i>Medios de vida y tendencias</i>	26
<i>Percepción local sobre cambio y variabilidad climática</i>	30
2.3.1 TENDENCIAS OBSERVADAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA.....	33
2.3.2 ESCENARIO CLIMÁTICO	40
2.3.3 ACCIONES AGRÍCOLAS ADOPTADAS POR LOS AGRICULTORES	42
2.3.4 CRITERIOS GENERALES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	53

2.3.5	RECURSO QUE VIABILIZA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS Y SUS BARRERAS	53
2.4	CONCLUSIONES	61
2.5	RECOMENDACIONES	62
2.6	LITERATURA CITADA	63
CAPÍTULO III.....		68
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.....		68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ILUSTRACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE LOS CAPITALES DE LA COMUNIDAD Y MEDIOS DE VIDA.	8
FIGURA 2. MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA	22
FIGURA 3. ESQUEMA METODOLÓGICO DESARROLLADO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	25
FIGURA 4. TRANSFORMACIÓN DE LOS MEDIOS DE VIDA DE POBLACIÓN DE COMALAPA.....	28
FIGURA 5. LÍNEA DE TIEMPO - EVENTOS EXTREMOS	31
FIGURA 6. CALENDARIO ESTACIONAL BASADO EN LA PERCEPCIÓN DE AGRICULTORES	32
FIGURA 7. TENDENCIA LOCAL DE TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA	34
FIGURA 8. DIFERENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA MÁX Y MÍN.	35
FIGURA 9. TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN Y DIFERENCIAS ENTRE DÉCADAS DE PROMEDIOS MENSUALES....	36
FIGURA 10. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN ASOCIADO A EVENTOS EXTREMOS.....	37
FIGURA 11. COMPORTAMIENTO DE LA CANÍCULA	38
FIGURA 12. REGISTRO DE BAJAS TEMPERATURAS (HELADAS)	40
FIGURA 13. MAPA MUNICIPAL DE PROYECCIONES SOBRE TEMPERATURA.....	41
FIGURA 14. MAPA MUNICIPAL DE PROYECCIONES SOBRE PRECIPITACIÓN	42
FIGURA 15. CALENDARIO ESTACIONAL Y ACCIONES IMPLEMENTADAS. PRODUCCIÓN DE MAÍZ.....	43
FIGURA 16. CALENDARIO ESTACIONAL Y ACCIONES IMPLEMENTADAS. PRODUCCIÓN DE ARVEJA.....	47
FIGURA 17. CALENDARIO ESTACIONAL Y ACCIONES IMPLEMENTADAS. PRODUCCIÓN DE TOMATE.....	51
FIGURA 18. CAPITALES QUE FAVORECEN LA IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE ADAPTACIÓN.....	57
FIGURA 19. MAPA MUNICIPAL DE CUBERTURA FORESTAL POR TIPO Y SUBTIPO DE BOSQUE 2012.....	68
FIGURA 20. MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA (2010) DEL MUNICIPIO DE COMALAPA	68
FIGURA 21. MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA DEL MUNICIPIO DE COMALAPA.....	69
FIGURA 22. MAPA DE AMENAZA DE SEQUÍA DEL MUNICIPIO DE COMALAPA	69
FIGURA 23. MAPA DE AMENAZA DE HELADAS DEL MUNICIPIO DE COMALAPA	70
FIGURA 25. ADAPTACIÓN DE PRÁCTICAS Y TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS.....	75
FIGURA 26. TENDENCIA DE IRA, NEUMONÍAS Y BRONCONEUMONÍAS Y DIARREA.....	87
FIGURA 27. DESERCIÓN ESCOLAR.....	87

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. NÚMERO DE ACTORES PRIMARIOS Y ACTORES SECUNDARIOS.....	25
CUADRO 2. PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO.....	33
CUADRO 3. IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ	44
CUADRO 4. ACCIONES IMPLEMENTADAS POR TIPO DE RIESGO EN PRODUCCIÓN DE MAÍZ.....	45
CUADRO 5. IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA	48
CUADRO 6. ACCIONES IMPLEMENTADAS POR TIPO DE RIESGO EN PRODUCCIÓN DE ARVEJA.....	49
CUADRO 7. IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE	51
CUADRO 8. ACCIONES IMPLEMENTADAS POR TIPO DE RIESGO PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE	52
CUADRO 9. INDICADORES DE ÉXITO PARA LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS.....	74
CUADRO 10. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ.....	76
CUADRO 11. COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA ARVEJA	77
CUADRO 12. COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO TOMATE.....	78
CUADRO 13. RECURSOS QUE FAVORECEN Y LIMITAN LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN	88

LISTA DE ACRÓNIMOS

APAC-PNT	Asociación de Pequeños Agricultores Comalapences de Productos No Tradicionales
BM	Banco Mundial
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEAB	Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CJC	Coordinadora Juvenil de Comalapa
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo
CODISRA	Comisión Presidencial contra la Discriminación y el Racismo contra los Pueblos Indígenas de Guatemala
DIGEGR	Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Técnica (por sus siglas en alemán)
IARNA	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MICCG	Mesa Indígena de Cambio Climático de Guatemala
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
OIT	Organización Internacional del Trabajo
RCP	Trayectoria de Concentración Representativa (RCP, por sus siglas en inglés)
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
TNC	The Nature Conservancy
UPGGR	Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (MAGA)
URL	Universidad Rafael Landívar
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

RESUMEN

El incremento del cambio y la variabilidad climática ejercen impactos negativos en las poblaciones humanas, sus sistemas de vida y sus recursos. Estudios desarrollados han mostrado que las poblaciones que dependen de la agricultura son las más amenazadas, como es el caso de Guatemala cuya población en las áreas rurales tienen una alta dependencia de la agricultura. El objetivo del presente estudio fue conocer los elementos que influyen en la adopción y el éxito de las acciones implementadas por los agricultores para reducir los impactos del cambio climático en el municipio de Comalapa, Guatemala. Para el efecto, se implementaron metodologías como grupos focales, entrevistas individuales, triangulación de información utilizando herramientas como protocolos de entrevistas semiestructuradas y matrices. Se trabajó con tres grupos de productores agrícolas: a) productores de granos básicos con más de 25 años de experiencia; b) productores de arveja con 20 años de experiencia; y c) productores de tomate con 8 años de experiencia en la producción bajo invernaderos. Se conoce la tendencia de medios de vida y la percepción local sobre cambio climático, la cual es contrastada con tendencias de precipitación y temperatura, y escenarios climáticos RCP 8.5 para el año 2050. Los resultados muestran incrementos en la temperatura media anual y disminuciones en la precipitación de la zona. Asimismo, se identificó 24 medidas de adaptación (prácticas y tecnologías) implementadas por los agricultores para reducir los impactos de la variabilidad climática. Los elementos que influyen de manera exitosa en la adopción de medidas se concentran en el capital humano: la escolaridad, los conocimientos y las habilidades; la salud y la edad de los productores; también se encuentra en la lista de elementos el capital natural por las fuentes de agua, suelos y bosques; el capital social se enmarca en la participación en asociaciones y alianzas organizacionales; y el capital físico al tener acceso parcelas, infraestructura como invernaderos, carreteras, energía eléctrica y sistema de riego. También se determinó la existencia de un fuerte arraigo cultural por parte de los productores de maíz, quienes realizan sus actividades productivas basadas en conocimientos tradicionales, asimismo representa una barrera para los agricultores mayores de edad para tomar decisiones en la adopción de nuevas prácticas o tecnologías.

Palabras clave: adaptación al cambio climático, prácticas y tecnologías agrícolas, percepción local.

ABSTRACT

Increase in climate change and variability have negative impacts on human population, their livelihood and resources. Studies have shown that societies dependent on agriculture are the most threatened, such as Guatemala's population, especially in the rural areas. The objective of this study was to determine the elements that influence the adoption and success of implemented strategies for farmers to reduce the impact of climate change in the municipality of Comalapa, Chimaltenango, Guatemala. In order to accomplish the objective, several methodologies were used, such as focus group, individual interviews and triangulation of information; protocols of semi structured interviews techniques and matrices were used to collect data. The farmers were organized in three groups: a) producers of staple grains with more than 25 years of experiences, b) peas producer with more than 20 years of experience, and c) tomato producers with 8 years of experiences in greenhouse production. The tendency for livelihoods and the local perception of farmers on climate change is known and these were corroborated their livelihood tendencies were corroborated with tendencies in precipitation, temperature and climate scenarios in Representative Concentration Pathways 8 (RCP 8) for 2050. The result shows an increase in the mean annual temperature and a decrease in the precipitation in the study area. Therefore, 24 measures (practices and technologies) for adaptation to climate change implemented by farmers to reduce the impacts of climate variability were identified. The principal element that influence the success of adoption of measures is human capital: scholarship level, knowledge and skills, health and age of farmers; other element presented in the list was the natural capital: water, soil and forest; The social capital includes the participation in workgroup, associations, organizational alliance; the manufactured capital access of the land, infrastructure such as greenhouse, roads, electricity, irrigation systems. It was identified the existence of strong cultural influences in farmer on their production systems based on traditional knowledge. Another finding in this study was that farmers with old age have difficulty to adopt new practices and technologies.

Keywords: adaptation to climate change, agricultural practices and techniques, local perception.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS

1.2 Justificación e importancia

De acuerdo con el IPCC (2013), “*el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios*”. El mismo informe proyecta que para el año 2100 la temperatura promedio de la superficie de la tierra aumentará entre 1.6°C a 4.0°C; con respecto a la precipitación, presentará disminuciones e incrementos entre 22% 7% respectivamente. Para la región de Mesoamérica, se proyecta un aumento en la temperatura, así como un incremento de días secos y precipitaciones con mayor intensidad. Distintos modelos coinciden en la proyección de una disminución en la precipitación que afectará la disponibilidad de agua en la región centroamericana (Cifuentes 2010).

Por su parte, la vulnerabilidad de Guatemala ante el cambio climático se manifiesta por su exposición a la variación climática y eventos extremos, como los huracanes (Harmeling y Eckstein 2012), así como por la baja capacidad de las comunidades para enfrentar y soportar los efectos negativos de las condiciones climáticas (Sobenes 2014), lo que implica grandes desafíos en términos de mitigación y adaptación, pues estos grupos poblacionales sobreviven en condiciones de escasas, lo cual limita su capacidad de adaptación y recuperación (IICA 2013; TNC 2015), más aún si se considera que la población pobre es la que menos dispone de bienes y ahorros con los cuales apoyarse en caso de una crisis (G.H.F 2009).

En estas condiciones, la adaptación, que conlleva una serie de acciones enfocadas en reducir o evitar los impactos negativos del cambio climático y su variabilidad, debe ser parte de la respuesta para contrarrestar la adversidad del clima y reducir la vulnerabilidad, principalmente en el sector agrícola de Guatemala. De acuerdo con Dazé *et al.* (2010) y Adger *et al.* (2005), la adaptación de los sistemas humanos consiste en un proceso que requiere la participación de forma incluyente de los distintos niveles y sectores de la población, además se requiere conocer sobre la vulnerabilidad de las personas, de los hogares y de las comunidades. El disponer de la información necesaria facilita construir e implementar las estrategias de adaptación.

La presente investigación tiene como objetivo principal identificar las acciones implementadas por los agricultores para reducir los efectos de la variabilidad y el cambio climático en la agricultura del municipio de Comalapa. La información generada puede ser de utilidad para otros agricultores individuales o colectivos (cooperativas, asociaciones, comités, etc.), para reducir los impactos negativos en la producción agrícola.

1.2.1 Objetivos del estudio

General

- Determinar los elementos que influyen en la adopción y el éxito de las acciones implementadas por los agricultores para reducir los impactos del cambio climático y su variabilidad en el municipio de Comalapa, Chimaltenango, Guatemala.

Específicos

- Conocer la percepción local sobre cambio climático y su variabilidad, como también sus impactos en los medios de vida.
- Identificar las acciones locales de adaptación implementadas por los agricultores para enfrentar los riesgos climáticos y evaluar los factores que han contribuido a su adopción y éxito.

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los medios de vida y cómo han evolucionado en el transcurso del tiempo?
- Según la percepción local ¿cuáles son los cambios percibidos en el tiempo y cómo influye en sus principales medios de vida?
- ¿Cuáles son las prácticas o las tecnologías adoptadas por los agricultores como medidas de adaptación para reducir los impactos de los riesgos climáticos y cuál ha sido su nivel de éxito?
- ¿Cuáles son los recursos que han favorecido y cuáles han sido las barreras al éxito para la implementación de medidas adaptación en la producción agrícola?

1.2 Marco referencial

1.2.1 Cambio climático, pueblos indígenas y agricultura

Cambio climático

El cambio climático es la “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 del clima puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antrópicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo” (IPCC 2014).

Por su parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC de la (ONU 1992) consideró solamente la parte atribuible “directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables”.

Variabilidad climática

La variabilidad climática hace referencia a las variaciones en el estado medio u otras estadísticas del clima en el espacio y el tiempo aunado de los eventos climáticos individuales. La variabilidad puede deberse a los procesos internos naturales en el sistema climático (variabilidad interna) o a las variaciones externas derivadas por fuerzas naturales o sociales (variabilidad externa) (IPCC 2007).

Eventos extremos climáticos

El IPCC (2007) define un evento climático extremo como “un fenómeno meteorológico raro en un lugar y época del año determinado. En la que la rareza del fenómeno es normalmente igual o superior de los percentiles 10 o 90 de la función de densidad de probabilidad observada”.

La variabilidad climática en la región Mesoamericana está vinculada con distintos fenómenos hidroclimáticos y oceánicos como La Niña y El Niño Oscilación del Sur (ENOS) que han causado con mayor frecuencia eventos extremos, registrando valores máximos o mínimos en las variables climáticas. En este contexto, se evidencia, con registros históricos de los últimos 50 años, el aumento de temperatura máximas y mínimas en toda la región Mesoamericana; traduciéndose en tormentas, inundaciones y sequías (IPCC 2007; Alfaro y Rivera 2010; Cifuentes 2010). En el caso de Centroamérica, ENOS produce en su fase cálida (El Niño) una reducción de las precipitaciones durante la estación lluviosa, sobre la vertiente del Pacífico y un aumento sobre la del Caribe (GWP y CRRH 2014).

Adaptación exitosa

Conjunto de acciones que conllevan un proceso de ajuste al clima real o de la proyección de sus efectos. Con referencia a los sistemas humanos, la adaptación se enfoca en moderar o prevenir posibles daños que se derivan de la variabilidad y del cambio climático, o bien, en adoptar medidas que puedan generar oportunidades o beneficios. (IPCC 2014).

De acuerdo con Landa *et al.* (2010), existen dos tipos de adaptación: *la reactiva* consiste en la respuesta en el momento de los impactos o sea al no existir alguna medida planificada; y *la preventiva* es cuando la respuesta está planificada antes de los impactos. Al respecto, es necesario la implementación de acciones estratégicas considerando el entorno local con estrategias eficaces para reducir el riesgo; tomando en cuenta la dinámica de la vulnerabilidad y la exposición, así como sus relaciones con los procesos socioeconómicos, el desarrollo sostenible y el cambio climático (IPCC 2014). La adaptación a diferentes escalas debe considerar la eficacia, la eficiencia, los costos y la accesibilidad que garantice el éxito a juzgar en términos de sostenibilidad (Adger *et al.* 2005). Para fines de este estudio, los agricultores consideraron los siguientes criterios: beneficio que genera el cultivo; conocimientos para adoptar medidas, efectividad en la reducción de los impactos climáticos, accesibilidad a diversos recursos, y que las medidas implementadas no generen externalidades negativas a terceros.

1.2.2 Población indígena en Guatemala

Pueblos indígenas es el término más utilizado y consensuado a nivel mundial que hace referencia a los descendientes de los pobladores que habitaban los territorios, previo de las invasiones denominadas conquistas provenientes de países europeos. Los pueblos indígenas están organizados en sociedades contemporáneas con modos propios de vida y formas progresistas de pensamiento, quienes se constituyen en el presente y en un futuro de acuerdo a su cosmovisión, su forma de concebir el mundo, sus particularidades culturales y lingüísticas que generan un sentido de pertinencia (Oxlajuj-Ajpop 2009).

Guatemala es un país con diversidad étnica, cultural y lingüística (INE 2013). De acuerdo con CODISRA (2010), basado en los datos oficiales del Censo Nacional XI de población y VI de habitación del año 2002 del Instituto Nacional de Estadística (INE), el 42% de la población se identifica como indígena, y el restante 58% es población no indígena y en el país conviven los pueblos maya, xinka, garífuna y ladino. Se hablan 25 idiomas: 22 idiomas mayas, un idioma del pueblo Garífuna, un idioma del pueblo Xinka y el idioma español.

Pueblos indígenas y cambio climático

Los pueblos indígenas por generaciones han sido grandes observadores de los cambios ambientales, han demostrado su capacidad de respuesta frente a la variabilidad y del cambio climático, su conocimiento tradicional ha sido parte de su medio de vida, por lo que pueden ser aliados potenciales para ayudar a entender el cambio climático a escala local y regional (Fernández *et al.* 2014). Es muy probable que la experiencia de los pueblos indígenas se deba a que sus acciones estratégicas de supervivencia dependen directamente de los recursos naturales que actualmente son afectados por la variabilidad y cambio climático (Morton 2007). Por tanto la disciplina de la etnoclimatología requiere de varios años o décadas para evidenciar la inmensa diversidad de conocimiento climático ancestral acumulado durante cientos de años por comunidades indígenas de todo el mundo, por ejemplo ajuste de fecha de siembra, adopción de sistema de riego, reincorporación de rastrojo (Orlove *et al.* 2000; Kijazi *et al.* 2013; TNC 2015).

En el pasado, Guatemala ha sido golpeada por eventos adversos tales como: el terremoto de 1976, el huracán Mitch y la tormenta Stan. El impacto de estos eventos ha sido altamente diferenciado, con mayor repercusión en la población indígena del área rural y de los poblados ubicados en áreas marginales de la ciudad capital (PNUD 2009). El monto del impacto de la tormenta Mitch asciende a U\$D 748. La tormenta Stan asciende a U\$D 983 millones, equivalente a 3.4 del PIB del año 2004; afectó a 3, 500,000 habitantes que corresponde al 31% de la población total (CEPAL 2005). Los eventos de tipo climático continúan experimentándose con más fuerza y frecuencia, situación que además de deteriorar los recursos naturales, de los cuales los pueblos indígenas dependen en mayor grado que otros pueblos, y la economía del país, también causarán pérdidas humanas, y las poblaciones más pobres, en especial las mujeres, la niñez, los indígenas serán los más afectados (Lux De Cotí 2010).

1.2.3 Conocimiento tradicional

Ante la adversidad del cambio climático y en el contexto local, se rescata el término de “conocimientos tradicionales”, al respecto existe controversia referente a su conceptualización. La UNESCO (2006) enfatiza los conocimientos tradicionales como “el conjunto acumulado y dinámico del saber teórico, la experiencia práctica y las presentaciones que poseen los pueblos con una larga historia con su medio natural”. Los conocimientos locales se vinculan a las culturas de los pueblos. Otros investigadores definen los conocimientos: indígena, ecológico tradicional, local y de los agricultores; los saberes ancestrales y la ciencia indígena como prácticas que se han acumulado a través de generaciones e implícitamente actualizadas por las nuevas generaciones (Orlove *et al.* 2000; Kijazi *et al.* 2013; TNC 2015).

De los tres grupos objeto de estudio, los productores de maíz muestran más sentido de pertenencia a los conocimientos tradicionales al considerar la luna llena para la siembra y la cosecha de maíz. El uso de semilla y el proceso de selección sigue siendo elemental para obtener una mejora en la producción. Son pocos los productores que consideran la densidad de plantación de maíz.

1.2.4 Agricultura familiar y cambio climático

La agricultura familiar está compuesta de múltiples actividades de mercado, dotada de gran dinamismo porque su fundamento se encuentra en las decisiones que adoptan los integrantes de las familias. Las decisiones se dinamizan en forma interactiva, la totalidad de activos tangibles e intangibles dan vida a estrategias a corto, mediano y largo plazo. El activo que moviliza las estrategias es el trabajo y se visualiza en las estrategias productiva y de mercado cuyo fin es garantizar la reproducción y la expansión social de la familia y de sus relaciones con la localidad y el desarrollo territorial (Carmagnani 2008). En este contexto, el principal activo de las familias está constituido por las parcelas o las fincas, la infraestructura productiva (sistemas de riego, invernaderos, almacenaje de granos básicos, etc.), las redes de conexión para la adquisición de insumos agrícolas y para la comercialización de sus productos (Carmagnani 2008).

El sector agrícola es considerado uno de los más sensibles a los impactos del cambio climático y de su variabilidad. Los rendimientos tanto en cantidad como en calidad de la producción agrícola son influenciados por factores climáticos, la ubicación geográfica, la temperatura, la precipitación, la humedad de los suelos, la variabilidad climática, la luz solar. (Dawson y Spannagle 2009). En el caso particular de Guatemala, los pequeños agricultores son altamente impactados por las sequías asociadas al cambio climático. Evaluaciones realizadas dan como resultado la pérdida promedio de 55% de la producción de granos básicos (MARN 2015).

En las últimas dos décadas, se ha manifestado un evento de tipo climático que ha ejercido impactos negativos en el país, para citar algunos, según la CEPAL (2010) durante el año 1998 la tormenta tropical Mitch impactó USD748 millones que equivale al 3.9% del PIB, de los cuales los daños en el sector agrícola se estimó en 66.8%. En tanto, la tormenta tropical Stan impactó en un 31% a la población, de la cual 500,000 familias fueron afectadas de forma directa, siendo un grupo de población de bajos ingresos. El monto total del impacto se estimó en USD983 millones que equivale al 3.6% del PIB de 2004, de los cuales el 7.9% corresponde al sector agropecuario. Los efectos del déficit hídrico sobre la producción de maíz han ocasionado pérdidas hasta del 85% de las cosecha en área de Corredor Seco, lo cual impacta en la seguridad alimentaria y afecta directamente la oportunidad de empleo e ingresos de la población que depende de su jornal (Bonilla 2014).

A partir de los daños generados en la agricultura, provocados por la sequía, el productor toma las decisiones según sea el impacto sobre la producción del maíz. De acuerdo con Bonilla (2014), pueden considerarse las siguientes:

- Mejorar el manejo agronómico que posibilite la conservación de la humedad.
- Rotación de cultivos e introducción de siembras escalonadas.
- Retrasar la siembra.
- Disminuir las áreas de cultivo.
- Migrar en búsqueda de nuevas fuentes de ingreso.

Ante la amenaza creciente del cambio climático y la variabilidad climática varios investigadores expresan mayor preocupación por zonas donde la agricultura de subsistencia es tradicional, porque la disminución de una tonelada de productividad podría llevar a grandes desequilibrios en la vida rural (Jones y Thornton 2003).

1.2.5 Medios de vida y capitales de la comunidad

Medios de vida

Cada grupo o comunidad tiene una concepción particular del desarrollo. De acuerdo con Imbach (2012), el desarrollo sostenible es el “proceso permanente hacia la satisfacción de todas las necesidades fundamentales de todas la personas sin degradación irreversible del ambiente”. Por su parte, los medios de vida son las actividades que desarrollan las familias para satisfacer sus necesidades humanas. En las acciones de las comunidades, se necesita comprender de forma holística el acceso de las personas a los bienes o los capitales; la combinación o la transformación de activos; la infraestructura que permita ampliar sus activos a través de su organización y; la participación con distintos actores a través de las relaciones que rigen el Estado, el mercado y la sociedad civil (Bebbington 1999; Imbach 2012). La **Figura 1** muestra la relación de los medios de vida.

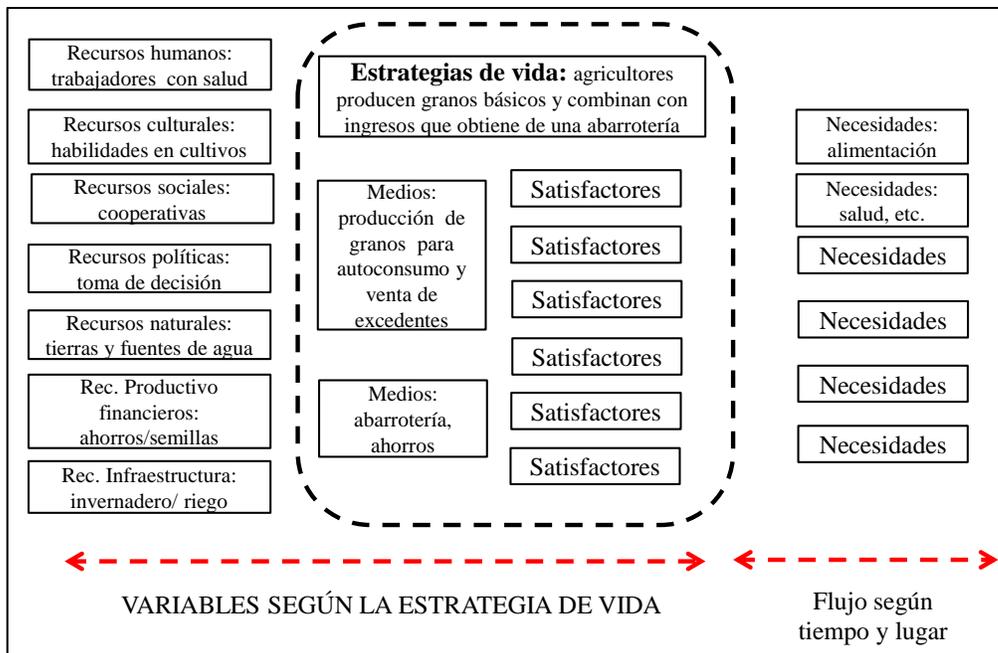


Figura 1. Ilustración de la interacción de los capitales de la comunidad y medios de vida.
Fuente: Imbach (2012)

Capitales de la comunidad

El marco de los capitales de la comunidad (MCC) ofrece una forma de analizar el contexto comunitario y el desarrollo económico desde una perspectiva de interacción como sistema a través de la identificación de los activos que comprende cada capital (acciones), el capital invertido (flujo de inversión), la interacción entre los capitales y los impactos que genera (Emery y Flora 2006). Dichos capitales son tanto fines en sí mismos como medios para un fin, en tanto un equilibrio dinámico entre los capitales y las inversiones para su mejora posibilita la emergencia de estrategias sostenibles que ayudan a desafiar la alternativas de las poblaciones vulnerables en una economía global y un clima variable (Flora 2013).

La herramienta ha sido propuesta por un equipo de investigadores en tópicos de carácter social y de desarrollo comunitario que se fundamenta en el reconocimiento de los recursos que las comunidades tienen (Flora *et al.* 2004).

Capital humano

Comprende a hombres y mujeres que integran las familias y las organizaciones con las que trabaja. Toma en cuenta las características y atributos de las personas que aportan sus habilidades para desarrollar medios de vida (Gutiérrez-Montes *et al.* 2012).

Según Armendáriz *et al.* (2013) en el informe Reflexiones sobre el desarrollo de la economía rural de Guatemala, se hace énfasis entre otros aspectos, a la escolaridad y el

acceso a capacitación por parte del jefe de hogar, pues son factores que determinan la producción agropecuaria. En el caso de los productores de maíz, cuya escolaridad no supera el nivel primario y sin acceso a capacitación, los agricultores menores de 50 años de edad manifiestan el deseo para acceder a capacitaciones. Respecto a la escolaridad de los productores de arveja, la mayoría ha completado el nivel primario y algunos el diversificado; ellos han recibido en promedio dos capacitaciones y poca asistencia técnica. La escolaridad de los productores de tomate en su mayoría posee un título académico del nivel técnico e incluso cursos universitarios, sumado a una serie de capacitaciones, asistencia técnica e intercambio de experiencia agrícola.

Capital cultural

El capital cultural determina cómo la gente y la comunidad interpretan el mundo y cómo actúan dentro de él; toma en cuenta las costumbres, las creencias y el lenguaje propios de la comunidad (Emery y Flora 2006). Otros elementos del capital cultural es la cosmovisión de las personas (la espiritualidad y cómo están conectadas las distintas partes), sus conocimientos y prácticas, la comida y el idioma; también considera que, al invertir en la preservación de la diversidad cultural, la biodiversidad y de las distintas formas de abordar el cambio, estas pueden ser utilizadas para enfrentar el cambio climático (Flora 2013).

En la producción de maíz, los agricultores se apropian de los conocimientos tradicionales que han sido heredados de generación en generación. No así para los productores de arveja y tomate.

Capital social

El capital social consiste en las conexiones entre las personas y las organizaciones sociales o vínculo de interacción entre lo que sucede en la población. Se refiere al lazo de unión o tejido social de una comunidad, el nivel de organización y el desarrollo que impulsan (Emery y Flora 2006).

Los productores de maíz no tienen una organización afín a su producción. El MAGA durante el 2014 inicia con el sistema de extensión rural para pequeños grupos de agricultores. La APAC-PNT es una asociación local en atención a productores de arveja con el propósito de exportación, asimismo distribuidores de agroquímicos de distintas tiendas comerciales brindan de manera ocasional asistencia técnica. Los productores de tomate están constituidos en una asociación y tienen convenios con otras organizaciones para capacitarse, obtener asistencia técnica y para comercializar sus productos. En el informe que presenta Armendáriz *et al.* (2013), se hace énfasis en que el capital social es un medio que favorece efectos positivos y significativos en los procesos de producción agrícola de los hogares de Guatemala.

Capital político

Se refiere a la capacidad de las personas o grupos para influir en la movilización de los recursos o en la toma de decisiones en las organizaciones quienes se encargan de tomar o facilitar dichas decisiones (Gutiérrez-Montes *et al.* 2012). También se refiere a la capacidad que posee un grupo de personas al utilizar sus propias normas con la inclusión de sus valores para incidir en la articulación de estándares y, en la formulación y el cumplimiento de reglas que define la distribución y el destino de sus recursos; cuando una comunidad dispone de un potencial capital político, la gente posee la fuerza colectiva para utilizar su propia voz para emprender acciones que favorecen el bienestar de la comunidad (Flora 2013).

