Diagnóstico rápido del impacto del Cambio Climático en los/as pequeños/as productores/as agrícolas de Comercio Justo de El Salvador, Guatemala y Nicaragua

Presentado por:
Francisco Soto Monterrosa
Santa Tecla, El Salvador
9 de enero de 2019

Para el Proyecto
"INTERCAMBIO: Incidencia y Liderazgo regional en Cambio Climático"

Contenido

Introducción: ¿por qué la CLAC hace este diagnóstico?

El cambio climático se manifiesta con fuerza en todas partes del mundo

Manifestaciones del cambio climático en Centroamérica

- **Cambios ya experimentados**
  - ***Temperatura media***
  - ***Precipitación acumulada anual***
  - ***Eventos climáticos extremos***
- **Proyecciones futuras del cambio climático**
  - ***Temperatura media***
  - ***Precipitación acumulada anual***
  - ***Aumento del nivel del mar***
  - ***Eventos climáticos extremos***

Impactos atribuibles al cambio climático en la OPP

- **Impactos de tipo agronómico**
- **Impactos de tipo ambiental**
- **Impactos de tipo social**
- **Impactos de tipo económico**

Impactos sobre los principales rubros de la OPP

- **Miel de abeja**
- **Cacao**
- **Caña de azúcar**
- **Café**

Perspectivas para impulsar la adaptación de las OPP

Glosario de términos

Referencias bibliográficas

Introducción: ¿por qué la CLAC hace este diagnóstico?

El **cambio climático** impacta adversamente las actividades productivas de las Organizaciones de Pequeños Productores y Productoras del Comercio Justo (OPP), en sus aspectos económico-comercial, socio-cultural y ambiental; experimentándose diferentes grados de afectación, según varían sus condiciones de **vulnerabilidad**, localización geográfica y rubros agropecuarios.

Aunque los **impactos** del cambio climático se experimentan a nivel local; las causas del cambio climático siguen aumentando a nivel mundial. Estas causas se confieren a las emisiones de los **gases de efecto invernadero (GEI)**, en especial el dióxido de carbono (CO_2) proveniente de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), que se utilizan para producir la energía que mueve las actividades económicas de las sociedades del mundo. A medida que el nivel de emisiones siga aumentando, los impactos continuarán persistiendo en todas las regiones del planeta, pero especialmente sobre aquellas poblaciones, sectores productivos y localidades con mayores grados de vulnerabilidad, como es el caso de las OPP en Latinoamérica y El Caribe. Por tanto, si bien es una tarea de los gobiernos, acordar y mejorar acciones globales para frenar las emisiones de GEI, especialmente CO_2 fósil; es oportuno e impostergable, que las OPP impulsen acciones de **adaptación al cambio climático**, es decir, de ajuste de sus sistemas productivos, **medios de subsistencia** y entornos rurales a sus manifestaciones.

Para ello, es necesario conocer los impactos del cambio climático sobre las OPP, a nivel de sus sistemas de cultivo, medios de subsistencia y entornos rurales; para entonces poder mejorar la **resiliencia** y **capacidad de adaptación** de las OPP en el presente y futuro cercano.

En este documento se sintetizan los principales impactos del cambio climático sobre las OPP de café, cacao, caña de azúcar y miel en tres países de Centroamérica: Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Lo anterior, con el propósito de influir en la toma de decisiones de diferentes actores (públicos, privados o mixtos), en el movimiento por un comercio justo, y ante cualquier otra instancia, en relación al tema de cambio climático; mediante la propuesta de políticas y medidas de respuesta ante el cambio climático que contribuyan al desarrollo las OPP y a la sostenibilidad de los impactos positivos del comercio justo.

Se presentan las manifestaciones del cambio climático a nivel mundial y para la región de Centroamérica y los tres países en cuestión; los impactos del cambio climático sobre el sector agropecuario desde un punto de vista sistémico, según el cual no sólo se consideran los sistemas de producción, sino también las familias de productoras y productores, sus entornos rurales y todas las formas de vida; los impactos sobre cuatro rubros específicos: café, cacao, miel de abeja y caña de azúcar; y las perspectivas de adaptación de las OPP ante las manifestaciones e impactos del cambio climático.

El cambio climático se manifiesta con fuerza en todas partes del mundo

El principal indicador de la magnificación del cambio climático, es el aumento de la **temperatura media mundial** (T°MM), lo cual ha sido conocido normalmente como "calentamiento global".

La temperatura de la superficie terrestre y del océano se ha calentado 0.85°C entre 1880 y 2012; y los años 2015, 2016 y 2017 han sido los más cálidos en los registros desde 1856. El quinquenio 2013-2017 tuvo una T°MM promedio de 1.0°C, y 2017, de 1.1°C (±0.1°C), sobre los niveles de T°MM en el período preindustrial[1]; siendo respectivamente el quinquenio más cálido, y el año más cálido sin influencia del fenómeno de **El Niño**. 2017 sólo ha sido superado por 2016, que es el año más cálido en los registros históricos, aunque influenciado por el evento El Niño de 2015/2016. En la actualidad, la T°MM va aumentando a un ritmo de 0.2°C (±0.1°C) por década, por lo que es probable que entre 2030 y 2052 se tenga un aumento de 1.5°C respecto al nivel preindustrial (AMS 2018, IPCC 2018, WMO 2018).

Con el aumento de la T°MM que ya se tiene por arriba de 1°C, el desequilibrio energético del sistema climático se manifiesta en la actualidad, y lo realizará según las proyecciones a futuro a medida la T°MM siga aumentando, mediante: cambios **atmosféricos,** como aumento de las temperaturas extremas mínima y máxima superficiales, cambios probables en la circulación atmosférica, y cambios en las fases el **ciclo hidrológico** (**precipitación**, **evaporación/evapotranspiración**, **escorrentía, infiltración** y **humedad del suelo**) positivos o negativos según la región; cambios en la **criósfera**, como la disminución del manto de nieve, derretimiento del permafrost, reducción de la extensión del hielo marino ártico, pérdida de superficie y masa de glaciares y casquetes de hielo, y pérdida de hielo de Groenlandia y la Antártida; y cambios oceánicos, como el calentamiento superficial y de las capas de agua hasta el fondo marino, aumento de la acidez del agua, cambios en la salinidad y concentración de oxígeno disuelto, y elevación del nivel del mar (IPCC 2013, IPCC 2007a) (Figura 1A). A estos cambios graduales en las variables medias del clima, se suma la ocurrencia actual y proyectada a futuro de eventos climáticos extremos, como disminución del número de días y noches frías; aumento del número de días y noches cálidas; aumento de la duración y/o frecuencia de períodos cálidos u olas de calor; mayor número de regiones en las que se experimenta aumento de precipitaciones intensas; aumento de la frecuencia, prolongación e intensidad de las **sequías** y déficits de precipitación en algunas regiones; aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas en el atlántico norte y cambios en la actividad de los ciclones tropicales (intensidad, frecuencia y duración); y alza de los niveles de aguas altas extremas en las zonas costeras (IPCC 2018, IPCC 2013, IPCC 2012, IPCC 2007a) (Figura 1B).

