



6

AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Autores: Ana Lucía Solano Garrido¹ y Wener Ochoa²
Autor contribuyente: Jaime Luis Carrera³

¹ Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala, alsolano@uvg.edu.gt

² Programa de Doctorado en Cambio Climático, Universidad de San Carlos de Guatemala, wenerochoa@gmail.com

³ Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Universidad Rafael Landívar

Forma de citar este capítulo:

Solano Garrido, A. L., & Ochoa, W. (2019). Agricultura y seguridad alimentaria. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. (pp. 108–141). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.



Mensajes clave:

- La agricultura debe evolucionar a sistemas que estén más armonizados con el funcionamiento de los ecosistemas para garantizar la seguridad alimentaria, la gestión sostenible de la tierra y del agua y la conservación de la agrobiodiversidad en un escenario de cambio climático.
- Desde lo institucional, la planificación en este sector debe buscar todas las sinergias posibles para la adaptación y la mitigación simultáneamente, evitando que las medidas de mitigación reduzcan el bienestar y la productividad de los agricultores.
- Se debe abordar el problema de inseguridad alimentaria con un enfoque sistémico e integral. Las acciones aisladas que no contemplen intervenciones en varios puntos del problema verán limitada su efectividad.

RESUMEN

La actividad agropecuaria aporta el 21 % del producto interno bruto. Constituye la principal fuente de empleo y aporta aproximadamente 36 % del total de las divisas a través de las exportaciones. En Guatemala, se identifican por lo menos tres modalidades de producción agrícola: agricultura de subsistencia campesina, la agricultura semicomercial y la agricultura de exportación. Tanto la agricultura de exportación como la de subsistencia son un desafío bajo los patrones de variabilidad climática actual, debido a que son altamente sensibles a los cambios de temperatura y lluvia. Los impactos previstos del cambio climático aumentarán la variabilidad y posibilidad de que ocurran eventos extremos como sequías, inundaciones y heladas, las cuales amenazan los medios de vida de miles de familias y la base de la alimentación del país. Sumado a los efectos, actuales y previstos del cambio climático, se debe considerar la vulnerabilidad del sistema productivo por factores como pobreza, bajos niveles de educación, incertidumbre en tenencia de la tierra, poco acceso al agua, exposición a plagas, desnutrición crónica, etc.

Aunque el sector agrícola es vulnerable, también hay oportunidades para generar nuevos modelos de producción que ayuden a adaptarse y a mitigar el cambio climático por medio de medidas sociopolíticas, financieras y técnicas con enfoque integral. La tendencia a nivel mundial muestra que la agricultura debe evolucionar a sistemas que estén más armonizados con el funcionamiento de los ecosistemas para garantizar la seguridad alimentaria, la gestión sostenible de la tierra y del agua, y la conservación de la agrobiodiversidad, la cual es la base biológica para la adaptación de la agricultura al cambio climático. Asimismo, es fundamental un sistema de gobernanza nacional que reevalúe las políticas agropecuarias actuales y promueva los mercados agroecológicos.

Desde lo institucional, la planificación en este sector debe buscar todas las sinergias posibles tanto para la adaptación como para la mitigación y evitar que las medidas de mitigación reduzcan el bienestar y la productividad de los agricultores. Es crucial trabajar de manera más articulada entre todas las entidades del Estado y también fortalecer la organización local en los territorios. La cultura de planificación y una visión a largo plazo son fundamentales para generar medidas de adaptación transformacionales.

De la mano con el tema de producción de alimentos, se debe abordar el problema de inseguridad alimentaria con un enfoque sistémico e integral. Las acciones aisladas que no contemplen intervenciones en varios puntos del problema verán limitada su efectividad.



CONTENIDO

6.1	La agricultura de Guatemala en el contexto del cambio climático	112
6.1.1	Potenciales impactos del cambio climático en la agricultura.....	113
6.1.2	Dinámicas en el sector agrícola que aumentan la vulnerabilidad al cambio climático.....	114
6.1.3	El sector agrícola como contribuyente a las causas del cambio climático.....	117
6.2	Medidas para mejorar la productividad, mitigar las causas del cambio climático y fortalecer la capacidad de adaptación en el sector agrícola.....	118
6.2.1	Adaptación basada en ecosistemas (AbE).....	119
6.2.2	Agricultura climáticamente inteligente (ACI).....	120
6.2.3	La agricultura orgánica.....	120
6.2.4	Acceso a información climática, prácticas agrícolas y mercados.....	121
6.2.5	Agrobiodiversidad, mejoramiento genético y el papel de la biotecnología en la agricultura.....	121
6.2.5.1	Bancos de semillas: una medida de conservación de la agrobiodiversidad y de adaptación al cambio climático.....	122
6.2.6	La importancia de la infraestructura en el desarrollo agrícola.....	123
6.2.7	Manejo de plagas y enfermedades.....	124
6.2.8	Los conocimientos ancestrales en la agricultura.....	125
6.2.9	Diversificación de actividades agropecuarias y de ingresos.....	125
6.2.10	Manejo integrado del agua y del suelo.....	125
6.2.10.1	Buenas prácticas agrícolas para amortiguar eventos extremos	126
6.2.11	Nuevas oportunidades y nuevos retos para la agricultura ante los efectos del cambio climático.....	126
6.2.12	Adaptación en los sistemas de producción animal.....	127
6.2.13	Recursos pesqueros	128
6.3	Situación actual de la seguridad alimentaria en el país.....	129
6.3.1	Medidas técnicas para la adaptación local.....	133
6.3.1.1	Huertos familiares.....	133
6.4	Acciones prioritarias para lograr la sostenibilidad en la agricultura y mejoras a la situación de inseguridad alimentaria en el país.....	133
6.5	Vacíos de información.....	134
6.6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135

6.1 La agricultura de Guatemala en el contexto del cambio climático

De los 108 889 kilómetros cuadrados del territorio de Guatemala, el 38 % está cubierto por cultivos agrícolas, el 15 % por tierras con pastizales destinadas a la ganadería, el 11 % por agricultura permanente y de temporada, el 24 % por la combinación de bosques secundarios y arbustos que crecen en suelos degradados o secos, y el 5 % restante se compone de aguas continentales, pantanos y áreas urbanas (Solomons et al., 2017).

Según la Cámara del Agro (2018), la actividad agropecuaria aporta aproximadamente el 21 % del producto interno bruto (PIB) (14 % actividad agrícola y 7 % actividad pecuaria), constituye la principal fuente de empleo (75 %) y aporta aproximadamente 36 % del total de las divisas a través de las exportaciones (Banco de Guatemala, 2017). Las principales modalidades agrícolas incluyen la agricultura de subsistencia campesina, la agricultura semicomercial y la agricultura de exportación. Esta clasificación se basa en el acceso a las tierras, el tamaño de estas, el acceso a créditos, seguros, tecnología, mercado y educación (Solomons et al., 2017). Alrededor de 93 % de los productores son propietarios de una explotación agrícola de un máximo de 1.6 ha (Iarna-URL, IICA, & McGill University, 2015). Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2014) los principales cultivos y sectores relacionados con la agricultura son granos básicos (principalmente maíz, frijol y arroz), banano, caña de azúcar, café, palma de aceite, caucho, cardamomo, cultivos comerciales (arveja, ejotes y brócoli), papa, mango, papaya, ganado (carne y productos lácteos), aves y el sector porcino.

Aparte de los cultivos extensivos y de exportación, los cuales cuentan con más recursos financieros y tecnológicos, gran parte de la agricultura que se realiza en el país es a pequeña escala y con recursos limitados. Los productores en condición de subsistencia e infrsubsistencia comúnmente se ubican en áreas remotas altamente vulnerables y se enfrentan a múltiples estreses, como la pobreza, marginación, bajos niveles de educación, poco acceso a la salud, limitado apoyo institucional, exposición a plagas y enfermedades e inseguridad alimentaria estacional

(Bacon et al., 2014). Asimismo, muchos de ellos se encuentran en las cumbres y laderas de las montañas (marginalización física), donde la productividad es baja y el acceso a la información, tecnología y soporte técnico son limitados (marginalización social) (Tucker, Eakin, & Castellanos, 2010).

En general, la agricultura de subsistencia se ha convertido en un verdadero desafío bajo los patrones de la variabilidad climática actual, debido a que son altamente sensibles a los cambios de temperatura y a los regímenes de precipitación, por ser mayormente cultivos de secano (Viguera, Martínez-Rodríguez, Donatti, Harvey, & Alpizar, 2017). Estos cambios representan una gran amenaza, que pone en riesgo los medios de vida de miles de familias y la base de la alimentación del país. Sin embargo, aunque el sector agrícola es vulnerable en varios aspectos, también tiene un gran potencial para contribuir a la mitigación¹ y a la reducción de los impactos negativos por medio de estrategias de adaptación con un enfoque integral (FAO, 2016).

En este capítulo, se presentan los potenciales impactos del cambio climático en el sector agrícola, la vulnerabilidad actual del sector y medidas para fortalecer la capacidad de adaptación de los agricultores. En este sentido, es importante recalcar que la adaptación, especialmente en este sector, debe realizarse con dimensión local en función del contexto social, económico y ecológico para alcanzar la sostenibilidad en el largo plazo (Hulme, 2003; IPCC, 2014). No todas las medidas de adaptación son adecuadas y asequibles para todos los productores por cuestiones económicas, culturales, legales, entre otras razones (IPCC, 2014; Viguera et al., 2017). La elección de una estrategia de adaptación va a depender de las opciones disponibles a escala local, de la tenencia de la tierra, de las facilidades que pueda aportar el gobierno, de la información disponible, de la situación económica y del interés de cada productor. La adaptación es un proceso continuo que debe considerar impactos actuales y futuros (Hulme, 2003).

¹ Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (sección 3).

6.1.1 Potenciales impactos del cambio climático en la agricultura

La agricultura es un sector que debe abordarse desde dos enfoques: primero, como un sector muy vulnerable al cambio climático en el que es necesario plantear medidas de adaptación urgentemente y, segundo, como uno de los sectores que aporta significativamente a las causas del cambio en el clima (FAO, 2014) (capítulo 11). Para el 2030, los estudios realizados a la fecha indican que, en Guatemala, habrá cambios significativos en la temperatura y la precipitación, mayor prevalencia de plagas y enfermedades, degradación del suelo, estrés hídrico, cambios en el uso del suelo y sequías e inundaciones, que afectarán significativamente los diferentes cultivos y repercutirán en la calidad de vida de los habitantes, en la economía, aumento de la pobreza y la inseguridad alimentaria (Castellanos & Guerra, 2009).

Aunque los efectos de los cambios en el clima sobre la producción de cultivos varían ampliamente de una región a otra, se espera que los cambios anticipados tengan grandes efectos y sean de gran envergadura, principalmente en zonas tropicales de países en desarrollo con regímenes de precipitación que se encuentran entre semiárido y húmedo (Cline, 2008). Las implicaciones pueden ser muy profundas para los pequeños y medianos agricultores que se ubican en áreas vulnerables, quienes subsisten con la producción de maíz, frijol, hortalizas, etc. Jones y Thornton (2003), indican que existe mayor preocupación por las áreas donde predomina la agricultura de subsistencia, porque la disminución de tan solo una tonelada por hectárea de productividad podría ocasionar grandes desequilibrios en los medios de vida del área rural.

En Guatemala, se concentran dos fenómenos meteorológicos relacionados con el cambio climático que presentan un mayor impacto: uno es la precipitación con cambios en los patrones de lluvia tanto temporal como espacial; el otro es el aumento o descenso de la temperatura, que se manifiesta en sequías o heladas. Estos cambios también se manifiestan en la velocidad de evaporación y de la humedad relativa. De acuerdo con el Perfil Ambiental en Guatemala (Iarna-URL, 2009), las amenazas relacionadas con la lluvia son los deslizamientos e inundaciones, mayor-

mente en el altiplano occidental, y las sequías en el corredor seco oriental y occidental y en una parte del norte de Petén. Las heladas del altiplano occidental se presentan mayormente en el área de Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos y Sololá. El riesgo a inundaciones se concentra en Petén, la costa sur e Izabal. Cada una de estas amenazas afecta grandemente a la agricultura, convirtiendo las zonas afectadas por dichas amenazas en áreas de riesgo (MARN, 2017) (capítulo 4).

En general el impacto del cambio climático será considerable para los países en desarrollo, como los del istmo centroamericano, debido a su dependencia económica de la agricultura y los recursos naturales, su baja capacidad adaptativa y su ubicación geográfica (Magrin et al., 2014). En la región, se espera una reducción muy importante de la productividad del maíz, frijol y arroz, cultivos que cubren el 90 % de la producción destinada al consumo interno. En cuanto al café, uno de los principales cultivos de exportación, si se consideran incrementos en la temperatura media de entre +2 y +2.5 °C y reducciones en la precipitación de entre -5 y -10 por ciento, las áreas aptas para su producción entre alturas de 600 a 1000 msnm se podrían reducir entre 38 % y 89 % (CEPAL, 2016). Asimismo, se prevé que algunos municipios como San José (Escuintla) pierdan en el 2030 el 8 % del área óptima para su producción (Bouroncle et al., 2015).

Otro efecto que puede darse es la reducción de la calidad de los alimentos. Esto sucede porque la planta tiene mayor rendimiento al estar en un clima más enriquecido con dióxido de carbono. No obstante, este rendimiento cambia la relación entre el carbono y el nitrógeno y hace que los productos de las plantas disminuyan su calidad nutricional y se perjudique su apariencia y constitución (textura, sabor, forma), lo cual causa pérdidas económicas importantes (CEPAL, 2016).