Las organizaciones APAC-PNT y la Asociación de Productores de Tomate disponen de reglamentos internos y mecanismos para la toma de decisiones a través de asambleas generales. Cuentan con una junta directiva que vela por la funcionalidad de la asociación. Las normas de calidad para exportación no han sido barreras para ellas.

Capital natural

Integra todos los recursos naturales que generan bienes y servicios o suman más recursos para apoyar los medios de vida (Gutiérrez-Montes *et al.* 2012). Al respecto del capital del natural, se debe observar la forma en que las familias, las comunidades o las poblaciones acceden a ellos; asimismo si están en proceso de conservación, degradación o pérdida. El capital natural determina tanto los límites como las oportunidades para la acción humana (Flora 2013).

Bosques: según el INAB (2015), la cobertura de bosque en Comalapa es de 42.62%: bosque mixto 26.12% y conífera de 15.43 y un 1.07 de latifoliadas, sumado el 0.12 % de plantación forestal. Al prolongarse la sequía, se registran más incendios forestales. Según CJC (2012), el municipio cuenta con 6 bosques municipales con un área total de 114.9 hectáreas que en su mayoría está cubierto por bosques mixtos. La mayoría de productores tiene en promedio 0.5 hectárea de bosque para estos fines.

Agua: se dispone de tres principales ríos: Pixcayá, Coloyá y Canacyá. El agua que abastece al área urbana se agrupa en dos sistemas por gravedad que provienen del caserío de Payá y por bombeo a través de pozos mecánicos y de nacientes ubicado en quebradas, cuya administración es de carácter municipal. En las aldeas, son administradas por comités de agua de su localidad¹.

Los productores de maíz no tienen acceso al recurso agua para diversificar sus cultivos debido al distanciamiento de las fuentes de agua a las parcelas. En los grupos focales, se

¹ Departamento Municipal de Agua, Municipalidad de Comalapa.

estimó que un 20 por ciento de los productores de arveja tiene acceso a fuentes de agua. Los productores de tomate asociados acceden al recurso agua a través de pozos artesanales.

Suelos: el 15.8% son suelos de clase III y IV² con moderadas a severas limitaciones a la cantidad y tipo de cultivo. El 41.5% tiene limitaciones muy severas (Clases V y VI), su uso requiere cuidadosas prácticas de manejo y adoptar sistemas agroforestales. El 42.7% es de clase VII, tiene muy severas limitaciones para la agricultura y limita su uso exclusivo para bosques (Anexo: mapa municipal de capacidad de uso de la tierra). Los productores agrupan los suelos en dos tipos: húmedos y no húmedos. La mayoría de productores de arveja acceden a suelos húmedos. Una minoría de productores de maíz, cuyas parcelas disponen de suelos húmedos, en tanto la mayoría tiene suelos no húmedos con pendientes. Los productores de tomate acceden a suelos no húmedos pero en planicies.

Capital financiero y productivo

Comprende los recursos financieros disponibles para inversiones en el fortalecimiento de las capacidades locales o comunitarias, para desarrollo de pequeñas empresas, apoyo de los emprendimientos cívicos y sociales, y para el ahorro que es útil para el progreso de la comunidad (Flora 2013).

Se identifican 2 grupos de productores de maíz: a) productores de subsistencia quienes cultivan maíz en un área menor del 0.5 hectárea. Este grupo en sus tiempos de ocio oferta mano de obra no calificada a terceros a fines a la agricultura, la construcción y la artesanía, para satisfacer las necesidades básicas de la familia; b) productores de maíz con excedente, de la totalidad de su cosecha logran vender más del 25% y tienen al menos 3 cultivos más, por ejemplo: papa, haba, hierbas.

Los productores de arveja en su mayoría cultivan 3 ciclos distribuidos durante el año, el área a producir al año supera 0.5 hectárea. Diversifican sus cultivos con la siembra de frijol, haba, ejote francés y papa principalmente, asimismo, varios de ellos han emprendido negocios a nivel familiar. Los productores de tomate rotan su cultivo con pepino, además de invertir para la expansión de sus invernaderos, sistemas de riego, e inversión en la compra de parcelas o en sus negocios de carácter familiar.

² Distribución de la tierra según su capacidad de uso para el territorio de Guatemala. Clasificación Capacidad de Uso de la Tierra (USDA)

Capital físico

Comprende la infraestructura básica como carreteras, hospitales o puestos de salud, escuelas, salones comunales, telecomunicaciones, agua y alcantarillado, etc., para apoyar la producción de bienes o para mejorar la calidad de vida de las personas (Gutiérrez-Montes *et al.* 2012).

Los tres grupos agricultores disponen de pequeñas parcelas dispersas en el territorio municipal. Los productores de tomate cuentan con infraestructura de herramientas, invernadero, sistemas de riego, pozos, equipo para control de plagas y enfermedades, y vehículos; los productores de arveja tienen los mismos instrumentos a excepción de invernaderos. Los productores de maíz disponen de herramientas básicas y equipo para control de plagas y enfermedades.

1.3 Principales resultados

La producción de maíz y frijol en la agricultura familiar ha sido el principal medio de vida. Ha tenido mejoras en el rendimiento al aplicar fertilizante químico, hasta la década de los años 60 se estima que se producía 10 qq de maíz y 7 qq frijol por hectárea. Actualmente, se estima 70 qq de maíz y 30 qq de frijol por hectárea. Este cambio evita la migración temporal (septiembre-diciembre), permitiendo emplear la mano de obra en la localidad.

La producción de maíz no representa utilidades para los agricultores, tiene como principal motivo que las familias dispongan de granos básicos que son fundamentales en la dieta alimentaria y para fines de comercialización. Los costos de producción de maíz son similares a los ingresos que obtienen al venderlos (**Anexo:** Costos de producción: maíz, arveja y tomate). Un estudio desarrollado por ASECSA y IARNA (2014) determina que los costos de producción son similares a los ingresos por venta. Otros cultivos como fresa, mora, tomate, arveja entre otros, tienden a ser rentables y posibilitan la adopción de tecnologías y prácticas que contribuyen al incremento de la producción en cantidad y calidad. Este cambio permite a los productores alcanzar un mayor bienestar y calidad de vida.

Los agricultores perciben que el clima ha cambiado en los últimos 30 años; incremento de la temperatura máxima (abril y mayo), temperaturas más bajas (noviembre, diciembre y enero), extensión de la sequía, ausencia de lluvias esporádicas durante los primeros tres meses del año, lluvias fuertes en temporalidades cortas, etc. Al realizar el contraste con la base de datos históricos de dos estaciones meteorológicas, se confirma lo percibido por parte de los agricultores. Con relación a la variabilidad y el cambio climático, se registra temperaturas máximas a 26°C (marzo a mayo) temperatura bajas -4 °C (noviembre y diciembre, enero); reducción de lluvias en los primeros tres meses del año; distorsión en la estacionalidad lluviosa, incremento de lluvias fuertes con vientos, lluvias intensas en los meses de junio, septiembre y octubre con vientos fuertes.

Con base en los datos históricos de las estaciones consideradas para este estudio, se evidencian eventos extremos como lluvias intensas; asociados a tormentas tropicales, incremento de sequías extensas y más extremas.

Con el propósito de reducir los impactos negativos derivados de la variabilidad y cambio del clima, los tres grupos agricultores han logrado implementar una serie de acciones para contrarrestar los daños en sus cultivos. Los productores de maíz que superan los 50 años de edad muestran una cultura arraigada que les dificulta adoptar nuevas prácticas, tecnologías o diversificación de cultivos. Asimismo, evidencia el escaso interés en organizarse para fines de producción de granos básicos. Las acciones que implementan se derivan del conocimiento tradicional; fase lunar, uso de aboneras, manejo y conservación de suelos.

Los productores de arveja han logrado adoptar medidas y tecnologías que consisten en el uso de semillas resistentes a la sequía y lluvias prologadas, manejo y conservación de suelos, uso de parcelas con suelos húmedos y con pendientes, adopción de sistemas de riego por aspersión y escasos productores usan sistemas de riego por goteo. La plantación de arveja es la más sensible al estrés hídrico, a las bajas temperaturas y a lluvias intensas prolongadas.

Los productores de tomate al tener experiencias por más de 5 años de producción a campo abierto, lo cual implican que la plantación de tomate esté expuesta a condiciones climáticas, tuvieron pérdidas consecutivas lo que ameritó tomar medidas de prevención y cultivar en invernaderos. Previo y durante la adopción de tecnologías y prácticas de adaptación, un grupo de productores se ocupó de fortalecer sus capacidades técnicas y organizacionales. Al disponer de invernaderos, acceso al agua y sistemas de riego, aplicar las buenas prácticas agrícolas, uso de semillas más resistentes a la variable climática, manejo de plagas y enfermedades, han propiciado reducir las pérdidas en sus cosechas y ha permitido obtener mayor calidad. Aunado al fortalecimiento de su organización y comercialización, los productores han incrementado sus ingresos.

Los elementos que han favorecido en la adopción de las medidas de adaptación son el capital humano, natural, social y físico, el capital cultural para los productores de maíz que a la vez representa una barrera. El capital financiero es la principal barrera para los tres grupos, el capital social y físico limita a los productores de maíz y arveja.

1.4 Principales conclusiones

El uso de agroquímicos (fertilizantes, insecticidas y fungicidas) en la agricultura ha generado dos cambios: a) el aumento de producción, el cual incentiva la economía local propiciando a su vez la diversificación de otros cultivos. Además, posibilita la adopción de tecnologías y prácticas para optimizar recursos y garantizar la calidad y la cantidad de producción que ha permitido la mejora de vida de los agricultores; b) reduce implementar prácticas tradicionales para la conservación de suelos, debido al uso excesivo de plaguicidas, que ha degradado la calidad de suelos y el recurso agua.

La percepción de los agricultores sobre el cambio climático y su variabilidad coincide con la tendencia climática; aumento de la temperatura máxima y disminución en la temperatura mínima. No así con la precipitación, hubo un grupo mayoritario que admite reducción de la precipitación, otro grupo cree que ha habido un incremento en la precipitación. Los escenarios climáticos a nivel de país y a nivel municipal prevén un incremento de la temperatura y una reducción en la precipitación, estos cambios están asociados con la cobertura y la altitud de la zona.

Los tres grupos de agricultores (productores de maíz, tomate, arveja china y arveja dulce,) implementan acciones y adoptan distintas tecnologías para reducir los impactos influenciados por la variabilidad climática. Los productores de maíz, por ejemplo, han considerado el uso de semillas nativas locales, las prácticas tradicionales como la fase lunar, el uso de abonera y la no quema de rastrojo. Los productores de arveja por su parte, han implementado semillas mejoradas resistentes a la variabilidad climática, sistemas de riego y el uso de parcelas cercanas a ríos con pendientes. Los productores de tomate, por el contrario, se han enfocado en tomar medidas como la producción bajo invernaderos, la implementación de sistemas de riego más eficientes, la utilización de pozos artesanales y la regulación de la temperatura dentro de los invernaderos. A pesar de que existe un intercambio de conocimiento entre agricultores, basados en sus experiencias acumuladas durante años, los agricultores jóvenes están adoptando otras acciones que no precisan de los conocimientos locales.

1.5 Literatura citada

- Adger, W; Nigel, W; Tompkins, M. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 152:77-86.
- Aguilar, E; Peterson, T; Obando, PR; Frutos, R; Retana, J; Solera, M; Soley, J; García, IG; Araujo, R; Santos, AR. 2005a. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003, *J. Geophys. Res.*, 110, D23107, doi:10.1029/2005JD006119.
- _____. 2005b. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research*. 110D23107: 15p.
- Alfaro, W; Rivera, L. 2008. Cambio climático en Mesoamérica: temas para la creación de capacidades y la reducción de la vulnerabilidad. Consultado 30 oct., 2014. Disponible en <http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen778.pdf>
- Armendáriz, E; De Michele, R; Manzano, O; Martel, P. 2013. Reflexiones sobre el desarrollo de la economía rural de Guatemala Guatemala, 136 p.
- ASECSA (Asociación de Servicios Comunitarios de Salud, Guatemala); IARNA (Instituto de Agricultura Recusos Naturales, y Ambiente) 2014. Estudio de impacto sobre la variabilidad climática en la producción agrícola y medidas de adaptabilidad en 10 comunidades rurales de Guatemala. Guatemala, 80 p.
- ASIES (Asociación de Investigación y Estudios Sociales). 2005. Mapas de pobreza y desigualdad en Guatemala 45. Consultado 05 Mar., 2014.
- Barrett, C; Barnett, B; Carter, M; Chantarat, S; Hansen, J; Mude, A; Osgood, D; Skees, J; Turvey, C; Ward, M. 2007. Working Paper: Poverty Traps and Climate and Weather Risk: Limitations and Opportunities of Index-based Risk Financing.
- Bebbington, A. 1999. Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development* 2712:2021-2044. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X99001047>
- Bonilla, A. 2014. Patrones de sequía en Centroamérica Su impacto en la producción de maíz y frijol y uso del Índice Normalizado de Precipitación para los Sistemas de Alerta Temprana. Honduras, 44 p.
- Carmagnani, M. 2008. La agricultura familiar en América Latina. *Problemas del desarrollo* 39153: Consultado 21-10-2015. Disponible en <http://revistas.unam.mx/index.php/pde/article/view/7720>
- CCAFS. 2014. Herramientas y Métodos para la Planeación y Toma de Decisiones en Agricultura y Cambio Climático. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).
- CEPAL. 2010. Istimo Centroamericano: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe ed. México, 76 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2014. La estimación de los efectos de los desastres en América Latina. Santiago de Chile, 43 p. (Medio Ambiente y Desarrollo).
- Cifuentes, M. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 71 p.
- CJC (Coordinadora Juvenil de Comalapa, Guatemala). 2012. Diagnóstico técnico ambiental y propuesta de manejo de los astilleros municipales de San Juan Comalapa. Chimaltenango, Guatemala, 89 p.

- Clements, R; Haggard, J; Quezada, A; Torres, J. 2013. Tecnologías de adaptación al cambio climático: Sector Agropecuario.
- CODISRA (Comisión Presidencial contra la Discriminación y el Racismo contra los Pueblos Indígenas en Guatemala). 2010. Indicadores y Estadísticas por Pueblos y Comunidades Lingüísticas de Guatemala. Guatemala, Serviprensa, S.A. 128 p.
- COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo, Municipio de San Juan Comalapa Chimaltenango) y SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de Desarrollo San Juan Comalapa, Chimaltenango. 105 p. Consultado 2 nov., 2014.
- Dawson, B; Spannagle, M. 2009. The Complete Guide to Climate Change. 422 p. Consultado 22 sep. 2015.
- Dazé, A; Ambrose, K; Ehrhart, C. 2010. Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. Perú, CARE Perú. 52 p.
- Del Cid, A. 2013. Desarrollo territorial basado en una estrategia de turismo ecológico y cultural. San Juan Comalapa, Chimaltenango, Guatemala, CA. Ed. E Serviprensa. Guatemala, IDIES/URL/MINECO. 240 p.
- Domínguez, J; Muñoz, M; Hernández, V; Valdivia, C; Shibata, J; González, F. 2002. Relaciones térmicas en el sistema suelo-planta-atmósfera durante la incidencia del fenómeno de enfriamiento o helada. Revista Fitotecnia Mexicana 253:289-297. Consultado 23-10-2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61025309>
- Emery, M; Flora, C. 2006. Spiraling-up: Mapping community transformation with community capitals framework. Community Development 371:19-35. Consultado 26 oct., 2014.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura),. 2010. Agricultura "climáticamente inteligente", políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma (Italia),
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); IPGRI (Instituto Internacional para los Recursos Fitogenéticos). 2001. El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz. Guatemala. Consultado 15-10-2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-y3841s.pdf>
- Fernández, Á; Díaz, I; Méndez, ME; Sánchez, IV; Pyhälä, A; Reyes, V. 2014. Cambio climático y pueblos indígenas: Estudio de caso entre los Tsimane', Amazonia boliviana.10. Consultado ene., 10 2015. Disponible en [http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/\[419\]-fllam%202014.pdf](http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/[419]-fllam%202014.pdf)
- Flora, C; Flora, J; Fey, S. 2004. Rural Communities legacy + change. Boulder US, Westview Press. 372 p.
- Flora, C. 2013. El marco de los capitales de la comunidad: cambio climático, universidades y comunidades rurales. Cambio climático y adaptación en el Altiplano boliviano:58 - 71. Consultado 5 nov., 2014. Disponible en http://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&q=Rural+communities+legacy+%2B+change.+2+ed.+Flora,+CB%3B+Flora,+JL%3B+F,+S.+2004.
- Fuentes, C; Ette, J; Ortega, Á; Vivero, J. 2005. Maíz para Guatemala: Propuesta para la Reactivación de la Cadena Agroalimentaria del Maíz Blanco y Amarillo, SERIE "PESA Investigación", n°1 FAO Guatemala, Guatemala, C.A.

- G.H.F, GHF. 2009. Human Impact Report. Climate Change. The Anatomy of a Silent Crisis. 125 p. Disponible en <http://www.ghf-ge.org/human-impact-report.pdf>
- Geilfus, F. 1998. Ochenta herramientas para el desarrollo participativo: Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José, Costa Rica, IICA, 217 p.
- GHF (Global Humanitarian Forum). 2009. Human Impact Report: Climate Change - The Anatomy of a Silent Crisis. GHF, Ginebra, 2009. *In*, Global Humanitarian Forum
- GIZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica). 2012. Capacity WORKS. El Modelo de gestión para el desarrollo sostenible. El Salvador.
- Gómez, C; Corzantes, C; Calí, F; Araujo, C; Mendoza, J. 2008. Constitución de una organización para la comercialización de textiles típicos de San Juan Comalapa, Chimaltenango. Magíster In Artibus. Guatemala, Universidad Rural de Guatemala. 225 p.
- Gutiérrez-Montes, I; De Imbach, P; Ramírez, F; López, J; Say, E; Banegas, K. 2012. Las Escuelas de Campo MAP-CATIE. práctica y lecciones aprendidas en la gestión del conocimiento y la creación de capacidades locales para el desarrollo rural sostenible 52:64. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9230E/A9230E.PDF>
- Harmeling, S; Eckstein, D. 2012. Global Climate Risk Index 2013. WHO SUFFERS MOST FROM EXTREME WEATHER EVENTS? WEATHER-RELATED LOSS EVENTS IN 2011 AND 1992 TO 2011:25. Consultado 25 oct., 2014. Disponible en <http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/article/303643999.pdf>
- Hijmans, RJ; Cameron, SE; Parra, JL; Jones, PG; Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology* 25:15:1965-1978.
- IARNA-URL (Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala). 2011. Cambio Climático y Biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. 99 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2013. Cambió el clima: herramienta para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión. Montivideo, 112 p. Consultado 24-10-2014. Disponible en <http://repiica.iica.int/DOCS/B3185E/B3185E.PDF>
- Imbach, AC. 2012. ESTRATEGIAS DE VIDA "Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales". Turrialba, Costa Rica, Geolatina. 55 p. Consultado 5 nov., 2014.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques); CONAP Consejo Nacional de Áreas protegidas). 2015. Mapa Forestal por Tipo y Subtipo de Bosque, 2012. Guatemala. 26 p. (Informe Técnico).
- INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala). 2002. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002: Características de la Población y de los Locales de Habitación Censados. Guatemala. Guatemala,
- _____. 2013. Caracterización Republica de Guatemala. Guatemala, 38 p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático,). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Ginebra, Suiza., 114 p.

- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC. Ginebra, Suiza, 104 p.
- _____. 2013. Cambio Climático: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Trad. TF Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex Y P.M. Midgley (Eds.). Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América, 27 p. (Resumen para responsables de políticas). Consultado 24 oct., 2014. Disponible en http://scholar.google.es/scholar?q=Quinto+informe+de+evaluaci%C3%B3n+del+IPCC%3A+Bases+f%C3%ADsicas+&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
- _____. 2014. Cambio climático Impactos, adaptación y vulnerabilidad -Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza, 34 p. Consultado 12 de sep., 2015. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf
- Jones, P; Thornton, P. 2003. The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change* 131:51-59. Consultado 20-10-2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378002000900>
- Kijazi, AL; Chang'a, LB; Liwenga, ET; Kanemba, A; Nindi, SJ. 2013. The use of indigenous knowledge in weather and climate prediction in Mahenge and Ismani wards, Tanzania. Consultado Ene., 11 2015. Disponible en <http://www.taccire.suanet.ac.tz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/197/Indigenoues%20knowledge.pdf?sequence=1>
- Landa, R; Ávila, B; Hernández, M. 2010. Cambio climático y desarrollo sustentable para América Latina y el Caribe. British Council, PNUD México, Cátedra UNESCO-IMTA, FLACSO México. 140 p.
- Lux de Cotí, O. 2010. Gobernabilidad y pueblos indígenas. San José C. R., FLACSO, 2010. 25 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay); GDC (Gobernación Departamental Central); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana Y periurbana. Paraguay, 72 p.
- MAGA, (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación,, Guatemala). 2013. El Nuevo Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER). Guatemala,
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación); INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, V, Meteorología e Hidrología). 2002. Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala. Guatemala, 47 p.

- MARN (Ministerio de Ambiente de Recursos Naturales, Guatemala). 2015. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Guatemala, 224 p.
- Mora, J; Ramírez, D; Ordaz, J; Acosta, A; Serna, B. 2010. Guatemala: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Santiago de Chile: CEPAL-CCAD-DFID.
- Morton, JF. 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences* 10450:19680-19685. Consultado Ene., 12 de 2015. Disponible en <http://www.pnas.org/content/104/50/19680.full.pdf+html>
- Oglesby, R; Rowe, C. 2015. Impactos climáticos para Guatemala: Resultados preliminares de los modelos climáticos regionales y globales IPCC AR5. Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 40 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 26 p.
- Orlove, BS; Chiang, JC; Cane, MA. 2000. Forecasting Andean rainfall and crop yield from the influence of El Niño on Pleiades visibility. (10.1038/47456). *Nature* 4036765:68-71. Reimpreso de: 10.1038/47456 Disponible en <http://dx.doi.org/10.1038/47456>
- Oxlajuj-Ajpop. 2009. Agenda socioambiental desde el pensamiento de los pueblos indígenas. Guatemala, 84 p. Consultado Ago., 29 de 2015.
- Padilla, JA. 2006. Técnicas cualitativas para el análisis de datos. *Paradigmas* 12:76-96. Consultado Ene., 18 de 2015. Disponible en <http://publicaciones.unitec.edu.co/ojs/index.php/PAR/article/view/3/1>
- Pielke, RA; Landsea, CW. 1998. Normalized Hurricane Damages in the United States: 1925–95. *Weather and Forecasting* 133:621-631. Consultado 14-10-2015. Disponible en [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0434\(1998\)013<0621:NHDITU>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0434(1998)013<0621:NHDITU>2.0.CO;2)
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2009. El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala. 51 p. Consultado 23 oct., 2014. Disponible en http://mail50.uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/doc/otras%20publicaciones/CC_y_de_sarrollo_humano_PNUD_E.Castellanos_A.Guerra.pdf
- Rosenberg, N; Blad, B; Verma, S. 1983. *Microclimate: the biological environment*. New York, John Wiley & Sons. 495 p.
- Sain, G; López, M. 1997. Producción de maíz y políticas agrícolas en Centroamérica y México. IICA Biblioteca Venezuela. 64 p. Consultado 20-9-2015.
- Senge, P. 2004. *La Quinta Disciplina* Edit. Granica, 2da. Reimpresión ed. Argentina, Buenos Aires,
- Sobenes, A. 2014. LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COMUNIDADES MÁS VULNERABLES DE GUATEMALA. Guatemala, (Caso Comitancillo, evidencia de precariedad y abandono, agravado por la variabilidad climática.). Consultado 15 nov., 2014. Disponible en <http://www.lwfcamerica.org/uploaded/content/article/320137497.pdf>
- Taylor, J; Bogdan, R. 1984. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. *In.* p. 15:23.
- TNC (The Nature Conservancy). 2015. Conocimientos Tradicionales para la Adaptación al Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala. Guatemala, 72 p.
- UNESCO. 2006. Nota informativa sobre conocimientos tradicionales.

CAPÍTULO II

I. ARTÍCULO: EL CAMBIO Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA, Y SU RELACIÓN CON LOS MEDIOS DE VIDA DE LOS AGRICULTORES DEL MUNICIPIO DE COMALAPA, GUATEMALA

RESUMEN

El estudio se desarrolló en el municipio de San Juan Comalapa ubicado en el centro occidental de Guatemala, cuya población en las áreas rurales tiene una alta dependencia de la agricultura. El objetivo fue conocer los elementos que influyen en la adopción y el éxito de las acciones implementadas por los agricultores para reducir los impactos de la variabilidad y el cambio climático. Para el efecto, se realizaron tres tipos de análisis: social para conocer las tendencias en los medios de vida y la percepción local sobre cambio climático; temporal que consistió en conocer la tendencia de precipitación y temperatura a nivel local de los últimos 35 años; espacial que es referente a la elaboración de mapas locales de precipitación y temperatura bajo los escenarios de cambio climático RCP 8.5, para el año 2050 y conocer las posibles anomalías climática.

Se trabajó con tres grupos de productores agrícolas: a) productores de granos básicos con más de 25 años de experiencia; b) productores de arveja con 20 años de experiencia; y c) productores de tomate con 8 años de experiencia y conocimiento en la producción bajo invernaderos. Los resultados en la tendencia de medios de vida evidencian cambios radicales en la agricultura y la diversificación en los medios de vida. Los agricultores aseguran el cambio en la temperatura y en la precipitación, los cuales fueron comparados con la tendencia; el escenario climático puede sufrir cambios en la temperatura entre 2.29 y 3.44°C y en precipitación cambios entre 21 al 23%. Asimismo, se identificó un total de 24 acciones implementadas (prácticas y tecnologías) por los agricultores para reducir los impactos de la variabilidad climática.

Los elementos que influyen de manera exitosa se concentran en el capital humano: escolaridad, conocimientos y habilidades, la salud y la edad de los productores; el capital natural por las fuentes de agua, suelos y bosques; el capital social se enmarca en la participación en asociaciones y alianzas; y el capital físico al tener acceso parcelas, infraestructura como invernaderos, carreteras, energía eléctrica y sistema de riego. También se determinó un fuerte arraigo cultural por parte de los productores de maíz, quienes realizan sus actividades productivas basadas en conocimientos tradicionales. Las barreras evidenciadas se enmarcan en los capitales financiero y físico para los tres grupos; capital natural, político, social y humano para productores de arveja y maíz.

Palabras clave: adaptación al cambio climático, prácticas y tecnologías agrícolas, percepción local.

1. Introducción

En las últimas décadas, se han observado cambios en el clima que han causado impactos en los ecosistemas y en las poblaciones humanas en los continentes y océanos (IPCC 2014). En tanto el sector agrícola en América Latina es afectado por los impactos más concurrentes debido al cambio y la variabilidad climática (CCAFS 2014). En el caso de Guatemala, por su ubicación geográfica y condiciones climáticas, ha sufrido varios eventos naturales en los últimos años (Mora *et al.* 2010). El huracán Mitch en el año 1998 provoca entre daños y pérdidas 748 millones de dólares; las sequías en 2001 que generaron hambruna en el corredor seco de Guatemala y que causaron pérdidas de 22.4 millones de dólares; la Tormenta Tropical Stan en el 2005 provoca daños en la producción agrícola y pérdida de vidas humanas, se estima una pérdida de 988.3 millones de dólares (CEPAL, citado por Mora *et al.* 2010).

El IICA (2013) expresa por una parte que en muchas comunidades y, en particular aquellas cuya actividad económica depende directamente de las condiciones climáticas, en el caso de la agricultura, han comenzado a sufrir los impactos del cambio climático en la vida cotidiana. Por otra parte, afirma que el sector agrícola es uno de los más afectados y cuya población que se dedica a esta actividad, se espera que los más vulnerables a estos cambios sean los productores a pequeña escala, como muchas familias agricultoras en Guatemala.

Es preciso entonces adoptar medidas de adaptación que propicien la prevención o reducción de riesgos, ya sea de manera individual o colectiva (GHF 2009). En este contexto, la adaptación conlleva una serie de acciones que se enfoca en reducir o evitar los impactos negativos de la variabilidad y del cambio climático, y debe ser parte de la respuesta para contrarrestar la adversidad del clima y reducir la vulnerabilidad. Para que sea exitosa la adaptación al cambio climático, es necesario fortalecer la capacidad adaptativa, con mayor atención de las personas más vulnerables; y en ciertos casos reducir la exposición o sensibilidad a los impactos climáticos (Adger *et al.* 2005; Doria *et al.* 2005; CARE 2010).

En este informe recopila los medios de vida y su tendencia, la percepción local sobre cambio climático, línea de tiempo, tendencia y escenario climático local para contrastar la percepción de los agricultores. También de las medidas adoptadas (práctica y tecnologías) y los elementos que influyen en la capacidad adaptativa de los agricultores.

2. Metodología

2.1 Ubicación geográfica

Administrativamente la República de Guatemala se divide en 22 departamentos y estos a su vez en municipios, con aldeas y caserillos. Para los fines de la investigación, se tomó como área de estudio el municipio de San Juan Comalapa de Chimaltenango, constituido por doce aldeas y diez caseríos. El municipio se ubica en la latitud norte de 14° 44'24" y una longitud oeste de 90°53'15". Tiene una extensión de 87.5 km² de los cuales el 85.5% se ubica entre 2000 a 2350 msnm³, la elevación mínima es de 1850 msnm y se sitúa en parte nororiente en dónde se encuentran las aldeas de Simajhuleu, Agua Caliente, Panimacac y Quisayá, la elevación más alta oscila a 2350 msnm en donde se ubica el caserillo de Payá (Figura 2). La temperatura media es de 18°C y la precipitación promedio anual es de 1000 mm (COMUE 2010).