[1] Período comprendido entre 1850 y 1900, previo a la utilización acelerada de combustibles fósiles (IPCC 2018, WMO 2018).

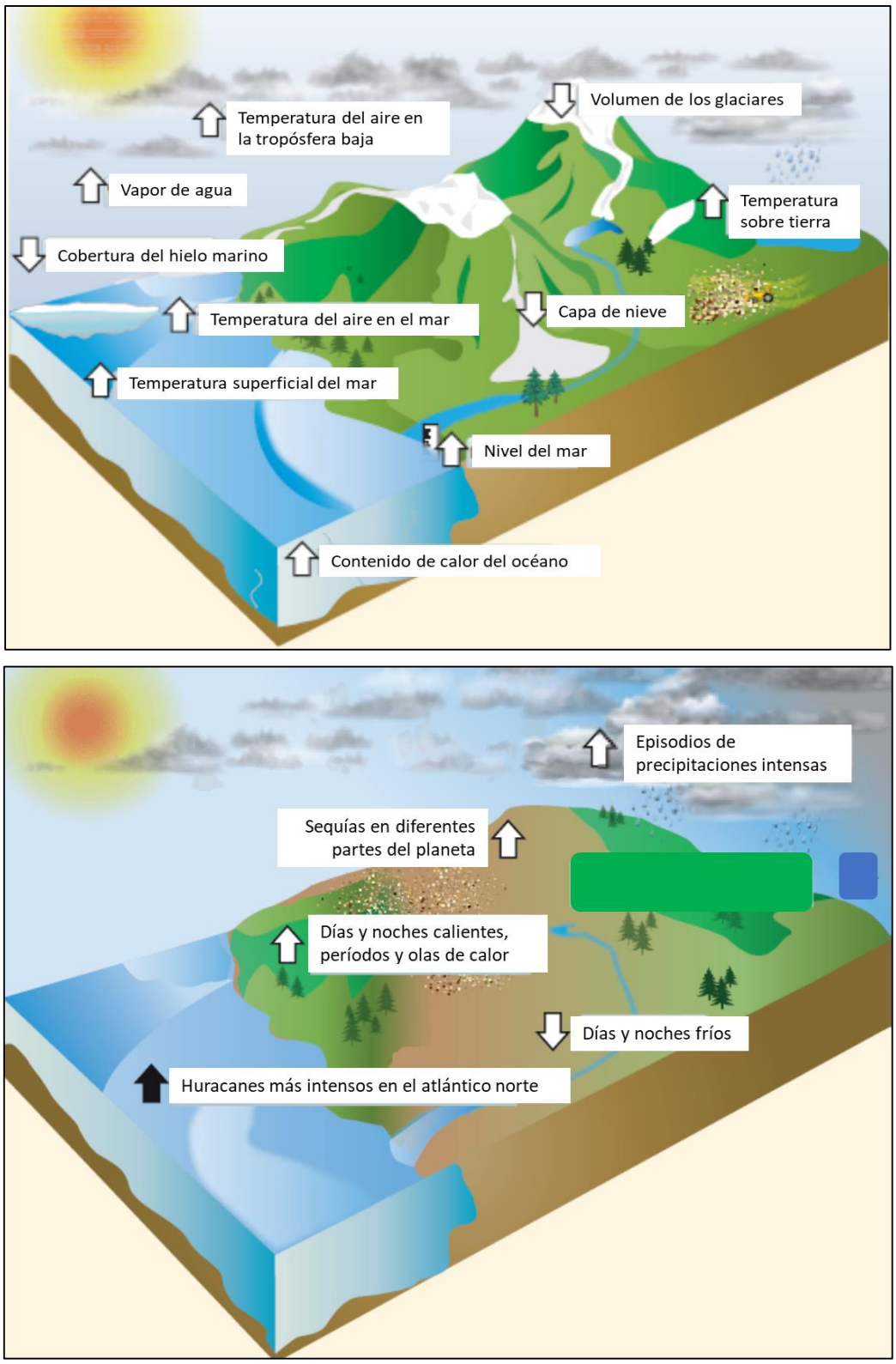


Figura 1. Manifestaciones del cambio climático a nivel global. A: Cambios graduales de las variables medias del clima; B: Eventos climáticos extremos.

Gráficos tomados y textos adaptados al idioma español, de IPCCC (2013).

Manifestaciones del cambio climático en Centroamérica

Las anomalías climáticas alrededor del planeta en los últimos años, especialmente 2017 y 2018 (AMS 2018, NOAA 2018a, WMO 2018), son una alarma contundente sobre la gravedad del problema y la urgencia de limitar el aumento de la T°MM del planeta. Las magnitudes crecientes del cambio climático aumentan la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles sobre los sistemas agropecuarios (IPCC 2018, IPCC 2014b, IPCC 2007b), por lo que es urgente actuar de manera idónea para implementar medidas que mejoren la resiliencia y capacidad de adaptación de los pequeños productores y productoras, sus cultivos, medios de subsistencia y la **biodiversidad**.

Hay que hacer notar que la T°MM es sólo un promedio de lo que sucede en las diferentes regiones y localidades del mundo, en donde se van haciendo estas mediciones año con año. Esto quiere decir, que hay muchas regiones y varias temporadas del año, en las que ya se experimentan aumentos de temperatura mayores al valor del aumento de la T°MM de 1.1°C, tal es el caso de Centroamérica.

En esta región, los estudios realizados convergen en que el clima de se ha vuelto más cálido y el ciclo hidrológico más acelerado, expresándose en una serie de cambios en las magnitudes, sentido y patrón de las temperaturas y lluvias en congruencia a las tendencias actuales y proyectadas a futuras del cambio climático mundial. Desde el Siglo XIX la región mostró un considerable aumento de temperatura y cambios en la precipitación.

Cambios ya experimentados

Temperatura media

Se ha experimentado un aumento de la temperatura media anual, entre 0.6 y 0.76°C en los siete países de la región en las últimas tres décadas del siglo XIX, pudiendo ser hasta de 1°C según otros estudios. Es decir, el valor actual de la T°MM ya fue rebasado en la región centroamericana hace ya unas dos décadas.

A nivel espacial, se describen ligeros aumentos en Belice, tendencia ascendente marcada en Guatemala y El Salvador, menor ritmo de crecimiento en Honduras y Nicaragua, y aumento en la variabilidad de la temperatura en Panamá. Los incrementos mayores han ocurrido en Costa Rica, El Salvador y Guatemala desde la década de los setenta (Figura 2) (CEPAL 2011, IPCC 2007b, Aguilar *et al.* 2005, PNUD 2005a).