6.1.2 Dinámicas en el sector agrícola que aumentan la vulnerabilidad al cambio climático

Los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura pueden ser variados. Sin embargo, existen varios factores que de por sí hacen que el sector agrícola sea especialmente vulnerable a estos cambios. Uno de los principales factores es que la mayoría de la agricultura que se practica en Guatemala es dependiente de la lluvia (llamada agricultura de secano), por lo que el cambio en la intensidad y temporalidad de la precipitación, a más altas temperaturas, afectará la disponibilidad hidrológica del país causando una baja productividad o la pérdida total de los cultivos. De acuerdo con el Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural

y Sociedad (IARNA-URL, 2016), la disponibilidad hídrica promedio por persona en el año 2015 fue cercana a 6300 metros cúbicos, de los cuales el 78 % correspondió a la disponibilidad hídrica superficial. Las áreas con alta disponibilidad de agua están ubicadas en las cuencas pertenecientes al golfo de México y corresponden a zonas con baja densidad poblacional; mientras que las cuencas con menor disponibilidad hídrica son las que se ubican en la zona denominada «corredor seco», que es una zona árida o zona con precipitación limitada, perteneciente en su mayor parte a la cuenca del Motagua. La disponibilidad hídrica por vertiente hidrográfica y la ponderación del estrés hídrico a nivel de subcuenca para el año 2015 en Guatemala se muestran en el Cuadro 6-1 y Cuadro 6-2.

Cuadro 6-1 Disponibilidad hídrica en Guatemala por vertiente hidrográfica, con base en el escenario de cambio climático A2

Vertiente	2015	2020	2050
Mar Caribe	27 321.50	23 984.36	19 216.58
Golfo de México	41 410.32	34 660.27	29 842.61
Océano Pacífico	26 385.69	22 698.54	21 462.46
TOTAL	95 117.51	81 343.17	70 521.65

Nota: Los datos se presentan en millones de m³ al año. El escenario A2 proyecta un aumento en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Adaptado de IARNA (2016).

Cuadro 6-2 Disponibilidad hídrica por habitante en Guatemala al 2015 según vertiente hidrográfica

Vertiente	Población al año 2015	Disponibilidad hídrica	Disponibilidad hídrica superficial
Mar Caribe	5 466 705.44	6 971.77	5 761.11
Golfo de México	2 823 545.67	10 844.23	8 985.23
Océano Pacífico	6 822 528.21	3 867.44	2 608.38

Nota: Los datos de disponibilidad hídrica y disponibilidad hídrica superficial están dados en m³/hab/año. Tomado de IARNA (2016).

De acuerdo con este mismo estudio, los escenarios de disponibilidad hídrica no son muy alentadores, ya que disminuyen un 30 % para el mar Caribe, 19 % para el océano Pacífico y 28 % para el golfo de México, con un promedio nacional del 26 %.

Los datos de demanda de recursos varían de acuerdo con la fuente, como se discute en el capítulo 5.

GWP Centroamérica (2017) reporta que la demanda del recurso hídrico representa el 22 % de la oferta hídrica. Del total de la demanda, el 37 % es empleado por la agroindustria; las demás actividades agrícolas y silvícolas consumen el 31 %; para generación de energía se emplea el 24 %; mientras que el consumo domiciliar representa el 2 %, como se puede ver en la Figura 6-1.

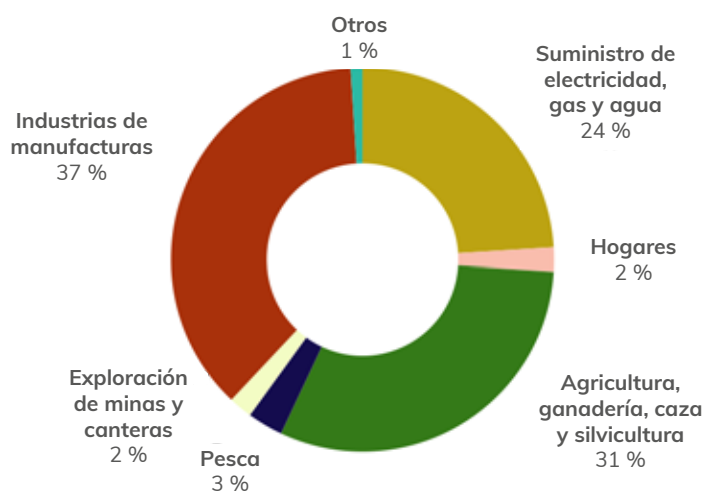


Figura 6-1 Demanda del recurso hídrico por sectores. En donde los sectores que mayor demanda representan son «industria de manufacturas» (37 %), «agricultura, ganadería, caza y silvicultura» (31 %) y «suministro de electricidad, gas y agua» (24 %). La categoría «otros» incluye el sector de la construcción, comercio y servicios. Adaptado de GWP Centroamérica (2017).

Las condiciones del suelo es otro de los factores fundamentales para asegurar la producción agrícola; pues el suelo es un fuerte regulador del ciclo del carbono, elemento crucial para la generación de materia orgánica. La degradación sistemática de este recurso genera procesos de erosión, lo cual reduce su fertilidad y su capacidad de almacenar agua y participar en el intercambio de elementos esenciales para la vida en los ecosistemas. Los procesos de erosión tienden a incrementarse debido a la poca cobertura forestal, ausencia de prácticas de conservación de suelos, e intensidad y frecuencia de las precipitaciones por efectos del cambio climático (FAO, 2014).

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014), los suelos sanos, en conjunto con los océanos, desempeñan una función importante en almacenar carbono. Cuando los suelos se gestionan de manera sostenible, juegan un papel significativo en la mitigación del cambio climático a través del almacenamiento de carbono y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Los cambios de uso del suelo y la erosión de los suelos son responsables del 10 % de todas las emisiones de GEI.

La erosión provoca considerables pérdidas de suelos en Guatemala y es uno de los principales agentes de degradación, que abarca la fertilidad y las condiciones físicas y químicas del suelo. Dentro de las principales causas de erosión se encuentran la deforestación vinculada a los cambios de uso del suelo y las diversas actividades agropecuarias; así como el riego excesivo, exceso de labranza, deficientes o nulas prácticas de conservación de suelos y las quemadas,

que han provocado una pérdida de 148 millones de toneladas métricas de suelo fértil, con un promedio de 1161.89 de ton/ha/año de acuerdo con registros del MAGA (Tobías & Duro, 2013). A esto es necesario adicionarle que los eventos extremos se han intensificado en la región con el progreso del cambio climático, causando cambios en las condiciones del suelo e incrementando la erosión, especialmente por los eventos extremos de lluvias (Rosenzweig, Iglesias, Yang, Epstein, & Chivian, 2001).

Otro de los factores que afectan la degradación de los suelos es el sobreuso, que se da principalmente en las regiones montañosas, donde los sistemas de cultivo que se utilizan superan fácilmente a la capacidad física de la tierra para soportarlos sin degradarse. El Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2016 (MARN, 2017) indica que una tercera parte (33 %) de este sobreuso es debido a los cultivos anuales, principalmente granos básicos, los cuales, dada la imposibilidad de recopilar la información, se consideraron como cultivos limpios que no contemplan medidas de conservación de suelos. El 32 % se debe a cultivos permanentes y pastos, cuya intensidad de uso supera a las regiones agrológicas de categoría V en el caso de los cultivos y VII en el caso de los pastos. La intensidad de uso en categoría de sobreutilización por departamento se muestra en la Figura 6-2, donde sobresalen los departamentos de Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Zacapa y San Marcos. Esto se relaciona con las comunidades asentadas y la cantidad de población que vive en extrema pobreza, utilizando tierras no aptas para la agricultura para su subsistencia.

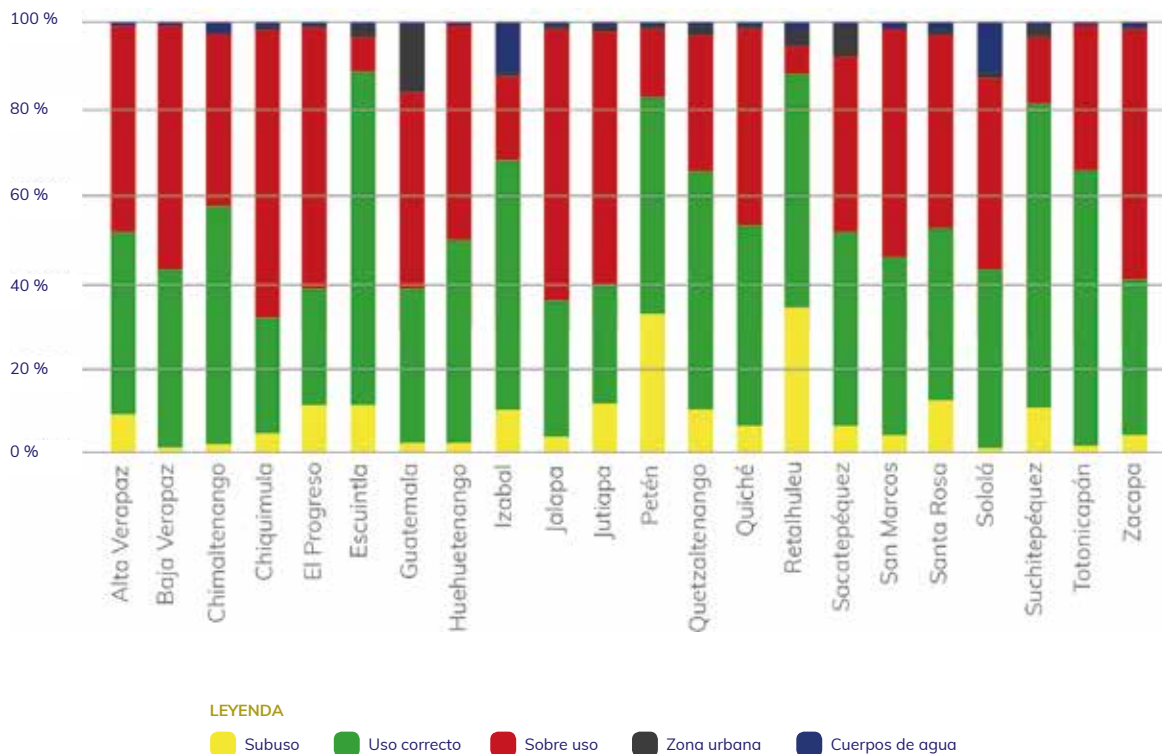


Figura 6-2 Intensidad de uso de la tierra por departamento en la República de Guatemala. Siendo los departamentos de Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Zacapa y San Marcos los que mayor sobre uso del suelo presentan. Nota: esta clasificación no considera las áreas protegidas por lo que la categoría de «subuso» puede estar sobrevalorada. Tomado de MARN (2017).

Con el cambio en la temperatura y la precipitación, se prevén modificaciones de los ecosistemas, lo cual causará un desequilibrio en la cadena trófica y promoverá la expansión de ciertas especies, así como la extinción de otras. La pérdida de la diversidad biológica es un tema crítico que no se ha estudiado profundamente; aunque se cuenta con modelos climáticos y de poblaciones de varias especies, aún es incierto cómo se darán los cambios en los ecosistemas (capítulo 7). En el caso de la agricultura, se prevé que las zonas agroecológicas cambien y algunos cultivos tengan que migrar a una mayor altitud, o que simplemente ya no sean viables. En el caso inverso, estos cambios pueden representar una oportunidad para sembrar distintos cultivos en zonas que eran demasiado frías (CIAT, 2012).

Una parte fundamental de la pérdida o cambio en la diversidad biológica es el aumento de plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas, que, exacerba-

dos por el cambio en la humedad o la temperatura, puedan volverse más agresivos o expandan su área de distribución natural. Un ejemplo es el ataque de la roya del café, que devastó su producción en Centroamérica recientemente (Avelino et al., 2015).

Otro de los grandes problemas que enfrenta una gran cantidad de agricultores, especialmente los pequeños, es la incertidumbre en la tenencia de la tierra. El hecho de que muchos productores en condición de subsistencia e infrasubsistencia no tienen un título formal de su terreno, o no está reconocido en ningún registro, restringe su acceso a créditos o apoyo financiero, lo cual puede afectar directamente su posibilidad de implementar medidas de adaptación. Esto se puede agravar por la falta de ingresos y altos niveles de pobreza (Pokorny & Jong, 2015). El cambio climático exacerba el efecto de estos factores aumentando la vulnerabilidad de los productores (Eakin, 2005; Magrin et al., 2014; Tucker et al., 2010).

6.1.3 El sector agrícola como contribuyente a las causas del cambio climático

Como se mencionó anteriormente, el sector agrícola también contribuye a las causas del cambio climático de dos formas: la primera es por la aportación de GEI provenientes de fertilizantes (a través de la emisión de óxido nitroso [N₂O]) y del metano [CH₄] que se origina de los gases que produce el ganado como producto de la fermentación entérica en su digestión; la segunda es por la disminución de los bosques, que son los principales sumideros de carbono, y la deforestación promovida por el avance de la frontera agrícola (**capítulo 11**).

El cambio de uso de la tierra es una de las grandes preocupaciones a nivel nacional. Castellanos (2013) menciona que el principal factor de la deforestación no son los campesinos que expanden la agricultura

de subsistencia porque, de hecho, los departamentos más poblados y pobres del país presentan mayores tasas de reforestación. El cambio más bien ha sido promovido por otras dinámicas socioeconómicas.

El MARN (2017) indica la tendencia de la tasa de cobertura forestal para departamentos que sufrieron pérdidas específicas, incluidos Petén, que presenta la mayor pérdida en el país, y Chiquimula, como el departamento que más pérdida presentó en relación con la cobertura (**Cuadro 6-3**). Es necesario tomar en cuenta que ambos departamentos (incluyendo además a Jutiapa) son de los que más pérdidas de bosque presentan y también son los que están en zonas del país con climas tendientes a presentar dificultad para la gestión del recurso hídrico. Aunado a eso, presentan una propensión mayor a aumentar temperaturas y disminuir precipitación, según se describe en el **capítulo 3**.