Según registros del Centro de Salud del municipio, en el año 2014, se registra una población de 45,055 habitantes⁴. El 51% de la población es masculina y el 49% es femenina. El 62% de la población está concentrada en el área urbana y el 38% corresponde al área rural (aldeas y caserillos).

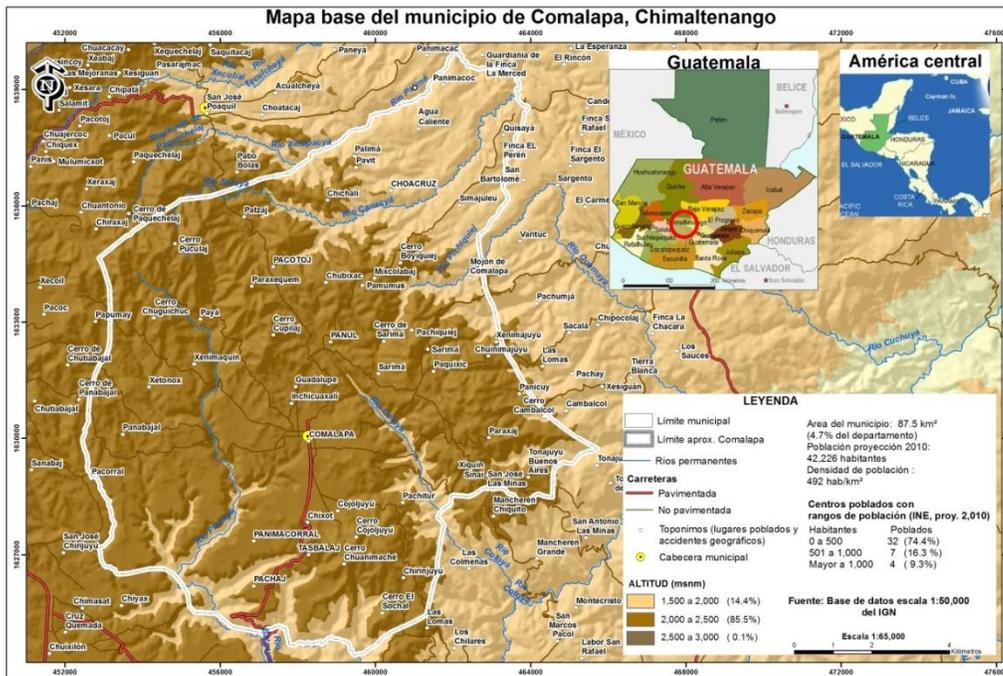


Figura 2. Mapa de ubicación del municipio de San Juan Comalapa

Fuente: MAGA, 2010

³ Instituto Geográfico Nacional de Guatemala

⁴ Memoria de labores 2014. Distrito de San Juan Comalapa MSPAS

La fuerza laboral económica⁵ del municipio es el 57.35% está basada en la actividad agrícola para la producción de granos básicos (maíz y frijol), en la producción hortalizas y frutas, aunado a la crianza de ganado vacuno y porcino, aves de corral de subsistencia, etc. El cultivo de café gana espacio en la aldea de Simajhuleu y aldeas vecinas (Anexo 1: mapa municipal de cobertura y uso de la tierra). El 16% de la población se dedica al comercio y el 11% a la elaboración de textiles típicos, esta actividad económica se constituye en el principal medio de vida para el sector femenino (Gómez *et al.* 2008). El 15.65% de la población trabaja en otras actividades (INE 2003).

Se carecen datos migratorios en el área de estudio. Situaciones de falta de empleo, poca atención al fortalecimiento de capacidades humanas, salarios bajos, poco acceso a parcelas productivas, entre otras causas han provocado la migración principalmente a Estados Unidos.

2.2 Procedimiento metodológico

Debido a que la investigación es de tipo cualitativo, se basó en un enfoque metodológico de tipo participativo; ya que produce datos descriptivos para estudiar y reflexionar las conversaciones o expresiones escritas y de la conducta observable de los entrevistados (Taylor y Bogdan 1984). Se consideró la participación de distintos actores, a) “*actores primarios*” son aquellos quienes están involucrados de forma directa de un proceso y pueden ser afectados. Para realizar el cruce de información, se identificaron “*actores secundarios*” quienes participan de forma indirecta tales como organizaciones locales prestadoras de servicio GIZ (2012). En ese sentido, se consideraron como actores primarios a los agricultores con una amplia experiencia en procesos agrícolas y son afectados por las variables climáticas.

En el proceso investigativo, se usa la metodología del grupo focal; esta tiene la bondad de enfatizar en el círculo de aprendizaje que se plantea (Senge 2004). Al respecto, se consideraron criterios propuestos por Padilla (2006) para el desarrollo de investigación con grupos focales:

- Número de agricultores homogéneos participantes entre 6 a 10.
- Preparación de materiales escritos, ilustrativos, etc.
- El espacio físico en donde se desarrolló el trabajo propició ambiente de confianza entre los participantes.
- Se requirió de un facilitador con habilidad y destrezas para trabajar con grupos.
- Incentivos para los participantes, entre otros.

⁵ Índice socioecológico del municipio de Comalapa. Forma de representación de los resultados sobre el desempeño socioecológico municipal. URL-IARNA

Se desarrollaron tres etapas para grupos focales, la primera para conocer los medios de vida y tendencia; la segunda fue para conocer la percepción del cambio climático, construcción del calendario estacional, línea de tiempo, tecnologías y prácticas adoptadas para tres grupos de agricultores; en la tercera etapa fue para presentar resultados preliminares y obtener complementos.

Al finalizar la primera etapa con grupos focales, fue necesario reforzar información específica aplicando entrevistas individuales en la que se utilizó el método bola de nieve para la identificación de actores primarios.

Determinación de medios de vida y su tendencia

Se trabajó con un grupo focal en el que participaron 10 actores primarios. En el proceso, se usa la metodología lluvia de idea (Geilfus 1998); empleó una guía de entrevista semiestructurada con un enfoque retro prospectivo, para conocer los medios de vida con énfasis en lo agrícola en el pasado, en el presente y en el futuro.

Determinación de la percepción local sobre el clima e identificación de acciones implementadas por los agricultores

Se trabajó con tres grupos focales para conocer la percepción de los agricultores sobre el cambio climático, los grupos fueron clasificados por tipo de cultivo como principal medio de vida: a) productores de maíz; b) productores de arveja china y arveja dulce; y c) productores de tomate bajo condiciones protegidas. Cada grupo focal se desarrolló en jornadas distintas. La información obtenida fue contrastada y complementada por los tres grupos para la construcción de un calendario estacional con el objeto de conocer el patrón del clima del año normal, relacionar las actividades agrícolas e identificar los períodos en los que se manifiesta eventos extremos.

Se utilizó la herramienta de la línea de tiempo que propicia identificar de manera participativa acontecimientos durante un período establecido (Geilfus 1998) para conocer cuáles han sido los años con mayor número de variabilidad climática y con presencia de eventos extremos durante los últimos 30 años.

Cada grupo de agricultores identifica las prácticas y las tecnologías agrícolas considerando la información climática consignada en el calendario estacional. Las herramientas utilizadas se muestran en el Anexo. En la **Figura 3**, se resumen el proceso metodológico.

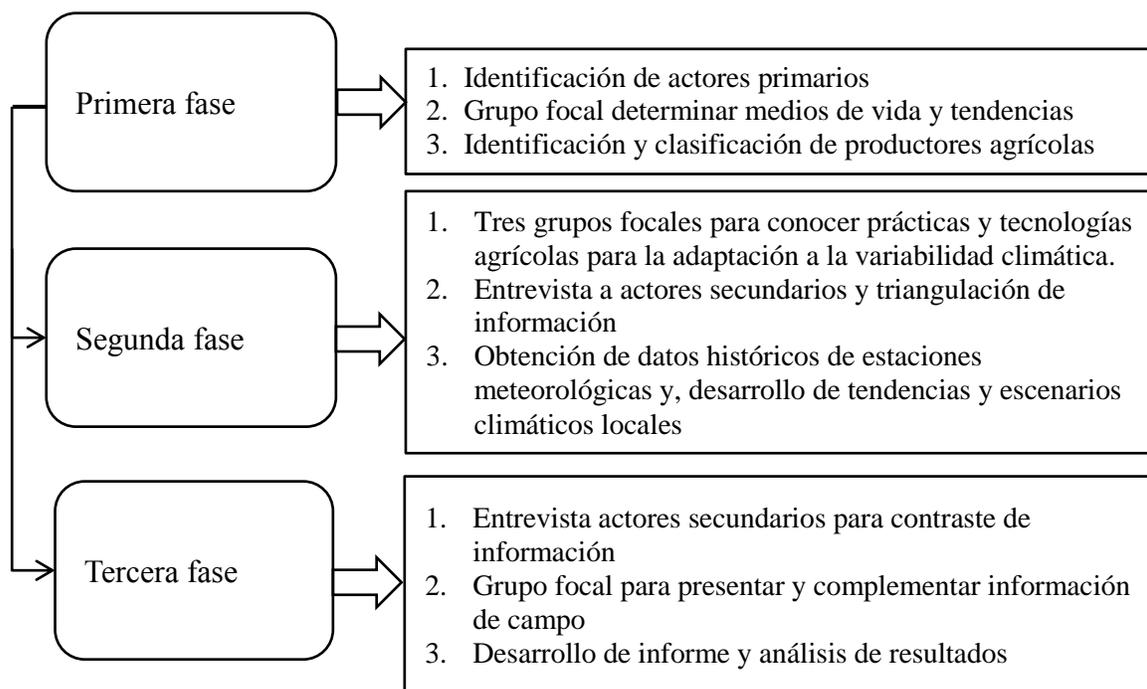


Figura 3. Esquema metodológico desarrollado para la recolección de información

De las acciones desarrolladas en campo, como se muestra en el **Cuadro 1**, hubo una participación de 48 agricultores de los cuales 10 fueron actores secundarios, representantes de organizaciones y comités locales para contrastar la información obtenida de los actores primarios.

Cuadro 1. Número de actores primarios y actores secundarios

Metodología	Resultado	Número de participantes Total: 48	Experiencia en producción agrícola
Grupo focal	Medio de vida	7	Mayor de 25 años
Grupo focal	Percepción local	Productores: maíz: 10	25 años promedio
		Arveja: 8	20 años
		Tomate: 7	10 años
Grupo focal	Complemento y validación	Productores: maíz: 2	25 años promedio
		Arveja: 4	15 años
		Tomate: 2	7 años
Entrevista	Triangulación de información	10	

Obtención y análisis de datos climáticos

Para caracterizar la variabilidad climática, se consideraron datos de las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) ubicadas a las cercanías del área de estudio. La estación de Santa Cruz Balanyá (SCB) se sitúa a una altitud de 2080 msnm en el municipio con el mismo nombre; la estación de San Martín (SM) está a una altitud de 1800 msnm localizada en San Martín Jilotepeque, ambos municipios corresponden al departamento de Chimaltenango.

Se analizó la base de datos registrados a partir del año 1980 al 2014. Los años con registro de datos faltantes o datos atípicos no fueron considerados. Se eliminaron los datos de temperatura mínima y máxima de los años 1988, 1989, 1990, 1997, 1998 y 2004 para la estación de SCB; no se consideran los datos faltantes correspondientes al año 1998 para SM. Para el análisis de precipitación, se eliminaron los datos históricos de los años 1997 y 2004 para SCB y 1998 para SM, por lo tanto, estos datos fueron excluidos del análisis.

2.3 Resultados y discusión

Medios de vida y tendencias

Desde los años 1970 a 2014, la población de San Juan Comalapa se ha ido adaptando a nuevos medios de vida vinculados con mayor auge a la agricultura y ganadería de subsistencia, producción de artesanía; mayor crecimiento en ofertar servicios profesionales, técnicos y operativos.

Medios de vida al año 2005

La producción de maíz ha sido fundamental para la población por ser parte elemental de la dieta diaria. Por tanto, el maíz es elemento central en la cosmología de la cultura maya y de otras culturas, para quienes se asociaba con su visión teológica y cosmológica del mundo y de su diario vivir (FAO-IPGRI 2001). A la fecha los agricultores que producen maíz hacen uso de semillas locales al considerar que son resistentes a la variable climática.

En el período previo al uso de los fertilizantes químicos (año 1960), la producción máxima de maíz era de 10 qq y 3 qq de frijol por hectárea. Los agricultores desarrollaron aboneras que se generan en el traspatio haciendo uso del estiércol de ganado, restos de vegetales, cenizas y broza. En la citada época, había escases de granos básicos, por lo tanto, los agricultores estiman que un 30% de la población masculina migraba de forma colectiva a las fincas de café al sur del país, con el propósito de agenciarse de recursos financieros para la compra de granos básicos y satisfacer las necesidades familiares. Esta acción se daba entre

los meses de septiembre a noviembre, período en el cual las actividades agrícolas locales finalizaban. En esa época prevalecía el analfabetismo en la localidad, situación que permitía abundante mano de obra agrícola en la localidad que propiciaba el trabajo colectivo y familiar.

Se introduce el uso de agroquímicos a inicios de la década de los 70, que favoreció el incremento de la producción de granos básicos, en el que supera los 75 qq de maíz y 30 de frijol por hectárea, por ciclo. Asimismo, facilitó la introducción del cultivo de trigo y de papa con mayor auge en las décadas 70 y 80 con una producción estimada de 675 qq por hectárea. Ambos cultivos fomentan la economía local que favoreció a los agricultores a evitar la migración temporal; así mismo, propició la diversificación de sus cultivos a partir de la década de los 90 cuando se introduce la arveja china, arveja dulce, fresa, tomate, que demanda el uso de agroquímicos y desplaza el uso de aboneras. La producción de papa y de trigo deja de ser importante por parte de los productores, esta situación derivada de las plagas y las enfermedades y de los precios bajos de las cosechas. Por lo tanto, ambos cultivos pierden su importancia local.

Otras familias buscaron otras alternativas como la venta de madera, carbón, leña, así también en la producción de artesanías. La tenencia de ganado y las aves de corral de subsistencia han sido parte de las estrategias de medios de vida. El cooperativismo tuvo su auge hasta la década de los 80, debido de la violencia interna que sufrió el país, varias cooperativas dejaron de existir. Esta situación opacó el liderazgo, el modelo de cooperativismo, el emprendimiento y engendró el temor para liderar iniciativas locales. En la **Figura 4**, se resumen las tendencias.

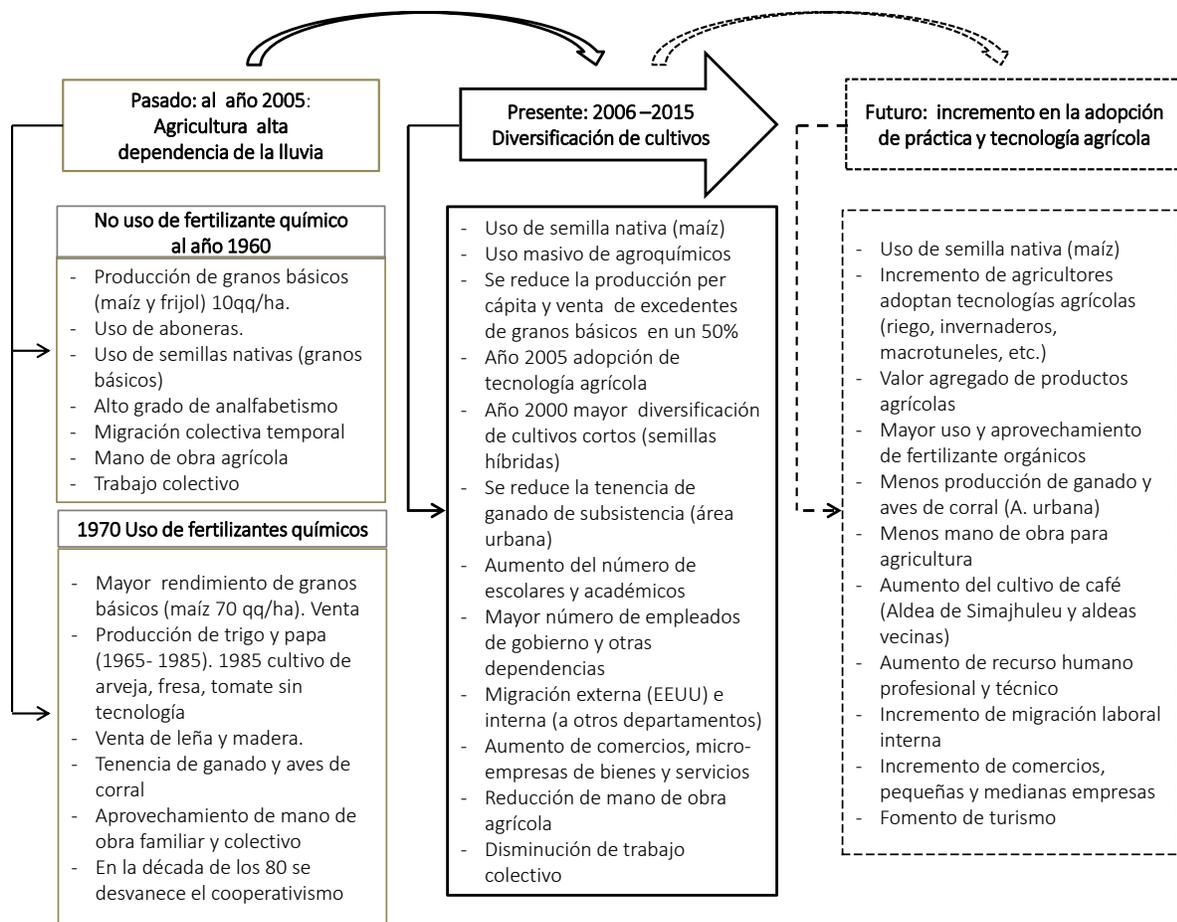


Figura 4. Transformación de los medios de vida de población de Comalapa

Del año 2000 a la fecha estas prácticas se han reducido significativamente, debido a la ausencia de valores entre vecinos para el bien común, se genera una dependencia al gobierno local. Por otra parte, existe un aumento de personas que prestan sus servicios laborales al sector privado o al sector gubernamental y dependen de días y horarios laborales.

Medios de vida actual

En los últimos 10 años, se han diversificado los medios de vida de los agricultores, aumento en la diversificación agrícola y el inicio de la adopción de tecnologías tales como: sistema de riego por aspersión, riego por goteo, uso de invernaderos, uso de mulch para el cultivo de arveja, tomate, ejote francés, brócoli, mora, fresa, etc. Los agricultores creen que la adopción de estas tecnologías se incrementará en el futuro inmediato debido a la variabilidad climática. La experiencia de los agricultores en la adopción de tecnologías y prácticas acierta la reducción en pérdidas y contribuye en la calidad de sus cosechas. Para el cultivo de maíz, los agricultores seguirán dando uso de las semillas criollas considerando que son más resistentes a la sequía y lluvias intensas.

Existe incremento del uso de agroquímicos, para facilitar el proceso productivo y reducir costos *“en el pasado durante la siembra de maíz, se desarrollaban por lo menos dos prácticas culturales para la eliminación de malezas, ahora los agricultores jóvenes prefieren usar herbicidas para eliminarlas”* (Entrevistado). Asimismo, por lo práctico que resulta el uso de fertilizantes químicos, este ha sustituido el uso de aboneras.

La producción de maíz no es rentable financieramente (anexo 9 costos de producción); debido a la importancia en la dieta alimentaria y cultural, los agricultores siguen cultivándolo asociado con el frijol a escalas menores (0.6 hectáreas promedio). Los agricultores jóvenes son quienes diversifican más sus cultivos. En el pasado, los agricultores lograron superar la producción de 75 qq de maíz, de los cuales vendían en promedio el 50%. En el transcurso de los años, fueron heredadas o vendidas parte de sus parcelas; lo que permite una reducción en la producción per cápita de maíz. Se percibe un fenómeno en los últimos 10 años, las parcelas con fines agrícolas son vendidas a familias que se dedican a la agricultura, que en su mayoría son de las áreas rurales.

Actualmente, los agricultores cuentan con parcelas más pequeñas, se reduce el número hijos por familia y no se oferta mano de obra agrícola. La mayoría de familias cultiva granos básicos (maíz y frijol) para consumo. b) El precio de los granos básicos no incentiva el aumento de la producción, las familias optan por diversificar sus cultivos y el desarrollo de otras actividades productivas para la generación de ingresos económicos.

Otra alternativa que ha contribuido en la diversificación en los medios de vida, es la preparación académica de los integrantes de las familias que ofertan sus servicios técnicos y profesionales al sector gubernamental, al sector privado así también a los organismos no gubernamentales. De la misma forma existe un crecimiento de mano de obra en el sector construcción, en el sector de artesanías y entre otras actividades productivas. Estos cambios reducen significativamente la disponibilidad de mano de obra para el sector agrícola *“En estos tiempos y más adelante muchos agricultores ya no podrán hacer muchos de los trabajos en el cultivo de maíz, en el cultivo de frijol y otros cultivos por la falta de mano de obra, ahora están usando el veneno para matar el monte porque es más fácil”* (Entrevistado).

Medios de vida y su futuro

Los agricultores consideran que la producción de granos básicos será la más importante por su alto consumo a nivel local y nacional, continuarán con el uso de semillas criollas, ya que algunos han intentado el uso de semillas mejoradas de maíz, pero no se adaptan ligeramente por el clima y el sabor no es igual a la semilla criolla. Varios de los entrevistados admiten que ha sido un error depender de los agroquímicos, al observar que el uso indiscriminado ha desfavorecido la fertilidad de los suelos *“los productores de fresa están matando lentamente el suelo, por aplicar mucho abono químico y otros venenos”*

(Entrevistado). Actualmente se está recobrando el uso de abonos orgánicos, en el futuro se usará más aún “*El agricultor que usa abono orgánico y desarrolla a tiempo las labores en su cultivo tiene futuro*” (Entrevistado). La adopción de prácticas y tecnologías tendrá un incremento en el futuro, existen ensayos para incrementar la producción por área.

Los productores de tomate y arveja se proyectan en generar valor agregado a su producción. También el incremento en la adopción de tecnología tales como invernaderos, macrotuneles, uso de casa maya, sistemas de riego más eficientes y adoptar prácticas que favorezcan la producción y al entorno.

Los agricultores del área urbana creen que la crianza de ganado vacuno, porcino y de aves disminuye porque ya no se dispone de espacios en el traspatio de las viviendas. En tanto, en las comunidades rurales, perciben un aumento de la crianza de ganado vacuno; no así para aves de corral y porcino, cuya demanda es abastecida por granjas de poblados vecinos. La crianza de ganado no está tecnificada, en el futuro se proyecta usar biodigestores, tecnificar la producción de aboneras, siembra de pastos más resistentes a la sequía. En los últimos siete años, se ha introducido el cultivo de café en la zona nororiente del municipio y los agricultores creen que se incrementará debido al cambio del clima que favorece la producción de café.

En general se considera un aumento de personas con preparación académica en distintas disciplinas y migración interna. Incremento de negocios familiares, pequeñas y medianas empresas, fomento de turismo considerando que Comalapa ofrece diversidad de atractivos en el arte, en la cultura y monumentos arqueológicos (Del Cid 2013).

Percepción local sobre cambio y variabilidad climática

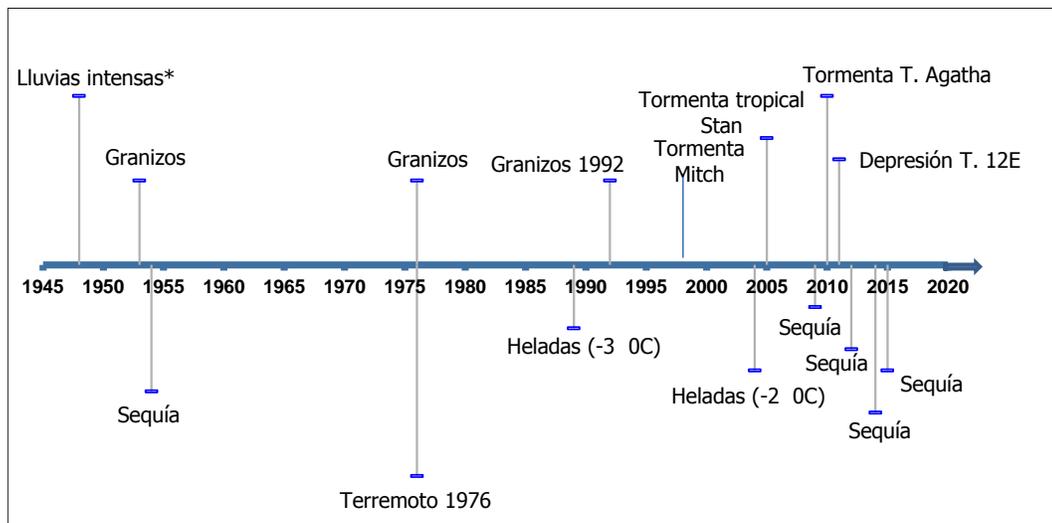
Línea de tiempo

Los agricultores tienen presente los fenómenos asociados al clima debido a los daños provocados en sus medios de vida. Basados en sus vivencias, agrupan los fenómenos climáticos de la forma siguiente: lluvias intensas y sequías prolongadas asociados tormentas tropicales asociadas a fenómenos de El Niño- Oscilación Sur (ENOS). Otros fenómenos se vinculan con las bajas temperaturas y los granizos, son fenómenos que se presentan recurrentemente, pero no severos; ocasionalmente, por su alta severidad, afectan los cultivos. A partir de 1950, los agricultores citan los fenómenos afrontados, coinciden que los fenómenos climáticos se han manifestado con mayor frecuencia e intensidad a partir del año 2000. En la **Figura 5**, se presentan los principales eventos.

Los productores de maíz han sido afectados de manera severa, registrando pérdidas en sus cosechas en un 50% por los eventos lluvias intensas en 1948. Las tormentas tropicales

Mitch, Stan, Agatha y 12E generaron pérdidas estimadas entre 25 a 50%. La sequía registrada en 2014 provocó pérdidas que oscilan entre el 25 al 60%. Las diferencias en términos de pérdidas se basan en el tipo de suelo, la ubicación de la parcela y del manejo cultural agronómico del cultivo. Los cultivos cortos, en este caso la arveja y el tomate, son plantas muy sensibles a los factores climáticos como estrés hídrico, altas o bajas temperaturas, granizos, así también a lluvias intensas. Al registrarse eventos extremos como los que se evidencian en la figura 7, en las cosechas se estiman pérdidas que supera el 75%.

La helada se manifiesta principalmente durante los meses de diciembre a febrero. La helada que se presenta en noviembre, tal como lo registrado en el 2004, ha sido la más severa; porque en este periodo los cultivos aún están en la fase de producción y maduración. Los agricultores registraron pérdidas que superan el 30% en la producción de maíz; en la producción cultivos cortos, la mayoría tuvo pérdidas que superan el 75% de sus cosechas.



- Asociado a tormentas tropicales

Figura 5. Línea de tiempo - eventos extremos

Se evidencia mayor concurrencia de eventos asociados a la variabilidad climática en los últimos 10 años. Los agricultores admiten que los fenómenos que provocan más daños están asociados a lluvias intensas con vientos fuertes y lluvias prolongadas, siendo las más concurrentes. Las sequías que se han manifestado en la zona de estudio no han sido intensas y severas, pero perciben que es el fenómeno que puede ser más concurrente y severo en los próximos años. Los granizos son esporádicos, poco severos y no afectan toda el área.

Percepción local sobre el clima

Los agricultores perciben cambio en el clima actual en comparación con el clima de hace dos décadas. Los cambios notables son temperaturas altas extremas y temperaturas bajas extremas, la canícula cambia de estacionalidad y de períodos prolongados. Cambios en la

estacionalidad en la precipitación, lluvias copiosas en períodos cortos y lluvias prolongadas. En la **Figura 6**, se presenta el calendario estacional.

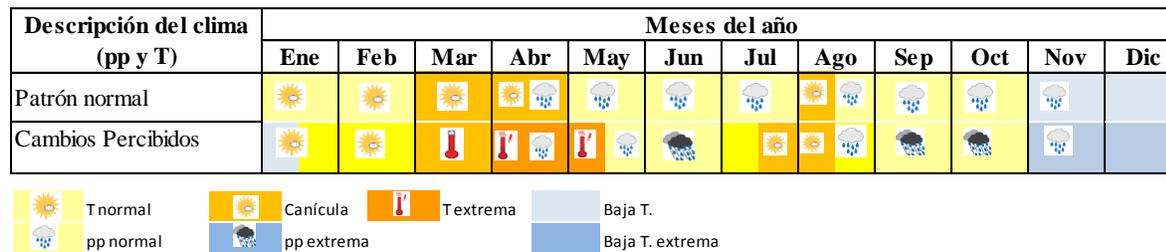


Figura 6. Calendario estacional basado en la percepción de agricultores

Temperatura: los agricultores perciben un aumento en la temperatura en los últimos años, se acentúa entre los meses de marzo a inicios de mayo. Así también una baja temperatura en los meses de noviembre, diciembre y enero. *“Ahora hace más calor, ya no aguatamos trabajar todo el día, mejor madrugamos al campo para regresar despuesito de medio día”* (Entrevistado).

Canícula: “el pequeño verano” como la gente lo denomina. Es más extensa y de fechas variables. Regularmente, las canículas se registran durante agosto y tiene una durabilidad máxima de 20 días, durante este período siempre llovía una o dos veces. En los últimos años, se ha prologado por más de 20 días y no llueve. En el año 2014, los agricultores han vivido la canícula más larga; inicia en julio y finaliza durante la segunda quincena de agosto, algunos registraron que fueron 52 días secos. *“Durante 27 años que cultivo arveja, es la primera vez que riego en el mes de agosto, para lograr cosechar un poco, porque la canícula ha durado mucho”* (Entrevistado).