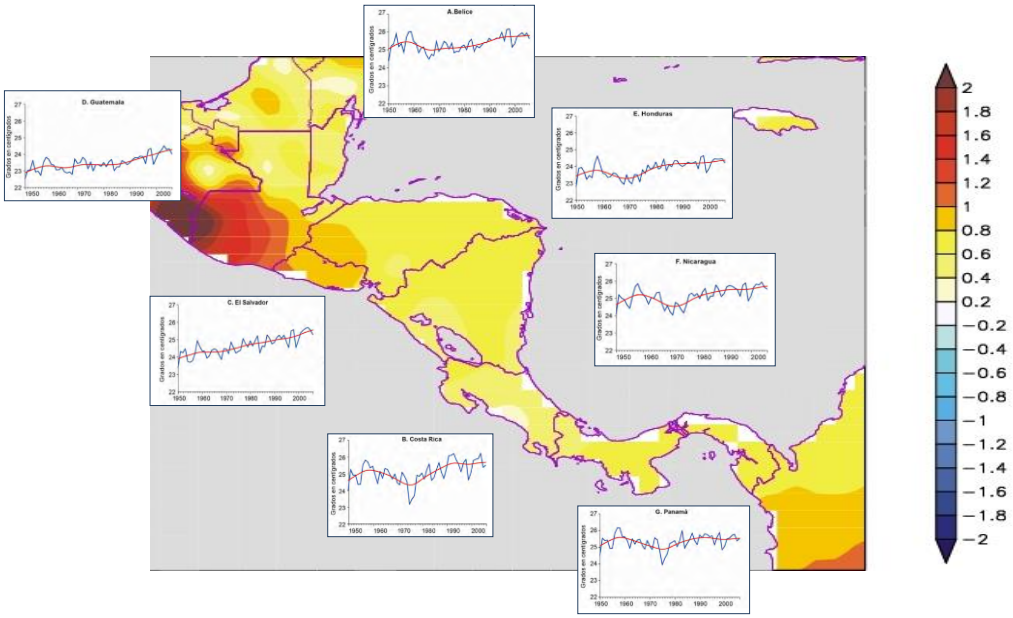


Figura 2. Cambio de la temperatura media anual (°C) en Centroamérica entre 1901 y 200 (mapa), y aumento indicativo de la temperatura para cada país de la región entre 1950 y 2006 (gráficos).
Tomados de CEPAL (2011) y PNUD (2005a).

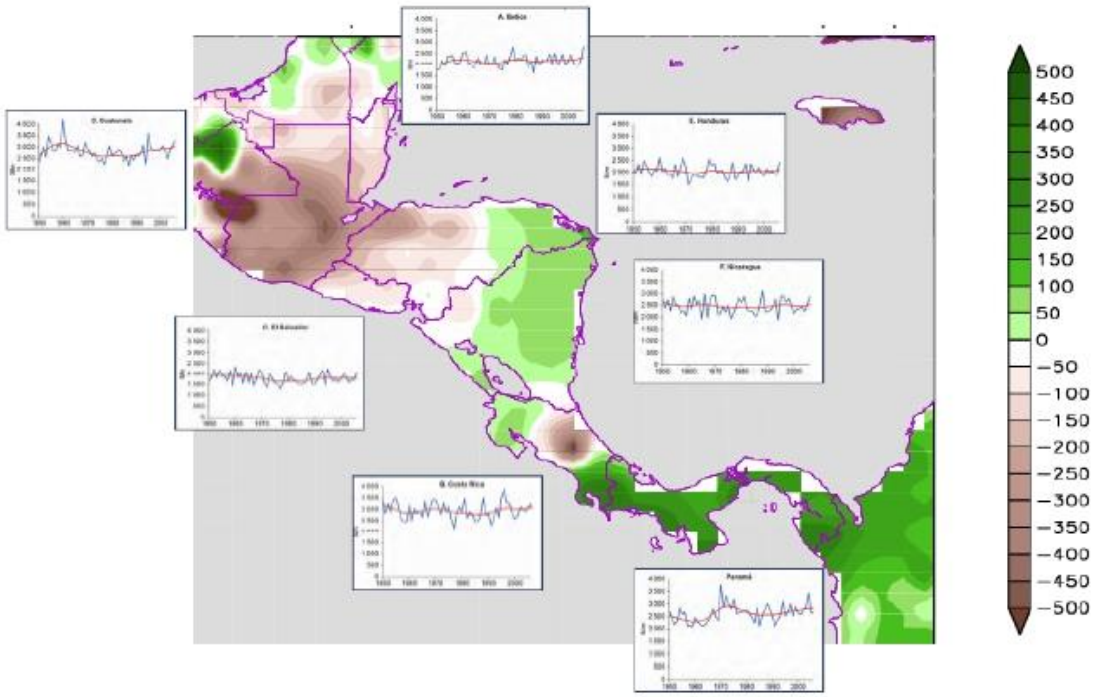


Figura 3. Cambio de la precipitación acumulada anual (mm) en Centroamérica entre 1901 y 200 (mapa), y su cambio indicativo para cada país de la región entre 1950 y 2006 (gráficos).
Tomados de CEPAL (2011) y PNUD (2005a).

Precipitación acumulada anual

Los niveles de precipitación se han mantenido relativamente estables. Es posible identificar una ligera disminución de la precipitación media anual en la región oeste del istmo, presentándose diferencias en la distribución espacial de la precipitación entre la región del Pacífico y la región del Caribe, por interacción de los sistemas del viento y la topografía. En el período de 1980 a 2006 se ha registrado en algunos países una ligera disminución de los niveles de precipitación en relación al período 1950–1979, siendo El Salvador y Guatemala los más afectados, con reducciones de -3.6% y -2.7% respectivamente; también se registran disminuciones en Honduras. En Nicaragua y Costa Rica se observa cierta estabilidad en los niveles promedio, mientras que en Belice y Panamá registran una tendencia ascendente (CEPAL 2011, PNUD 2005a) (Figura 3).

Eventos climáticos extremos

Respecto a la tendencia de los eventos climáticos extremos para el período 1961-2003, ya se experimentó lo siguiente: (i) aumento del porcentaje anual de días y noches cálidas, y disminución del número de días y noches fríos; (ii) incremento de los extremos de temperatura, llegando a valores más altos de temperaturas máximas diurnas extremas; (iii) aumento de la frecuencia de precipitaciones intensas, con aumento en la cantidad de lluvia; (iv) mayor duración de los períodos con varios días secos consecutivos; (v) menor duración de los períodos con varios días consecutivos con lluvias (temporales) (Aguilar *et al*. 2005); y (vi) aumento de la precipitación extrema debida a ciclones tropicales, y (vii) disminución o continuidad de la frecuencia de ciclones tropicales, pero con aumento de los valores medios de la velocidad máxima del viento y la intensidad de las precipitaciones (IPCC 2013).