Cuadro 6-3 Cambios netos y tasas de cambio de la cobertura forestal a nivel departamental para el periodo 2006-2010

Departamento	Cobertura 2006	Cobertura 2010	Cambio neto 2006-2010	Cambio anual	Tasa de cambio anual
Chiquimula	40 256	30 192	-10 063	-1908	-4.74
Petén	1 927 215	1 802 604	-124 611	-47 412	-2.08
Guatemala	32 920	57 852	-5 139	-1 544	-2.45
Santa Rosa	51 046	46 304	-4 472	-1 281	-2.51
Jutiapa	15 651	12 730	-2 920	-555	-3.55

Nota: La columna cambio neto presenta el número de hectáreas en que disminuyó la cobertura entre 2006 y 2010. Las columnas de «cobertura 2006», «cobertura 2010» y «cambio neto 2006-2010» se expresan en hectáreas. La columna «cambio anual» se expresa en hectáreas por año. La «tasa de cambio anual» se expresa en porcentaje. Elaboración propia, basado en GIMBUT (2014).

Con la pérdida del bosque también se pierde el hábitat de la flora y fauna, lo cual genera desequilibrio en la cadena alimenticia, sobreexplotación de los recursos, contaminación e invasión de especies exóticas, entre otros problemas (Loening & Markussen, 2003).

Los principales factores del cambio de uso de la tierra son los cultivos de agroexportación, la ganadería, la alta dependencia en la utilización de leña para consumo energético, la tala ilegal y los incendios. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) reportó 616 casos de incendios forestales en el 2015, que afectaron 11 260 hectáreas; del área afectada, 53 % corresponde a bosques mixtos, 29 % a bosques de coníferas y 8 % a latifoliadas. Entre las causas más frecuentes se encuentran los incendios intencionados (63 %) y los provocados por quemas

agrícolas (23 %) (GIMBUT, 2014). Con relación a la tala ilegal, el MARN (2017) reportó que para el 2012 se habían identificado 1235 industrias (entre aserraderos y carpinterías) que operan ilegalmente.

En el Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2016 se menciona que el aprovechamiento forestal sostenible es permitido dentro de algunas categorías de manejo de áreas protegidas, sin embargo, en el periodo 2006-2010 se estimó que más del 30 % de la deforestación ocurre dentro de las áreas protegidas. En 2006, se redujo del bosque 30.7 millones de metros cúbicos de madera, de los cuales el 95 % se destinó como aprovechamientos (equivalente a 29.1 millones de metros cúbicos de madera) y el restante 5 % se debió a incendios o muerte natural (MARN, 2017).

6.2 Medidas para mejorar la productividad, mitigar las causas del cambio climático y fortalecer la capacidad de adaptación en el sector agrícola

Cuando se habla de adaptación, la primera medida que debe tomarse es reducir la vulnerabilidad y exposición a la variabilidad climática actual (IPCC, 2014). La vulnerabilidad está íntimamente relacionada con el nivel de desarrollo económico y social de una población (Gómez, 2001) (capítulo 4). Por esta razón, se debe trabajar especialmente en los aspectos relacionados con la economía y la educación de este sector. Los agricultores implementarán acciones de adaptación en la medida en que tengan acceso a recursos económicos e información en el tema, además de una mejor gestión de las organizaciones locales (CEPAL, 2016).

En el plano económico, actualmente se cuenta con seguros agrícolas y pecuarios prestados por el sistema de banca tradicional del país, aunque poco accesibles para pequeños agricultores. El seguro agrícola es una rama de los seguros que se clasifican por daños y pérdidas según el Código de Comercio (Decreto 2-70, 1970) y se especializa en la cobertura de los cultivos del sector agrícola, especialmente contra riesgos climáticos. El seguro agrícola cubre el rendimiento o la cosecha esperada y cubre el potencial productivo del asegurado (máxima capacidad del cultivo de acuerdo con el paquete tecnológico que el productor desea emplear²). El tiempo de cobertura depende de cada cosecha, ya que se asegura el ciclo

del producto. Las aseguradoras y reaseguradoras³ tienen un listado de productos que pueden y no pueden ser asegurados, con base en el riesgo que ellos estiman (Lobos, 2014).

Según Lobos (2014), en el estudio realizado al programa Dacredito⁴, el seguro es una buena alternativa para los productores que tienen la capacidad económica de adquirirlo debido a que protege la cosecha de cualquier eventualidad, incluidas las pérdidas por plagas. Aparte del servicio del seguro, el programa brinda asistencia técnica a los asegurados para minimizar el riesgo tanto para el productor como para la aseguradora. Sin embargo, se identificó que no existe una cultura de prevención y la falta de interés de adquirir este servicio se debe principalmente al costo. También existe desconocimiento del servicio y de cómo funciona, lo cual crea cierta desconfianza en los potenciales usuarios. Las aseguradoras y agencias bancarias son las que promueven los seguros, pero la información llega a un sector limitado. Según este estudio, realizado en la zona occidental de Chimaltenango y en el municipio de la Nueva Concepción del departamento de Escuintla, los usuarios son principalmente agroexportadores de hortalizas, maíz y tabaco.

En el tema de acceso a préstamos bancarios, existen varias limitantes que hacen inaccesibles los servicios financieros para los agricultores (Eakin, Bojórquez-Tapia, Díaz, Castellanos, & Hagggar, 2011), especialmente para los productores en condición de subsistencia e infrasubsistencia, como las siguientes:

- Los servicios tradicionales de préstamos que ofrecen los bancos son poco accesibles por los requisitos y documentación requerida (cuenta de ahorro, título de propiedad, etc).
- Las tasas de interés son altas.
- Los bancos tradicionales cuentan con pocas agencias en el área rural del país.
- Existen otras entidades financieras que han tenido mayor éxito en el área rural del país por el modelo de sus servicios a nivel local, como por ejemplo: cooperativas de ahorro y crédito y empresas de telefonía que prestan el servicio de transacción de remesas.

² El paquete tecnológico es un documento que contiene las especificaciones técnicas del cultivo autorizadas para la contratación del seguro agrícola.

³ Estas son las que dan soporte económico a las aseguradoras nacionales.

⁴ Dácredito es una entidad promotora del crédito y seguro agropecuario, donde participan Banco G&T Continental, Banco Agromercantil, Banco de la Republica, Financiera SUMMA, Banco Americano y Banco Promerica. Las aseguradoras participantes son Seguros G&T, Seguros Agromercantil y Reaseguradora Proagro. Los fondos para el crédito agrícola provienen de la banca privada y los fondos para el subsidio del seguro agrícola y otros provienen del Fideicomiso para el Desarrollo Rural Guate Invierte creado por el MAGA siendo la financiera G&T Continental S.A. como fiduciario, la administradora de los fondos.

Algunas modalidades de subsidios por parte del gobierno o asociaciones de productores han sido poco eficientes, no han logrado un avance de la estructura básica institucional y el beneficio no ha sido significativo para los agricultores. La distribución de fertilizantes ha sido una política gubernamental, que tomó más fuerza en la administración de 2000-2004, pero, en general, se ha considerado más una estrategia para ganar popularidad entre la población rural que una política estratégica concertada (Martínez-Rodríguez, Viguera, Donatti, Harvey, & Alpizar, 2017).

En el plano social, la organización es clave para enfrentar los momentos de crisis, pero también para que el apoyo técnico y económico pueda llegar de una forma más organizada y se pueda beneficiar a más personas. Las cooperativas y asociaciones de productores tienen más ventajas en el acceso a mejores mercados dentro y fuera del país, como en el caso de las asociaciones de exportadores de hortalizas, frutales, caficultores, entre otros (Eakin et al., 2011; Tucker et al., 2010).

En cuanto a las medidas técnicas de adaptación, los agricultores han realizado varias acciones en sus terrenos tomando en cuenta conocimientos ancestrales, apoyo técnico de entidades de gobierno u organizaciones no gubernamentales, o simplemente compartiendo experiencias con sus vecinos y experimentando.

En cuanto al apoyo del gobierno, el MAGA, en el marco del Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina (PAFFEC), ha creado el Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER), el cual tiene como objetivo potenciar las capacidades de producción, organización y autogestión de la población rural del país por medio de la educación no formal y ejecución participativa. La metodología del SNER se basa en la identificación de población objetivo que pueda conformar grupos de trabajo e identificar líderes para formar un Centro de Aprendizaje para el Desarrollo Rural denominado CADER. Con la conformación de los CADER se asegura una mayor cobertura para la formación de los agricultores en temas de interés (MAGA, 2011). Aun así, el sistema sigue siendo centralizado y la cobertura no llega a los lugares más remotos del país.

También, agencias de cooperación internacional y entidades a nivel mundial, como FAO, han lanzado nuevos conceptos y programas para promover la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector agrícola. Esta información ha sido trasladada a Guatemala por medio de talleres y actividades que reúnen a actores claves para analizar la situación actual y presentar alternativas a los tomadores de decisión. Sin embargo, aunque se tiene bastante información sobre buenas prácticas para combatir los efectos del cambio climático, no todas las medidas serán adecuadas para todos los casos, cómo se mencionó al inicio de este capítulo.

En el estudio realizado por Tucker, et al. (2010) con productores de café, se pudo evidenciar que las medidas de adaptación entre los mismos productores, dentro del mismo país o la misma región, son distintas. Un productor puede aplicar una o más de diez diferentes medidas de adaptación, que van desde prácticas de conservación de suelos, manejo de la sombra, manejo integrado de plagas y diversificación de cultivos hasta el cambio total del cultivo o incluso abandonar la actividad agrícola.

En casos extremos, las medidas de adaptación a los desastres relacionados con el clima tienden a ser reactivas y con visión a corto plazo, en lugar de ser proactivas. Es el caso de las familias que por la falta de recursos económicos han decidido retirar a sus hijos de la escuela, han disminuido la calidad y cantidad de la dieta y, en algunos casos, han migrado dentro o fuera del país en busca de mejores oportunidades. Obviamente estas medidas de adaptación pueden funcionar en el corto plazo, pero en el largo plazo las consecuencias son negativas tanto para la familia como para la sociedad (Tucker et al., 2010).

6.2.1 Adaptación basada en ecosistemas (AbE)

La adaptación basada en ecosistemas es una opción de adaptación estructural y preventiva, que consiste en el uso de la diversidad biológica, los recursos naturales y los servicios que estos proveen como parte de una estrategia integral de adaptación a los efectos adversos del cambio climático (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2009). Se basa en la conservación, restauración y manejo sostenible de los ecosistemas naturales y antropogénicos; e

incluye actividades tradicionales, como manejo forestal integral, uso de agroecosistemas y manejo del agua y del suelo (Martínez-Rodríguez et al., 2017).

En las estrategias de adaptación al cambio climático, la AbE puede ser una de las opciones más importantes, mediante el manejo comunitario, y la restauración y conservación de los ecosistemas. Para lograrlo, es necesario el ordenamiento territorial, pues muchos de los impactos del cambio climático pasan también por la forma en que se está utilizando actualmente el territorio. En ese sentido, es importante introducir ciertas regulaciones ambientales y cumplir con las legislaciones vigentes; reconocer y cuantificar los servicios ecosistémicos de importancia para la agricultura; y monitorear, evaluar y disponer en todos los casos de información confiable, creíble y analizada para poder tomar decisiones informadas (CEPAL, 2016).

6.2.2 Agricultura climáticamente inteligente (ACI)

La agricultura climáticamente inteligente, tal y como fue definida y presentada por la FAO en la Conferencia sobre Agricultura, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático de 2010 en La Haya, contribuye al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, integrando sus tres dimensiones: económica, social y ambiente. Asimismo, aborda de forma conjunta la seguridad alimentaria y los retos climáticos basándose en tres pilares fundamentales (FAO, 2010):

- Incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas
- Adoptar y desarrollar resiliencia al cambio climático
- Reducir y/o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero donde sea posible

En Guatemala, el MAGA, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) patrocinaron el desarrollo y evaluación de un portafolio de prácticas de ACI priorizando las prácticas más adecuadas, especialmente para la zona del corredor seco. El objetivo

de este trabajo es que la información generada sirva para la toma de decisiones a nivel gubernamental para ayudar a los productores a incrementar la productividad, la resiliencia y disminuir las emisiones de carbono. Para identificar estas prácticas y priorizarlas, se llevaron a cabo varios talleres en los que participaron representantes de todos los sectores relacionados con la producción agrícola, incluidos universidades y centros de investigación. Como resultado de esta discusión, las prácticas priorizadas fueron las siguientes (Corner-Dolloff et al., 2015):

- Implementación de sistemas agroforestales
- Terrazas (prácticas de conservación de suelos)
- Cosecha de agua de lluvia
- Uso de variedades tolerantes al estrés hídrico y a plagas y enfermedades
- Bancos de semillas

Este estudio fue entregado a las autoridades de gobierno y se espera que la priorización pueda ser útil en la toma de decisiones.

6.2.3 La agricultura orgánica

La agricultura orgánica es otra opción que incluye principios de sostenibilidad que pueden aportar elementos para fortalecer la capacidad adaptativa de los agricultores (CEPAL, 2016). Sin embargo, también ha sido un tema de discusión, en donde se cuestiona si los beneficios obtenidos por la certificación compensan el esfuerzo económico que el productor debe realizar para implementar ciertas prácticas y cubrir gastos de auditorías. Según Solano (2017), en un estudio realizado con productores de café a pequeña escala, certificados y no certificados, no se determinó una evidencia clara que indique que las plantaciones de café certificadas sean más resilientes al cambio climático que las plantaciones que no poseen una certificación. Por otro lado, también se determinó que la relación entre la certificación y el beneficio social, ambiental y económico es compleja y dependerá del tipo de certificación (si se gestiona de forma individual o grupal, o por medio de asociación o cooperativa) y del acceso al mercado, entre otros factores.