Precipitación: la lluvia tenía un patrón bien definido, iniciaba en los últimos días de abril o inicios de mayo y culmina en octubre. En los últimos años, se ha evidenciado la distorsión en el patrón de lluvia. Durante la última década en ciertos años, ha llovido durante la segunda quincena de junio. *“En los primeros días de mayo, todos salíamos a sembrar nuestro maicito, porque la lluvia era segura. Pero ahora ya no lo podemos hacer, la tierra está seca y si sembramos perdemos nuestro jornal y la semilla”* (Entrevistado). *“Antes llovía bien y no causaba daños porque había mucho bosque, ahora llueve mucho en poco tiempo y daña nuestros cultivos”* (Entrevistado).

Granizos: el granizo es recurrente, afecta ciertas áreas, tiene mayor presencia en las primeras lluvias.

Heladas: las heladas se manifiestan en los primeros dos meses y durante el último mes del año; en ocasiones, se presenta durante marzo o a inicios de noviembre. Estas son perjudiciales en el cultivo debido a que está en la fase de maduración.

Los agricultores con mucha veracidad y preocupación manifiestan que “el tiempo ha cambiado”, “*El tiempo ha cambiado mucho, antes era más fresco de día y sabíamos cuando iba a llover, ahora hace mucho calor y no sabemos cuándo irá llover, y al llover, llueve mucho en un rato. Esos cambios afectan nuestros cultivos*” (Entrevistado). Los cambios percibidos por los agricultores se resumen en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Percepción local sobre la variabilidad y cambio climático

Calor normal 20 -23 °C (marzo-mayo) Baja temperatura extrema a -2 °C (diciembre, enero y febrero)	Mucho calor 26 °C (marzo a mayo) Más frío -4 °C (noviembre y diciembre, enero)	Muy seguro en el incremento en la temperatura Más frío de noviembre a enero
15 a 20 días y llovía una o dos veces	Canícula más seca y prolongada (52 días en el 2014)	La canícula varía su estacionalidad
Lluvias esporádicas en los primeros 3 meses Estacionalidad bien definida Lluvias amigables (no causa daños)	No se registran lluvias en los primeros tres meses Mucha distorsión en la estacionalidad. Incremento de lluvias fuertes con vientos Lluvias intensas junio, septiembre y octubre con vientos fuertes	Muy probablemente llueva menos Llueva mucho en poco tiempo Puede cambiar más la estacionalidad Sequía más prolongada
Las heladas se manifiestan con mayor frecuencia en los meses de diciembre, enero, febrero. Ocasionalmente las heladas se manifiestan en noviembre e incluso en abril. Los granizos o granizadas no registran, se manifiestan durante invierno (mayo-octubre).		

2.3.1 Tendencias observadas de la variabilidad climática

En la región centroamericana, se evidencia una variedad de cambios en los valores de temperatura y precipitación en los años de 1961 a 2003. La región está expuesta a un calentamiento gradual con cambios en temperaturas extremas. La precipitación no presenta una tendencia significativa, en tanto sí existe variabilidad en distintos períodos (Aguilar *et al.* 2005). Guatemala presenta una fuerte influencia derivada de la variaciones altitudinales, por cada 100 metros se registra una disminución de 0.54 °C (MARN 2015).

⁶ Datos obtenidos de la estación meteorológica de Santa Cruz Balanya SCB. 2015

Temperatura: a nivel local las estaciones registran una tendencia de aumento en la temperatura máxima, lo cual implica incremento en el calentamiento de la zona de estudio. La temperatura mínima se mantiene para la estación SM, para SCB registra una tendencia que disminuye la temperatura mínima (**Figura 7**). Los cambios pueden deberse a una mayor variabilidad de la temperatura, al cambio del uso del suelo (bosques a cultivos anuales), a los incendios forestales, a la infraestructura local, actualmente las calles son asfaltadas o pavimentadas, las casas cuyos techos eran de teja. Así también pueden ser alterados por una caída de las estaciones meteorológicas o poca eficiencia en la recolección de datos.

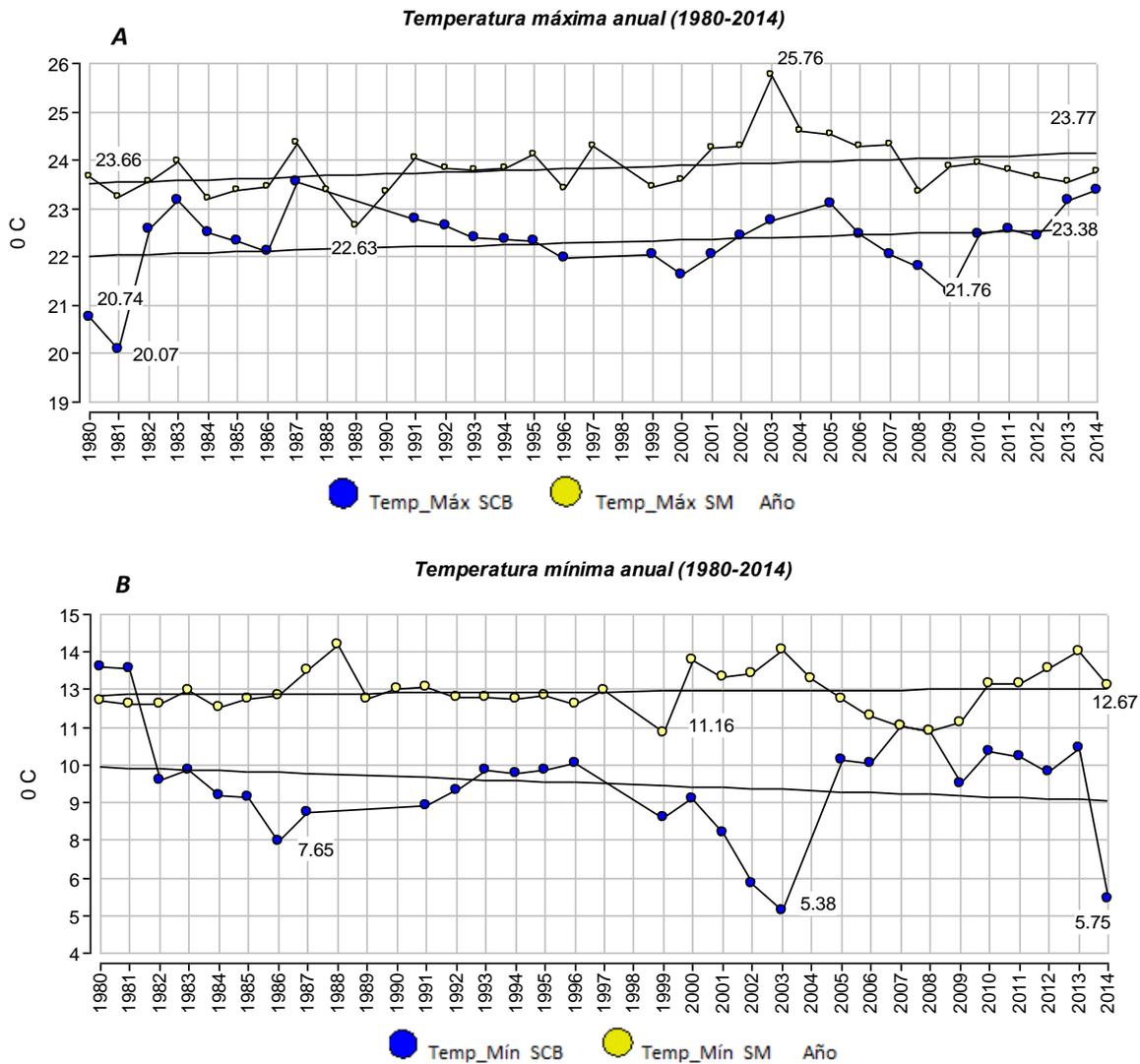


Figura 7. Tendencia local de temperatura máxima y temperatura mínima

Para corroborar lo expresado por los agricultores, se agruparon los datos históricos en dos períodos, P1: 1980-2004 y P2: 2005-2014 de la década de los 80 y de los años del 2005 al 2014; se estima el promedio mensual de cada período de ambas estaciones (**Figura 8**). Se

registra aumento en el cambio de la temperatura máxima en los primeros meses del año y se acentúa en marzo, abril y mayo. Durante los últimos meses del año, la temperatura de la década de los últimos 10 años es más baja que la década de los 80, 0.5 °C.

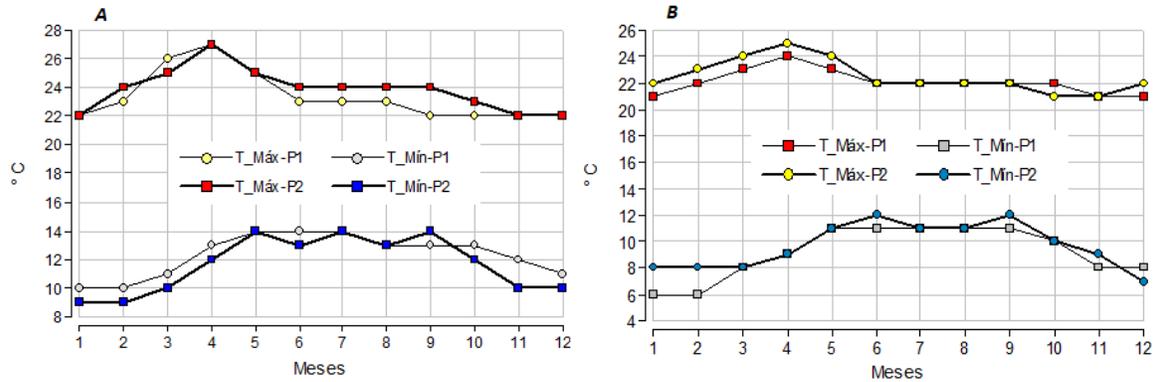


Figura 8. Diferencia en el comportamiento de la temperatura Máx y Mín.

P: 1980-2004 y P2: 2005-2014. Gráfica A: estación SM y gráfica B estación SCB

Lo anterior confirma lo que se presenta en el informe del cambio climático AR4 (IPCC 2007), la temperatura ha aumentado al menos 0.74 °C a partir del año 1906 a 2005, este se registra con mayor énfasis en latitudes altas del hemisferio norte. Es probable que los años más recientes hayan sido los más cálidos de los últimos 13 siglos. En el territorio nacional, existe una tendencia al incremento de la temperatura (MARN 2015). Asimismo, a nivel local, hay una tendencia de aumento de la temperatura.

Precipitación

Los datos sujetos de análisis de las estaciones (SM de San Martín y SCB de Santa Cruz Balanya) presentan mucha variabilidad respecto a la precipitación de un año a otro. La estación SCB registra una tendencia de incremento en la precipitación y para SM se mantiene.

Las gráficas B y C de la **Figura 9** registran la estación seca de diciembre a abril y la estación lluviosa durante el resto de año. La canícula se registra entre julio y agosto. La estación SM registra que los veranos tienden a ser más húmedos y de la estación SCB más secos, durante invierno es a la inversa. Los datos que registran la estación SCB reflejan incertidumbre, puede deberse a fallas de la estación o en el proceso de recolección de datos en algunos períodos.

El cambio de la distribución de lluvia afecta a los productores de distintas formas. Las primeras lluvias crean condiciones para el incremento de enfermedades al cultivo de arveja. Compacta los suelos y afecta el maíz recién sembrado. Las lluvias copiosas con vientos fuertes perjudican la estructura de los invernaderos, reduce la disponibilidad de agua para sistemas de riego.

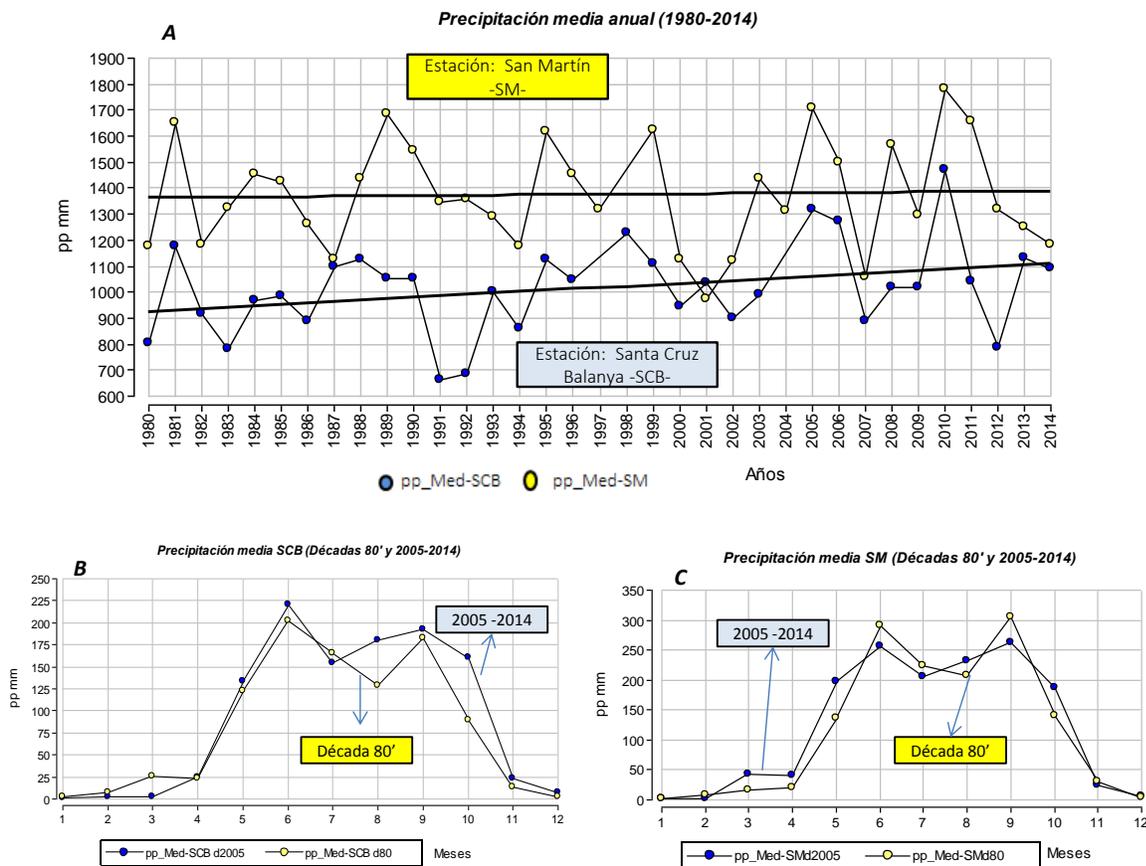


Figura 9. Tendencia de la precipitación y diferencias entre décadas de promedios mensuales

Los daños provocados por los desastres de carácter climático, tales como tormentas y huracanes, el ciclo de Oscilación Sur (ENOS) e inundaciones; ocasionados por eventos extremos de precipitación cuyo daño se concentra en el sector productivo en un 52,1%, infraestructura, 27,5%, y sector social, 20,4% CEPAL (2014). En 1998, se evidenciaron deslizamientos de tierra debido al huracán Mitch; hubo una pérdida de más de 10,000 personas en Centroamérica (Pielke y Landsea 1998). Las pérdidas económicas provocadas por seis eventos naturales del período 1994-2010 en Guatemala, ascienden aproximadamente a US\$ 2,800 millones.

En el municipio de Comalapa por su ubicación geográfica y características fisiográficas, los fenómenos climáticos extremos recordados por los agricultores son: la tormenta tropical Mitch, Stan, Agatha, y la depresión 12E. Estos eventos en los que se registran incrementos en la precipitación son los que han provocado daños en los medios de vida de los agricultores.

En la **Figura 10** gráfica “A”, se aprecia el comportamiento de la precipitación durante el periodo en que ocurrió el huracán Mitch en 1998: de los meses de septiembre a octubre y el día 2 de noviembre llueve 69 mm y luego desciende, la precipitación total del año 1998 fue de 1228 mm.

En la gráfica “B”, se registran los datos de precipitación de la tormenta Stan que supera los 98 mm durante el día 5 de octubre, la precipitación total del año 2005 fue de 1315 mm.

En la gráfica “C”, se aprecian dos fenómenos; por un lado, la sequía se prolonga a finales de mayo; por el otro lado, las primeras lluvias registran de 75 mm en el día 29 y el día 30 de mayo supera los 170 mm, sumando un total 225 mm en dos días que se atribuye a la tormenta tropical Agatha.

Durante el año 2011, el territorio guatemalteco registró un temporal durante 10 días consecutivos (10 a 20 octubre); provocado por una serie de fenómenos meteorológicos. La zona de convergencia intertropical, sistemas de baja presión y la depresión tropical 12-E⁷. En la gráfica “D”, se observa que durante los primeros 20 días de octubre se acumula 240 mm, se registra el día 12 con 60 mm.

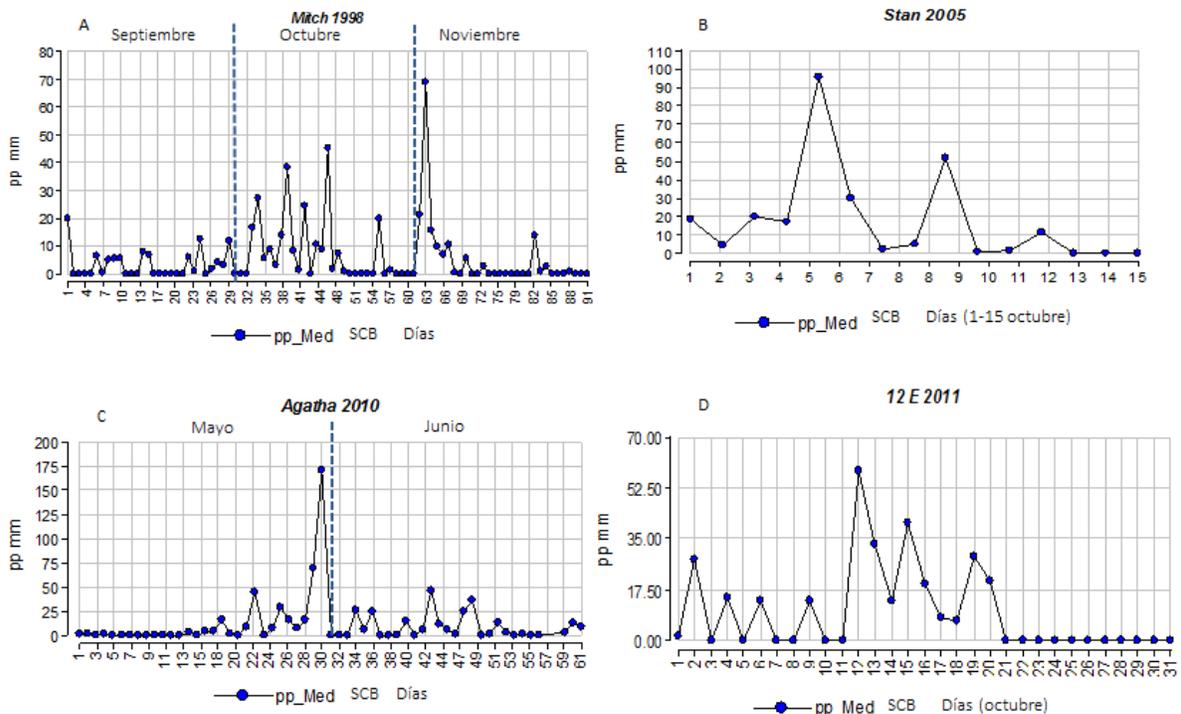


Figura 10. Comportamiento de la precipitación asociado a eventos extremos

La canícula fue otro fenómeno enunciado por los productores, la cual en los últimos años ha tenido efectos negativos en la producción agrícola. En la figura 13, se contrastan diferencias mínimas registradas hace 30 años con los años recientes. En la gráfica “A”, se muestra que la extensión de la canícula en el 2014 durante julio, hizo que la precipitación fuera muy escasa y a partir de los 10 días de agosto la precipitación inicia con normalidad.

⁷ INSIVUMEH. Resumen del Impacto Meteorológico Temporal de lluvias octubre 2011.

Los agricultores del área de estudio afirman que hubo presencia de lluvias en la zona de estudio durante 52 días continuos. En tanto las estaciones registran precipitaciones mínimas.

En la gráfica “B” de la **figura 11**, se registra la precipitación de los meses de julio a agosto período durante el cual se manifiesta la canícula, durante el año 1982 se logra apreciar una relativa reducción de la precipitación, es notable que la precipitación siempre se manifiesta y no se extiende más de la primera quincena de agosto.

Los productores hicieron mención que en Comalapa existe una zona en donde llueve menos y por el tipo de suelo que no tiene la capacidad de retención de la humedad, los cultivos son más sensibles. Según MAGA y INSIVUMEH (2002), el municipio de Comalapa cuenta con un 13.36% de su territorio catalogado con alto grado de amenaza a la sequía y cuya orden de prioridad es 5. La orden de prioridad es con base en la mayor superficie ocupada por los tres grados principales de amenaza (Extremadamente alto, Muy alto y Alto). No se incluyen municipios con una superficie menor del 10%. Mapa municipal de amenaza por sequía.

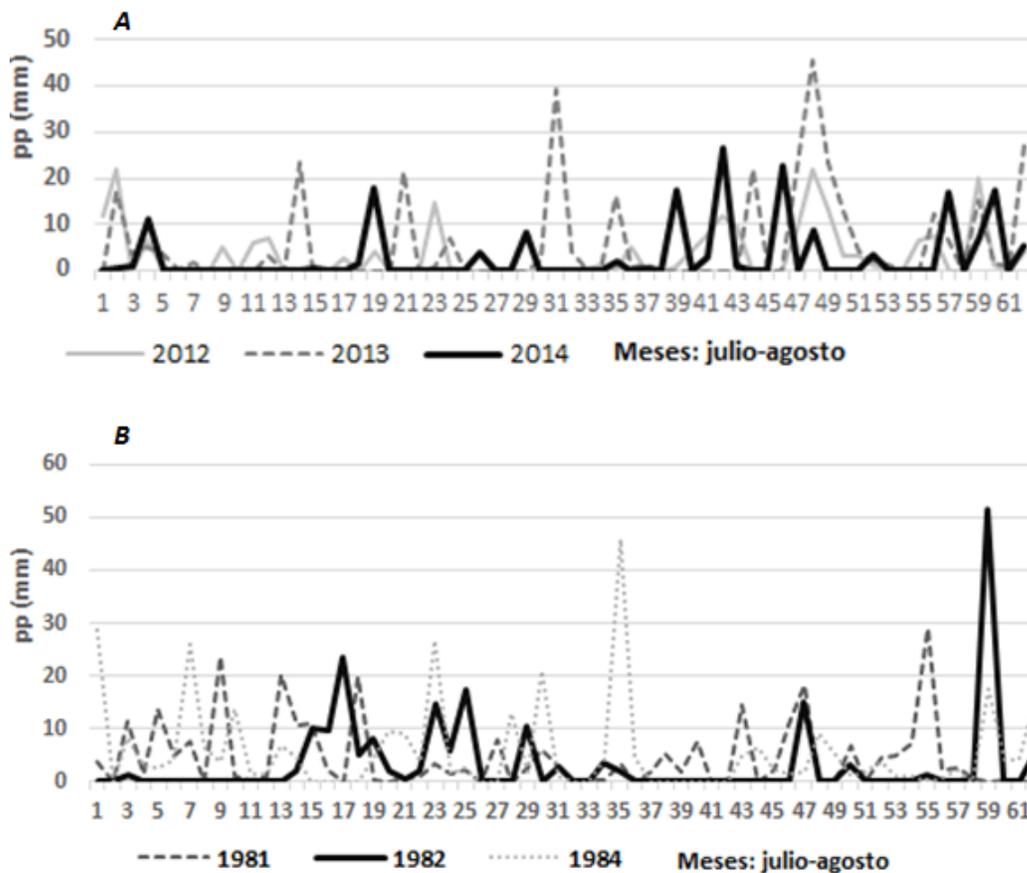


Figura 11. Comportamiento de la canícula
Estación: SCB

Las heladas se manifiestan cuando en la superficie del suelo y en los objetos o plantas situados sobre la misma, la temperatura es igual o inferior al punto de congelación del agua (Rosenberg *et al.* 1983). Las heladas afectan las plantas dependiendo de: su especie, la susceptibilidad del genotipo, el desarrollo fenológico de la planta, el nivel mínimo de temperatura, la tasa de enfriamiento, la temporalidad de exposición y el preacondicionamiento de la planta. Sumado a ello los daños causados por las heladas, se dan otros provocados por el enfriamiento con temperaturas entre 0 y 10 °C, estos no provocan la muerte de las plantas, sino un desequilibrio fisiológico que afecta el rendimiento del cultivo (Domínguez *et al.* 2002).

Las heladas son fenómenos que se manifiesta con mayor frecuencia durante enero, febrero y diciembre, en ocasiones se manifiestan en marzo o noviembre. Los impactos dependen de su intensidad y en el período en se registre. Si las heladas se presentan durante enero o febrero período en el cual no hay cultivos expuestos, la gente no percibe daños aunque su intensidad sea fuerte. En caso que la helada se presenta durante noviembre o marzo; aunque su intensidad sea moderada, sí afecta los cultivos cortos que son más sensibles.

De acuerdo con el MAGA-INSIVUMEH (2002) hace referencia al índice de amenazas⁸ por heladas, el municipio de Comalapa es catalogado como de baja amenaza con 20% (rango: 10-30%). El 47% del territorio municipal es considerado de baja amenaza; el 35%, de muy baja amenaza; el 11%, de media amenaza y el 7% de extrema baja amenaza por heladas. Mapa municipal de amenaza por heladas.

Las heladas que se manifiestan durante enero, febrero y noviembre de 2004 registran temperaturas bajas con -5 °C (**Figura 12** gráfica A). Este evento no fue problema para los agricultores por el período en que se manifiesta. La baja temperatura -2 °C que se registra el 8 de noviembre tuvo impactos severos porque los cultivos estaban en la fase fenológica de formación y maduración de frutos. En la gráfica “B”, se registra una temperatura de -4 °C; los efectos fueron relativamente menores porque la fase fenológica de los cultivos ya había madurado.

⁸ Categoría de amenazas: Muy alto: >90%; Alto 70-90% Medio alto: 50-70%; Medio bajo 30-50%; Bajo 10:30% y Muy bajo 0-2%. La estimación del Índice Ponderado de Amenaza por Heladas (IPAH) se desarrolló con la siguiente fórmula: $IPAH = (Q \times SIE) / AT$. Q= probabilidad de helada; SIE= superficie del intervalo de elevación; y AT= área total del municipio.

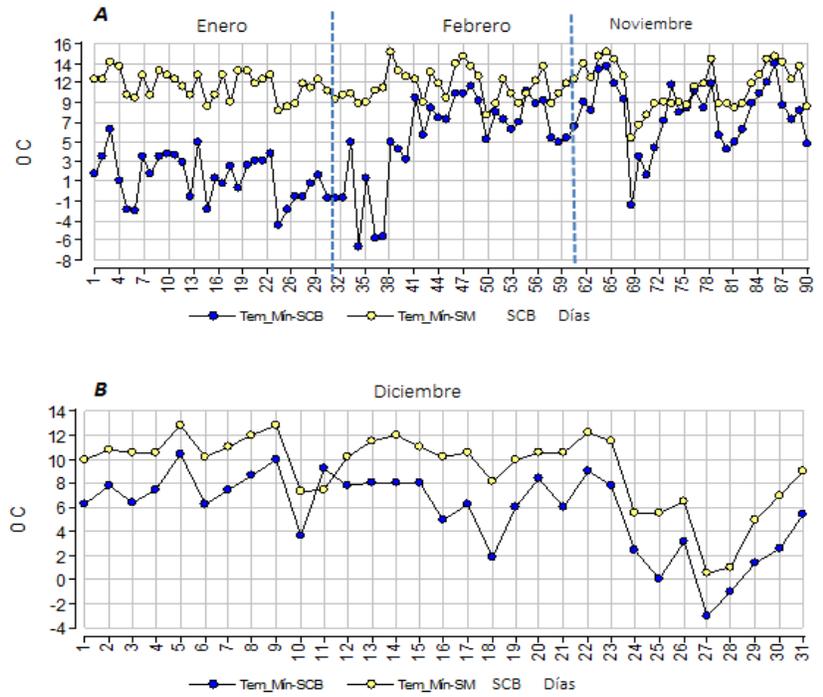


Figura 12. Registro de bajas temperaturas (heladas)
Gráficas A: año 2004 y B: año 1998.

2.3.2 Escenario climático

Temperatura:

De acuerdo con escenarios de cambio climático RCP 8.5, con datos de WorldClim (Hijmans *et al.* 2005), empleando el Community Climate System Model, versión 4 (CCSM4)⁹, se determinó que para la zona donde se encuentra ubicado el municipio de Comalapa, se podrían esperar para el 2050 incrementos en la temperatura media anual comprendidos entre 2.29 y 3.44°C; con rangos de 10.38 y 13.38°C para la temperatura mínima y de 22.30 a 26.41°C para la temperatura máxima.

Para Guatemala, según el estudio de Oglesby y Rowe (2015), titulado “*Impactos climáticos para Guatemala: resultados preliminares de los modelos climáticos regionales y globales IPCC AR5*”¹⁰, se indica un calentamiento entre el presente y la década de 2060 que va desde menos de 1°C a más de 3 °C. Lo que coincide con las proyecciones de los escenarios trazados para la zona de estudio.

⁹ Modelo climático acoplado, se utiliza para simular el sistema climático de la tierra; fue desarrollado por el National Center for Atmospheric Research (NCAR).