En cuanto a sequías, prácticamente no hay porción de Centroamérica que en los últimos 30 años no las haya sufrido. Además, existe un corredor de zonas severamente afectado por la sequía en la vertiente del Pacífico, que cruza todos los países. Entre 1974 y 2004, la mayor concentración de eventos de sequía se registró en Guatemala, Honduras, Nicaragua, la costa pacífica de Costa Rica y la costa atlántica de Panamá. Aunque ellas se asocian ampliamente con procesos de degradación ambiental, la combinación con condiciones climáticas adversas incrementa su recurrencia y sequedad (CEPAL 2011). Las condiciones de sequía, como manifestaciones del cambio climático, se asemejan a las condiciones propias de la incidencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), pues esta variabilidad natural se asocia a períodos de sequía leve a severa en el Pacífico y a un aumento variable de las lluvias sobre la vertiente caribeña. Por tanto, la señal del cambio climático ha sido interpretada regularmente como un efecto de la intensificación del evento ENOS; cuando más bien el cambio climático estaría reforzando los efectos de la sequía provocada por ENOS (IPCC 2012, Brenes 2002).

Por ejemplo, la ocurrencia de ENOS en Centroamérica sucedió especialmente en los eventos de 1982/1983 y de 1997/1998 (Trenberth y Stepaniak 2001). El último episodio de ENOS más extendido en la región, se prolongó desde el trimestre octubre-noviembre-diciembre de 2014, hasta el trimestre abril-mayo-junio de 2016 (NOAA 2018b); siendo este último el año más cálido registrado a nivel mundial con incidencia de El Niño. Por tanto, se podría concluir que los impactos causados por la prolongación de la canícula o sequía por ENOS en Centroamérica estarían siendo intensificados en línea con la señal proyectada del cambio climático; con serias afectaciones a los sistemas naturales y humanos, especialmente los agropecuarios, que se encuentran directamente vinculados a la disposición de agua para el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos.

Proyecciones futuras del cambio climático

De manera general, en Centroamérica, la temperatura media aumentará y la precipitación variará a lo largo de la región con una tendencia a disminuir en la mayor parte de la región, previéndose un descenso de la precipitación en todas las estaciones de año, pero especialmente durante la época lluviosa (IPCC 2007a, IPCC 2007b) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cambios en la temperatura (°C) y precipitación (%) para Centroamérica, en 2020, 2050 y 2080, en el rango de todos los escenarios.

Temporada	Cambios en la Temperatura media (°C)		
	2020	**2050**	**2080**
Seca	+0.4 a +1.1	+1.0 a +3.0	+1.0 a +5.0
Lluviosa	+0.5 a +1.7	+1.0 a +4.0	+1.3 a +6.6
	Cambios en la precipitación anual (%)		
	2020	**2050**	**2080**
Seca	-7 a +7	-12 a +5	-20 a +8
Lluviosa	-10 a +4	-15 a +3	-30 a +5

Tomado y adaptado de IPCC 2007b.

Para estudiar las proyecciones futuras del cambio climático en la región, hay que tener en cuenta que las tendencias actuales de las emisiones de GEI siguen aumentando, y que están dirigiendo al planeta por un escenario de mayor calentamiento, el cual ocasionaría una exacerbación de las manifestaciones del cambio climático en Centroamérica.

Los **escenarios de emisiones** que dirigen al planeta hacia un aumento de la T°MM muy superior a 1.5 o 2°C a finales de siglo, son llamados “A2” y “RCP 8.5” (IPCC 2018, GCP 2016, IPCC 2014a, IPCC 2013, IPCC 2007a, IPCC 2007c). En este documento, las proyecciones se referirán entonces a estos escenarios “pesimistas”, pues son las tendencias actuales del cambio climático en el planeta y la región.

Temperatura media

Bajo un escenario congruente con la tendencia actual de altas emisiones de GEI causantes del cambio climático (A2 y RCP 8.5), en 2050 la región presentaría un aumento de la temperatura media anual entre 1.4 y 2.3 °C dependiendo del país, y un promedio regional entre 1.6 y 1.8 °C, respecto al período 1980-2000. De mantenerse esta tendencia al 2100, la anomalía de temperatura podría ubicarse en un rango de 3.4 a 5.2 °C dependiendo del país, y un promedio regional entre 3.7 a 4.6 °C; registrándose las temperaturas más altas para El Salvador y Guatemala (CEPAL 2011).

Estos resultados coinciden con escenarios que habían sido elaborados anteriormente (Hulme y Sheard 1999), según los cuales la temperatura podría aumentar entre 2.6 y 3.1°C para 2050 y entre 3.9 y 4.6°C en 2080, dependiendo del país, respecto al promedio del período 1961-1990 (Figura 4).

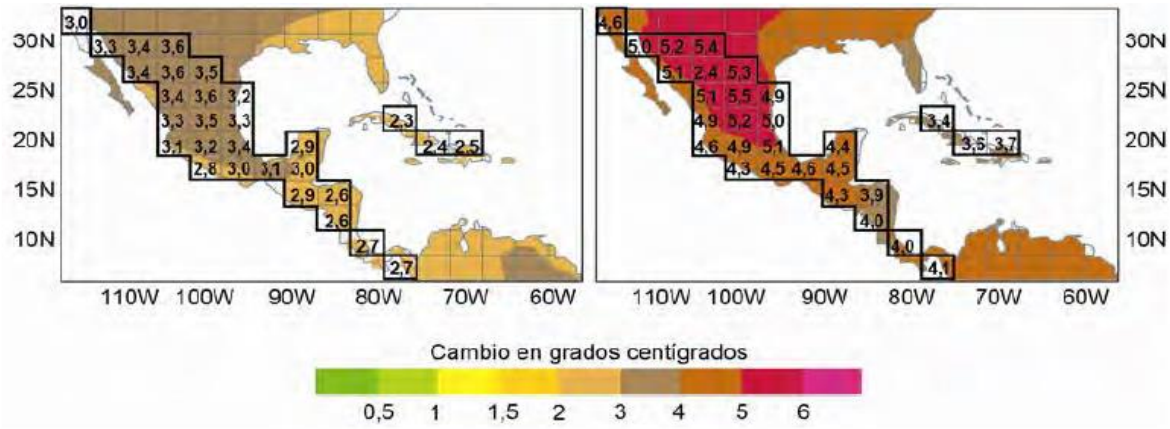


Figura 4. Cambio proyectado de la temperatura media anual (°C) en Centroamérica en 2050 (mapa de la izquierda) y 2100 (mapa de la derecha).
Tomados de Hulme y Sheard 1999.

Precipitación acumulada anual

Bajo el mismo escenario tendencial de altas emisiones (A2 y RCP 8.5), en 2050 la región presentaría cambios de la precipitación media anual entre una reducción de -47.3% hasta aumentos de 10.6% dependiendo del país, y un promedio regional entre -35.7% y 2.6% respecto al período 1980-2000. De mantenerse dicha tendencia al 2100, la anomalía de precipitación anual se ubicaría entre una reducción de -71.9% hasta un aumento de 4.0% dependiendo del país, y un promedio regional entre -61.9% y -6.9%; registrándose las mayores reducciones para Nicaragua y El Salvador, con reducciones alrededor del 70% (CEPAL 2011).