6.2.4 Acceso a información climática, prácticas agrícolas y mercados

El manejo del riesgo climático es una de las medidas más importantes, que solo se logra con acceso a la información climática; por ejemplo, con monitoreo del clima y de la producción, con el uso de pronósticos y con sistemas de alerta temprana (CEPAL, 2016).

En Guatemala, la generación de información climática tiene grandes limitaciones, como se menciona en el **capítulo 1**, pero uno de los mayores problemas es la falta de difusión apropiada y la aplicación de esta información para la toma de decisiones.

En este sentido, la tecnología digital tiene un gran potencial para crear canales de comunicación efectivos. En Guatemala, se han desarrollado algunas iniciativas de este tipo para enviar información climática, de mercados y de buenas prácticas por medio de mensajes de texto, aplicaciones en «teléfonos inteligentes» y video o tutoriales en Youtube. Un ejemplo del uso de esta tecnología es la aplicación Coffee Cloud⁵. Esta aplicación conecta a los institutos de café y productores de Centroamérica con la información climática regional⁶ y con información sobre el estado de sus plantaciones (por ejemplo, plagas y enfermedades) para tomar decisiones informadas en el manejo de su cultivo.

Actualmente, aunque muchas personas cuentan con un teléfono móvil, aún existen lugares en donde la señal telefónica es limitada. Es posible que, con los acelerados cambios tecnológicos, en un futuro cercano, estas limitaciones puedan superarse y la cobertura sea más amplia. Es necesario pensar desde ahora cómo ampliar el uso de esta tecnología para que se convierta en una herramienta de comunicación útil que fortalezca la capacidad adaptativa de los agricultores.

⁵ Disponible en Centro Clima (<http://www.centroclima.org/coffee-cloud/#Home>).

⁶ Registros climáticos históricos y actuales, modelos predictivos de precipitación, recomendaciones de la perspectiva climática regional del Foro del Clima de América Central.

Un punto importante en este sentido es tomar en cuenta la pertinencia cultural (idioma, especialmente), conocimiento y forma de uso de la tecnología digital, público a quien va dirigido el mensaje y el alcance que se desea tener.

En el tema de mercados es necesario crear mecanismos en donde la oferta y la demanda tengan un punto de encuentro. Los productos agropecuarios son perecederos y el acceso a mercados cercanos es fundamental para evitar pérdidas económicas. Algunos productos como el café han logrado establecer nichos de mercado especializados, por la calidad del producto, lo cual les ha permitido, en algunos casos, reducir los riesgos de la inestabilidad del mercado global (Eakin et al., 2011).

6.2.5 Agrobiodiversidad, mejoramiento genético y el papel de la biotecnología en la agricultura

La región mesoamericana ocupa el segundo lugar de las regiones con mayor diversidad de especies y endemismo, ya que alberga alrededor del siete al 10 % de las formas de vida conocidas en el planeta. En la décima Convención de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (COP-10), celebrada en la ciudad de Nagoya (UNEP, 2010), se reconoció e incluyó a Guatemala dentro del Grupo de Países Megadiversos, puesto que cuenta con el 46 % de todas las plantas existentes en Centroamérica y el 40 % del total de especies endémicas de Mesoamérica. En cuanto a fauna, se encuentran más de 100 especies de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (CONAP, 2013).

Aparte de esta alta diversidad biológica, es importante tener en cuenta que Guatemala también tiene una riqueza importante en agrobiodiversidad, que representa una fracción muy pequeña de la diversidad biológica en general. La agrobiodiversidad no es un producto natural, sino un producto de la intervención humana que se inició hace 10 000 años aproximadamente. La agricultura y la domesticación y diversificación de plantas están relacionadas con el cambio climático que se dio hace siglos por causas naturales. Desde ese entonces, la evolución que se ha dado en las especies ha dependido de la diversidad genética disponible y de la selección natural o

la selección humana; Esto significa que la diversidad genética es fundamental para que pueda darse y continuar el proceso evolutivo de las especies (CEPAL, 2016).

Existen alrededor de 300 000 especies de plantas vasculares conocidas; de esas, solo unas mil especies (los cultivos) se considera que han pasado el umbral de la domesticación. Las especies domesticadas ya no pueden sobrevivir en condiciones silvestres y dependen de los seres humanos para su sobrevivencia. De las 1000 especies domesticadas, unas 500 están ampliamente distribuidas por el mundo y 120 de ellas son muy importantes a nivel nacional e internacional. Sin embargo, tan solo 30 especies de plantas proveen casi todo el aporte calórico de la dieta humana a nivel mundial; el maíz, trigo, arroz y papas aportan el 60 %. La diversidad se hace mayor dentro de cada una de estas especies por las variedades que se han creado: se estima que hay más de 50 000 subespecies, razas y variedades ancestrales y locales (CEPAL, 2016).

La evolución de las especies ha ido avanzando con el uso de nuevas tecnologías. Dentro de lo más reciente, la biotecnología tiene una aplicación muy importante en la agricultura, ya que ofrece una gama de posibilidades para superar barreras físicas en ciertos cultivos, como la tolerancia a ciertas condiciones climáticas, plagas y enfermedades, por ejemplo (CEPAL, 2016).

El tema de los cultivos transgénicos todavía es un tema poco abordado en el país por el desconocimiento de este y porque la información que se ha divulgado al respecto es poco veraz sobre los riesgos que realmente podrían existir para la salud humana y el ambiente. Algunos científicos como Quist y Chapela (2001) expresan su preocupación por los efectos de los transgénicos introducidos, debido a que el grado de conectividad genética entre los cultivos genéticamente modificados y las variedades locales y parientes silvestres es un determinante para la historia evolutiva de los cultivos y agroecosistemas en el mundo. Por otro lado, hasta el momento, el uso regulado a nivel local de maíz transgénico con características de resistencia a insectos podría ayudar a la eliminación de plagas y a la prevención de su resistencia, como se ha observado después de varias

décadas de aplicación en Estados Unidos. Además, se ha demostrado que el maíz Bt puede tener niveles reducidos de micotoxinas de fumonisina, los cuales son hongos que pueden afectar negativamente la salud humana. Por lo tanto, esta biotecnología podría reducir la aplicación regional de insecticidas, así como el nivel de contaminación por micotoxinas en el maíz (Solomons et al., 2017). Sin embargo, para tener acceso a estas tecnologías es necesario tener una regulación en el país, lo cual aún es un tema pendiente en Guatemala.

6.2.5.1 Bancos de semillas: una medida de conservación de la agrobiodiversidad y de adaptación al cambio climático

La FAO (2010) reconoce que el establecimiento de bancos comunitarios de semillas es una estrategia importante para afrontar el cambio climático en países con alta vulnerabilidad. Este tipo de bancos facilita la restauración de los sistemas agrícolas en caso de desastres y promueven la conservación de los recursos fitogenéticos y la agrobiodiversidad local (Maselli, 2013, 2014).

Las estrategias internacionales, como el Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 2012) y el Plan de acción estratégico para fortalecer la conservación y uso de los recursos fitogenéticos mesoamericanos para la adaptación de la agricultura al cambio climático (Bioversity International, 2013), reiteran la importancia de los bancos comunitarios de semillas. Asimismo, resaltan la necesidad de establecer vínculos entre los bancos comunitarios y nacionales de germoplasma, a través del establecimiento de redes nacionales con la participación de los agricultores y los sectores relacionados con el tema (Maselli, 2017).

Los esfuerzos e iniciativas a nivel nacional en esta área se iniciaron a través de la FAO con el proyecto Atinar II en la cuenca del lago Atitlán, en Sololá, el cual surge para apoyar el proceso de recuperación de activos familiares afectados por la tormenta tropical Stan, ocurrida en 2005. Posteriormente, la FAO reportó el establecimiento de 355 bancos de semillas. Otras instituciones, como la Asociación

de los Cuchumatanes y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), han establecido bancos comunitarios de semillas en el Occidente. La Mancomunidad Copan Ch'ortí, en la región del corredor seco, ha establecido también nueve bancos comunitarios de semillas en Camotán, Chiquimula. La Universidad del Valle de Guatemala (UVG) estableció cinco bancos comunitarios de semillas, distribuidos en aldeas de los departamentos de Sololá, Chiquimula, Zacapa y Alta Verapaz, en el marco del proyecto «Establecimiento de una red preliminar de bancos comunitarios de semillas en regiones vulnerables del país, para disponer de semillas en caso de desastres». Además, la UVG llevó a cabo otro proyecto titulado «Integrando la agrobiodiversidad a cadenas de valor para afrontar el cambio climático y el riesgo nutricional, en áreas vulnerables del corredor seco de Guatemala». Ese proyecto fue coordinado a nivel internacional por Bioersity International y se ejecutó en Mali, India y Guatemala (Maselli, 2017).

Dentro del marco de ese proyecto, se elaboró un documento con el propósito de contribuir a identificar los elementos, actores y metodologías necesarios para que los agricultores establezcan su propio mecanismo de comunicación, intercambio de semillas y experiencias. Como resultado de este ejercicio, se identificaron cuatro elementos clave para fortalecer los bancos existentes: liderazgo en la comunidad, comunicación efectiva, fortalecimiento de capacidades y distribución de semillas (Maselli, 2017).

Es importante resaltar que la meta de desarrollar un mecanismo de comunicación e intercambio es que los agricultores sean parte de las estrategias que ellos puedan ejecutar por su cuenta, en caso de no obtener el apoyo de instancias del Gobierno o de otros sectores. Si se logra tener un mecanismo de este tipo, se facilitaría el establecimiento de los vínculos entre los bancos de semillas existentes para afrontar de mejor forma los riesgos del cambio climático en las comunidades climáticamente vulnerables. Al mismo tiempo, se promovería la continuidad de la conservación de los recursos fitogenéticos de una forma participativa (Maselli, 2014).

6.2.6 La importancia de la infraestructura en el desarrollo agrícola

En el tema de infraestructura, se pueden abarcar dos aspectos: la infraestructura que se utiliza directamente para la optimización de la producción en campo y la infraestructura pública que se requiere para poder comercializar los productos.

En cuanto a la infraestructura agrícola en campo, es importante destacar los beneficios que se tienen actualmente con la producción en invernaderos bajo condiciones controladas y el uso de macro y micro-túneles. Estas tecnologías permiten controlar directamente la variabilidad climática y crear las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo del cultivo, y evitan la exposición a plagas y enfermedades. La desventaja de estas tecnologías son los altos costos en la construcción y en la automatización de las condiciones climáticas. Sin embargo, según el estudio realizado por Porres, De León, De León y Cifuentes (2015) la producción de tomate en invernaderos artesanales y de baja tecnología es rentable a pesar de la variabilidad de los precios. La rentabilidad tiene potencial de crecimiento al incrementar la eficiencia en la productividad y el acceso a mejores mercados por un producto de mayor calidad.

La infraestructura para el riego es un aspecto fundamental por considerar bajo la alerta de una disminución en la precipitación por el cambio climático. Guatemala ocupa los puestos 18 y 15 en productividad de maíz y frijol, respectivamente, entre un grupo de 23 países evaluados por la FAO. Esto contrasta con la alta productividad de cultivos que tienen riego, como el banano, el de mayor productividad en Centroamérica; la caña de azúcar, que ocupa el tercer lugar en el ranking mundial; y la palma de aceite bajo riego en la costa sur, que se encuentra entre las más productivas a nivel mundial. En el 2013 estos tres cultivos de exportación ocuparon el 71 % del total del área irrigada y utilizan el 69 % del volumen total de agua para riego. Esta comparación evidencia la alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en el país, en un contexto de alta pobreza rural y una agricultura basada en cultivos estacionales, dependientes de la lluvia (MAGA, 2013).

Por otra parte, el riego en sistemas productivos de pequeña y mediana escala no contribuye con todo su potencial a la dinamización de la agricultura de valor, debido al limitado acceso que estos productores tienen a crédito, asistencia técnica, mercados y activos productivos. Existen casi 50 000 hectáreas bajo riego artesanal, sistemas de minirriego y unidades de riego construidas por el Estado con bajos niveles de eficiencia, sin sostenibilidad ambiental y escasa vinculación a cadenas de valor (MAGA, 2013).

Por esta razón, el MAGA, en el año 2013, establece una política para desarrollar el riego en Guatemala durante el periodo 2013-2023; la cual está alineada al Pacto Hambre Cero (para reducir la inseguridad alimentaria y la desnutrición). Guatemala tiene un amplio potencial de riego, ya que actualmente solo el 29 % de las áreas agrícolas con muy alta y alta necesidad de riego cuentan con agua. En el pasado, la promoción del riego se enfocaba predominantemente en incrementar el área bajo riego y en construir infraestructura dentro de las fincas. En esta política, se plantea la necesidad de la participación del Estado en la construcción de infraestructura pública fuera de las fincas, en los centros de almacenamiento y en las vías de conducción de agua hasta un punto donde los productores puedan tener acceso y conducirla hacia sus parcelas a precios competitivos para incrementar sus áreas de cosecha, su productividad y ganancias. La política también incluye un manejo integrado del riego, impulsando la sostenibilidad ambiental, la gobernabilidad del uso del agua, y la competitividad de pequeños y medianos productores (MAGA, 2013).

En cuanto a la infraestructura pública, uno de los principales obstáculos para el desarrollo agrícola es la infraestructura de transporte (carreteras y puentes). Si la exportación de productos ha de mantenerse o expandirse, las carreteras deberán ampliarse y mejorarse, así como las instalaciones portuarias y muelles (Solomons et al., 2017).