¹⁰ Informe completo disponible en: <http://www.marn.gov.gt/Multimedios/1442.pdf>

En la **Figura 13**, se puede observar que la temperatura se acentúa más en la zona noreste del municipio, lo que podría estar asociado principalmente con los factores de altitud y cambios en la cobertura forestal. Estos cambios en la temperatura coinciden con el mapa de amenazas a sequía, elaborado por MAGA-INSIVUMEH (2002), donde se muestran también en la zona noroeste del municipio las temperaturas más altas (Ver Anexo3).

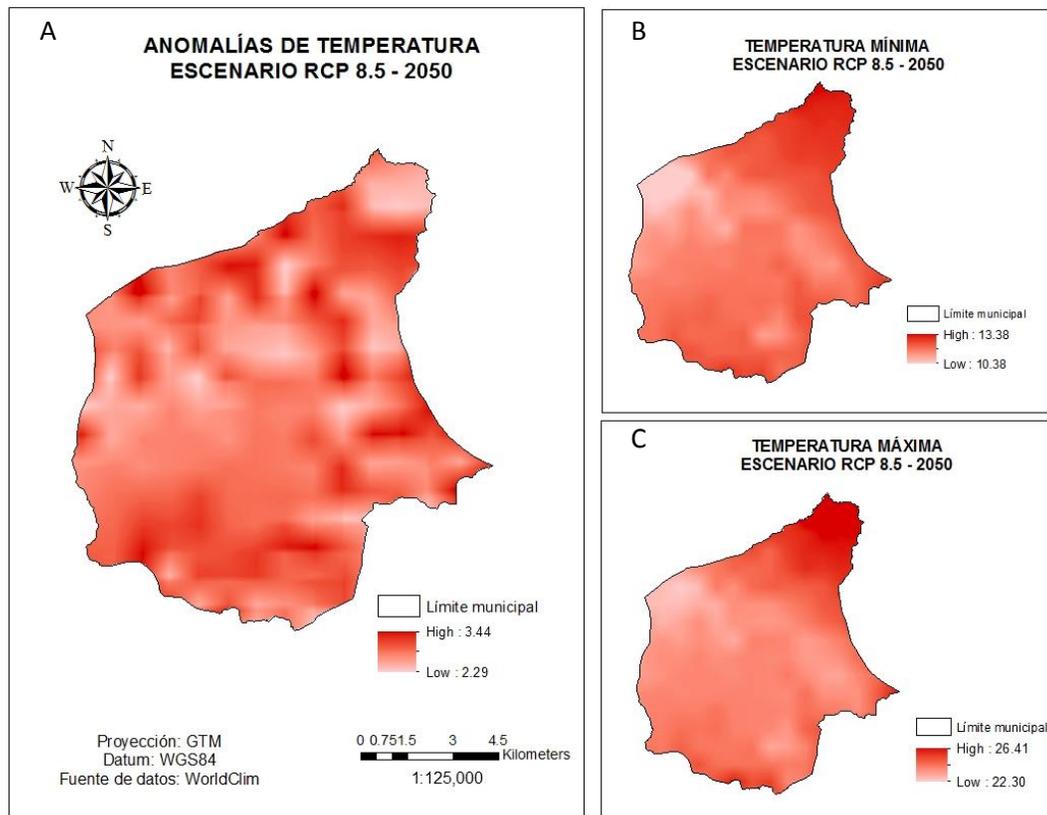


Figura 13. Mapa municipal de proyecciones sobre temperatura

Precipitación

La precipitación media actual con base en los registros de precipitación obtenidos para el periodo de 1950-2000 (Hijmans *et al.* 2005), oscila entre 1100 mm y 1418 mm con una media para los últimos 25 años de 1250 mm. Para el año 2050, bajo escenarios de cambio climático RCP 8.5, se esperarían precipitaciones medias anuales comprendidas entre 858 mm y 1102 mm. Lo que significa disminuciones en la precipitación del 21 al 23% como se muestra en la **Figura 14**.

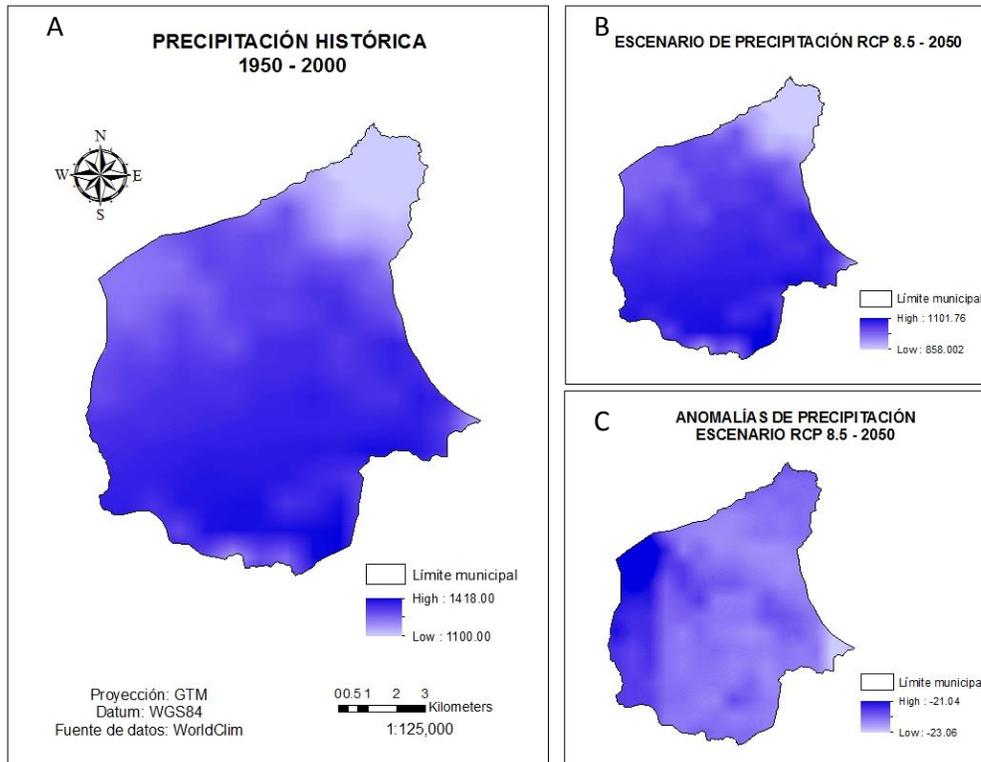


Figura 14. Mapa municipal de proyecciones sobre precipitación

Otras proyecciones desarrolladas por el IANRA-URL (2011) prevén a nivel nacional una disminución de la precipitación entre el 10% y 20% para la región central de Guatemala. Consecuentemente, se proyectan cambios drásticos en el territorio, para el caso de Comalapa, un cambio que se observa es el aumento de productores que cultivan café en la zona noreste del municipio, lo cual podría ser un indicador del cambio que se ha tenido principalmente en el clima local.

2.3.3 Acciones agrícolas adoptadas por los agricultores

Las acciones adoptadas por los pequeños productores generan oportunidades para mejorar sus capacidades adaptativas para afrontar los desafíos que se derivan de la variabilidad climática. El propósito de las medidas adoptadas es la obtención de cosechas en cantidad y de calidad que les provea el sustento a las familias y la obtención de excedentes para su comercialización.

Las acciones se enuncian en los cuadros 3 al 8. En anexo, se presenta una breve descripción de las acciones.

Productores de maíz

El uso de semillas a nivel nacional se puede diferenciar en dos sistemas de abasto: el sistema formal que se deriva de mejoramiento genético respaldada por instituciones acreditadas (ICTA)¹¹; y el sistema informal que consiste en que los agricultores utilizan la semilla nativa o “criolla” que proviene de su propia parcela o de un vecino. En la región del Altiplano, el uso de semillas mejoradas es mínimo y no supera el 1% del área (Fuentes *et al.* 2005). A nivel de país, el 69% de agricultores aprovecha la semilla nativa (Sain y López 1997).

El cambio drástico de la temperatura y la precipitación contribuye en el incremento de plagas y enfermedades que requiere de aplicación de insecticidas y fungicidas “*Nunca fumigaba la milpa, hace 7 años empecé a fumigar la milpa para tener bonita cosecha porque el tiempo ha cambiado ya no es como antes*” (Entrevistado). Los productores de granos básicos se ven afectados en los costos de producción de maíz, requiere más mano de obra e inversión para la compra de agroquímicos. “*Cuando la sequía o la canícula se alarga hay más gallinas ciegas y gusano cogollero, también cuando llueve muy seguido la macha de asfalto afecta la milpa*”. (Entrevistado)

En la **Figura 15**, calendario estacional, se enuncian las distintas acciones implementadas por los productores de maíz.

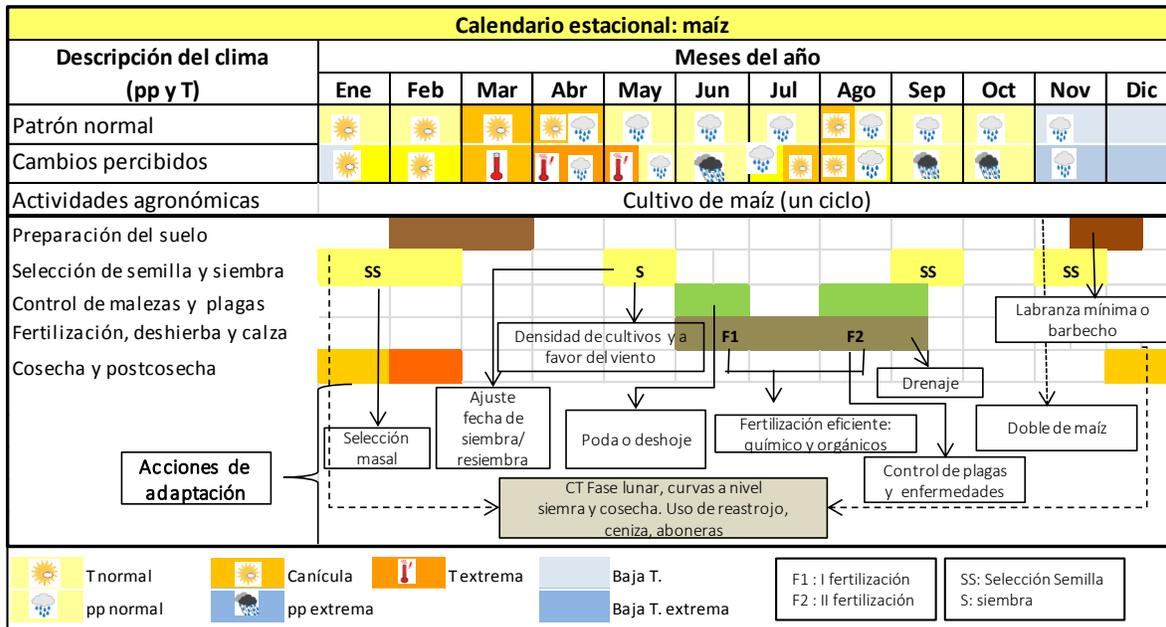


Figura 15. Calendario estacional y acciones implementadas. Producción de maíz

¹¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala

En el **Cuadro 3**, se hace referencia a los impactos que originan los riesgos climáticos y las acciones implementadas para reducir dichos impactos; asimismo al eventual apoyo que los agricultores reciben.

Cuadro 3. Impacto de la variabilidad climática en la producción de maíz

Impactos en la producción de maíz	Acciones	Apoyo externo
Riesgos: lluvias intensas con vientos. Con severidad y frecuencia creciente		
↓ Producción (25-60% pérdidas)	Conservación de suelos: curvas a nivel, Siembras a favor de la dirección del viento	No
↓ Baja calidad	Ajuste de la densidad y distanciamiento,	
↑ Enfermedades → + inversión en agroquímicos	intercalar la siembra de frijol de enrollé ¹² Mayor control de gallina ciega y gusano cogollero Doble de milpa para evitar pudrición de maíz	Intercambio de conocimiento entre productores
Riesgo: sequía Con severidad y frecuencia creciente		
En suelos arcillosos/laderas ↓ en el rendimiento entre 20-50%.	Ajuste fechas de siembra, labranza mínima Selección masal (algunos productores)	No MAGA ¹³
En suelos húmedos ↓ el rendimiento 20%	Conocimiento tradicional (preparación de suelos, uso de ceniza, no quema de rastrojo, labranza mínima)	En 2014 MAGA-CATIE extensión rural
Riesgo: baja temperatura y heladas: poco severo y frecuente		
En abril quema las primeras siembras + inversión	Resiembra Poda	
En noviembre reduce el desarrollo total del fruto ↓ Producción 25% pérdidas	Sin acciones	No
Riesgo: granizos poco severo y frecuente		
Afectación en follaje	Poda/deshoje (50 días de sembrado)	No

Los riesgos más latentes son las lluvias intensas y con vientos fuertes, lluvias prolongadas y sequías que en los últimos años se presentan. Al respecto el uso de semilla local es el más usado por los agricultores al considerar que no tiene costo adicional. Existen

¹² El frijol de enrollé está asociado al cultivo de maíz.

¹³ El MAGA entra granos básicos a un grupo de familias afectadas por la canícula del año 2014.

escasos agricultores que ensayan el uso de semilla mejorada ICTA Don Marshall, los resultados son satisfactorios por el rendimiento. Observan que la variedad criolla del maíz negro y maíz amarillo es más resistente a vientos por su altura, asimismo, son resistentes a la sequía. Observan que el maíz criollo de color blanco es más alto y propenso a vientos fuertes.

A inicios del año 2014, un grupo de productores de granos básicos recibe apoyo técnico para fortalecer sus capacidades en la selección masal, elaboración de aboneras, conservación de suelos, sistemas agroforestales y diversificación de cultivos. Las instituciones que apoya son el MAGA y CATIE con el proyecto de “Gestión del conocimiento para la innovación del desarrollo rural sostenible”, que tiene como fin fortalecer la agricultura familiar y la economía campesina. Esta acción fortalece el sistema nacional de extensión rural que promueve el MAGA.

Las acciones implementadas son efectivas por los resultados que se tienen en los cultivos, se califica el grado de éxito vinculado con la eficiencia de las acciones implementadas. Los criterios propuestos y validados por los agricultores son: 1) muy buena; 2) buena; y 3) regular; los cuales son calificados por las consideraciones y las condiciones habilitadoras que se enuncian en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4. Acciones implementadas por tipo de riesgo en producción de maíz

Medidas/ acciones	Grado de éxito	Consideraciones	Replicables/ Condiciones habilitadoras
Riesgo por sequía			
Selección masal	Muy buena	Conservación de semillas con resistencia a la variabilidad climática Aumento de rendimiento	Disposición de tiempo/ semilla tratada previo a la siembra. Técnico (capacitaciones)
Consideración fase lunar	Muy buena	Plantas más resistentes Menos daño en cosechas (polilla)	Conocimiento/ Intercambio de experiencias Capacitaciones
Ajuste de fechas de siembra	Regular	Prevención pérdida de semilla y mano de obra	Que llueva al menos 3 veces Mano de obra
Conservación de suelos, curvas a nivel/acequias	Buena	Reduce la erosión	Disponibilidad de mano de obra
Labranza mínima	Buena	Milpa resiste a sequías y se cosecha a buen tiempo. No fertilizar al inicio de la canícula	Preparación de suelos (nov y dic.) con capacidad para retener humedad/ humano/ financiero
Manejo de rastrojo	Buena	Mejora la textura del suelo y conserva la humedad, aporte de materia orgánica	Mano de obra
Efectiva	Buena	Efectivo desarrollo de planta	Programación efectiva

Fertilización, abono orgánico		Plantas resistentes	Intercambio de conocimiento financiero
Control de plagas y enfermedades	Buena	Efectivo desarrollo de la milpa	Sistema preventivo Humano, insumos agrícolas
Riesgo por heladas/bajas temperaturas			
Ajuste de fecha de siembra	Buena	Evita pérdida de mano de obra y semillas	Disponibilidad de agricultores en postergar la siembra
Riesgo por lluvias intensas y vientos fuertes			
Control de plagas y enfermedades	Muy buena	Controlar gusano cogollero y gallina ciega, mancha de asfalto	Conocimiento técnico /Humano/ Financiero
Doble de punta (incluye la carga)	Muy buena	Evita la pudrición de la mazorca	Maduración del fruto Mano de obra/financiero
Drenaje	Buena	Evita la inundación de cultivos	Humano/ Herramientas de labranza
Siembra a la dirección del viento	Buena	Reduce la caída de la milpa	Humano para diseño
Densidad del cultivo	Buena	Mejora la radiación solar, cultivo menos denso y reduce el impacto de vientos fuertes Mejora rendimiento	Disponibilidad de los agricultores en la práctica Capacitaciones
Riesgo por granizo			
Poda	Muy buena	Estimula el desarrollo y el crecimiento de la planta (No más de 60 días de sembrado)	Sí, considerar la fase fenológica del cultivo/ Mano de obra

Productores de arveja china y arveja dulce

El cultivo de arveja en Comalapa tiene más de 25 años, en promedio cultivan 0.7 hectáreas por agricultor durante el año dividido en 2 a 3 ciclos. La producción estimada es 225 qq/ha, en promedio son 400 productores de arveja en todo el municipio. Los productores observan que la plantación de arveja es muy sensible a las heladas, lluvias intensas, sequía, granizos y a vientos fuertes. Ante los fenómenos climáticos, es notable el incremento de plagas y enfermedades. *“Hace 15 años no era común la presencia de plagas como trips o pulgón, ahora es muy difícil de controlarlo”* (Entrevistado). Otras plagas que se han incrementado y son más resistentes ante la aplicación de insecticidas son: gallina ciega también con presencia en cultivo de maíz, mosca minadora, variedad de gusanos: nochero, alambre, medidor, minador; y ácaros. Incremento de enfermedades: marchitez por fusarium, mildium polvoriento, tizón bacteriano.

Se ha observado el aumento de presión ejercida por la demanda de agua, aunado a las condiciones ambientales; lo cual conlleva implementar medidas para optimizar el recurso agua. Los agricultores estiman que entre 20% a 30% implementan sistemas de riego (por aspersión, manual con manguera y por goteo). Un grupo mayoritario busca parcelas cuyos suelos tienen la capacidad de conservar la humedad y desarrollan labranza mínima o barbecho para mejorar la humedad. Son diversos los motivos que limitan el acceso al recurso agua, entre ellos: parcelas aisladas de las fuentes de agua, problemas para la obtención de paso, costo elevado de la infraestructura para acceder al recurso agua y las fuentes de agua son más escasas. El cultivo está expuesto a las condiciones climáticas y ambientales y al ser un cultivo sensible, implica mucho riesgo para su producción.

En la **Figura 16**, calendario estacional, cita las distintas acciones implementadas por los productores de arveja.

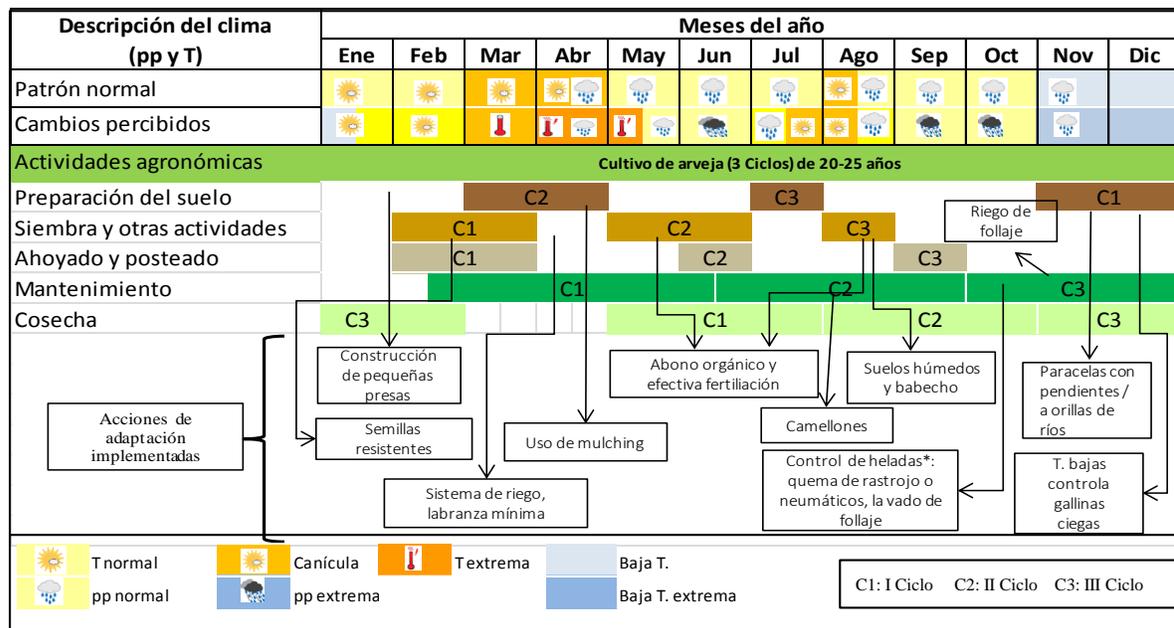


Figura 16. Calendario estacional y acciones implementadas. Producción de arveja

Las acciones implementadas para reducir el impacto de la variabilidad climática se describen en el **Cuadro 5**; se hace referencia de las amenazas, sus impactos y de posible apoyo que reciben los agricultores.

Cuadro 5. Impacto de la variabilidad climática en la producción de arveja

Impactos en la producción de arveja	Acciones	Apoyo externo
Riesgo climático: lluvias intensas con vientos asociados a eventos extremos. Con severidad y frecuencia creciente.		
↓ Rendimiento (pérdidas 75%)	Conservación de suelos (curvas a nivel/acequias)	Iniciativas propias
↓ Baja calidad	Uso de camellones, drenar las aguas. Uso de abono orgánico (II y III ciclo)	Asesores de ventas de productos agroquímicos
↑ Enfermedades y plagas + inversión en agroquímicos	Drenaje Control de plagas y enfermedades	
Riesgo climático: sequía con severidad y frecuencia creciente.		
↓ Rendimiento (pérdidas 30%)	Habilitar pequeños embalses. Sistema de riego manual, por aspersión o goteo	Asesores de ventas de semillas
↓ Baja calidad	Semillas resistentes a lluvias intensas	Asesores de ventas
↑ Enfermedades y plagas + inversión en agroquímicos	Semillas resistentes a sequías I ciclo cultivo en suelos húmedos Fertilización efectiva Uso mulch Barbechos	APAC-PNT San Juan Agroexport Cooperativa 4 Pinos
Riesgo climático: baja temperatura y heladas: poco severo y frecuente		
Quema follaje		
↓ Rendimiento y calidad 40%	Estufas Riego o lavado de follaje	No
Heladas fuertes marchita el cultivo < 0°C	Cultivar en parcelas con pendientes	
Riesgo climático: granizos poco severo y frecuente		
↓ Rendimiento y calidad (25%) durante las décadas de los 90 a la fecha	Podas en plantaciones no mayores de 40 días de siembra.	No

Los proveedores de semillas y de productos agroquímicos, las exportadoras San Juan Agroexport y Cooperativa 4 Pinos son los aliados que brindan asistencia técnica y capacitaciones. En Comalapa existe la organización local APAC-PNT quien ha fortalecido las capacidades a los socios en temáticas de buenas prácticas agrícolas BPA. Los agricultores admiten la carencia de capacitaciones referidos a la variabilidad climática.

Basado en los resultados y tomando en cuenta las consideraciones que contribuye al grado de éxito, asimismo las condiciones habilitadoras que aportan para la obtención de resultados satisfactorio por parte de los agricultores **Cuadro 6.**

Cuadro 6. Acciones implementadas por tipo de riesgo en producción de arveja

Medidas/ acciones	Grado de Éxito	Consideraciones	Replicables/ Condiciones habilitadoras
Riesgo a sequía			
Semillas resistentes a la sequía	Muy buena	Mayor resistencia a la sequía	I ciclo en verano Asistencia técnica e intercambio de experiencia
Pequeños embalses	Muy Buena	Implementar sistemas de riego en época de estiaje	Fuentes de agua accesibles Humano, físico/tecnológico
Sistema de riego por goteo	Muy buena	Optimización del recurso agua Menos esfuerzo humano	Accesibilidad (cantidad, legal, costos) / conocimiento técnico
Sistema de riego por aspersión	Buena	Mayor cantidad de agua	Agua por gravedad Costos de accesorios
Sistema de riego manual (con manguera)	Regular	Se requiere mucho tiempo y se desperdicia el agua	Suficiente agua y disponibilidad de mano de obra. Aplicable en pequeñas parcelas
Efectiva fertilización	Buena	Efectivo desarrollo de planta Plantas resistentes	Programación efectiva Intercambio de conocimiento Financiero
Barbechos o labranza mínima	Buena	Conserva la humedad y elimina la maleza	Aplicable en parcelas que conserva humedad / mano de obra
Riesgo a heladas/bajas temperaturas			
Parcelas con pendientes	Buena	Reduce daños en cultivos	Útil ante heladas no fuertes
Estufas	Buena	Regula la temperatura	Pequeñas parcelas (2 cuerdas)
Riego o lavado de follaje	Buena	Eliminar la escarcha, no quemar el follaje	Disponibilidad de agua y mano de obra
Riesgo a lluvias intensas y vientos fuertes			
Conservación de suelos, curvas a nivel/acequias	Buena	Reduce la erosión	Disponibilidad de mano de obra y habilidades técnicas
Semillas resistentes	Muy buena	Se obtiene buena cosecha Reduce riesgo a enfermedades	Conocimiento técnico
Camellones Drenajes	Muy buena	Evita la inundación radicular y previene enfermedades	Manejo agronómico y cultural /humano
Abono orgánico	Muy buena	Regula la temperatura en el área radicular	Disponibilidad de abono orgánico y recursos Financiero
Riesgo a presencia de granizo			
Poda	Regular	Favorece crecimiento de retoños	Mano de obra Abono foliar

Productores de tomate en invernaderos

Un grupo pequeño de productores de tomate decide tomar acciones preventivas enfocadas en la adopción de prácticas y tecnologías. El cultivo en invernaderos con sistemas de riego por goteo, uso de mulching, uso semilla o plántulas resistentes al estrés hídrico ha favorecido la producción de tomate. Previo a la construcción de un invernadero se consideran los siguientes: asegurar el mercado de lo que se va a producir, la accesibilidad a fuentes de agua para sistema de riego, acceso a energía (energía eléctrica o combustible para funcionar sistema de riego), topografía del terreno, accesibilidad a carreteras. También considerar aspectos técnicos para el diseño y la construcción del invernadero; tales como la dirección del viento, la radiación solar para un mejor balance calórico dentro del invernadero, el área de construcción debe estar aislado de árboles para evitar la sombra.

Conocer las buenas prácticas agrícolas y el manejo de la temperatura dentro del invernadero es fundamental; *“la siembra en invernaderos necesita mucho cuidado, el agricultor debe estar atento todos los días para controlar la temperatura y prevenir las enfermedades y plagas”* (Entrevistado). En este contexto, las acciones por parte de los productores de tomate están estrechamente relacionadas con las capacitaciones, asistencia técnica e intercambio de experiencias durante más de 7 años consecutivos. La experiencia evidencia diferencias en el comportamiento de la plantación derivado de la variabilidad climática, tal es el caso del estrés que sufre la plantación *“Hace 6 años recuerdo bien que regaba 3 a 4 veces por semana en este invernadero, ahora estoy regando todos los días, cuando el sol pega fuerte, riego otro rato en la tarde”* (Entrevistado). También observan que los suelos ya no tienen la misma capacidad en retener la humedad por las altas temperaturas.

Aún con la tecnología adoptada, los riesgos de tipo climático ejercen un impacto negativo en el cultivo. La implementación de varias acciones contribuye en la mejora de la producción **Figura 17**.

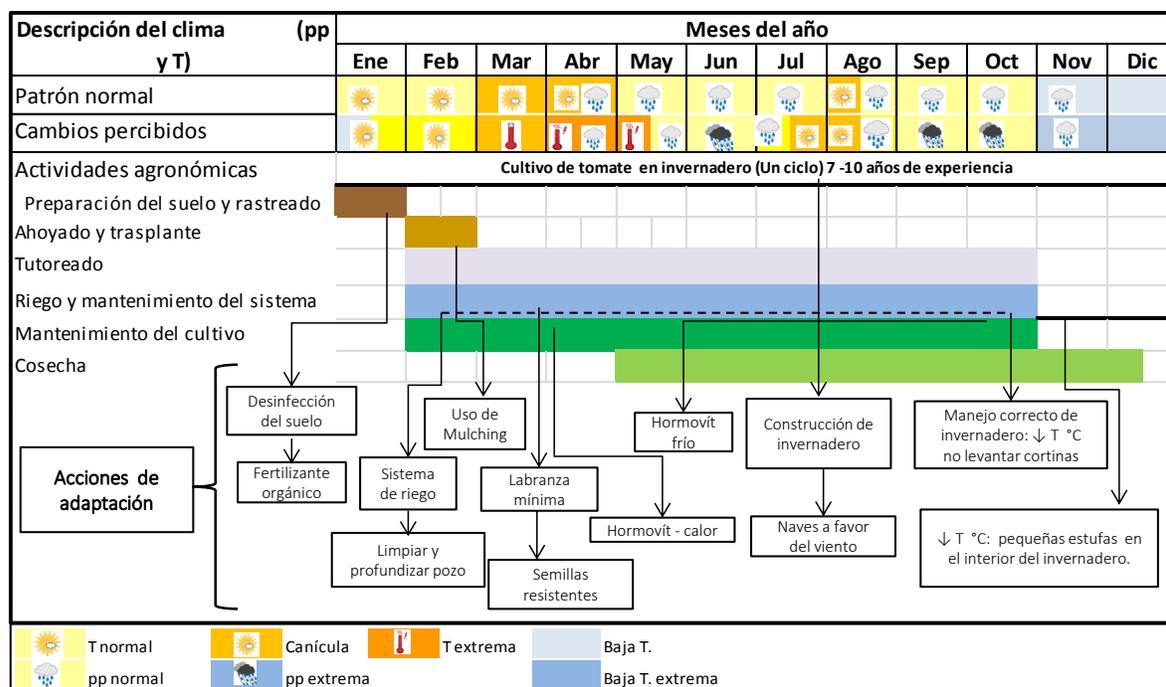


Figura 17. Calendario estacional y acciones implementadas. Producción de tomate.