Habría aumentos de la precipitación media anual en ciertas zonas, como el sureste del istmo, entre 3% y 6% para 2050 y entre 5% a 9% en 2080; mientras que en el resto del istmo se registrarían reducciones sustanciales de la precipitación media anual entre -5% y -19% en 2050 y entre -7% y -29% en 2080, respecto al promedio del período 1961-1990 (Hulme y Sheard 1999) (Figura 5).

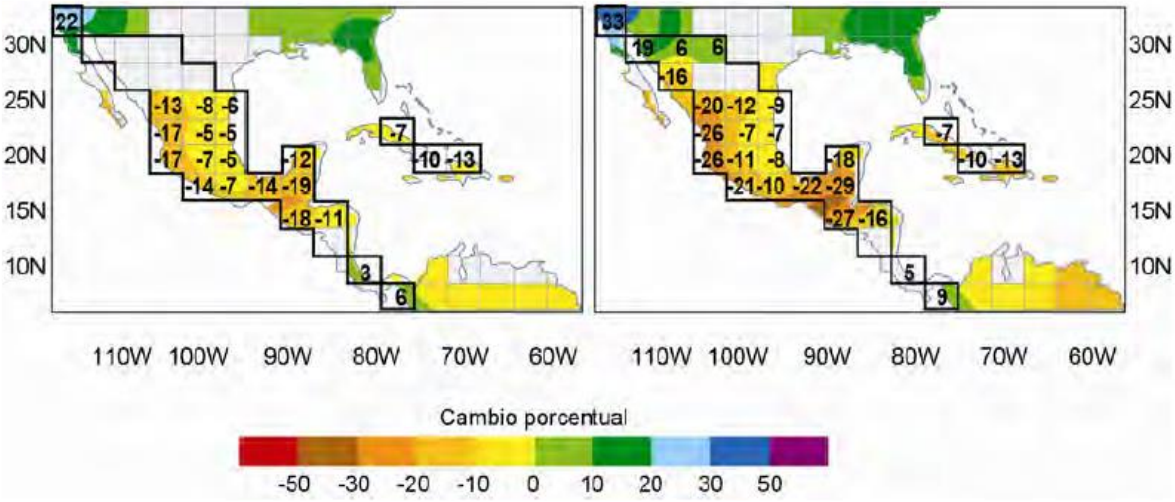


Figura 5. Cambio proyectado de la precipitación anual (%) en Centroamérica en 2050 (mapa de la izquierda) y 2100 (mapa de la derecha).
Tomados de Hulme y Sheard 1999.

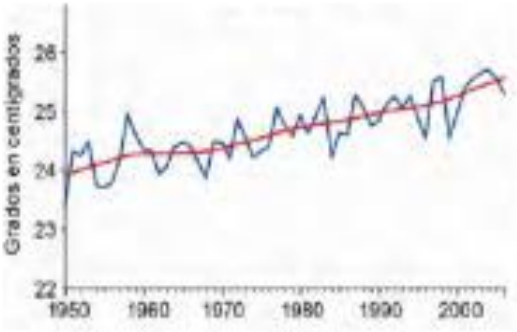
Aumento del nivel del mar

Respecto al incremento del nivel medio del mar en Centroamérica, se ha proyectado un aumento lento a principios del siglo, que podría acelerarse a mediados hasta alcanzar entre 37 y 44 cm en 2065 (Fernández, Amador y Campos 2006). Para el final del siglo XXI, se podría esperar una elevación de 35 cm en las zonas marítimas aledañas a Centroamérica y República Dominicana y el mar Caribe (IPCC 2007a).

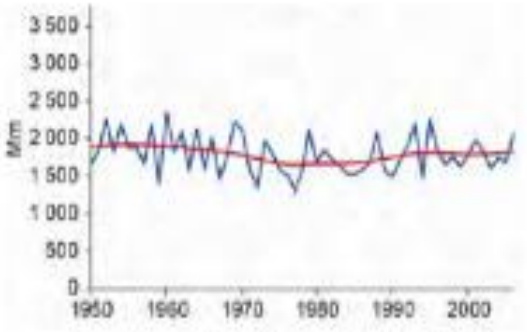
Eventos climáticos extremos

Se proyectan patrones espaciales de cambio para finales de este siglo (2080-2099) respecto al período 1980-1999; proyectándose para Centroamérica lo siguientes: (i) intensificación de las lluvias (mm/día); (ii) mayor duración de los períodos con varios días secos consecutivos; (iii) menor duración de los períodos con varios días consecutivos con lluvias mayores de 10 mm diarios; (iv) mayor duración de las olas de calor; (v) aumento continuo y significativo de noches más cálidas, y (vi) ampliación del rango intra-anual entre las temperaturas extremas (Tebaldi *et al* 2006).

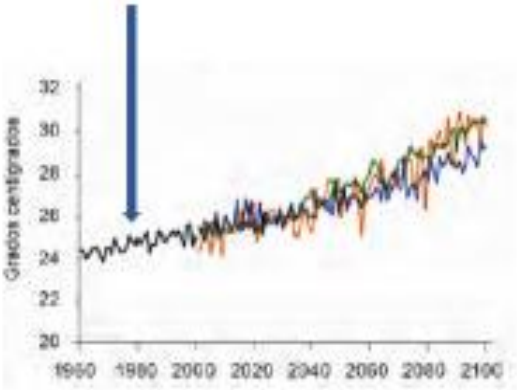
Recuadro 1. Manifestaciones del cambio climático en El Salvador



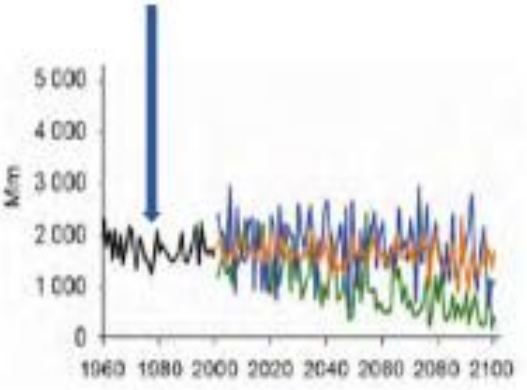
Tendencia ascendente de la temperatura media, con un aumento de 0.6°C de 1950-2006



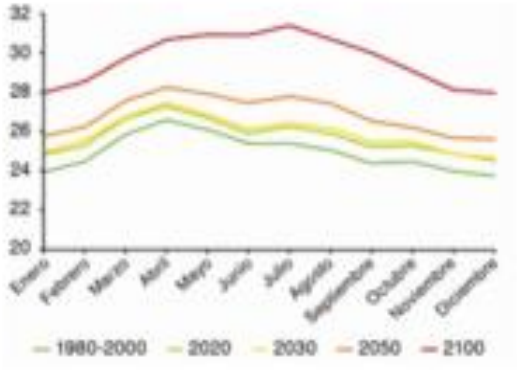
Ligera disminución de la precipitación (-3.6%) en relación al período 1950-1979