6.2.7 Manejo de plagas y enfermedades

En la agricultura, en todas las fases del cultivo se debe lidiar con plagas, enfermedades y malezas que pueden perjudicar su desarrollo. A pesar de la abundancia de plagas, se estima que la mayoría son controladas por enemigos naturales que mantienen estable la población, ya sea de insectos o microorganismos (Viguera et al., 2017). Este control biológico es un servicio ecosistémico que se ha ido perdiendo por la reducción de la diversidad biológica en el agrosistema y el uso de productos químicos, que, si bien ayudan a aumentar la productividad del cultivo, también tienen efectos colaterales en el ambiente y en la salud humana y animal.

Para tener un bajo nivel de plagas y enfermedades en los agrosistemas se debe tratar de recrear la estructura natural del ecosistema, como se menciona en las prácticas de la agricultura basada en ecosistemas y la agricultura climáticamente inteligente. Algunos aspectos a considerar son los siguientes (Viguera et al., 2017):

- Alta diversidad de los cultivos en tiempo y espacio.
- Discontinuidad de monocultivos a través de rotaciones, uso de variedades de maduración rápida y áreas de descanso del suelo (periodos sin cultivo).
- Campos dispersos, que recreen la estructura de un mosaico de cultivos y tierras no cultivadas que puedan proveer hábitat para los enemigos naturales.
- Tener un cultivo perenne dominante, pues son más estables que las áreas que solo tienen cultivos anuales.
- Presencia de niveles tolerables de malezas.
- Alta diversidad genética, ya sea por el uso de múltiples variedades o por múltiples especies.
- Prácticas que mejoren la microbiota del suelo y su contenido de carbono.

El Manejo Integrado de Plagas, así como las técnicas de control biológico, son metodologías que cada vez se utilizan más en cultivos como el café, la papa, vegetales, entre otros. Sin embargo, son técnicas que requieren de conocimiento técnico para poder aplicarlas (Solano, 2017).

Otra herramienta para disminuir la incidencia de plagas es la creación de variedades resistentes a ciertas plagas. Para esto es necesaria la innovación científica y tecnológica para desarrollar los especímenes, ya sea por métodos de fitomejoramiento tradicionales o por medio de la biotecnología.

6.2.8 Los conocimientos ancestrales en la agricultura

Un activo importante que se tiene en la región centroamericana, considerado un derecho constitucional para Guatemala (según el artículo 58 y 66 de la Constitución Política de la República de Guatemala [Acuerdo legislativo 18-93, 1993], es el conocimiento tradicional. Desde la época precolombina, las comunidades han tenido experiencia en el manejo del agua y han podido pronosticar variaciones del clima y la estación de lluvias para organizar los calendarios de siembra de acuerdo con esos conocimientos. Asimismo, han desarrollado prácticas agrícolas que integran los servicios ecosistémicos. Si bien es cierto que el cambio climático está introduciendo un factor de estrés en el conocimiento tradicional de estas culturas, toda su experiencia debe ser aprovechada. Un aspecto importante en ese proceso es el trabajo conjunto con representantes de ambos lados del conocimiento (CEPAL, 2016). En el capítulo 13 de este reporte se abordan con más detalle varias prácticas agrícolas tradicionales.

6.2.9 Diversificación de actividades agropecuarias y de ingresos

La diversificación es una de las estrategias de adaptación más importantes para el manejo del riesgo en la producción agrícola, especialmente en la producción a pequeña escala. En general, los agrosistemas son menos vulnerables a las pérdidas catastróficas cuando existe una amplia variedad de cultivos en varios arreglos espaciales y temporales dentro de un terreno. Esto puede compensar los ingresos de la familia en caso de pérdida de un cultivo (Baca, Läderach, Hagggar, Schroth, & Ovalle, 2014).

El sistema agroforestal de café con sombra, el sistema Quesungual y Kuxur Rum (FAO, 2018), y los sistemas silvopastoriles son ejemplos de cómo la diversificación de los cultivos mejora los medios de vida de las familias gracias al uso eficiente de la unidad productiva (Viguera et al., 2017).

Otro sistema de diversificación agrícola es el sistema milpa, el cual es el resultado histórico de la relación humano naturaleza y como centro, el maíz. El sistema se considera domesticado e integrado a la vida cotidiana, lo cual le da un sentido cultural muy profundo que, junto a la siembra de otras plantas, brinda un mayor contenido alimenticio (Méndez, 2017).

Otra estrategia que se ha identificado ha sido la diversificación del ingreso económico con otra actividad no necesariamente agrícola que permita mantener los medios de vida de las familias. Ejemplo de estas actividades es el trabajo asalariado en construcción, en otras fincas, en prestación de servicios turísticos o en un comercio propio (Eakin et al., 2011).

6.2.10 Manejo integrado del agua y del suelo

Como se mencionó anteriormente, la agricultura de Guatemala es, en su mayoría, dependiente del agua de la lluvia. Los cultivos de agroexportación, que ocupan la mayor área del país (caña de azúcar, banana y palma), cuentan con la tecnología necesaria para irrigar, pero la gran mayoría de agricultores que no tienen estas posibilidades deben buscar alternativas para el almacenamiento, aprovechamiento y uso eficiente del agua.

Todas las medidas relacionadas con el manejo integrado del agua, tales como el riego por goteo, la cosecha de agua de lluvia, el almacenamiento de agua, la transferencia y el uso eficiente del agua, el barbecho, la secuencia de cultivos, el manejo de agua subterránea, la incorporación de materia orgánica a los suelos y la cero labranza, son medidas hacia las que se tiene que apuntar. Esto se debe a que el cambio en los patrones de lluvia en la mayor parte de las regiones está provocando, por un lado, inundaciones debidas al exceso de lluvia y, por otro, escasez derivada de periodos de sequía (Viguera et al., 2017).

El tema del manejo de los recursos hídricos en general se detalla en el **capítulo 5** de este reporte.

Las prácticas de conservación de suelo son fundamentales y urgentes de aplicar. Como se menciona en el apartado de vulnerabilidad del sector agrícola, la condición de los suelos es preocupante debido a que se han visto afectados por procesos de erosión por sobreuso, mayormente en las laderas de las montañas. Las prácticas de ACI y Abe promueven fuertemente la conservación de los suelos como uno de los pilares fundamentales para sostener la producción y la calidad de los productos.

6.2.10.1 Buenas prácticas agrícolas para amortiguar eventos extremos

La agricultura, la seguridad alimentaria y la nutrición de los guatemaltecos se puede ver seriamente afectada por eventos climáticos extremos, ya que esto limita la cantidad de alimentos disponible, pone en riesgo la calidad de estos y dificulta el acceso a los puntos de comercialización (CEPAL, 2017).

Los eventos extremos que se prevén debido al cambio climático pueden ser por exceso de lluvia (huracanes, tormentas e, incluso, mayor intensidad de la lluvia en corto tiempo) o, por el contrario, derivados de la escasez de lluvia (sequía, desertificación), además de las heladas, que son más difíciles de predecir y de mitigar.

En 1998, el huracán Mitch deterioró las condiciones de vida de casi 32 millones de centroamericanos. El sector económico más afectado fue el agropecuario, que sufrió más de tres cuartas partes de los daños estimados en los sectores productivos. Las pérdidas totales se estiman en USD 6656 millones, equivalentes al 13 % del PIB regional (Holt-Giménez, 2001).

A pesar de este evento catastrófico, el daño agrícola no fue igual en todos los sitios, en parte por la intensidad de la lluvia, el tipo de vegetación, la geología y la topografía de cada área; pero también por el tipo de manejo de los sistemas agríco-

las y sus medios de conservación. Para conocer el efecto del manejo, después del Huracán Mitch, Holt-Giménez (2002) realizó un estudio en 1800 fincas ubicadas en Guatemala, Honduras y Nicaragua, en el cual se exploraron las condiciones en que las prácticas sostenibles se correlacionaron con la resiliencia agroecológica. Los resultados del estudio indican que muchas de las prácticas que se estaban implementando y que ayudaron a amortiguar el efecto del huracán tenían más de 30 años de ser promocionadas entre los agricultores. Algunas de estas prácticas se enumeran a continuación:

- Prácticas de conservación de suelos: barreras vivas, zanjas, terrazas de piedra, surcos con mínima labranza.
- Utilización de plantas de cobertura: plantas que ayudan a fijar nitrógeno, para producir abono verde y proteger el suelo.
- Agroforestería: para obtención de leña y otros alimentos; generan materia orgánica que se incorpora al suelo y reducen los deslaves.
- Manejo integrado de plagas.

Las prácticas convencionales en el área de estudio que no ayudaron a amortiguar los efectos del huracán fueron la roza y quema, arar a favor de la pendiente y uso de agroquímicos (Holt-Giménez, 2002).

6.2.11 Nuevas oportunidades y nuevos retos para la agricultura ante los efectos del cambio climático

Según el estudio realizado por Borouncle et al. (2015), en donde se evaluó la ganancia o pérdida neta que tendrán las zonas aptas para el cultivo de café, caña de azúcar, frijol, maíz y sorgo, se encontró que los cultivos más sensibles a los cambios previstos en el clima son el frijol y el café. Por ende, se prevé que disminuirán las áreas aptas para su cultivo en todo el país. Sin embargo, en algunos municipios aparecerán zonas aptas (más frescas y a mayor altura) para el cultivo del café como en la Sierra Madre y en los Cuchumatanes. Con el frijol, se prevé que

las zonas bajas perderán aptitud para su cultivo y se ganarán hipotéticas zonas aptas a mayor altura. Las áreas aptas para el cultivo de maíz disminuirán en las zonas más bajas de Petén, Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal; de igual forma que el café y el frijol, se ganaría aptitud para su cultivo en zonas más altas. La caña de azúcar perderá zonas aptas en las bajuras de todos los municipios de la costa sur e Izabal, Jutiapa y Chiquimula. Inclusive el sorgo perderá zonas aptas para su cultivo en los departamentos en donde tiene cierta importancia actualmente, principalmente en los departamentos de Santa Rosa, Jutiapa, Chiquimula y Zacapa, así como en Baja Verapaz (Bouroncle et al., 2015).

El reto es enfrentar estos cambios teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: primero, que aunque existen áreas aptas a mayor altitud, estas áreas generalmente están cubiertas de bosque o son áreas importantes para la recarga hídrica, por lo cual el uso agrícola y la conservación de los servicios ecosistémicos entrarían en conflicto (Bouroncle et al., 2015); segundo, que se requiere un cambio conceptual, incluso cultural, en las zonas que ya no serán aptas para ciertos cultivos para migrar a otros u otras asociaciones de cultivos que sean rentables.

El punto importante en este planteamiento es no perder de vista que por asegurar la producción de ciertos cultivos en el corto plazo se generen condiciones que aumenten la vulnerabilidad. Es importante recordar la premisa que plantea el IPCC (2014), que una pobre planificación para obtener resultados a corto plazo o una insuficiente anticipación de las consecuencias podrían dar lugar a una adaptación incorrecta y, como resultado de esto, solo se aumentaría la vulnerabilidad o la exposición del grupo destinatario de la adaptación en el futuro, o bien la vulnerabilidad de otras personas, lugares o sectores.

Por otro lado, también se debe ver el cambio como una oportunidad para obtener otros productos, para diversificar las actividades productivas y para innovar. Estos procesos de transición necesitarán el apoyo e involucramiento de todos los sectores del país.

6.2.12 Adaptación en los sistemas de producción animal

El subsector pecuario está integrado por las cadenas productivas de leche, ganadería de carne de bovino, ganadería de carne de cerdo, carne de pollo y huevos, así como la apicultura, las cuales comprenden los procesos de comercialización de materia prima, transformación industrial y comercialización de productos terminados, que son distribuidos al consumidor final (Cámara del Agro & CABI, 2013).

Según el estudio «Inteligencia de consumo de productos agropecuarios» realizado por el Central American Business Intelligence (CABI) y la Cámara del Agro en el 2013, el consumo de productos cárnicos en las familias guatemaltecas alcanza los GTQ 9342 millones anuales. El principal mercado es el departamento de Guatemala con 33 % del consumo, seguido por Huehuetenango (7 %), Escuintla (6 %), Quetzaltenango (5 %) y Quiché (5 %). Los principales productos son carne de pollo o gallina (28 %), carne de res sin hueso (27 %) y carne de res con hueso (17 %). La relación urbana rural del consumo de estos productos es de 1.30, es decir que en las urbes se gasta 30 % más en este rubro que en el área rural. La tendencia es similar para los productos lácteos de consumo familiar alcanzan los GTQ 3692 millones anuales y su principal mercado es el departamento de Guatemala con 33 % del total de consumo, seguido por Escuintla (7 %), Quetzaltenango (5 %) y Huehuetenango (5 %). Los principales productos son: huevo de gallina (43 %), queso fresco o duro (23 %), leche líquida (16 %) y crema fresca (15 %). La relación urbana rural del consumo de estos productos es de 1.37, es decir que en las urbes se gasta 37 % más en este rubro que en el área rural (Cámara del Agro & CABI, 2013).

Con la información anterior, es evidente que este subsector es significativo para el país tanto en el tema económico como en la dieta de la población, por la cantidad de proteína que aportan estos alimentos.

La ganadería es un sector productivo que ha crecido debido a un aumento en los precios regionales de la carne. Si bien esto ha aportado a la economía nacional y regional, también ha contribuido al cambio del

uso del suelo hacia áreas de pastoreo para instalar sistemas ganaderos extensivos con impactos y repercusiones en el área rural y el medio ambiente, lo cual ha propiciado la generación de más gases de efecto invernadero (GEI). La ganadería, en el contexto del cambio climático, debe abordarse desde dos perspectivas: primero, mejorando las prácticas de producción para que la actividad no contribuya al aumento de GEI ni a la eliminación de sumideros, como los bosques; segundo, desde la adaptación del sistema productivo a los cambios del clima para que no se vea afectada la economía de este sector (Jiménez et al., 2009).