Derivado de la experiencia, el intercambio de conocimiento entre productores, capacitaciones constantes y asistencia técnica han permitido el desarrollo de acciones que contribuyen en la reducción de daños provocados por los fenómenos climáticos. En el **Cuadro 7**, se citan las amenazas, los impactos, las acciones implementadas y de eventual apoyo que han recibido los agricultores.

Cuadro 7. Impacto de la variabilidad climática en la producción de tomate

Impactos en producción de tomate	Acciones	Apoyo externo
Riesgo: lluvias intensas con vientos: con baja severidad y frecuencia creciente		
↓ Rendimiento (pérdida 5%) bajo invernadero	Invernaderos	
	Efectiva fertilización	
	Pequeñas estufas dentro del invernadero (durante la noche)	Rikj Swan, Ut'z Samaj/ Universidad de Texas / CATIE/ MAGA
	No levantar las cortinas	
	Hormovít frío	
	Camellones, drenajes	
Riesgo: sequía con baja severidad y frecuencia creciente		
Reducción de las fuentes de agua (pozo artesanal)	Profundización de pozos 1.50 m.	No
↑ Aumento de costos	Mulching sintético	
	Aumento número de riego	Rikj Swan,

	Hormovít calor	Ut'z Samaj
Riesgo: baja temperatura y heladas: baja severidad y frecuente		
Retrasa la maduración del fruto. Desarrollo lento de la plantación	Estufas fuera del invernadero ($T < 2^{\circ}\text{C}$) Estimulación de plantas: hormovít frío	Ut'z Samaj

Cuadro 8. Acciones implementadas por tipo de riesgo para la producción de tomate

Medidas/ acciones	Grado de éxito	Consideraciones	Replicables/ Condiciones habilitadoras
Riesgo a sequía			
Invernadero	Muy buena	Protección de cultivo a la variabilidad climática Regula la temperatura interna	Conocimiento técnico, recursos financieros, acceso a caminos, agua y mercado
Sistema de riego por goteo	Muy buena	Optimización del recurso agua Sistema práctico	Accesibilidad (cantidad y calidad, legal, costos) / conocimiento técnico
Perforación de pozo artesanal	Muy buena	Disponibilidad de mayor cantidad de agua	Mano de obra
Efectiva fertilización	Buena	Mejora del desarrollo de la plantación	Fertilizantes y mano de obra
Mulching sintético	Muy buena	Protege la humedad, evita crecimiento de maleza Evita contacto de frutos al suelo	Conocimiento técnico, recurso financiero
Hormovít calor	Buena	Estimula el desarrollo de las plantas Reduce el estrés	Recursos financieros y conocimiento técnico
Riesgo a heladas/bajas temperaturas			
Estufas en el invernadero	Buena	Regula la temperatura Práctico y de bajo costo	Conocimiento y disponibilidad de tiempo
Riesgo a lluvias intensas y vientos fuertes			
Hormovít frío	Buena	Estimula el desarrollo de la planta	Conocimiento técnico y recursos financieros
Camellones	Buena	Evita posibles inundaciones Reduce la compactación del área radicular	Mano de obra
Abono orgánico (AO)	Muy buena	Regula la temperatura Mejora el área radicular	Mano de obra, conocimiento técnico. Acceso al AO

Las medidas de adaptación implementadas por los agricultores están sujetas a la eficiencia en las cosechas de los beneficios traducidos en disponibilidad de alimentos, obtención de excedentes para la generación de sus ingresos; la disponibilidad de recursos financieros para adquirir materiales, equipo, accesorios y el pago de mano de obra para implementarlos; asimismo, la disponibilidad de la mano de obra local.

2.3.4 Criterios generales para la adopción de medidas de adaptación

Los grupos focales coincidieron con criterios para la toma de decisiones individuales o colectivas para la adopción de tecnologías o prácticas agrícolas:

- a) **Beneficio:** hace énfasis en que lo que se va a cosechar sea indispensable en la canasta básica como lo es el maíz y frijol o disponer de mercado para su comercialización local o exterior que permita la generación de utilidades para sustentar los costos de las prácticas o tecnologías a adoptar. Este criterio está relacionado con el capital humano al admitir de lo que se coseche satisfaga una necesidad básica. Así también es vinculante al capital financiero al esperar que genere utilidades de lo que se cosechará.
- b) **Conocimiento:** disponer de conocimiento básico, acceso a capacitaciones y asistencia técnica para garantizar la eficiencia de la medida adoptada. Este criterio está estrechamente relacionado con el capital humano al referirse a las habilidades necesarias para tomar una decisión.
- c) **Efectividad:** la medida adoptada minimiza los impactos de las amenazas climáticas en los cultivos. Asimismo, dicha medida que se práctica no implica dificultad en su implementación y manejo. Se vincula con el capital financiero invertido al referirse en la reducción de impactos en los cultivos. Es vinculante al capital humano al vincularse con la facilidad del manejo.
- d) **Accesibilidad:** referente al acceso del recurso agua para sistema de riego, acceso a carreteras importantes, acceso a energía eléctrica o sustituto, acceso a parcelas propias, si son rentadas debe ser un período mayor de 6 años, acceso a créditos. Es vinculante a los recursos naturales, físico y financiero.
- e) **Externalidades:** las tecnologías y las prácticas a implementar no afectan negativamente a los propios agricultores y a terceros. Hace referencia a posibles daños que puedan afectar los medios de vida y recursos en general de los agricultores.

2.3.5 Recurso que viabiliza la adopción de medidas y sus barreras

Los recursos o capitales que favorecen la adopción de tecnologías y prácticas de adaptación agrícola varían de acuerdo al nivel de conocimiento, habilidades, emprendimiento de los agricultores sumado al acceso financiero, de los recursos hídricos, infraestructura, el

nivel de organización traducidos en la capacidad de gestión (**Figura 18**). En el marco de los capitales de la comunidad se consideraron varios indicadores (Anexo cuadro 9).

Productores de maíz

El capital cultural es relevante para los productores de maíz por su importancia en la canasta básica y al ser imprescindible en la dieta alimentaria de las familias. En el proceso productivo, la riqueza constituida en los conocimientos tradicionales tales como la consideración de la fase lunar para la siembra y cosecha, el uso de cenizas, aboneras, han sido transmitidos de generación en generación (TNC 2015). Esto ha permitido acumular experiencias que posibilitan habilidades para su capital humano.

Los suelos fértiles, la precipitación y la tenencia de pequeñas fincas con bosque se constituyen en su principal capital natural. Los bosques son percibidos por los agricultores como un activo que contribuye en la regulación del clima y en filtración de la precipitación que alimenta fuentes de agua.

Las barreras identificadas son:

- Fuerte arraigo en el cultivo de maíz, se manifiesta en los agricultores mayores de edad (mayores de 50 años de edad); lo cual dificulta emprender la diversificación de sus cultivos. En este sentido, la cultura limita a una parte de la población para optar otras alternativas para responder al cambio climático (Clements *et al.* 2013).
- Escasa capacitación y ausencia de asistencia técnica. En el estudio, Armendáriz *et al.* (2013) citan que el 97 % de jefes de hogar no han tenido acceso a capacitación. En tanto el 72% desea acceder a capacitación relacionada con la agricultura, asimismo identifica el hallazgo de que cuanto mayor es la edad del jefe de hogar agrícola, los ingresos disminuyen en un 0.125% por cada año adicional.
- Ausencia de organizaciones afines a la producción de maíz, que es secuela de la guerra interna que sufriera el país (**Figura 4**).
- Al no poseer parcelas propias, el acceso a recursos financieros representa una barrera para los agricultores en la adopción de prácticas y tecnologías agrícolas “*Nosotros no podemos sembrar árboles o zacatón¹⁴ en los cultivos, porque las parcelas no nos pertenecen*” (Entrevistado).
- No tener acceso a créditos es una barrera, ya que las agencias bancarias o cooperativas otorgantes de créditos exigen que el cultivo a financiar debe generar utilidades.

¹⁴ Pastos para ganado que pueden ser sembrados en terrazas vivas.

- Para muchos pequeños agricultores, no disponer de parcelas propias representa una barrera más para ser objeto de créditos.
- No disponibilidad de seguros agrícolas y la inexistencia de subsidios impiden reducir los efectos de la variabilidad climática.
- El maíz es un producto no rentable, lo que implica un impedimento para acceder a créditos agrícolas. Los costos de producción se equiparan con los ingresos por venta de maíz (Anexo costos de producción). En tanto, la tendencia del cultivo de maíz se mantiene (**Figura 4**); así como su importancia en la seguridad alimentaria nutricional que se caracteriza al poseer un arraigo ancestral (Bonilla 2014).
- En la localidad, los productores no conocen de la existencia de normativas que limiten o incentiven la producción de maíz.

Productores de arveja

Los productores de arveja tienen ventaja en comparación con los productores de maíz. El capital humano posee amplios conocimientos en el proceso productivo, que han adquirido a través del intercambio de experiencias entre productores vecinos, asistencia técnica y de capacitaciones vinculadas a buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de manufactura, manejo de plaguicidas, manejo integrado de plagas. Estas capacitaciones han sido facilitadas por la asociación local APAC-PNT, San Juan Agroexport y de los proveedores de semillas y productos agroquímicos.

El acceso a las parcelas propias o rentadas con pendientes y suelos húmedos representa una ventaja para reducir el impacto de las heladas y sequías. Disponer fuentes de agua para el sistema de riego o parcelas con suelos húmedos posibilita desarrollar tres ciclos de cultivo anuales.

Un grupo minoritario tiene acceso a créditos porque son propietarios de pequeñas fincas y disponen de otros bienes, tales como vehículos, casas, equipo para sistemas de riego que se traducen en garantía para acceder a créditos agrícolas.

Tienen desventaja en el capital cultural al considerar que la arveja no se consume a nivel local. Propician el uso abonos orgánicos para conservar la fertilidad de los suelos.

Las principales barreras que afrontan los agricultores de arveja se constituye en:

- La no disposición de parcelas con acceso al recurso hídrico para sistema de riego.
- No contar con recurso financiero para adoptar tecnologías de adaptación, tales como eficiencia en el sistema de riego, techado del área de cultivo.
- Las organizaciones carecen de plan estratégico para reducir los impactos de la variabilidad y el cambio climático.
- Los productores no manejan con eficiencia las proyecciones del clima para tomar medidas propicias.

- La inestabilidad de los precios de venta y el incremento de costos de producción reduce la posibilidad para la adopción de medidas de adaptación.

Las normas existentes para disponer de certificados de calidad para asegurar la inocuidad de los alimentos¹⁵ para la producción arveja con fines de exportación no ha sido barrera para los agricultores.

Productores de tomate

Los productores de tomate bajo invernadero son los que representan más ventajas en la adopción de medidas de adaptación agrícolas con respecto a los productores de maíz y arveja. La ventaja se ha logrado a través del fortalecimiento de capacidades humanas de manera continua, para procesos productivos tecnificados y adaptados al cambio climático. Han recibido más de quince capacitaciones y tienen acceso a asistencia técnica, intercambio de experiencia entre productores locales y con otras organizaciones afines. Estas acciones constituyen un capital humano fortalecido y competitivo.

Los productores de tomate han trabajado de manera colectiva. Estar organizados les ha permitido el consorcio con otras organizaciones agrícolas afines, acceso a créditos grupales para la construcción de invernaderos, sistemas de riego tecnificado y la comercialización de sus productos. Los productores de tomate asociados expresan un aumento significativo en sus ingresos agrícolas debido a su participación en la organización. También ha permitido adquirir responsabilidades y derechos en el interno de la organización.

La toma de decisión ha sido a través de la activa participación en las asambleas generales que se desarrolla en la organización. En este contexto, Armendáriz *et al.* (2013) hacen énfasis en el capital social es un medio que favorece efectos positivos y significativos en los procesos de producción agrícola de los hogares de Guatemala. Con el hecho de que el jefe de hogar sea participe en organizaciones agrícolas, cooperativas, comités de riego u otros modelos organizativos, incrementa del valor de la producción agrícola. Para los productores de tomate, una desventaja poco significativa es tener socios que, en su mayoría, son jóvenes y necesitan mayor formalidad para el cumplimiento de compromisos.

De manera individual han tenido barreras al acceder a créditos al no tener garantías que exigen los bancos, no se dispone de seguros agrícolas. También el precio de sus productos es inestable. La ventaja es que el tomate es de consumo local lo que representa una demanda constante.

Los asociados admiten que el principal recurso para su sistema productivo es el acceso al agua para su sistema de riego. La tenencia de servicio de agua en el hogar, acceso a servicio

¹⁵ Certificados Complementarios Calidad y seguridad: GlobalGap y HACCP.

eléctrico, acceso a principales carreteras son elementos que influyen positivamente en la capacidad adaptativa. Aunque en los últimos 5 años este recurso ha sufrido una reducción en los pozos artesanales. Los agricultores prevén la posibilidad de un mecanismo de compensación por servicio ambiental hídrico en el mediano o largo plazo para evitar posibles indiferencias con vecinos que residen en las cercanías de los invernaderos.

Una barrera generalizada en los productores de arveja y maíz es que no tienen acceso y manejo de información climática a nivel local, también se refleja en los productores de tomate. Algunos se informan de las condiciones climáticas, pero tienen dificultades en su interpretación y manejo. En este sentido, es preciso propiciar una alternativa para difundir de forma mediática la información climática local. Se considera que el acceso y el manejo de la información climática puede ayudar a los agricultores en la toma de decisiones para el ajuste en el manejo de sus cultivos y afrontar la variabilidad climática y eventos extremos conexos (FAO 2010).

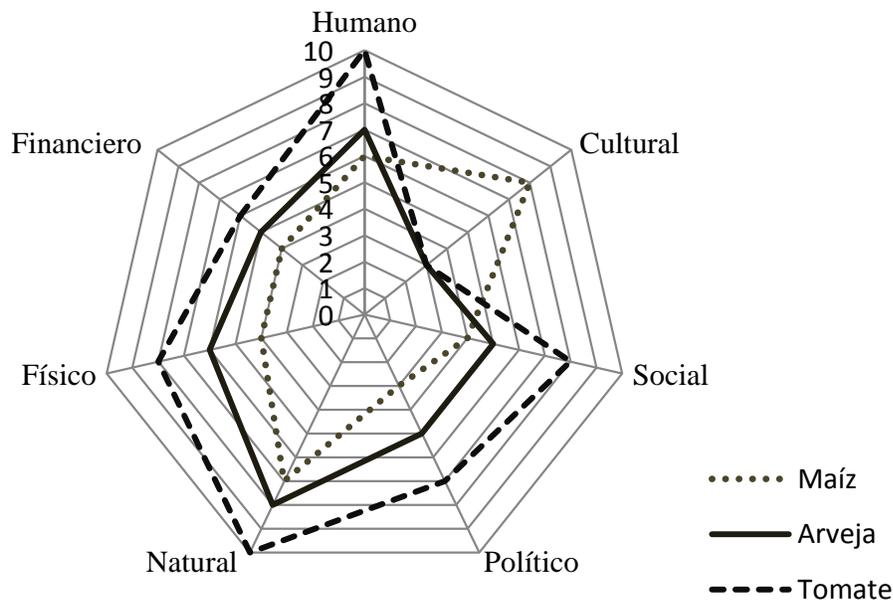


Figura 18. Capitales que favorecen la implementación de acciones de adaptación

Cabe resaltar que Guatemala dispone de la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto de Invernadero (Decreto 7-2013); la cual expresa de manera objetiva que las instituciones públicas deben contar con planes estratégicos institucionales orientados a la reducción de la vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático. También ha establecido el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC) que regula y monitorea el desarrollo de acciones como la Política Nacional de Cambio Climático. Con respecto al agro le compete al MAGA, a nivel nacional en el marco del Plan Estratégico del

Cambio Climático ha viabilizado tres ejes estratégicos vinculante a la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima ASAC, mecanismos en adaptación, mitigación y fortalecimiento institucional.

El MAGA ha implementado el Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER) y uno de sus objetivos específicos es “propiciar y fortalecer el involucramiento de los gobiernos municipales en la información de capacidades productiva de los agricultores en particular y en el desarrollo de sus comunidades en general” (MAGA 2013). En el municipio de Comalapa existen esfuerzos recientes como la creación de los Centros de Aprendizaje de Desarrollo Rural (CADER) con el apoyo del CATIE, su reciente creación aún no se expandido para atender la demanda.

Medidas de adaptación no exitosas

Los agricultores hicieron referencia de algunas prácticas y tecnologías agrícolas que no fueron exitosas, ya sea por la falta de conocimiento para su adopción, son pocos eficientes, medidas laboriosas o medidas que generan otros daños.

- Semillas: algunos productores de maíz propiciaron el uso de otras variedades de semilla de maíz provenientes de otras regiones, los resultados no fueron exitosos. Por lo tanto, los agricultores deben asesorarse al usar otras variedades de semilla, las cuales se acoplen a las condiciones climáticas de la zona.
- Fertilización: hace referencia a la fertilización química u orgánica aplicada durante la canícula. Por falta de humedad en el suelo afecta el área radicular y marchita la plantación. La fertilización debe aplicarse durante época lluviosa. Aplicar abono orgánico en arveja durante verano, anida y propicia la reproducción de gallina ciega.
- Estufa: práctica que consisten en la quema de neumático, aserrín o rastrojo para regular las bajas temperaturas y evitar el impacto de las heladas. Implica esfuerzo humano para su preparación y en la obtención de materiales. Los resultados no son eficientes y genera externalidades negativas en la salud de los trabajadores. La alternativa es techar el área cultivable.
- Microtúneles y macrotúneles: no representa ventajas para los productores, consideran que en la época de invierno no es eficiente, asimismo en verano por las bajas temperaturas extremas. Son laboriosas y deben ser renovadas cada ciclo de cultivo. En tanto es necesario fortalecer las capacidades técnicas de los agricultores, ya que la tecnología puede ser oportuna para productores que rentan parcelas.
- Riego manual: esta práctica fue implementada por los productores de tomate y arveja, implica esfuerzo humano y los resultados no son eficientes al no disponer del recurso agua en cantidades que demanda el cultivo.
- Protección con mulching: cubrir la plantación de tomate en horas de la tarde para evitar el impacto de las heladas. Los resultados no fueron eficientes, la planta de

tomate es muy sensible a las bajas temperaturas. Asimismo, es una acción muy laboriosa.

- Mulchin natural: práctica laboriosa que consistió en el uso de paja de trigo u hoja seca de pino para conservar la humedad en plantación de tomate. No fue eficiente, propició el crecimiento de malezas y el contacto de frutos con el suelo facilita la pudrición. Es sustituido por el mulching plástico.

Medidas de adaptación que podrían implementarse

Existen otras prácticas o tecnologías que pueden ser implementadas que, al carecer de asistencia técnica, recursos financieros, acceso a recurso agua para riego o al no disponer de parcelas propias, limitan ser adoptadas.

- Sistemas agroforestales: los productores de granos básicos los consideran como una opción, tomando en cuenta la alta dependencia del uso de leña para cocción de alimentos. No se tiene amplio conocimiento al respecto. Para algunos agricultores, representa una barrera al no tener parcelas propias.
- Techado del cultivo: los productores de arveja admiten que el techado del cultivo de arveja es una opción definitiva para contrarrestar los impactos ejercidos por lluvias copiosas y prolongadas, granizos y heladas. Al implementarse, conlleva tener parcelas propias o rentadas por un período mayor de 5 años, requiere sistema de riego por goteo, asimismo puede favorecer la cosecha de agua de lluvia.
- Cosecha de agua de lluvia: los productores de tomate ven como una oportunidad al disponer los invernaderos para captar el agua de lluvia. Implementar un sistema de cosecha de agua implica altos costos y necesita asistencia técnica para su implementación. Sumado a un mecanismo para garantizar precios estables de la arveja para que el sistema sea sostenible.
- Diversificación de cultivos: es una medida propuesta por los tres grupos de agricultores, requiere de asistencia técnica, capacitación, financiamiento, mercado para lograr comercializar sus productos. Crean que es una alternativa para todos para el fomento económico familiar.
- Calefacción tecnificada: los productores de tomate pueden mejorar el sistema productivo en invernaderos. Para las temporadas largas con temperaturas bajas, es preciso la calefacción. Requiere asistencia técnica y energía eléctrica estable.
- Construcción de presa: para los agricultores, el río Pixcayá puede representar ventajas competitivas al disponer de una presa para el riego de sus cultivos. Para lograrlo, se requiere una estrecha coordinación con autoridades locales, MAGA y organizaciones afines. Asimismo, la construcción de una política local que contemple el ordenamiento territorial, reglamentos para usuarios y derechos de paso. Sumado a un sistema de compensación de servicios ambientales y de la organización eficiente de agricultores.

Otras barreras

Institucionalidad

Adicional a los esfuerzos que se han establecido a nivel nacional en el marco institucional y político, deben fusionar alianzas organizacionales de la localidad para apropiarse del citado marco legal para la construcción de propuestas locales en las que se promueva la participación de los sectores de manera incluyente e igualdad de género. El aporte de la mujer en proceso de adaptación no se visibiliza por la escasa participación directa en los procesos agrícolas.

Créditos agrícolas

El cambio climático crea otras necesidades de financiamiento que deben ofertarse para atender las necesidades agrícolas, las cuales requerirán soluciones institucionales innovadoras (FAO 2010). En el contexto guatemalteco, los créditos rurales son insuficientes apenas alcanza el 1.45% del PIB (Armendáriz *et al.* 2013). Los productores entrevistados consideran que los créditos representan ventajas en los procesos productivos, es preciso la ampliación de oportunidades de financiamiento para favorecer la adopción de tecnologías y prácticas de adaptación. También añaden que la cultura de pago es vital para tener un récord crediticio para futuras oportunidades.

Seguros agrícolas

Los agricultores no conocen la funcionalidad ni las modalidades de seguros agrícolas, debido a la escasa oportunidad que se oferta en la zona de estudio. *“Los seguros agrícolas representan un mecanismo para la reducción de riesgos agrícolas”* (Entrevistado). El seguro indexado se constituye en una respuesta en materia de seguros agrícolas en países en desarrollo. El seguro indexado consiste en asegurar un índice claramente medible, tal es el caso del déficit de lluvias. La clave es el grado hasta que el indicador se relaciona con pérdidas; lo que implica una atención estricta del comportamiento del clima (Barrett *et al.* 2007). En este sentido, se requiere de estaciones meteorológicas consistentes en la zona en las que se ubican los cultivos. En la actualidad, no disponen de esta tecnología en el área de estudio.

2.4 Conclusiones

Se registran cambios en los medios de vida al eliminar la migración y disponer excedentes en la producción de granos básicos debido al uso de fertilizantes químicos, lo cual permite la diversificación agrícola y posibilita el incremento del número de estudiantes, lo cual varía la mano de obra local.

Se reduce el uso de aboneras, uso de rastros que demandan de mano de obra, por el uso de fertilizantes químicos y pesticidas por la facilidad en su aplicación y son más efectivas.

Con respecto a la percepción local se denota un cambio en la temperatura y la precipitación. Los datos históricos de las estaciones confirman el cambio de temperatura, no así en la precipitación para el caso de la estación de San Martín y para el caso de Santa Cruz sí registra una tendencia de crecimiento. En la última década, los fenómenos derivados de la variabilidad climática han sido más concurrentes y severos; han generado impactos negativos en la cantidad y la calidad de sus cosechas, y la afectación negativa en sus recursos.

El escenario climático local avizora un aumento en la temperatura máxima y mínima en la precipitación, por lo que se podría registrar una reducción. Presenta anomalías con mayor auge en zona nororiente del municipio, lo que es confirmado por los mapas de amenaza por sequía y mapa de temperatura.

Los agricultores jóvenes han tenido acceso a lo que posibilita adoptar tecnologías y prácticas en la agricultura. Se refleja en los productores de tomate y de forma regular en los productores de arveja. Caso contrario para un grupo de productores de maíz que se resisten al cambio.

Las medidas de adaptación agrícola implementadas contribuyen significativamente en la reducción de daños en sus cultivos, lo cual permite obtener cosechas en cantidad y calidad.

Los principales capitales que posibilitan implementar las acciones de adaptación para los productores de tomate son: humano, natural, social, físico-construido. Para productores de arveja: capital natural, social, humano; y para los productores de maíz son el capital humano, natural y cultural. El capital cultural para un grupo de productores de maíz de subsistencia o de avanzada edad también se convierte en una barrera por el fuerte arraigo en el cultivo de maíz. Los capitales que se han convertido

en una barrera son el capital financiero para los productores de maíz, capital físico-construido, capital humano y social. Para los productores de arveja, son el capital financiero, capital físico-construido.

Se requiere de una fusión con las tecnologías y las prácticas agrícolas, y el conocimiento tradicional para mejorar los sistemas agrícolas de subsistencia, asimismo, en los pequeños agricultores que comercializan sus excedentes.

2.5 Recomendaciones

Generar un mecanismo de diálogo a través de una mesa municipal para compartir los conocimientos de los grupos exitosos en la implementación de acciones ante la amenaza climática, manejar localmente la variable climática, las tendencias y los escenarios para fomentar capacidades locales.

Establecer una estación meteorológica a nivel de municipio para obtener datos más precisos y lograr hacer análisis más detallados.

Hacer una revisión de la estación de Santa Cruz Balanyá y conocer sobre el método en la recolección de datos, considerando las inconsistencias de datos con la estación de San Martín.

Desarrollar una investigación para priorizar y determinar beneficio-costos de las acciones implementadas por los agricultores.

2.6 Literatura citada

- Adger, W; Nigel, W; Tompkins, M. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 152:77-86.
- Aguilar, E; Peterson, T; Obando, PR; Frutos, R; Retana, J; Solera, M; Soley, J; García, IG; Araujo, R; Santos, AR. 2005a. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003, *J. Geophys. Res.*, 110, D23107, doi:10.1029/2005JD006119.
- _____. 2005b. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research*. 110D23107: 15p.
- Alfaro, W; Rivera, L. 2008. Cambio climático en Mesoamérica: temas para la creación de capacidades y la reducción de la vulnerabilidad. Consultado 30 oct., 2014. Disponible en <http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen778.pdf>
- Armendáriz, E; De Michele, R; Manzano, O; Martel, P. 2013. Reflexiones sobre el desarrollo de la economía rural de Guatemala Guatemala, 136 p.
- ASECSA (Asociación de Servicios Comunitarios de Salud, Guatemala); IARNA (Instituto de Agricultura Recrudos Naturales, y Ambiente) 2014. Estudio de impacto sobre la variabilidad climática en la producción agrícola y medidas de adaptabilidad en 10 comunidades rurales de Guatemala. Guatemala, 80 p.
- ASIES (Asociación de Investigación y Estudios Sociales). 2005. Mapas de pobreza y desigualdad en Guatemala 45. Consultado 05 Mar., 2014.
- Barrett, C; Barnett, B; Carter, M; Chantarat, S; Hansen, J; Mude, A; Osgood, D; Skees, J; Turvey, C; Ward, M. 2007. Working Paper: Poverty Traps and Climate and Weather Risk: Limitations and Opportunities of Index-based Risk Financing.
- Bebbington, A. 1999. Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development* 2712:2021-2044. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X99001047>
- Bonilla, A. 2014. Patrones de sequía en Centroamérica Su impacto en la producción de maíz y frijol y uso del Índice Normalizado de Precipitación para los Sistemas de Alerta Temprana. Honduras, 44 p.
- Carmagnani, M. 2008. La agricultura familiar en América Latina. *Problemas del desarrollo* 39153: Consultado 21-10-2015. Disponible en <http://revistas.unam.mx/index.php/pde/article/view/7720>
- CCAFS. 2014. Herramientas y Métodos para la Planeación y Toma de Decisiones en Agricultura y Cambio Climático. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).
- CEPAL. 2010. Istimo Centroamericano: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe ed. México, 76 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2014. La estimación de los efectos de los desastres en América Latina. Santiago de Chile, 43 p. (Medio Ambiente y Desarrollo).
- Cifuentes, M. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 71 p.
- CJC (Coordinadora Juvenil de Comalapa, Guatemala). 2012. Diagnóstico técnico ambiental y propuesta de manejo de los astilleros municipales de San Juan Comalapa. Chimaltenango, Guatemala, 89 p.