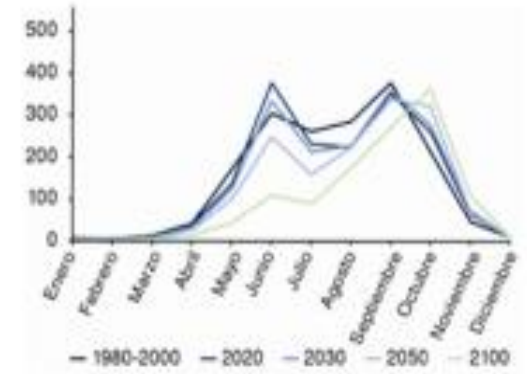
Aumento de la temperatura media de 3.8 a 5.2°C en 2100, respecto al período 1980-2000



Disminución de la precipitación de -69.9% a -9.3% en 2100, respecto al período 1980-2000



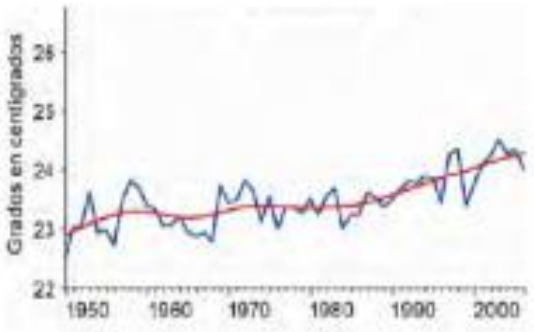
Entre 2020 y 2030 se mantiene la temperatura máxima anual en abril. Después de 2050 y hacia final de siglo, la temperatura máxima ocurre en julio, con reducciones hacia las temperaturas mínimas en diciembre y enero.



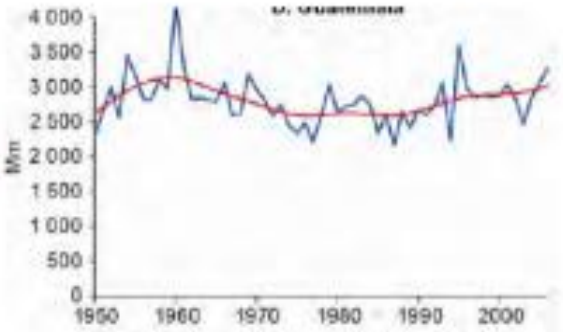
Entre 2020 y 2030: aumento de la lluvia en junio y acentuación de la canícula en julio y agosto. Después de 2050 y hacia final de siglo: reducción de la precipitación de mayo a julio, y pérdida del patrón bimodal con un máximo de precipitación en octubre

Fuente: CEPAL 2011, CEPAL 2012

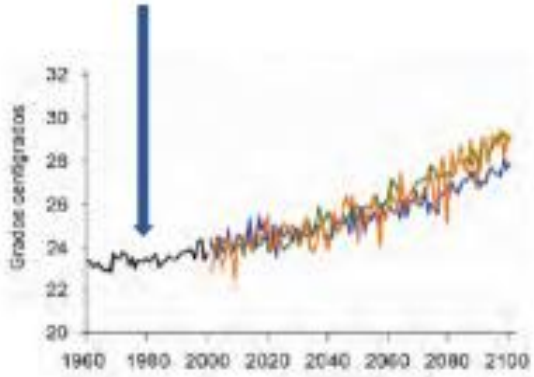
Recuadro 2. Manifestaciones del cambio climático en Guatemala



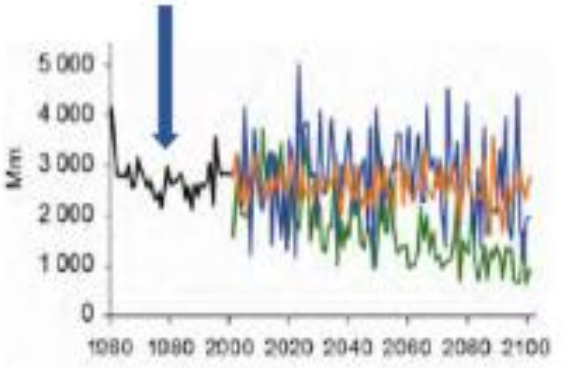
Tendencia ascendente de la temperatura media, con un aumento de 0.6°C de 1950-2006



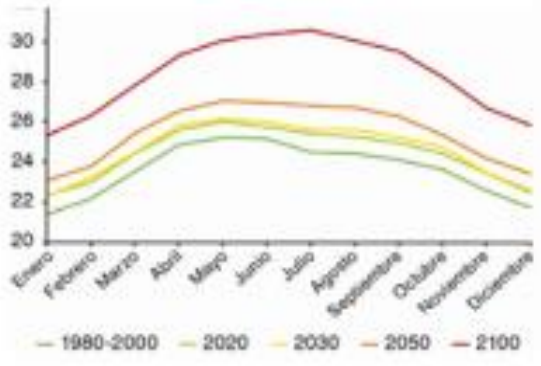
Ligera disminución de la precipitación (-2.7%) en relación al período 1950-1979



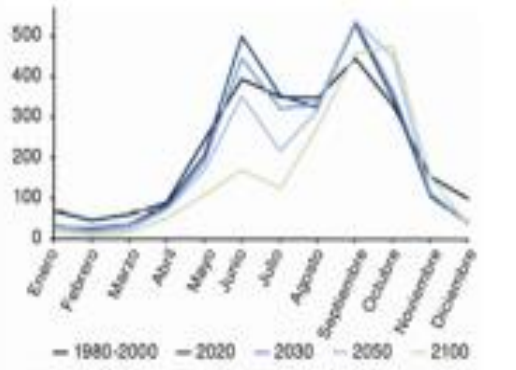
Aumento de la temperatura media de 3.8 a 5.2°C en 2100, respecto al periodo 1980-2000



Disminución de la precipitación de -61.9% a -9.2% en 2100, respecto al período 1980-2000



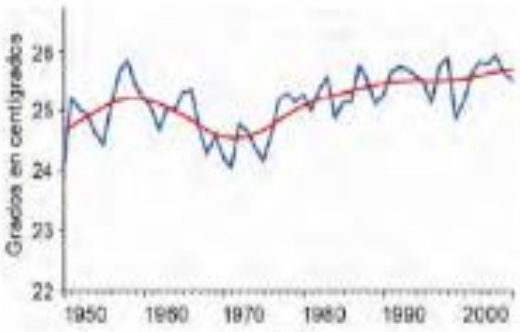
Entre 2020 y 2030 se mantiene la temperatura máxima anual en mayo. Después de 2050 y hacia final de siglo, la temperatura máxima ocurre en julio, con reducciones hacia las temperaturas mínimas en diciembre y enero.