Existen opciones técnicas que permiten mitigar las emisiones producidas por la ganadería. Uno de los enfoques más promovidos es retomar los principios agroecológicos e implementar sistemas agroforestales y silvopastoriles. También es necesario realizar cambios tecnológicos para mantener o incrementar la productividad animal en un contexto de conservación y buen manejo de los recursos naturales (Jiménez et al., 2009).

Es importante conservar el enfoque de manejo integral de los sistemas de producción animal y la crianza sostenible porque, aparte de obtener materias primas como la carne, la leche y la lana, también proveen fuerza de trabajo y el excremento puede ser utilizado para elaborar fertilizantes y biogás. Adicionalmente, la mayoría de los animales son más resistentes que los cultivos a las variaciones del clima, por lo tanto, en condiciones en donde un evento climático podría acabar con los cultivos es a través de la venta de animales que las familias campesinas pueden sobreponerse a las pérdidas. También la crianza, desde una gallina hasta animales mayores, pueden ser una estrategia para obtener recursos para la producción agrícola. De esta manera, la producción animal a pequeña escala es un componente central en la estrategia de seguridad alimentaria de las familias (Galvão, Silveira, Nascimento, & Nogueira, 2010).

6.2.13 Recursos pesqueros

Las pesquerías no son, hasta el momento, una actividad económica muy desarrollada en Guatemala y no tienen un aporte económico tan significativo como otros sectores productivos; su aporte al PIB es

del 0.03 %. Sin embargo, contribuyen a la seguridad alimentaria y al bienestar económico de la población guatemalteca que vive en las zonas costeras del país. Esta actividad se desarrolla principalmente en las aguas del Pacífico y del Atlántico.

Existe un sector importante que trabaja en la pesca artesanal en aguas continentales o interiores en todo el territorio y que produce aproximadamente 15 500 toneladas métricas de productos hidrobiológicos por año. La producción anual de las pesquerías oceánicas es de aproximadamente 32 000 toneladas métricas de productos hidrobiológicos, como el atún, varios tipos de pescado (tiburón, dorado, meros, pargos, sardinas, entre otros), crustáceos (cangrejo, camarón, langosta) y moluscos (almejas, calamares, ostiones y caracoles) (Solomons et al., 2017).

En el año 2003, las exportaciones totales alcanzaron aproximadamente 23 000 toneladas métricas, representando ingresos de USD 50 y USD 80 millones para el país. Las actividades de acuicultura que no son artesanales se centran en la producción de camarón y tilapia (FAO, 2005). Sin embargo, existe poca información sobre los volúmenes de producción y estadísticas que permitan medir la aportación de esta actividad a la economía nacional y a la seguridad alimentaria (Solomons et al., 2017).

Recientemente se reportó una notable reducción en la captura de recursos marinos, no solo dentro de las aguas jurisdiccionales del país, sino más allá de ellas. Los posibles factores se han asociado a un débil control de la pesca artesanal e industrial, a la degradación del fondo marino y al cambio climático que ha perturbado los patrones naturales y la distribución de las especies marinas (FAO, 2005).

Los recursos pesqueros en aguas continentales también han sido degradados por el agua contaminada que proviene de poblados cercanos y residuos de plásticos, entre otros factores que afectan la abundancia y diversidad biológica de las especies de agua dulce (Solomons et al., 2017).

Los ríos concentran los contaminantes que captan en las cuencas y los llevan a la costa marina, donde existen ecosistemas altamente sensibles para la reproducción de especies tanto de agua dulce como

salada, como los estuarios. Los ríos que desembocan en el mar llevan el 80 % de los contaminantes que afectan las franjas costeras (Escobar, 2002), situación que aumenta la vulnerabilidad de este ecosistema. El tema se aborda con mayor detalle en el capítulo 8.

6.3 Situación actual de la seguridad alimentaria en el país

La dieta básica guatemalteca continúa basándose en los elementos tradicionales de maíz, frijol, verduras y café, con pocas fuentes de alimento de origen animal. Sin embargo, con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) aumentó la accesibilidad a alimentos procesados de exportación de bajo costo y en algunos casos, con bajo contenido nutricional, que se han agregado a la dieta, pero sin beneficios para la salud (Solomons et al., 2017).

El 30.4 % de la población guatemalteca sufre de inseguridad alimentaria y nutricional (Magrin et al., 2014). La prevalencia de retraso en el crecimiento (baja estatura), que es una de las manifestaciones más severas de la inseguridad alimentaria y nutricional, representa el 46.5 % de niños menores de cinco años (MSPAS, INE, & ICF International, 2017),

el porcentaje más alto en el hemisferio occidental (Solomons et al., 2017).

Más del 70 % de los casos de desnutrición crónica infantil (retraso en el crecimiento) a nivel nacional se concentran en hogares rurales dedicados principalmente a las actividades agrícolas. En estos hogares, uno de cada dos niños (53 %) presenta esta condición (MSPAS et al., 2017). La situación de los hogares rurales es altamente vulnerable por la precariedad sistémica que se manifiesta por las altas tasas de pobreza, la falta de acceso a servicios básicos adecuados (agua potable, saneamiento), el limitado acceso a activos productivos (tierra, riego, tecnología) y capacidades para lidiar con las contingencias climáticas, y la falta de desarrollo humano y territorial (educación, vivienda, salud, empleo) (Iarna-URL, IICA, Gálvez, & Andrews, 2015; Iarna-URL, IICA, & McGill University, 2015). De acuerdo con el INE (2016), el 62 % de las personas que viven en pobreza extrema y el 41 % que vive en pobreza moderada están empleados en el sector agropecuario. El Cuadro 6-4 presenta las principales características de los hogares agropecuarios de pequeña escala con base en la clasificación que utilizan los instrumentos de política pública en el país (MAGA, 2011, 2016, 2017).

Cuadro 6-4 Características de los hogares agropecuarios por tipología, año 2011

Tipo de hogares agropecuarios	Área con la que cuenta para cultivar (ha)	Principal destino de la producción	Contrata mano de obra	Incidencia de pobreza en 2011 (porcentaje)		
				Pobres extremos	Pobres no extremos	No pobres
Sin tierra	No posee	No aplica	n.a	25.5	41.0	33.5
Infrasubsistencia	Menor a 0.35	Consumo propio	No	20.8	60.2	19.0
Subsistencia	Entre 0.35 y 0.7	Consumo propio	No	16.1	49.6	34.3
Excedentarios	Entre 0.7 y 3.5	Consumo propio Venta (parcial)	Sí	16.4	51.1	32.5
Pequeños comerciales	Entre 3.5 y 22.5	Venta (mercado interno principalmente)	Sí	18.5	48.8	32.7
Grandes comerciales	Más de 22.5	Venta (mercado interno y externo)	Sí	0.0	46.4	53.6

Nota: La columna área con la que cuenta para cultivar está dada en hectáreas. Los valores de la incidencia de la pobreza en 2011 están dados en porcentaje de la población total de Guatemala. Tomado de Iarna-URL (2019).

La seguridad alimentaria y nutricional de la población guatemalteca está fuertemente vinculada a la actividad agrícola, y por lo tanto al cambio climático en al menos dos vías. La primera tiene que ver con el número de hogares agropecuarios que dependen de su propia producción como la principal vía para acceder a alimentos y, por lo tanto, deben generar capacidades para adaptarse a la variabilidad climática y los eventos extremos. En este sentido son par-

ticularmente vulnerables los hogares agropecuarios de infrasubsistencia, subsistencia y excedentarios, los cuales destinan la mayor parte de su tierra a la producción de maíz, frijol negro y papa (BID, 2013). Los datos disponibles muestran que los dos primeros han crecido en número en los últimos años, en tanto que los hogares agropecuarios excedentarios (y los pequeños comerciales) disminuyeron (Figura 6-3).

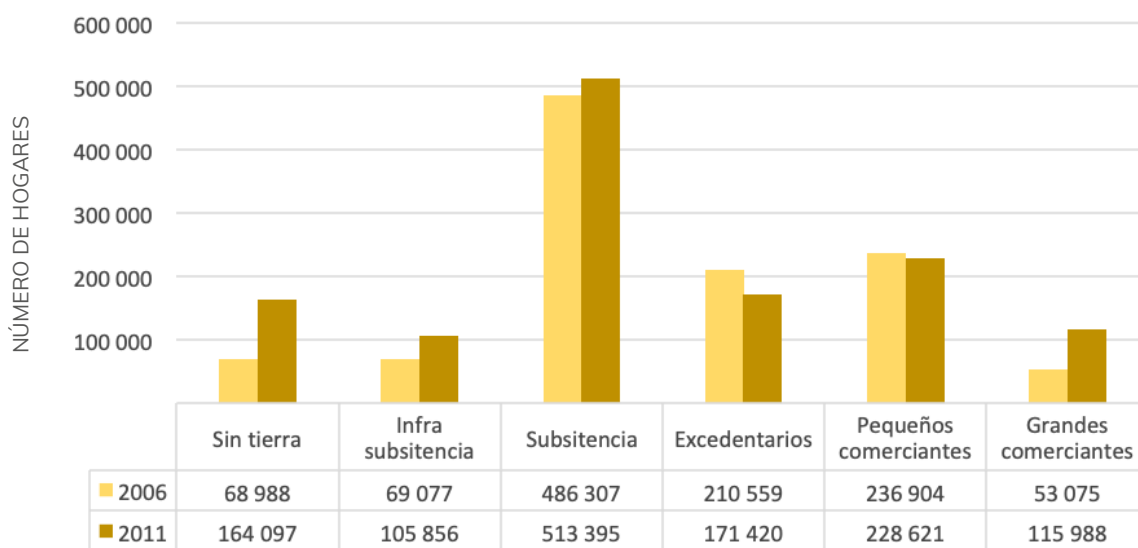


Figura 6-3 Distribución de los números de hogares agropecuarios según tipología para los años 2006 y 2011. Los hogares agropecuarios de infrasubsistencia y de subsistencia crecieron en número en los últimos años mientras que los hogares agropecuarios excedentarios (y los pequeños comerciales) disminuyeron. Elaboración propia, basado en Iarna-URL (2019).

La capacidad de respuesta se reduce no solo por la precariedad de la situación socioeconómica de los hogares, sino también por la ocurrencia cada vez más frecuente de los eventos climáticos extremos (Figura 6-4). Las evaluaciones del impacto de la sequía en 2014 estimaron una población afectada de 275 000 familias y la pérdida total de la cosecha

de maíz en 26 000 ha y parcial en otras 70 000. Además, 248 000 de esos hogares (1.5 millones de personas) se encontraban en condiciones de inseguridad alimentaria moderada, y 30 000 en inseguridad alimentaria severa (OCHA, UNETE, & Sistema de Naciones Unidas, 2014).

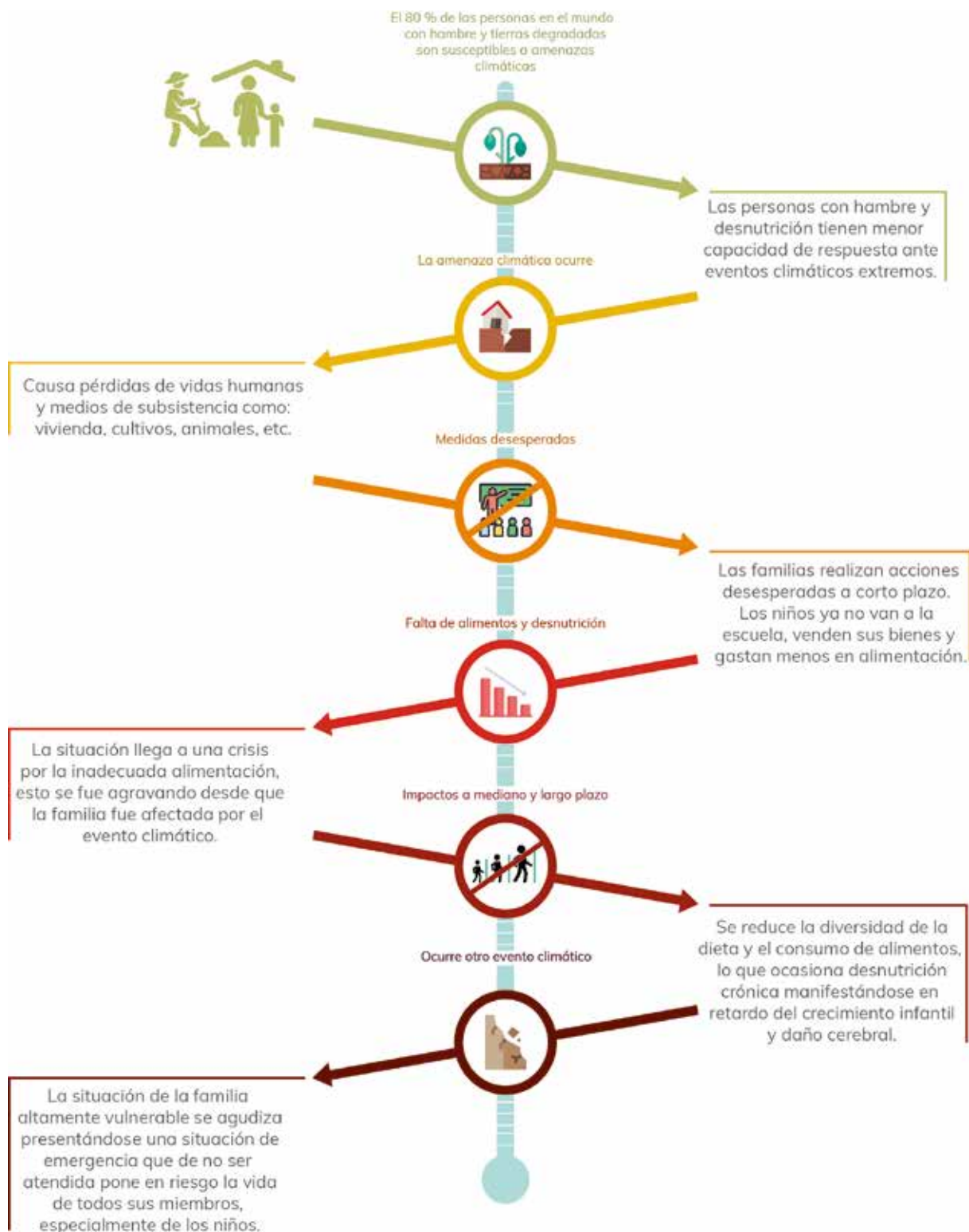


Figura 6-3 Ciclo de la inseguridad alimentaria. La precariedad de la situación socioeconómica de la población de un país y el aumento en la frecuencia de eventos climáticos son los principales factores en la reducción de la capacidad de respuesta ante la inseguridad alimentaria. Adaptado de ONU (2015).