- Clements, R; Hagggar, J; Quezada, A; Torres, J. 2013. Tecnologías de adaptación al cambio climático: Sector Agropecuario.
- CODISRA (Comisión Presidencial contra la Discriminación y el Racismo contra los Pueblos Indígenas en Guatemala). 2010. Indicadores y Estadísticas por Pueblos y Comunidades Lingüísticas de Guatemala. Guatemala, Serviprensa, S.A. 128 p.
- COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo, Municipio de San Juan Comalapa Chimaltenango) y SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de Desarrollo San Juan Comalapa, Chimaltenango. 105 p. Consultado 2 nov., 2014.
- Dawson, B; Spannagle, M. 2009. The Complete Guide to Climate Change. 422 p. Consultado 22 sep. 2015.
- Dazé, A; Ambrose, K; Ehrhart, C. 2010. Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. Perú, CARE Perú. 52 p.
- Del Cid, A. 2013. Desarrollo territorial basado en una estrategia de turismo ecológico y cultural. San Juan Comalapa, Chimaltenango, Guatemala, CA. Ed. E Serviprensa. Guatemala, IDIES/URL/MINECO. 240 p.
- Domínguez, J; Muñoz, M; Hernández, V; Valdivia, C; Shibata, J; González, F. 2002. Relaciones térmicas en el sistema suelo-planta-atmósfera durante la incidencia del fenómeno de enfriamiento o helada. Revista Fitotecnia Mexicana 253:289-297. Consultado 23-10-2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61025309>
- Emery, M; Flora, C. 2006. Spiraling-up: Mapping community transformation with community capitals framework. Community Development 371:19-35. Consultado 26 oct., 2014.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura),. 2010. Agricultura "climáticamente inteligente", políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma (Italia),
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); IPGRI (Instituto Internacional para los Recursos Fitogenéticos). 2001. El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz. Guatemala. Consultado 15-10-2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-y3841s.pdf>
- Fernández, Á; Díaz, I; Méndez, ME; Sánchez, IV; Pyhälä, A; Reyes, V. 2014. Cambio climático y pueblos indígenas: Estudio de caso entre los Tsimane', Amazonia boliviana.10. Consultado ene., 10 2015. Disponible en [http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/\[419\]-fllam%202014.pdf](http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/[419]-fllam%202014.pdf)
- Flora, C; Flora, J; Fey, S. 2004. Rural Communities legacy + change. Boulder US, Westview Press. 372 p.
- Flora, C. 2013. El marco de los capitales de la comunidad: cambio climático, universidades y comunidades rurales. Cambio climático y adaptación en el Altiplano boliviano:58 - 71. Consultado 5 nov., 2014. Disponible en http://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&q=Rural+communities+legacy+%2B+change.+2+ed.+Flora,+CB%3B+Flora,+JL%3B+F,+S.+2004.
- Fuentes, C; Ette, J; Ortega, Á; Vivero, J. 2005. Maíz para Guatemala: Propuesta para la Reactivación de la Cadena Agroalimentaria del Maíz Blanco y Amarillo, SERIE "PESA Investigación", n°1 FAO Guatemala, Guatemala, C.A.

- G.H.F, GHF. 2009. Human Impact Report. Climate Change. The Anatomy of a Silent Crisis. 125 p. Disponible en <http://www.ghf-ge.org/human-impact-report.pdf>
- Geilfus, F. 1998. Ochenta herramientas para el desarrollo participativo: Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José, Costa Rica, IICA, 217 p.
- GHF (Global Humanitarian Forum). 2009. Human Impact Report: Climate Change - The Anatomy of a Silent Crisis. GHF, Ginebra, 2009. *In*, Global Humanitarian Forum
- GIZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica). 2012. Capacity WORKS. El Modelo de gestión para el desarrollo sostenible. El Salvador.
- Gómez, C; Corzantes, C; Calí, F; Araujo, C; Mendoza, J. 2008. Constitución de una organización para la comercialización de textiles típicos de San Juan Comalapa, Chimaltenango. Magíster In Artibus. Guatemala, Universidad Rural de Guatemala. 225 p.
- Gutiérrez-Montes, I; De Imbach, P; Ramírez, F; López, J; Say, E; Banegas, K. 2012. Las Escuelas de Campo MAP-CATIE. práctica y lecciones aprendidas en la gestión del conocimiento y la creación de capacidades locales para el desarrollo rural sostenible 52:64. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9230E/A9230E.PDF>
- Harmeling, S; Eckstein, D. 2012. Global Climate Risk Index 2013. WHO SUFFERS MOST FROM EXTREME WEATHER EVENTS? WEATHER-RELATED LOSS EVENTS IN 2011 AND 1992 TO 2011:25. Consultado 25 oct., 2014. Disponible en <http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/article/303643999.pdf>
- Hijmans, RJ; Cameron, SE; Parra, JL; Jones, PG; Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology* 25:15:1965-1978.
- IARNA-URL (Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala). 2011. Cambio Climático y Biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. 99 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2013. Cambió el clima: herramienta para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión. Montivideo, 112 p. Consultado 24-10-2014. Disponible en <http://repiica.iica.int/DOCS/B3185E/B3185E.PDF>
- Imbach, AC. 2012. ESTRATEGIAS DE VIDA "Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales". Turrialba, Costa Rica, Geolatina. 55 p. Consultado 5 nov., 2014.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques); CONAP Consejo Nacional de Áreas protegidas). 2015. Mapa Forestal por Tipo y Subtipo de Bosque, 2012. Guatemala. 26 p. (Informe Técnico).
- INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala). 2002. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002: Características de la Población y de los Locales de Habitación Censados. Guatemala. Guatemala,
- _____. 2013. Caracterización Republica de Guatemala. Guatemala, 38 p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático,). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Ginebra, Suiza., 114 p.

- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC. Ginebra, Suiza, 104 p.
- _____. 2013. Cambio Climático: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Trad. TF Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex Y P.M. Midgley (Eds.). Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América, 27 p. (Resumen para responsables de políticas). Consultado 24 oct., 2014. Disponible en http://scholar.google.es/scholar?q=Quinto+informe+de+evaluaci%C3%B3n+del+IPCC%3A+Bases+f%C3%ADsicas+&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
- _____. 2014. Cambio climático Impactos, adaptación y vulnerabilidad -Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza, 34 p. Consultado 12 de sep., 2015. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf
- Jones, P; Thornton, P. 2003. The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change* 13:51-59. Consultado 20-10-2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378002000900>
- Kijazi, AL; Chang'a, LB; Liwenga, ET; Kanemba, A; Nindi, SJ. 2013. The use of indigenous knowledge in weather and climate prediction in Mahenge and Ismani wards, Tanzania. Consultado Ene., 11 2015. Disponible en <http://www.taccire.suanet.ac.tz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/197/Indigenoues%20knowledge.pdf?sequence=1>
- Landa, R; Ávila, B; Hernández, M. 2010. Cambio climático y desarrollo sustentable para América Latina y el Caribe. British Council, PNUD México, Cátedra UNESCO-IMTA, FLACSO México. 140 p.
- Lux de Cotí, O. 2010. Gobernabilidad y pueblos indígenas. San José C. R., FLACSO, 2010. 25 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay); GDC (Gobernación Departamental Central); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana Y periurbana. Paraguay, 72 p.
- MAGA, (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación,, Guatemala). 2013. El Nuevo Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER). Guatemala,
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación); INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, V, Meteorología e Hidrología). 2002. Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala. Guatemala, 47 p.

- MARN (Ministerio de Ambiente de Recursos Naturales, Guatemala). 2015. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Guatemala, 224 p.
- Mora, J; Ramírez, D; Ordaz, J; Acosta, A; Serna, B. 2010. Guatemala: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Santiago de Chile: CEPAL-CCAD-DFID.
- Morton, JF. 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences* 10450:19680-19685. Consultado Ene., 12 de 2015. Disponible en <http://www.pnas.org/content/104/50/19680.full.pdf+html>
- Oglesby, R; Rowe, C. 2015. Impactos climáticos para Guatemala: Resultados preliminares de los modelos climáticos regionales y globales IPCC AR5. Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 40 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 26 p.
- Orlove, BS; Chiang, JC; Cane, MA. 2000. Forecasting Andean rainfall and crop yield from the influence of El Niño on Pleiades visibility. (10.1038/47456). *Nature* 4036765:68-71. Reimpreso de: 10.1038/47456 Disponible en <http://dx.doi.org/10.1038/47456>
- Oxlajuj-Ajpop. 2009. Agenda socioambiental desde el pensamiento de los pueblos indígenas. Guatemala, 84 p. Consultado Ago., 29 de 2015.
- Padilla, JA. 2006. Técnicas cualitativas para el análisis de datos. *Paradigmas* 12:76-96. Consultado Ene., 18 de 2015. Disponible en <http://publicaciones.unitec.edu.co/ojs/index.php/PAR/article/view/3/1>
- Pielke, RA; Landsea, CW. 1998. Normalized Hurricane Damages in the United States: 1925–95. *Weather and Forecasting* 133:621-631. Consultado 14-10-2015. Disponible en [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0434\(1998\)013<0621:NHDITU>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0434(1998)013<0621:NHDITU>2.0.CO;2)
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2009. El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala. 51 p. Consultado 23 oct., 2014. Disponible en http://mail50.uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/doc/otras%20publicaciones/CC_y_de_sarrollo_humano_PNUD_E.Castellanos_A.Guerra.pdf
- Rosenberg, N; Blad, B; Verma, S. 1983. *Microclimate: the biological environment*. New York, John Wiley & Sons. 495 p.
- Sain, G; López, M. 1997. Producción de maíz y políticas agrícolas en Centroamerica y México. IICA Biblioteca Venezuela. 64 p. Consultado 20-9-2015.
- Senge, P. 2004. *La Quinta Disciplina* Edit. Granica, 2da. Reimpresión ed. Argentina, Buenos Aires,
- Sobenes, A. 2014. LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COMUNIDADES MÁS VULNERABLES DE GUATEMALA. Guatemala, (Caso Comitancillo, evidencia de precariedad y abandono, agravado por la variabilidad climática.). Consultado 15 nov., 2014. Disponible en <http://www.lwfcamerica.org/uploaded/content/article/320137497.pdf>
- Taylor, J; Bogdan, R. 1984. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. *In.* p. 15:23.
- TNC (The Nature Conservancy). 2015. Conocimientos Tradicionales para la Adaptación al Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala. Guatemala, 72 p.
- UNESCO. 2006. Nota informativa sobre conocimientos tradicionales.

CAPÍTULO III

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

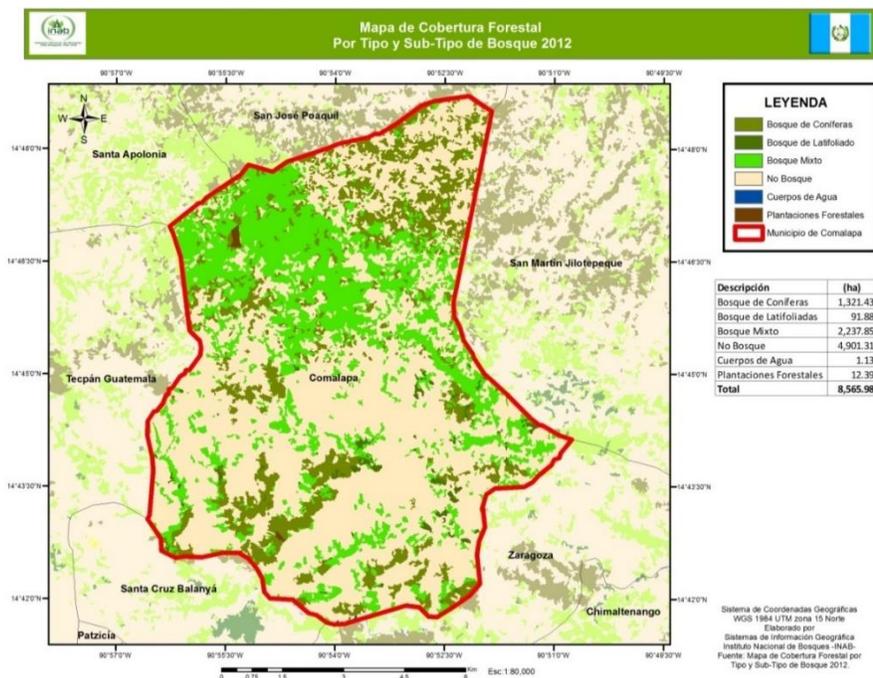


Figura 19. Mapa municipal de cobertura forestal por tipo y subtipo de bosque 2012

Fuente: INAB 2015

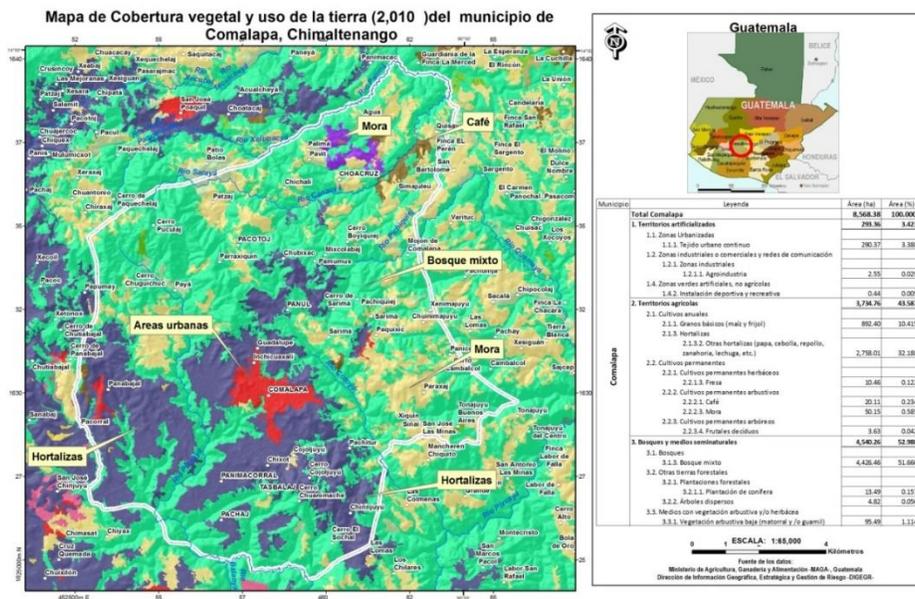


Figura 20. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra (2010) del municipio de Comalapa

Fuente: INAB 2015

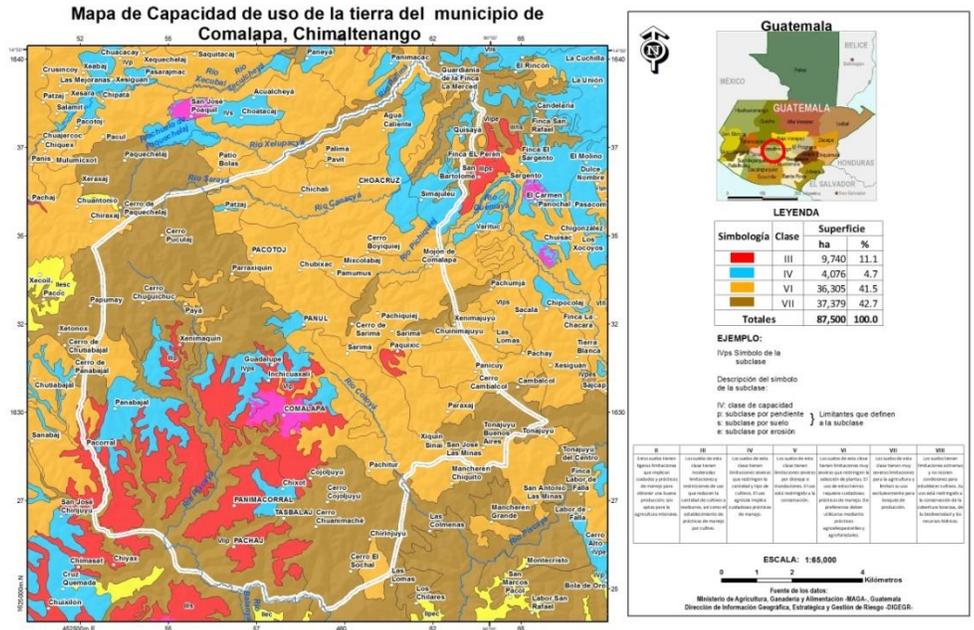


Figura 21. Mapa de capacidad de uso de la tierra del municipio de Comalapa
Fuente: SIG-MAGA, 2015

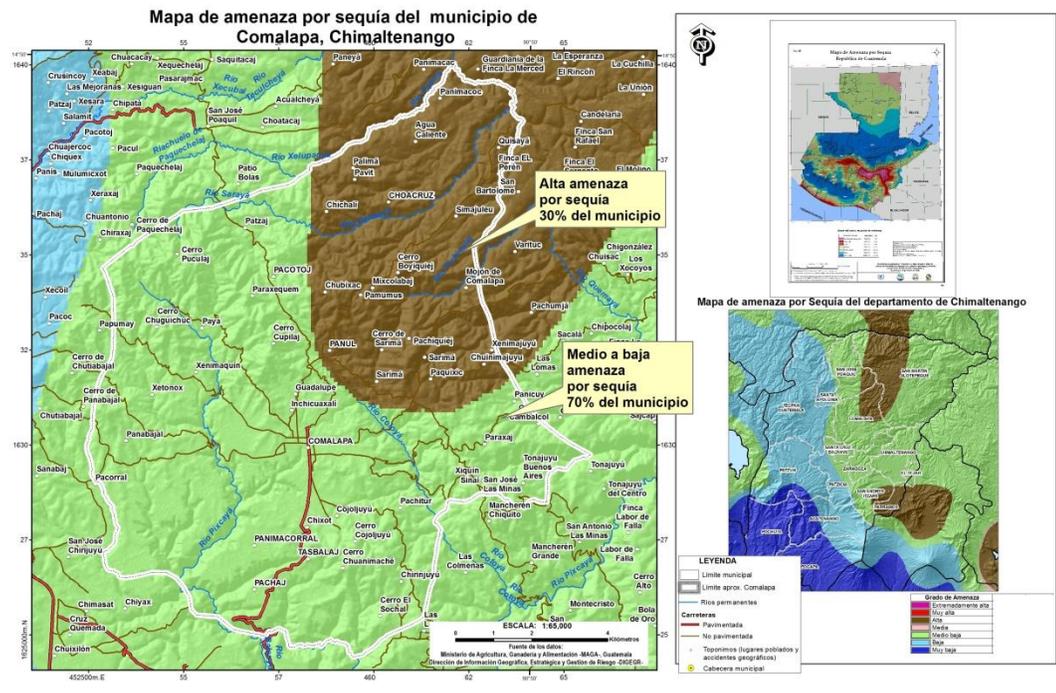


Figura 22. Mapa de amenaza de sequía del municipio de Comalapa
Fuente: SIG-MAGA, 2015

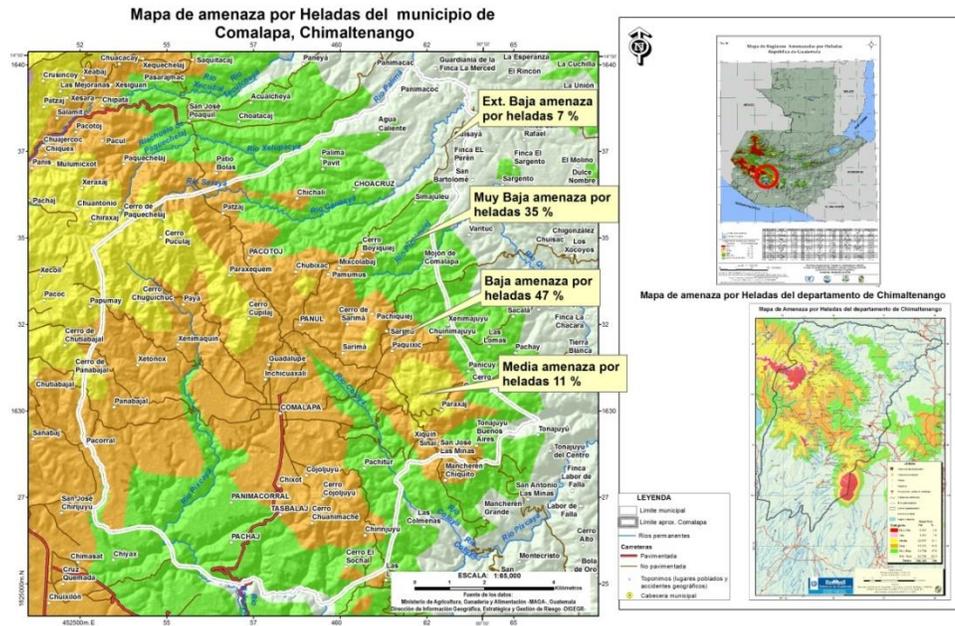


Figura 23. Mapa de amenaza de heladas del municipio de Comalapa

Fuente: SIG-MAGA. 2015

Descripción de las acciones agrícolas implementadas

- **Abono orgánico:** se emplean en el cultivo de arveja para el II y III ciclo, regula la temperatura del área radicular. No se recomienda aplicar en la época seca. Para el cultivo de tomate, se usa al preparar los camellones o surco, previo al trasplante. Se aplica en el cultivo de maíz durante la siembra o a los 45 días de sembrado.
- **Ajuste fecha de siembra:** los suelos que no conservan la humedad debido a la prolongación de la sequía dificulta la siembra de maíz. Los agricultores esperan las primeras lluvias para realizar la siembra, con esta práctica evitan perder semillas y jornadas de trabajo.
- **Camellones:** sembrar encima de los camellones o surcos permite que la parte radicular esté en alto. En parcelas planas, es común que el agua de lluvia se acumule y los camellones reducen la inundación del área radicular. Reduce las enfermedades en el cultivo.
- **Conocimiento tradicional:** está enfocado en la consideración de la fase lunar para realizar las siembras y las cosechas (luna llena); su utilidad es garantizar un buen desarrollo de la planta, mejor cosecha y evitar que el maíz (cosecha) sea menos infestado por la polilla. Así mismo, parte del conocimiento tradicional, el agricultor hace uso de abono de patio (estiércol de ganado, desechos orgánicos provenientes de los hogares, ceniza).
- **Construcción de pequeños embalses:** son estructuras prácticas hechas por los agricultores para capturar agua de quebradas e implementar sistemas de riego en áreas cultivables.
- **Control de plagas y enfermedades:** uso de agroquímicos (insecticidas y fungicidas) para el caso del maíz la semilla debe ser previamente tratada antes de la siembra. Prevenir la proliferación de gallina ciega y gusano cogollero. Del cultivo de arveja desinfectar el suelo, aplicar eficientemente el plan de manejo para prevenir las plagas y enfermedades. En períodos con lluvias intensas debe duplicarse el número de tratamiento.
- **Curvas a nivel:** su importancia radica en el control de la erosión del suelo que ayuda a controlar y disminuir la escorrentía¹⁶.
- **Densidad del cultivo:** Espaciar entre 30 o 50 cm entre matas y alinear la siembra a la dirección del viento. En cuanto al cultivo de maíz, a mayor densidad es mayor la sensibilidad ante lluvias y vientos fuertes.
- **Doble de punta (maíz):** la práctica consiste en doblar la punta de la milpa cuando la carga ya esté camada¹⁷. Se realiza en plantaciones de maíz en su etapa de maduración (un mes antes de ser cosechada) para evitar la pudrición ante la presencia de lluvias atípicas en noviembre o diciembre.

¹⁶ Guía técnica del extensionismo rural MAGA-FAO

¹⁷ Los agricultores se refieren “carga camada” al elote cuando está próximo en secarse.

- **Drenaje de suelos:** su utilidad es evacuar el agua por escurrimiento superficial. Cuando llueve con intensidad provoca inundación en suelos arcillosos o parcelas en áreas planas, las raíces se asfixian; provoca su pudrición e incremento de enfermedades. El cultivo de arveja es más sensible y la milpa resiste más. En los invernaderos no debe evitarse fuga de agua.
- **Efectiva fertilización:** los agricultores hacen referencia a la fertilización planificada, fórmula y dosis. No se recomienda fertilizar en época de la canícula porque afecta el área radicular y provoca la marchitez del cultivo, en época lluviosa se recomienda cubrir con tierra el fertilizante o realizar ahoyado para colocar el fertilizante.
- **Pequeñas estufas:** al manifestarse temporadas con baja temperatura durante días continuos con poca radiación solar, altera la temperatura dentro del invernadero y afecta el desarrollo en el cultivo de tomate. El uso de estufa es una forma artesanal con el uso de botes pequeños de metal para la combustión de aserrín (botes de 1/4 de galón), se coloca a 2 m de altura dentro del invernadero, contribuye a la regulación del clima.
- **Hormovít:** existen dos presentaciones: hormovít frío para períodos con bajas temperatura y hormovít calor para temporadas con temperatura máxima. Su función es incrementar la respiración a nivel celular de las plantas en temperaturas bajas o temperaturas altas¹⁸.
- **Invernaderos:** los invernaderos son estructuras cerradas, protegidas, estáticas, construidos con base metálica o madera utilizando cubiertas translúcidas de plástico para reducir en su interior cultivos bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. La radiación solar es aprovechada en su interior, genera calor y puede ser regulada a condiciones óptimas para el cultivo, de igual forma la humedad puede ser regulada con sistemas eficientes a través de riego por goteo MAG *et al.* (2013). La producción en invernaderos reduce significativamente los riesgos climáticos, mejora la producción en cantidad y calidad, en consecuencia mejora la economía de los agricultores.
- **Labranza mínima/ barbechos:** acción que consiste en la remoción del suelo para evitar la compactación y contribuye en la conservación de la humedad. Para el cultivo de arveja, se desarrolla durante el tercer ciclo, entre los meses de noviembre o diciembre. Otra ventaja o modalidad de labranza o preparación del suelo previo de la siembra provoca que las larvas en desarrollo de la gallina ciega queden sobre la superficie y debido de las bajas temperaturas mueran.
- **Riego de follaje:** es aplicado para el cultivo de arveja al registrarse bajas temperaturas con presencia de escarcha o heladas. Se necesita suficiente agua para regar o lavar la plantación de arveja. Esta práctica debe realizarse antes de las 7:00 a.m.

¹⁸ Fuente: file:///C:/Users/Fernanco%20Cali/Downloads/Hormovit+Calor.pdf

- **Manejo de rastrojo:** consiste en dejar los residuos y rastrojos de cosechas anteriores sobre la superficie del suelo como “mulch”. Al introducir en el suelo se denomina incorporación de rastrojo. Protege los suelos contra la erosión, incrementa la fertilidad y mantiene la humedad, mejora la textura del suelo, es una práctica de bajo costo del suelo¹⁹.
- **Mulching:** su utilidad es cubrir los camellones o surcos con tiras largas de polietileno (color negro o plateado), contribuye a ahorrar agua y prolongar la humedad en el suelo, evita la proliferación de malezas en el cultivo, evita la erosión y el endurecimiento del suelo por las lluvias o sequías extremas. Reduce la pérdida de agua por la evaporación.
- **Poda o deshoje:** esta práctica es desarrollada en plantaciones de maíz no mayor de 60 días de siembra, el deshoje en el caso del maíz o poda y deshoje en el caso de la arveja (no mayor de 45 días de siembra), esta práctica debe realizarse de forma inmediata después del fenómeno. Los granizos o granizadas afectan el follaje de la plantación y reducen el mejoramiento del desarrollo fenológico de las plantas.
- **Selección masal:** conservar la calidad de semilla de maíz y aumentar los rendimientos. La variedad de semilla de maíz es más resistente al cambio climático y su variabilidad.
- **Semillas resistentes:** son semillas criollas o mejoradas que resisten a la variabilidad del clima. Existen variedades arvejas que resisten a la sequía, las cuales son sembradas en época seca (I ciclo). También hay una variedad que soporta lluvias intensas.
- **Siembra a la dirección del viento:** práctica desarrollada en cultivo de maíz que consiste en diseñar la siembra en forma lineal a favor del viento. Su importancia radica en reducir el impacto de vientos fuertes.
- **Sistema de riego:** con manguera y de forma manual para riego de arveja. Sistema de riego por goteo o por aspersión es más eficiente y se optimiza el recurso agua.
- **Uso de parcelas con pendientes:** práctica adoptada por los productores de arveja, para el primer y tercer ciclo buscan parcelas con pendientes para reducir el impacto de heladas moderadas. Las heladas moderadas afectan más en parcelas planas. Ante la amenaza de heladas severas no son efectivas.

¹⁹ Guía técnica del extensionismo rural MAGA-FAO

Cuadro 9. Indicadores de éxito para la adopción de prácticas

Capitales	Indicadores afectación positiva
Humano	Salud
	Escolaridad
	Edad
	Capacitación
	Asistencia técnica (intercambio conocimiento)
Cultural	Conocimiento tradicional
	Arraigo cultural
	Importancia
	Normas consuetudinarias
Social	Apoyo de organizaciones
	Participación colectiva
	Convenios inter-organizaciones
Político	Efectividad del gobierno local
	Contactos tomadores decisión
	Decisiones colectivas e incidencia
	Reglamentos /normas (de calidad calidad) (Organización interna)
Natural	Calidad de suelos
	Acceso al recurso agua
	Bosques
Físico construido	Carreteras y caminos
	Energía Eléctrica
	Sistemas de riego
	Invernaderos
Financiero	<u>Utilidades de cultivos</u>
	<u>Ahorros /otras inversiones</u>
	<u>Seguro agrícola/subsidio</u>
	<u>Diversificación de cultivos</u>

Las distintas prácticas y tecnologías enunciadas en las figuras y cuadros arriba han sido adoptadas por distintos grupos de agricultores. La **Figura 24** proporciona un panorama sobre el nivel de adopción en el municipio basado en la percepción de los agricultores.