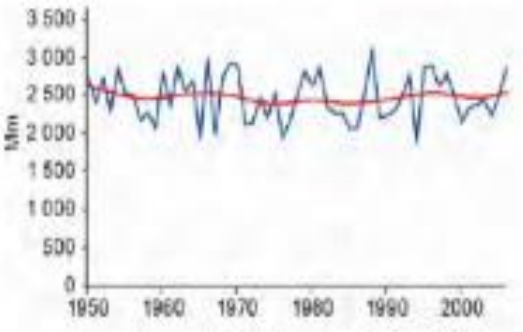
Entre 2020 y 2030: aumento de la lluvia en junio y septiembre-octubre, con acentuación de la canícula en julio-agosto. Después de 2050 y hacia final de siglo: reducción de la precipitación de mayo a julio, y pérdida del patrón bimodal con un máximo de precipitación en octubre

Fuente: CEPAL 2011, CEPAL 2012

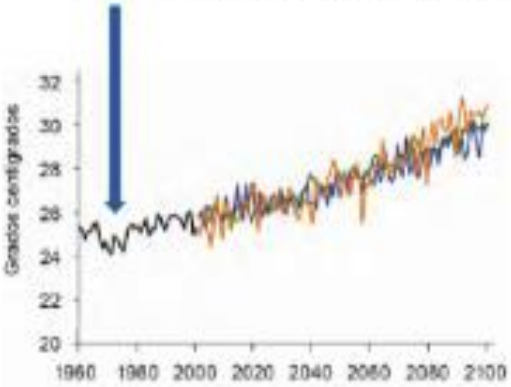
Recuadro 3. Manifestaciones del cambio climático en Nicaragua



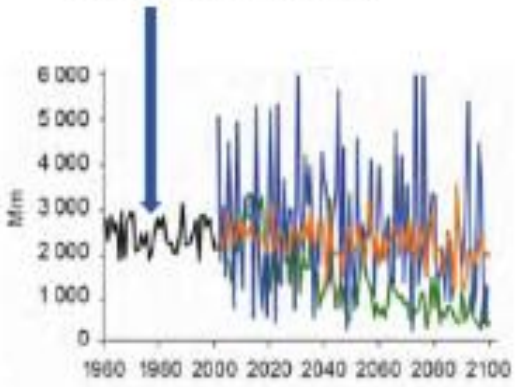
Tendencia ascendente de la temperatura media, con un aumento de 0.4°C de 1950-2006



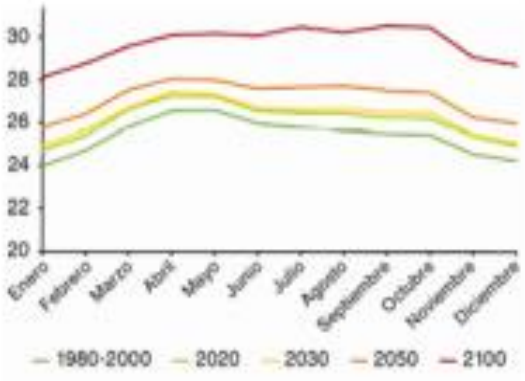
Ligera disminución de la precipitación (-0.4%) en relación al período 1950-1979



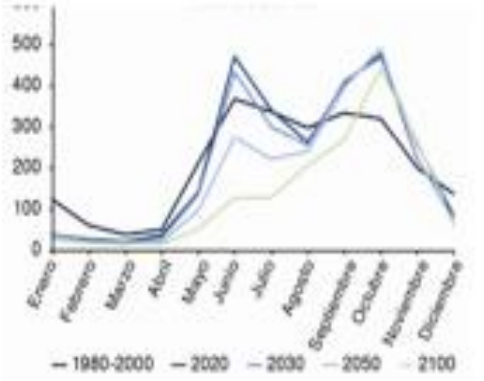
Aumento de la temperatura media de 3.8 a 4.9°C en 2100, respecto al período 1980-2000



Disminución de la precipitación de -71.9% a -9.1% en 2100, respecto al período 1980-2000



Entre 2020 y 2030 se mantiene la temperatura máxima anual en abril. Después de 2050 y hacia final de siglo, la temperatura máxima ocurre en octubre, con ligeras reducciones hacia las temperaturas mínimas en diciembre y enero.



Entre 2020 y 2030: aumento de la lluvia en junio y octubre, y acentuación de la canícula en agosto. Después de 2050 y hacia final de siglo: reducción de la precipitación de mayo a julio, y pérdida del patrón bimodal con un máximo de precipitación en octubre

Fuente: CEPAL 2011, CEPAL 2012

Impactos atribuibles al cambio climático en las OPP

Los efectos e impactos actuales de origen climático se asocian no solamente a la variabilidad natural del clima, sino también a los cambios graduales en los valores medios de los parámetros climáticos y a los nuevos patrones de comportamiento, que incluyen la ocurrencia de eventos climáticos extremos, resultantes del cambio climático. En la actualidad y a futuro, los efectos e impactos se asocian a ambos tipos de manifestaciones: cambios en las medias y los extremos de los parámetros climáticos (Figura 1), y es así como el cambio climático debe entonces abordarse para comprender su magnitud y poder establecer medidas de respuesta en términos de resiliencia y capacidad de adaptación.

En Centroamérica, y específicamente para El Salvador, Guatemala y Nicaragua (Recuadros 1, 2 y 3, respectivamente), las manifestaciones del cambio climático pueden sintetizarse en cuatro condiciones: (i) cambios porcentuales en la precipitación acumulada anual, en general con valores descendentes a lo largo y a finales de siglo; (ii) aumento de los valores de temperatura media y valores extremos de temperatura; (iii) modificación de los patrones intra-anuales de temperatura y precipitación, y (iv) ocurrencia de eventos climáticos extremos (CEPAL 2012, CEPAL 2011, Magaña, Méndez y Zermeño 2010).

Estas manifestaciones actuales y proyectadas a futuro del cambio climático determinan en primer lugar los efectos del cambio climático. Los «efectos» son alteraciones iniciales en el medio ambiente, inmediatas a las manifestaciones del cambio climático, tales como: calor o frío, incendios, inundaciones, derrumbes, avalanchas, lahares, cárcavas, hundimientos, deslizamientos, desbordamientos, encharcamientos, humedad o sequedad del aire, humedad o sequedad del suelo, erosión del suelo y de playas, marejadas, y cambio en la composición química del agua del mar.

Los «impactos» surgen cuando se perciben y valoran las pérdidas, daños o desastres resultantes de cambios significativos en la composición, estructura y función de los sistemas naturales (autosostenibles y autoestables, sin la intervención humana) y humanos (requieren el manejo de los seres humanos para sostenerse). Dependiendo del tipo de manifestación que los provoca, se puede hablar de impactos graduales, resultantes de los cambios en las magnitudes medias del clima: temperatura, precipitación y nivel del mar; e Impactos abruptos, resultantes del aumento en la intensidad y frecuencia de la ocurrencia de eventos climáticos extremos.

La Figura 6 describe el marco conceptual aquí detallado para el caso del sector agropecuario, el cual es objeto de impactos graduales y abruptos sobre los componentes de los sistemas naturales y humanos asociados a este sector: biodiversidad, agua, suelo, salud, infraestructura, asentamientos humanos, energía, educación y alimentación.