Otra forma en que el cambio climático tiene un efecto importante sobre la seguridad alimentaria y nutricional es a través de su influencia en el empleo agrícola, ya que tiene un impacto en las distintas producciones y, por lo tanto, en los ingresos rurales y el acceso a los alimentos. Un estudio que utilizó un Análisis de Equilibrio General estimó que el impacto de un escenario de sequías frecuentes reduciría el aporte de la agricultura al PIB en un 23 % y generaría efectos negativos en los salarios de los trabajadores agrícolas no calificados (Vargas et al., 2016). Esta situación se suma a la realidad de subempleo que ocurre en el sector agrícola, en el que los ingresos del 93 % de los trabajadores están por debajo del salario mínimo (ASIES, 2012). Por otro lado, el ingreso promedio por hora en el sector se redujo en 12 % entre el 2000 y 2014, lo que ha agudizado la precariedad en la que subsisten muchos de los hogares rurales (Sánchez, Scott, & López, 2016).

Las mujeres juegan un papel fundamental en la agricultura rural. Ellas realizan tradicionalmente actividades específicas como la fertilización, la crianza de animales, el desgranado y almacenamiento de granos, el lavado y empaque de productos, y participan en la comercialización de la producción (Peláez-Ponce & Juárez-Arellano, s/f). Como resultado de la falta de acceso a recursos económicos y empleo, muchos de los hombres (encargados del hogar) han migrado al extranjero, lo cual ha provocado un cambio en la dinámica familiar, en la que se observan nuevos desafíos para las mujeres, quienes ahora deben encargarse del hogar y asumir más responsabilidades en la producción de alimentos.

Entre estos desafíos, sobresalen las restricciones en la mano de obra, la falta de conocimientos y la ausencia de asistencia técnica (Banco Mundial, 2015). Se estima, además, que el 25 % de los jornaleros en las fincas agrícolas son mujeres (CODECA, 2013). De acuerdo con CODECA (2013), las condiciones laborales que ellas deben afrontar son desiguales e injustas: i) el 53 % de las mujeres no reciben pago alguno al ser considerado complemento del trabajo de algún hombre; ii) el 73 % recibe salarios inferiores al de los hombres y muy por debajo del salario mínimo; y iii) no poseen derecho a la maternidad.

En conclusión, las causas de la inseguridad alimentaria y malnutrición (especialmente en niños menores de seis años) son varias y se relacionan con variables socioeconómicas estructurales que no están directamente vinculadas al clima, pero que incrementan la vulnerabilidad de la población ante los posibles impactos del cambio climático. Las principales causas se relacionan con problemas del país, como por ejemplo la baja educación nutricional, falta de acceso a saneamiento, falta de acceso a salud preventiva y reactiva; desempleo, bajos ingresos, migración, alta dependencia de la remesa, desintegración familiar, dinámica de programas sociales, respuestas institucionales, educación, y sus efectos sobre los problemas anteriormente mencionados (Iarna-URL, IICA, & McGill University, 2015).

Otras causas de inestabilidad en materia de seguridad alimentaria y nutricional, más relacionadas con las debilidades en el sistema de producción agropecuario actual, se enumeran a continuación (Solomons et al., 2017):

- Deforestación por cambio de uso del suelo.
- Erosión del suelo debido a cultivos en pendientes pronunciadas sin prácticas de conservación.
- La pérdida gradual de fertilidad y calidad del suelo, desertificación y erosión genética.
- El bajo uso de las variedades mejoradas en los cultivos básicos.
- Poca participación del sector público agrícola en el apoyo a los productores en condición de subsistencia e infrsubsistencia mediante programas eficaces de investigación agronómica y de extensión.
- Limitados programas de riego a pesar de la disponibilidad de agua superficial y subterránea.
- Alta dependencia del uso de fertilizantes químicos y pesticidas importados.
- El bajo nivel educativo de los productores.
- Falta de programas eficaces que pongan en contacto a los productores, asociaciones y cooperativas con las cadenas de valor de los cultivos y los mercados nacionales e internacionales.
- La alta dependencia en las remesas externas.

6.3.1 Medidas técnicas para la adaptación local

larna/URL, IICA y McGill University (2015) identifican un conjunto de intervenciones que permitirían fortalecer los sistemas alimentarios de los productores en condición de subsistencia e infrsubsistencia y que responden también a un contexto de cambio climático. Asimismo, se proponen los siguientes determinantes inmediatos y subyacentes que se asocian a la inseguridad alimentaria y nutricional: i) la diversificación de los sistemas productivos, mediante componentes pecuarios (aves, en particular); ii) la diversificación de la dieta del hogar, con énfasis en la incorporación de productos de origen animal (huevos y lácteos); iii) estrategias para mejorar y garantizar el acceso a agua para consumo y producción de alimentos; y iv) acciones de saneamiento básico.

En cuanto a la atención de los determinantes básicos o estructurales, las intervenciones priorizadas deberían de atender: i) la cobertura y calidad de la educación, como estrategia para viabilizar y diversificar los medios de vida; ii) las intervenciones dirigidas al desarrollo territorial (generación de empleo, infraestructura, acceso a servicios básicos); y iii) acciones orientadas al empoderamiento de las mujeres.

6.3.1.1 Huertos familiares

Azurdia, López, Ovando y Leiva (2006) definen los huertos familiares como agroecosistemas constituidos por gran diversidad de especies distribuidas en diferentes estratos verticales y horizontales dentro de una vivienda.

Las comunidades han adoptado esta medida naturalmente desde hace muchos años. Los huertos familiares juegan un papel muy importante, no solo en la conservación de la diversidad genética, sino particularmente en la participación de las mujeres. El huerto representa un campo experimental, con materiales que se encuentran en el mercado o que se intercambian entre los hogares. En el huerto familiar se conservan, mejoran, seleccionan, diversifican y distribuyen materiales y, de esa manera, se mantienen y se conservan cultivos «subutilizados». Y no solamente de cultivos, sino también de los productores que están interactuando con esos cultivos, que forman parte de su proceso evolutivo.

En dichos procesos de conservación y aprovechamiento consiguen seguridad alimentaria, sostenibilidad y resiliencia (CEPAL, 2016).

Cabe destacar el uso de plantas de uso medicinal, que se conservan en los huertos familiares, las cuales ocupan el tercer lugar después de las plantas destinadas a la alimentación y ornamentación. Estudios conducidos en 46 huertos familiares de la zona semiárida de Guatemala mostraron que 55 especies se utilizan como plantas medicinales. Asimismo, los resultados obtenidos en 46 huertos familiares de la zona cálido-húmeda de Alta Verapaz y en 31 huertos familiares de la zona fría mostraron resultados similares con la presencia de 75 y 98 especies dentro de esta categoría (Azurdia et al., 2006).

6.4 Acciones prioritarias para lograr la sostenibilidad en la agricultura y mejoras a la situación de inseguridad alimentaria en el país

A nivel gubernamental, Guatemala ha iniciado un proceso de planificación para la adaptación en la agricultura con el apoyo de varias entidades nacionales e internacionales. Una de las más activas ha sido la FAO a través de sus programas; también la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y los programas de investigación como el Programa de Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CAAFS-CGIAR).

Con la participación de varios actores nacionales, como la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, organizaciones no gubernamentales, la academia, sector privado y los distintos ministerios, también se ha avanzado en desarrollar el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) (CNCC, 2016), que abarca todos los sectores del país, entre ellos el sector agropecuario.

En la gestación de estos planes es evidente que existe una necesidad, y es un reto a la vez, de replantear el modelo agropecuario actual. Las tendencias a nivel mundial muestran que la agricultura debe migrar a sistemas que estén más armonizados con el funcionamiento de los ecosistemas para lograr una mejor

adaptación y la mitigación de las causas del cambio climático. Dentro de esta nueva perspectiva, la agrobiodiversidad juega un papel fundamental, ya que es la base biológica de la adaptación de la agricultura al cambio climático. También son fundamentales el uso eficiente del agua, del suelo y de los servicios ecosistémicos (FAO, 2010), y cambiar el paradigma de los monocultivos intensivos hacia agroecosistemas diversificados que aporten a la resiliencia y a fortalecer la seguridad alimentaria (CEPAL, 2016).

Desde el punto de vista institucional, hay mucho por hacer. Empezando porque la mayoría de los instrumentos que se han elaborado para la mitigación y adaptación al cambio climático han sido construidos sin indicadores claros sobre el cumplimiento de metas, especialmente en el tema de desarrollo, reducción de la pobreza, reducción de la seguridad alimentaria o la intensificación sostenible de la producción. Se han planteado exclusivamente para enfrentar los impactos del cambio climático, en vez de integrarlos a los planes de desarrollo sectorial o nacional. También la planificación de la adaptación se ha trabajado de manera separada de la planificación para la mitigación, a pesar de las sinergias posibles en el sector para contribuir a ambas metas simultáneamente (Witkowski, Medina H., Borda, & Fajardo, 2017). Sin embargo, es necesario recalcar que se debe ser cuidadoso con las medidas de mitigación adoptadas en países como Guatemala (con alta vulnerabilidad), porque reducir las emisiones no puede significar, en ningún momento, reducir el bienestar o afectar las condiciones de vida de las personas, especialmente de las poblaciones más vulnerables (CEPAL, 2016).

Para lograr avances en el sector, es crucial trabajar de manera más articulada entre los gobiernos locales, el MARN, que tradicionalmente ha sido la institución con competencia y acceso a recursos en el tema de cambio climático, y todos los demás ministerios. Es crucial también que en el país se refuerce la cultura de planificación en sus instituciones para asegurar que cada nuevo instrumento de planificación que se genera haya considerado el contexto institucional ya existente y tomado en cuenta los instrumentos que se gestan regionalmente y los mandatos de los acuerdos globales (Witkowski et al., 2017).

Las instituciones locales y gubernamentales tienen que ser capaces de lograr una visión estratégica de largo plazo, que perdure más allá de los ciclos políticos y genere bases de conocimiento e información necesarias para diseñar medidas de adaptación que permitan una transformación en el corto, mediano y largo plazo (Witkowski et al., 2017).

Es necesario evaluar el funcionamiento del sistema de extensión agrícola para buscar su descentralización y facilitar el acceso a todos los agricultores, promoviendo más la participación de las mujeres.

En el tema de seguridad alimentaria, es necesario comprender y combatir el problema con un enfoque sistémico e integral. El modelo general de la inseguridad alimentaria y la desnutrición crónica infantil en el análisis de los datos del estudio realizado por IARNA (2015) confirma que las acciones aisladas que no contemplen intervenciones en varios puntos del sistema verán limitada su efectividad.

Teniendo en cuenta que la adaptación es un proceso, es necesario fomentar espacios de aprendizaje continuo e intercambio de experiencias. Los intercambios de experiencias dentro del país y entre países son vitales para poder buscar soluciones conjuntas a los retos más apremiantes, de manera que se puedan canalizar recursos financieros y técnicos para acelerar el proceso (Witkowski et al., 2017).

6.5 Vacíos de información

Si bien es muy importante entender lo que ha sucedido en el pasado y en el presente, es importante seguir trabajando en las proyecciones a futuro. Actualmente se han generado modelos climáticos que analizan la productividad de los cultivos más importantes de la región centroamericana para mediados de siglo, pero hace falta desarrollar modelos más sofisticados para analizar otros cultivos. Los modelos también son una herramienta importante para entender los cambios en los ecosistemas, especialmente los cambios en especies en peligro de extinción y en los servicios ecosistémicos. Pero más allá de eso, es necesario que los modelos climáticos nos ayuden a entender, desde lo local a lo regional, los cambios globales y los precios del mercado. Sin esta información y con los efectos del cambio climático, será muy

difícil desarrollar políticas y estrategias a nivel nacional o regional que ayuden a mantener e incrementar los ingresos de los productores (Hannah et al., 2017).

Es necesario estudiar más las especies nativas y disseminar buenas prácticas de conservación, haciendo buen uso de la ciencia y de los conocimientos modernos junto con el conocimiento ancestral (CEPAL, 2016). El país debe generar indicadores y sistemas de monitoreo y evaluación que permitan medir el progreso relativo de las inversiones en adaptación. Este tema es prácticamente incipiente y se ha limitado a realizar monitoreo y evaluación desde un enfoque muy programático, para medir el cumplimiento

de actividades y no el impacto real de las medidas de adaptación priorizadas (Witkowski et al., 2017).