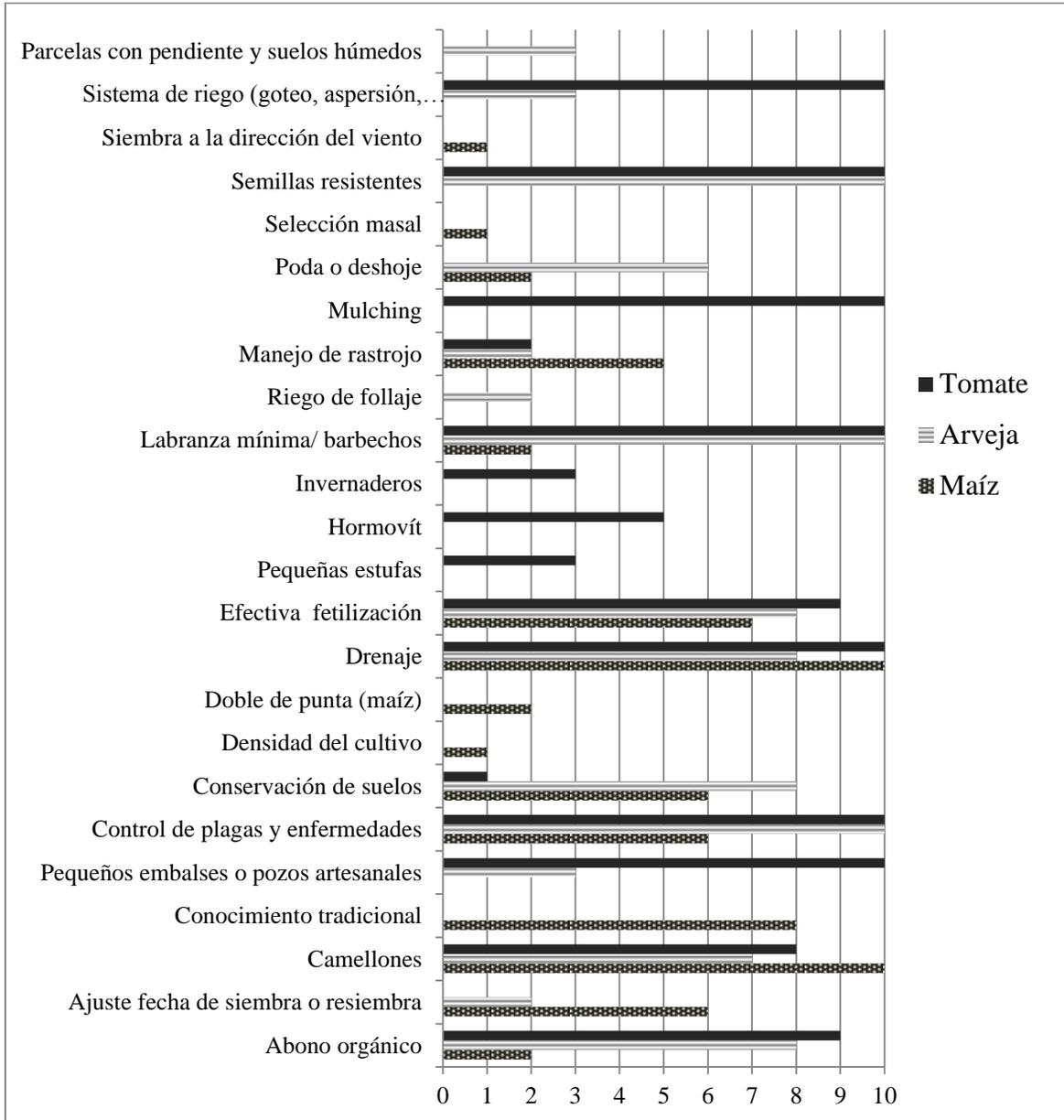


Figura 24. Adaptación de prácticas y tecnologías agrícolas

Cuadro 10. Costos de producción del maíz

Semilla local. Área 1 hectárea

CONCEPTO	Unidad de medida	Número de unidades	Valor unitario	Costos por hectárea
Mano de obra				Q 5,580.00
Preparación del suelo	Jornal	4	Q 40.00	1440
Selección de semilla y siembra	Jornal	1	Q 40.00	360
Control de malezas	Jornal	1	Q 40.00	360
Aplicación de fertilizantes y deshierba	Jornal	2	Q 40.00	720
Control de plagas	Jornal	0.5	Q 40.00	180
Surqueado	Jornal	3	Q 40.00	1080
Cosecha	Jornal	3	Q 40.00	1080
Poscosecha (secado, aporreo y selección)	Jornal	1	Q 40.00	360
Insumos				Q 3,278.25
Semilla	Libra	7	Q 1.50	94.5
Primera fertilización química	Libra	50	Q 2.25	1012.5
Segunda fertilización química	Libra	75	Q 2.25	1518.75
Insecticida lorsban	Kilo	1	Q 60.00	540
Cal	Libra	10	Q 1.25	112.5
Transporte				Q 675.00
Actividad cosecha	flete	1	Q 75.00	675
Arrendamiento				Q -
Costos totales				Q9,533.3
Ingresos	Quintal	7	160	Q10,080.00
Utilidades por cuerda/ciclo				Q546.75

Cuadro 11. Costo de producción de la arveja

Variedad dulce Tay Chu Corona o china milagro. Área 1 hectárea.

CONCEPTO	Unidad de medida	Número de unidades	Valor unitario	1 hectárea
Mano de obra remunerada				Q 26,820.00
Preparación terreno y rastreado	Jornal	4	Q 40.00	1440
Alineado, surco, insecticida, fertilización y siembra	Jornal	4	Q 40.00	1440
Resiembra	Jornal	0.5	Q 40.00	180
Control de malezas	Jornal	7	Q 40.00	2520
Ahoyado y posteo	Jornal	5	Q 40.00	1800
Surqueado	Jornal	2	Q 40.00	720
Control de plagas y enfermedades	Jornal	10	Q 40.00	3600
Otros mantenimientos (control de manejo)	Jornal	2	Q 40.00	720
Cosecha	Jornal	40	Q 40.00	14400
Insumos				Q 28,782.00
Semilla	Libras	10	Q 40.00	3600
Bambú	Unidad	300	Q 1.50	4050
Pita (rafia)	Rollo	7	Q 60.00	3780
Fertilizante orgánico	qq	2	Q 55.00	990
Fertilizante base 10-50	qq	1	Q 360.00	3240
Fertilizante	qq	1	Q 270.00	2430
Foliar (fósforo y potasio)	lit	1	Q 135.00	1215
Daconil	Kilos	0.75	Q 844.00	5697
Adherente	lit	1	Q 20.00	180
Corrector de agua	Octavo	2	Q 35.00	630
Calcio	lit	1	Q 165.00	1485
Bio20	lit	1	Q 165.00	1485
Transporte				Q 3,600.00
5 meses	Flete	5	Q -	3600
Arrendamiento				Q 2,700.00
Arrendamiento 1	Cuerda	1	Q 300.00	2700
20qq C/cuerda	Q250.00n C/qq	25	Q325.00	Q 73,125.00
Costos Totales				Q 61,902.00
Utilidades por ciclo/ha				Q 11,223.00

Cuadro 12. Costo de producción del cultivo tomate

Variedad indeterminado, extensión 1 hectáreas

CONCEPTO	Unidad de medida	Número de unidades	Valor unitario	Valor total
Mano de obra remunerada				Q16,100.00
Preparación terreno y rastreado	Jornal	7	Q 50.00	Q 350.00
Alineado y camellón	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00
Colocación cinta de goteo	Jornal	5	Q 50.00	Q 250.00
Colocación de nylon	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00
Ahoyado para bambú	Jornal	4	Q 50.00	Q 200.00
Colocación de bambú y refuerzos	Jornal	6	Q 50.00	Q 300.00
Colocación del alambre (conductores)	Jornal	2	Q 50.00	Q 100.00
Colocación de trampas	Jornal	1	Q 50.00	Q 50.00
Ahoyado para trasplante	Jornal	4	Q 50.00	Q 200.00
Trasplante	Jornal	2	Q 50.00	Q 100.00
Control de plagas y enfermedades	Jornal	20	Q 50.00	Q 1,000.00
Persona de planta (lunes a sábado)	Meses	7	Q 1,300.00	Q 9,100.00
Reparación (sistema de riego, invernadero)	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00
Cosecha	Jornal	80	Q 50.00	Q 4,000.00
	182	147		
Insumos				Q24,195.50
Bambú	Unidad	378	Q 6.00	Q 2,268.00
Cinta de goteo y accesorios		1	Q 1,650.00	Q 1,650.00
Nylon	Rollo	1	Q 455.00	Q 455.00
Alambre conductor	qq	2	Q 495.00	Q 990.00
Pita (rafia)	rollo	4	Q 120.00	Q 480.00
Plántulas	unidad	2500	Q 1.35	Q 3,375.00
Fertilizante orgánico	qq	25	Q 50.00	Q 1,250.00
Fertilizante base 15-15-15	qq	1	Q 275.00	Q 275.00
Metan Sodio	Canéca	1	Q 520.00	Q 520.00
Trichoderma (lit	3	Q 400.00	Q 1,200.00
Bacilius (hongo)	lit	3	Q 400.00	Q 1,200.00
Facelomices	lit	3	Q 180.00	Q 540.00
Prevalor	lit	2	Q 350.00	Q 700.00
Nematicida	Lit	2	Q 225.00	Q 450.00
Fertilización inicial	Sacos	1	Q 730.00	Q 730.00
Fertilización	lb	1	Q 4,000.00	Q 4,000.00
Insecticidas		1	Q 112.50	Q 112.50

Insecticidas	lb	1	Q 4,000.00	Q 4,000.00
Poscosecha				Q 1,200.00
Cajas	Unidad	80	Q 15.00	Q 1,200.00
EE	Mes	9	Q 75.00	Q 675.00
Transporte				Q 5,000.00
5 meses	Flete	5	Q 1,000.00	Q 5,000.00
Arrendamiento				Q 1,000.00
Arrendamiento 1	Módulo - año	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Depreciación				Q10,500.00
Invernadero	Año	1	Q 10,000.00	Q 10,000.00
Bomba y sistema de riego		1	Q 500.00	Q 500.00
15 libras por planta	Q250.00n C/qq	375	Ingreso total	Q93,750.00
Costos Totales				Q57,995.5
Utilidades por cada 1000 m2/ciclo				Q35,754.50

Instrumentos para la investigación

Protocolo para determinar los medios de vida y su evolución

Presentación y consentimiento informado:

Buenos días/buenas tardes, mi nombre es Fernando Calí, estudiante de la universidad CATIE de Costa Rica, estoy desarrollando una investigación para mi tesis, cuyo objetivo es conocer cómo los agricultores perciben el cambio del tiempo (variabilidad y cambio climático), cómo les afecta y qué acciones han implementado para adaptarse a los cambios del tiempo.

Al respecto, deseo conocer inicialmente en términos generales a nivel de municipio, con respecto a la producción agrícola, qué es lo que más se produce, de qué depende las familias para vivir, cómo agruparía a las familias con base a sus principales medios de vida, y en qué áreas de Comalapa se ubica la producción.

Deseo antes aclararle algunos aspectos importantes:

1. Su participación en esta entrevista es totalmente voluntaria.
2. Si en algún momento alguno se incomoda y no quiere continuar, por favor háganmelo saber.
3. Estaré tomando notas de la entrevista para no perder la información y de esta forma poderla analizar. La conversación serán unos 30 minutos.

Protocolo de entrevista dirigida:

1. ¿Cuáles son las principales actividades productivas de Comalapa? (clasifique con base a sus estrategias de vida). En qué zonas están distribuidas (cada protocolo debe acompañar un mapa), cómo se estructura la combinación de sus actividades.

MEDIOS DE VIDA

- a. **Nombre:** _____
- b. **Género:** 1. Femenino _____ 2. Masculino _____
- c. **Estado civil:** soltero ___ Casado ___ Unido ___ Divorciado ___ Viudo ___
- d. **Esposa(o)/conviviente:** _____ Edad: ___ Escolaridad ___
- e. Número de hijos/edad:

- f. Actividades relativas a los medios de vida ¿Cuáles son las principales actividades por orden de prioridad? ¿Cuáles son las actividades pasadas y quiénes la hacían? ¿Cuáles serán las actividades en el futuro?

Cuáles eran las actividades pasadas		Cuáles son las actividades presentes		Actividades en el futuro
Actividades	Quiénes la hacían	Actividades	Quiénes la hacen	

- g. ¿Cuáles eran las actividades antes y cómo serán en el futuro?

Actividades: medio de vida o (agricultura, artesanía) fuente de ingresos	Descripción de la actividad/fuente de ingreso (granos básicos, pequeña o gran escala)	Quiénes participan en las actividades agrícolas	Cuál es la variación estacional de esta actividad	Ingresos generados por año (por actividad)

Nota: De este cuadro se determinarán las estrategias de vida

Grupo focal con actores primarios

“Construcción de calendario estacional, línea de tiempo e identificación de las medidas implementadas, para reducir las amenazas de la variabilidad climática”

Actividades: Presentación y saludo del facilitador los participantes. Previo al inicio de la actividad se invita a uno de los participantes para que de forma voluntaria pueda hacer una breve invocación al Creador. Seguidamente, se da la presentación de los asistentes (nombre, si ocupa algún puesto de su comunidad y de qué comunidad procede).

Productos:

1. Documento de la percepción local sobre el comportamiento del clima en un año normal (calendario estacional: lluvia, sequía, amenazas, enfermedades, deudas, etc.)
2. Línea de tiempo en la que se registra eventos tales como: sequías, lluvias copiosas y vientos fuertes (tormentas), heladas y su intensidad, sus efectos en sus cultivos y en la comunidad.
3. Mapeo de medidas implementadas por los agricultores, para reducir los impactos de las amenazas de la variabilidad climática, y documentación de su nivel de éxito.

Participantes: 8 agricultores. Se realizará un grupo focal con distintos grupos de productores de cada medio de vida priorizado para este estudio (en promedio 4 grupos focales). Los grupos focales se realizarán por separado (un grupo diferente cada día).

Criterios para la selección de los participantes: productores que tengan por lo menos 30 años de experiencia en el cultivo sujeto de estudio. En caso de que se identifiquen cultivos de productos no tradicionales podría variar el tiempo de experiencia. Considerar los sectores vulnerables, tomar en cuenta la representación étnica, representante de comités locales.

Materiales: Matriz, marcadores, papelógrafos de distintos colores, *masking tape*, hojas para apuntes, cámara fotográfica.

Agenda preliminar:

Tiempo estimado: 5 horas.

Responsable: Fernando Calí C.

Horario	Actividad
8:00	Bienvenida y presentación de los participantes Objetivo del grupo focal
8:15-	Construcción calendario estacional a través de una matriz
9:15	Construcción de la línea de tiempo (El facilitador se guiará a través de

	preguntas orientadoras)
10:15	Refrigerio
10:30	
12:00	Almuerzo
13:00	Identificación de medidas implementadas por los agricultores, para reducir los impactos de los riesgos climáticos
14:30	Cierre y agradecimiento

Actividad 1. Para el logro del producto 1 del grupo focal

Se requiere de 60 minutos como máximo.

Presentar la siguiente matriz:

Cuadro matriz: Calendario estacional, se facilitará un papelógrafo con los meses del año, marcadores de distintos colores.

Descripción	Meses del año												Características Hidroclimáticas *	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Patrón del clima normal (pp y t°)														
Cambios percibidos en el clima														
Impacto en la actividad agrícola objeto de estudio														Baja T ⁰
														Poca lluvia
														Mucha lluvia
														Mucho viento
Cambios en las actividades agrícolas														

- Las características serán validadas por los participantes.
 - a. Explicar a los participantes el objetivo del calendario anual y en qué consiste la dinámica.
 - b. Tomar en cuenta las preguntas generadoras y según la vivencia de los participantes ubicar en el calendario los patrones normales del clima y las actividades productivas que desarrollan.

Preguntas orientadoras sobre los efectos del cambio climático en el cultivo (exposición e impacto potencial)

1. ¿Qué es lo más importante del clima para los principales cultivos (cultivo sujeto de estudio)? (que llueva mucho, que haga sol o que el tiempo sea muy cálido o muy frío).

2. En Comalapa, ¿cómo era el clima en un año normal? (registrar en el calendario qué sucede cada mes relacionada al clima: cuando termina la sequía, cuándo inicia la lluvia, la canícula cuánto tiempo duraba, cuándo finaliza la lluvia).
3. ¿Qué cambios perciben en el comportamiento en el clima en los últimos años? (Cuándo inicia la lluvia, cuáles son los meses más lluviosos y cuáles son los meses menos lluviosos; cuándo hace mucho calor y cuándo hace menos calor, cuándo hace mucho frío y afecta el cultivo).
4. ¿Cuáles son las actividades en la agricultura que se relacionan con el comportamiento del tiempo normal)?
5. ¿Cuáles son los efectos de los cambios registrados en los cultivos? (efectos en cantidad producida, calidad de los cultivos y cosechas, caracterizar las inversiones, ejemplo: mayores gastos para combatir las plagas, aumento de gastos en mano de obra, gastos en tecnología), (ha sido bueno o malo para los agricultores).
6. ¿Cuánto produce en sus cultivos en un año normal?; ¿cuánto cosecha cuando llueve más, cuánto cosecha cuando llueve menos? Cuando caen las heladas ¿cómo afecta en la cosecha? (cada parcela (cuerda) tiene 33.4 x 33.4 varas, en una hectárea son 9 cuerdas).
7. ¿Qué otros efectos negativos se registran en la zona que afecte la cosecha? (ejemplo: intensos vientos, la disponibilidad y acceso al agua)?
8. ¿Qué cambios esperan en el futuro?, ¿cómo podría afectarles?, ¿quiénes son los más afectados?

Actividad 2. Para el logro del producto 2 del grupo focal

Línea de tiempo para determinar la exposición, el impacto y la capacidad adaptativa:

1. El grupo recibe una línea de tiempo, inicialmente identificarán los cambios del clima y fenómenos adversos en los últimos 30 años. Es importante en este apartado conocer el conocimiento tradicional y de la posible evolución de las prácticas que son implementadas ante los riesgos climáticos El facilitador se guiará por una serie de preguntas dirigidas para que el grupo las responda, las preguntas están seguidamente de la matriz.
2. Al finalizar esta etapa, se estará solicitando a los participantes que vinculen esos cambios con las transformaciones producidas en sus sistemas de producción y sus medios de vida cotidiana. Algunas preguntas de guía: ¿Cómo influyen estos cambios en su vida cotidiana? ¿Qué prácticas vinculadas a su trabajo se modificaron?
 - Se les facilitarán pliegos de papel bond con el encabezado siguiente:
Línea de tiempo

Intensidad: baja, moderada, alta, severa

1 Año	2 Amenazas ¿Sucesos?	3 Intensidad ¿Qué tan fuerte fue el evento?	4 <u>Tendencia</u> ¿Qué tan frecuente ocurren estos eventos?	5 <u>Impactos</u> Directos Indirectos Otras causas Capital más afectado	6 <u>Estrategias</u> ¿Cuáles son las prácticas locales que implementaron? (individuales/colectivas) (estrategias actuales y sostenibles, estrategias alternativas y evolución)	7 <u>Apoyo externo</u> Hubo apoyo externo, y ¿cómo les benefició?
		Muy severo ___ Severo _____ Moderado _____				
		Muy severo ___ Severo _____ Moderado _____				

1. Registra el año durante el cual suscitara el evento.
2. Hacer mención de los eventos adversos que afectaron significativamente a la población, se presentará la información obtenida en el análisis preliminar en el marco de los capitales.
3. Hacer mención sobre la intensidad o sea que tan fuerte fue el evento.
4. Mencionar cada cuánto o sea con qué frecuencia y cuál es la tendencia de los eventos mencionados.
5. Los eventos adversos suscitados en qué ha afectado a la población, cómo impacta en los diferentes capitales de la comunidad (hacer mención de los capitales de la comunidad).
6. ¿Cuáles son las acciones que han implementado para reducir o evitar los impactos de los eventos adversos, basado en los capitales más afectados?
7. De los eventos adversos mencionados en la columna 1, hacer mención si hubo apoyo externo, qué tipo de apoyo recibieron para cuales estrategias. De los apoyos recibidos fueron buenos y por qué, respondió a los intereses de la población
8. De las acciones citadas en la columna 6, es posible ser mantenidas independientemente de un eventual apoyo externo

Actividad 3. Para el logro del producto 3 del grupo focal

Para la actividad 3, se revisan los efectos del cambio climático (actividad 1) y de la variabilidad climática (actividad 2) en los medios de vida, a continuación identificar las medidas implementadas por los agricultores, para reducir los impactos de los riesgos climáticos.

1. Se enumerarán las medidas de adaptación o mitigación implementadas ya sea de forma individual o colectiva.
2. Con base a la percepción de los expertos locales se estará calificando en el grado de éxito validado (muy buena, buena, regular o mala).
3. Basados en la percepción de los expertos locales brindar una breve descripción del por qué ellos consideran el grado de éxito.
4. De acuerdo de las vivencias locales enunciar dos recursos elementales que influyen en el grado de éxito.
5. De las medidas implementadas que se registran en la columna 1, cuáles son medidas que pueden ser replicables y en qué condiciones. Estas serán registradas en la columna 4.
6. De los recursos que expongan los participantes en el taller, los descritos en la columna 5 de la matriz, serán validados por expertos o técnicos quienes han intervenido en las medidas citadas.

Cambios caracterizados en el ciclo productivo, en la producción final, cantidad y calidad del producto, costos.

1 Medidas	2 Grado de éxito*	3 Por qué las consideran así	4 Son replicables cuáles son las condiciones	5 Qué recursos (2 máximo)	6 Validar con expertos
	Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Mala ____				
	Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Mala ____				
	Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Mala ____				
	Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Mala ____				

- Será validado por los expertos locales.

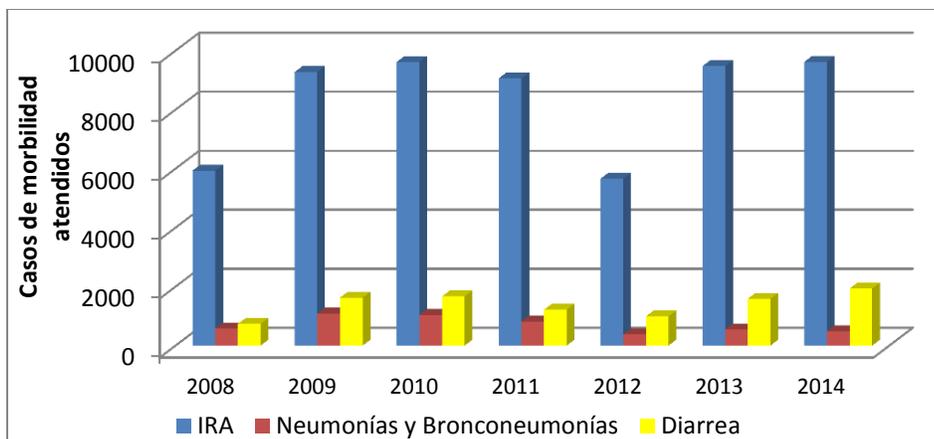


Figura 25. Tendencia de IRA, neumonías y bronconeumonías y diarrea

Fuente: base de datos de acceso público del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) a través del Centro de Salud en Comalapa entre el 2010 y 2014.

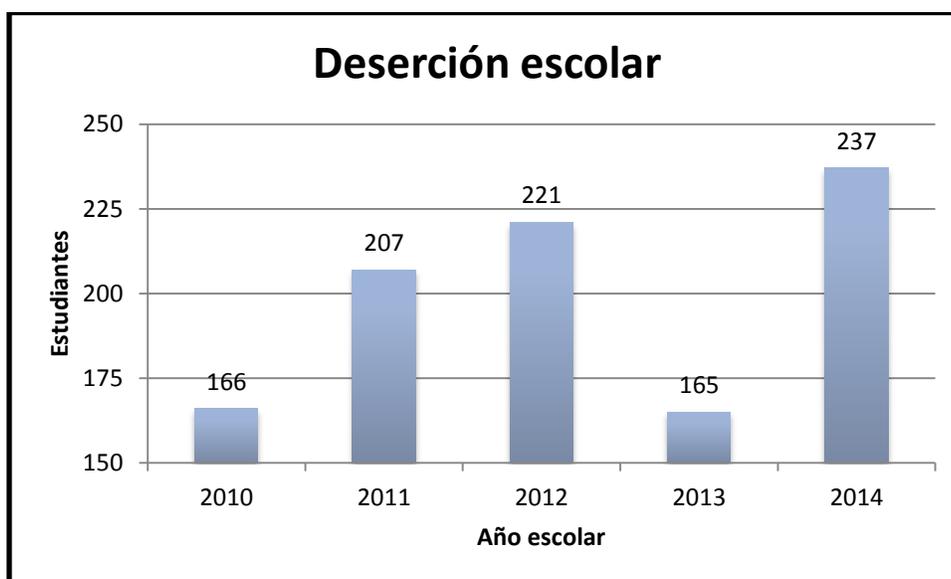


Figura 26. Deserción escolar

Fuente: Supervisión educativa municipal, 2015

Cuadro 13. Recursos que favorecen y limitan las acciones de adaptación

Capital/ productores		Recursos que favorecen	Recursos que impiden
Humano	Maíz	Estar bien de salud. Conocimiento adquirido durante décadas. Intercambio de conocimiento entre productores.	Carecen de escolaridad. No tienen acceso a capacitaciones. Escasa asistencia técnica. Habilidades técnicas sin innovación. Edad avanzada propensa al cambio. Carece de conocimiento para otros cultivos.
	Arveja	Algunas capacitaciones y asistencia técnica. Estar bien de salud. Conocimientos y habilidades agronómicas por dos décadas. Edad promedio de 45 años de edad.	Baja escolaridad. Regular acceso a capacitaciones y de asistencia técnica. Habilidades técnicas, poca innovación. Poca lealtad. Regular intercambio de conocimiento entre productores (productores de subsistencia).
	Tomate	Escolaridad media. Socios jóvenes (30 años de edad promedio). Alto acceso a capacitaciones (15 capacitaciones) y de asistencia técnica. Habilidades técnicas de innovación. Acceso a mano de obra. Responsabilidad y lealtad. Poco intercambio de conocimiento entre productores.	Poca participación de mujeres. Altas temperaturas dificultan el trabajo en los invernaderos (a partir del medio día). Los tres grupos carecen de acceso y manejo de información climática.
Cultural	Maíz	Amplio conocimiento de prácticas tradicionales (fase lunar, selección masal, cosecha y poscosecha, asocio de cultivos). Predicción del clima: cabañuelas. El maíz es considerado como alimento sagrado. Cultivo de maíz es insustituible.	Fuerte arraigo al cultivo de maíz. Difícil acceso al cambio para adoptar tecnologías de producción. El uso de herbicidas sustituye la incorporación de rastrojo, el cual es incendiado.
	Arveja	Baja consideración de conocimientos y prácticas culturales. Prácticas tradicionales y creencias locales: cabañuelas, conservación de humedad de suelos.	Baja consideración de prácticas tradicionales. La arveja no es de consumo local.
	Tomate	Sin acciones.	Baja consideración de prácticas tradicionales.
Social	Maíz	Participación en consejos comunitarios de desarrollo (intercambio de conocimiento de manera informal). MAGA-CATIE.	No considera las actividades agrícolas Pocos participan en el programa MAGA-CATIE inicia con procesos de gestión de conocimiento con pequeños grupos.
	Arveja	Vínculo con exportadores: San Juan Agroexport. Cooperativa 4 Pinos. APAC-PNT. Participación en asambleas en la APAC-PNT.	La mayoría de productores locales tienen bajo acceso a la APAC-PNT. No dispone de planes para reducir los impactos del clima.

	Tomate	Están constituidos en asociación. Utz Samaj (capacidades técnicas). CATIE (gestión del conocimiento). Universidad de Texas (Buenas prácticas de manufactura). Rijk Swaan (asistencia técnica, semillas e insumos agrícolas, créditos grupales).	Socios jóvenes, a algunos les falta formalidad, no asumen riegos o responsabilidades colectiva. Poco formales para la participación en asambleas para toma de decisiones. Las organizaciones no se apropian de información climática local.
Natural	Maíz	Sus parcelas son fértiles. Parcelas dispersas en el municipio. Tienen pequeñas fincas con bosques. El cultivo de maíz es resistente a la variabilidad climática.	No tienen acceso al agua para riego. El cultivo depende el cien por ciento de la precipitación. Cultivos expuestos a las condiciones climáticas.
	Arveja	Disponen de parcelas propias, algunos son arrendatarios. Parcelas dispersas en el municipio. Se estima que el 20% tiene acceso al recurso agua. Poseedores de pequeñas fincas con bosques.	No todos tienen acceso al recurso agua (por distancia, derechos de paso, costo de infraestructura, vecinos dañan sistema de agua). Cultivos expuestos a las condiciones climáticas.
	Tomate	Disponen de parcelas propias, algunos son arrendatarios. Parcelas dispersas en el municipio. Todos tienen acceso al agua (pozos artesanales). Poseen pequeñas fincas con bosques.	Reducción del nivel de agua en los pozos (se han profundizado a 1 m los pozos).
Físico construido	Maíz	Disponen de insumos agrícolas, herramientas, equipos para la producción. Disponen de parcelas propias, algunos son arrendatarios	No disponen de tecnologías para proteger los cultivos.
	Arveja	Disponen de insumos agrícolas, herramientas, equipos para la producción. Sistemas de riego, pero poco eficientes (manual con manguera o por aspersión).	Existen parcelas aisladas, lo que dificulta el acceso de vehículos en invierno.
	Tomate	Todos tienen invernaderos, disponen de insumos agrícolas, herramientas, equipos para la producción. Sistemas de riego por goteo. Tienen acceso a caminos, energía eléctrica.	La mayoría de invernaderos está construida en parcelas ajenas.
Financiero	Maíz	Se estima que un 60% de agricultores diversifica sus cultivos. La disponibilidad de maíz garantiza la seguridad alimentaria.	No tiene acceso a subsidios. No hay seguros agrícolas. No acceden a créditos porque el maíz no es rentable. La tenencia y el acceso a parcelas (no todos tiene parcelas propias). Mucha competencia. Cultivo anual. El cultivo de maíz no es rentable.
	Arveja	Los precios de sus productos son variables. Cultivos cortos, logran implementar 3 ciclos. No todos tienen acceso a créditos financieros. Mucha competencia en el cultivo de arveja.	No hay acceso a subsidios agrícolas. No hay seguros agrícolas. No es producto de consumo local. Los precios son muy variables, no garantiza la rentabilidad. Mucha demora en los créditos.

	Tomate	El precio de sus productos es variable, por la cantidad de cosecha logran tener utilidades. Producto de consumo local.	No tienen acceso a subsidios. No hay seguros agrícolas. Difícil acceso a créditos.
--	--------	---	--