También es necesario realizar una sistematización de experiencias exitosas de adaptación en distintas regiones del país, inversión en investigación agropecuaria, innovación en prácticas agrícolas, verificación de prácticas con bajas emisiones o consideradas «carbono neutral» y el desarrollo de proyectos para establecer sistemas de incentivos o venta de certificados de carbono para promover la compensación de huella ecológica.

6.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo legislativo 18-93. Constitución Política de la República de Guatemala (1993). Guatemala.
- Asociación de Investigación y Estudios Sociales (ASIES). (2012). El comercio exterior y el empleo agrícola en Guatemala. *Momento*, 27(5), 18.
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., ... Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7(2), 303–321. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9>
- Azurdia, C., López, E., Ovando, W., & Leiva, M. (2006). Plantas medicinales en huertos familiares. Recuperado a partir de <http://www.chmguatemala.org/network/other/F1134401743/F1160066279/F1160066527/1119222930>
- Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J., Schroth, G., & Ovalle, O. (2014). An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica. *PLoS ONE*, 9(2), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088463>
- Bacon, C. M., Sundstrom, W. A., Flores Gómez, M. E., Méndez, E., Santos, R., Goldoftas, B., & Dougherty, I. (2014). Explaining the «hungry farmer paradox»: Smallholders and fair trade cooperatives navigate seasonality and change in Nicaragua's corn and coffee markets. *Global Environmental Change*, 25(1), 133–149. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.005>
- Banco de Guatemala. (2017). *Guatemala en cifras 2017*. Guatemala.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2013). *Reflexiones sobre el desarrollo de la economía rural de Guatemala*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Banco Mundial. (2015). *Social sector expenditure and institutions review. Report 78000*. Washington, D.C.: Central America Country Management Unit, Poverty Reduction and Economic Management.
- Bioversity International. (2013). *Plan de acción estratégico para fortalecer la conservación y el uso de los recursos fitogenéticos mesoamericanos para la adaptación de la agricultura al cambio climático - PAEM 2014-2024*. Cali, Colombia. Recuperado a partir de https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Plan_de_accion_estrategico_para_fortalecer_la_conservacion_PAEM_1683.pdf

- Bouroncle, C., Imbach, P., Läderach, P., Rodríguez, B., Medellín, C., Fung, E., ... Donatti, C. I. (2015). *La agricultura de Guatemala y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación?* Copenhague, Dinamarca: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).
- Cámara del Agro. (2018). *Huella del Agro nacional*. Guatemala.
- Cámara del Agro, & Central American Business Intelligence (CABI). (2013). *Inteligencia de consumo de productos agrícolas (demanda actual del mercado nacional)*. Guatemala.
- Castellanos, E. (2013). ¿Cómo estará el entorno ambiental en Guatemala en las siguientes décadas? *Revista UVG*, (26), 51–55. Recuperado a partir de <http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-26/5.COMO ESTARA EL ENTORNO AMBIENTAL.pdf>
- Castellanos, E., & Guerra, A. (2009). *El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala*. Cuadernos de desarrollo humano 2007/2008. Guatemala.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (2012). *Escenarios del impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en Guatemala*. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Cline, W. R. (2008). Global warming and agriculture. *Finance and Development*, (March), 23–27. <https://doi.org/10.1002/9780470752630.ch18>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático. Serie seminarios y conferencias (Vol. 85)*. Santiago de Chile. Recuperado a partir de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40299-agrobiodiversidad-agricultura-familiar-cambio-climatico>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2017). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina: síntesis de políticas públicas sobre cambio climático*. Santiago de Chile.
- Comité de Desarrollo Campesino (CODECA). (2013). *Situación laboral de trabajadores/as agrícolas en Guatemala*. Mazatenango, Guatemala: Comité de Desarrollo Campesino.
- Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC). (2016). *Plan de acción nacional de cambio climático*. Guatemala. Recuperado a partir de <http://sgccc.org.gt/wp-content/uploads/2016/10/Plan-de-Acción-Nacional-de-Cambio-Climático-ver-oct-2016-aprobado-1.pdf>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2013). *Política nacional de diversidad biológica (Acuerdo Gubernativo 220 -2011) Estrategia nacional de diversidad biológica y su plan de acción (Resolución 01-16-2012) La década de la vida y el desarrollo. Políticas, programas y proyectos (01-2013)*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- Corner-Dolloff, C., Nowak, A., Lizarazo, M., Fuentes, M., Mejía, M., & Rojas, E. (2015). *Prioritizing Investments in Climate-Smart Agriculture in Guatemala*.
- Decreto 2-70. Código de Comercio de Guatemala (1970). Guatemala: Diario de Centroamérica.
- Eakin, H. (2005). Institutional change, climate risk, and rural vulnerability: Cases from Central Mexico. *World Development*, 33(11), 1923–1938. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.06.005>
- Eakin, H., Bojórquez-Tapia, L. A., Diaz, R. M., Castellanos, E., & Hagggar, J. (2011). Adaptive capacity and social-environmental change: Theoretical and operational modeling of smallholder coffee systems response in mesoamerican pacific RIM. *Environmental Management*, 47(3), 352–367. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9603-2>

- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Galvão, A., Silveira, L., Nascimento, M., & Nogueira, F. (2010). *En invierno sembramos, en verano criamos: integración agricultura-producción pecuaria en la región semiárida de Paraíba*. *Revista de agroecología LEISA*, 26(1). Recuperado a partir de <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-26-numero-1/1744-en-invierno-sembramos-en-verano-criamos-integracion-agricultura-produccion-pecuaria-en-la-region-semi-rida-de-paraiba>
- Global Water Partnership (GWP) Centroamérica. (2017). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada*. Tegucigalpa, Honduras: Global Water Partnership Central America.
- Gómez, J. J. (2001). *Vulnerabilidad y Ambiente*. Santiago de Chile.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2014). *Cambio climático 2014: 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*. (C. Field, V. Barros, D. Dokken, K. Mach, M. Mastrandrea, E. Bilir, ... L. White, Eds.). Ginebra: Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (GIMBUT). (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001- 2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero*. Guatemala.
- Hannah, L., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Alfaro, E., Rodríguez, D. A., Bouroncle, C., ... Solano, A. L. (2017). Regional modeling of climate change impacts on smallholder agriculture and ecosystems in Central America. *Climatic Change*, 141(1), 29–45. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1867-y>
- Holt-Giménez, E. (2001). Midiendo la resistencia agroecológica contra el huracán Mitch. *Revista de agroecología LEISA*, 7–10.
- Holt-Giménez, E. (2002). Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 87–105. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00006-3)
- Hulme, M. (2003). Abrupt climate change: can society cope? *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 361, 2001–2021.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna-URL). (2009). *Perfil ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo*. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna-URL). (2015). *Proyecto inseguridad alimentaria y desnutrición en Guatemala*. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna-URL). (2016). *Gota a gota, el futuro se acota. Una mirada a la disponibilidad presente y futura del agua en Guatemala*. Guatemala.

- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna-URL). (2019). *Perfil ambiental de Guatemala 2019*. Guatemala: en proceso de publicación.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna-URL), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Gálvez, J., & Andrews, K. (2015). *Perfil del agro y la ruralidad de Guatemala 2014 Situación actual y tendencias*. Guatemala: Cara Prens.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (Iarna-URL), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), & McGill University. (2015). *Análisis sistémico y territorial de la seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala: Consideraciones para mejorar prácticas y políticas públicas*. Guatemala: Cara Prens.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2016). *Encuesta de condiciones de vida 2014*. Tomo I. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
- Jiménez, G., Quechulpa, S., Esquivel, B., Pinto, L. S., Montes, F. R., Ruiz, M., & Márquez, C. (2009). Ganadería y cambio climático: mitigación y adaptación en comunidades indígenas de Chiapas, México. *Revista de agroecología LEISA*, 26(1). Recuperado a partir de <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-26-numero-1/1741-ganaderia-y-cambio-climatico-mitigacion-y-adaptacion-en-comunidades-indigenas-de-chiapas-mexico>
- Jones, P. G., & Thornton, P. K. (2003). The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change*, 13(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00090-0)
- Lobos, A. (2014). *Análisis del seguro agrícola para productores apoyados por el programa Dacrédito*. Universidad Rafael Landívar.
- Loening, L. J., & Markussen, M. (2003). *Pobreza, deforestación y pérdida de la biodiversidad en Guatemala*. Ibero America Institute for Economic Research.
- Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J.-P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E., Poveda, G., ... Vicuña, S. (2014). Central and South America. En V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, ... L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1499–1566). Cambridge, United Kingdom and New York, USA. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.007>
- Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Donatti, C. I., Harvey, C. A., & Alpizar, F. (2017). *Como enfrentar el cambio climático desde la agricultura: prácticas de adaptación basadas en ecosistemas (AbE)*. Turrialba: Conservación Internacional-CATIE.
- Maselli, S. (2013). Recursos filogenéticos: elementos clave para el desarrollo y la seguridad alimentaria. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 26, 56–59.
- Maselli, S. (2014). *Manual técnico operativo para el funcionamiento y manejo de semillas en bancos comunitarios*. Ciudad de Guatemala.
- Maselli, S. (2017). *Identificación de elementos para conformar una Red Nacional de Bancos Comunitarios de Semillas y fortalecer el funcionamiento de los Bancos ya existentes*. Ciudad de Guatemala: Universidad Del Valle de Guatemala, Biodiversity Internacional, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, FIDA y la Unión Europea.

- Méndez, J. J. (2017). *Compendio de prácticas ancestrales del sistema milpa*. Guatemala: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2011). *Sistema nacional de extensión agrícola. Planteamiento y avances*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2013). *Política de promoción del riego 2013-2023*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2014). *El agro en cifras 2014*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2016). *Política agropecuaria 2016-2020*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2017). *Ruta de trabajo para la incorporación de consideraciones de género en el proceso nacional REDD+ de Guatemala*. Guatemala.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2017). *Informe ambiental del estado de Guatemala 2016*. Guatemala. Recuperado a partir de <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/8879.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Nacional de Estadística (INE), & ICF International. (2017). *VI encuesta nacional de salud materno infantil 2014-2015. Informe final*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Oficina de Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA), UNETE, & Sistema de Naciones Unidas. (2014). *Plan de respuesta canícula prolongada/sequía 2014*. Guatemala.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *World Risk Report 2015*. Recuperado a partir de <http://climate-l.iisd.org/news/worldrisk-report-2015-food-insecurity-increases-disaster-risk/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). *Resumen informativo sobre la pesca por países*. FAO. Ciudad de Guatemala. Recuperado a partir de ftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/fcp/en/FI_CP_BO.pdf%5Cnftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_VE.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *Climate-Smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation*. Rome. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6346.2009.02662.x>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). *Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Adaptación de la agricultura al cambio climático*. Recuperado a partir de http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting_SP.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Agricultura. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). *Caracterización de los sistemas agroforestales Kuxur Rum y Qesungual en el corredor seco de Guatemala y Honduras*. Ciudad de Panamá: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Peláez-Ponce, A. V., & Juárez-Arellano, H. (s/f). *Lineamientos estratégicos para el fortalecimiento de la agricultura familiar y la inclusión en Guatemala*. Guatemala: IICA.
- Pokorny, B., & Jong, W. de. (2015). Smallholders and forest landscape transitions: locally devised development strategies of the tropical Americas. *International Forestry Review*, 17(S1), 1–19. <https://doi.org/10.1505/for.11.2.155>
- Porres, V., De León, D., De León, E., & Cifuentes, R. (2015). Producción de tomate bajo invernaderos a pequeña escala ¿es rentable? *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, (31), 46–53.
- Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP). (2010). *Informe de la décima reunión de la conferencia de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Nagoya, Japón.
- Quist, D., & Chapela, I. (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414(10), 541–543.
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X. B., Epstein, P. R., & Chivian, E. (2001). Climate change and extreme weather events - Implications for food production, plant diseases, and pests. *Global change & Human Health*, 2(2), 90–104. <https://doi.org/10.1023/A:1015086831467>
- Sánchez, S., Scott, K., & López, H. (2016). *Guatemala: Closing gaps to generate more inclusive growth*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2009). *Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation: Report of the second ad hoc technical expert group on biodiversity and climate change*. CBD Technical Series. Montreal.
- Solano, A. L. (2017). *The Lima Declaration on Biodiversity and Climate Change: Contributions from Science to Policy for Sustainable Development*. Guatemala: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Solomons, N. W., Castellanos, E., Cifuentes Velásquez, F. R., Maselli Conde, S., Orozco Figueroa, M. N., Pennington, P. M., ... Zambrano Ruano, G. G. (2017). Seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala. En *Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) (Ed.), Retos y oportunidades de la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas. El punto de vista de las Academias de Ciencias* (pp. 352–375). México: IANAS.
- Tobías, H., & Duro, J. (2013). *Estado del recurso suelo en Guatemala, prioridades y necesidades para su manejo sostenible*. La Habana, Cuba.
- Tucker, C. M., Eakin, H., & Castellanos, E. (2010). Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, markets shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Global Environmental Change*, 20(1), 23–32.
- Vargas, R., Escobar, P., Cabrera, M., Cabrera, J., Hernández, V., & Guzmán, V. (2016). *Food vulnerability in Guatemala: a static general equilibrium analysis*. Guatemala.

- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M. R., Donatti, C. I., Harvey, C. A., & Alpizar, F. (2017). *El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones contra el cambio climático: conceptos básicos*. Turrialba: CATIE.
- Witkowski, K., Medina H., D., Borda, A. C., & Fajardo, K. (2017). *Planificando para la adaptación al cambio climático en la agricultura: análisis participativo del estado actual, retos y oportunidades en América Central y Sur*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.