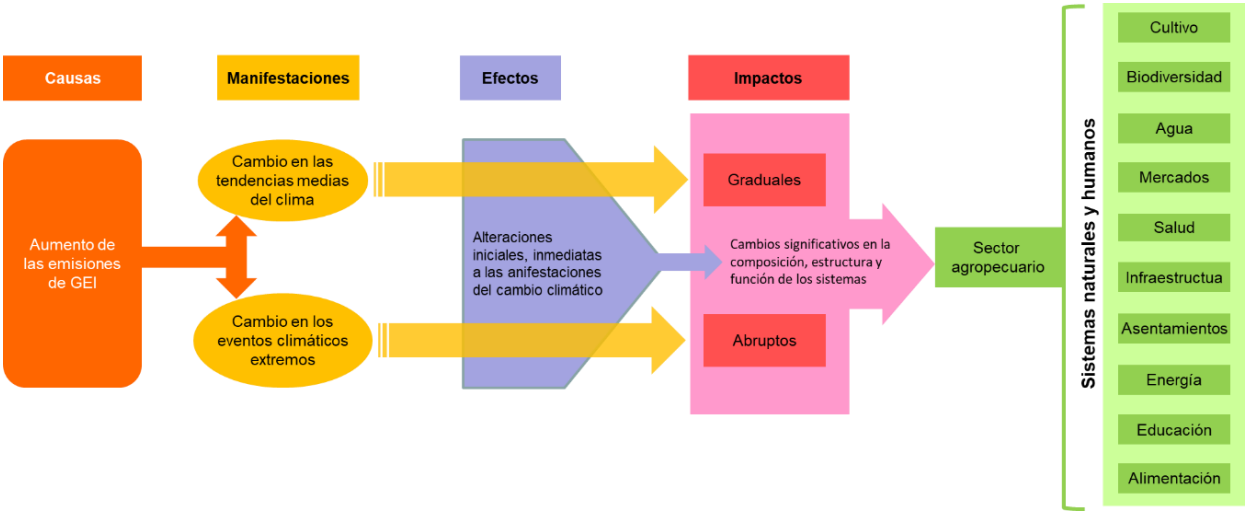


Figura 6. Esquema conceptual que explica las causas, manifestaciones, efectos e impactos del cambio climático en el sector agropecuario, y los sistemas naturales y humanos asociados a éste.
Elaboración propia, con base en IPCC 2014b, 2007b, PNUD 2005b.

A medida aumente la T°MM, se tendrá una mayor incidencia de efectos e impactos provocados por el cambio climático. Por arriba de 2°C, se tiene un mayor nivel de riesgo de que ocurran ciertos impactos que son temas de preocupación global, como: amenazas a la existencia de culturas humanas, daños a la economía general global, impactos sobre la producción y rendimiento agrícolas, efectos conexos de eventos climáticos extremos, disminución de la disponibilidad de agua, pérdida amplia de biodiversidad, reducción de bienes y servicios ecosistémicos, destrucción de sistemas físicos de la criósfera, y efectos de la elevación irreversible del nivel del mar (IPCC 2014b).

El sector agropecuario se relaciona con la mayoría de esos temas de preocupación, y es en realidad uno de los principales afectados por los impactos ocasionados por el cambio climático. Ya se afectan de manera creciente los rendimientos de la producción agropecuaria y agroindustrial, menguando su competitividad y crecimiento potencial.

Las afectaciones del cambio climático sobre la agricultura no dependen sólo de las manifestaciones del cambio climático sobre los sistema de producción del cultivo y su rendimiento, sino también de los factores que determinan una mayor vulnerabilidad de las OPP ante el cambio climático; incluyendo a aquellos grupos que acontecen de condiciones de mayor vulnerabilidad, como las mujeres rurales, niños y niñas, jóvenes y adolescentes, personas ancianas y discapacitadas (Recuadro 4).

Por ello, una forma conveniente para comprender, identificar y estudiar los impactos del cambio climático, es abordarlos mediante su sistematización en cuatro categorías: agronómicos, ambientales, sociales y económicos.

Recuadro 4. Factores que determinan la vulnerabilidad ante el cambio climático

Elaboración propia

Breve estudio de caso:
Factores de desigualdad de género en la producción de maíz en Guatemala

El maíz es esencial en la dieta diaria de la población guatemalteca, además de garantizar la seguridad alimentaria de un gran porcentaje de ella, sobre todo la de más escasos recursos, localizada en áreas urbanas y periurbanas, pero principalmente en zonas rurales. La situación de la mujer rural en Guatemala es claramente desventajosa respecto a los hombres, debido a varios factores que incrementan sus condiciones de vulnerabilidad ante el cambio climático, y de invisibilización en la cadena productiva del maíz en los entornos rurales: (i) sólo el 15% de la tenencia de la tierra corresponde a mujeres, y menos del 40% de los hogares de jefatura femenina cuenta con terreno propio; (ii) existe una brecha de 20% entre hombres y mujeres, en el acceso a información, maquinaria, equipos e insumos tecnológicos; (iii) menos del 7% de las mujeres rurales tienen acceso a crédito, comparado con 14% de los hombres; (iv) las mujeres tienen excesiva carga laboral (12-16 horas/día) y doble día laboral (hogar/mercado/negocio); (v) falta de servicios públicos de salud para la atención de mujeres; (vi) baja participación de mujeres en cursos de capacitación y deserción escolar de niñas; y (vii) bajo poder de decisión sobre el uso y usufructo de recursos, ganancias y sobre ellas mismas, agravado por condiciones de discriminación por su etnicidad indígena. Estas situaciones demuestran la existencia de grupos especialmente vulnerables en los entornos rurales y de pequeños productores y productoras: mujeres, niñas e indígenas; y deben reconocerse como insumos en la defensa de sus derechos para mejorar su resiliencia y capacidad de adaptación

FAO 2016

Impactos de tipo agronómico (Recuadro 5)

Los impactos agronómicos son debidos principalmente al cambio en la aptitud de las tierras para los cultivos, evidenciado a medida el cambio climático afecta las condiciones de temperatura y humedad/sequedad del suelo y el aire, de manera gradual o abrupta; la modificación del ciclo fenológico de los organismos vivos que coexisten en el sistema agropecuario, especialmente los cultivos, los cuales ya tienen y seguirán teniendo cambios particulares en las etapas de crecimiento, floración y fructificación, lo cual determina a su vez cambios urgentes en los calendarios de manejo de los cultivos hacia la cosecha, incluyendo muchas veces actividades emergentes e imprevistas; y una mayor incidencia de plagas y enfermedades, especialmente por hongos e insectos, pues sus dinámicas de reproducción y desarrollo pueden ser favorecidas por las condiciones cambiantes de temperatura, precipitación y humedad (IPCC 2014b, Vandermeer y Perfecto 2013, PROCAFE 2012, PROMECAFÉ 2012 IPCC 2007b).

En el caso del cambio de aptitud de las tierras; esto se refiere a la pérdida de las condiciones óptimas de suelo, agua y clima de la tierra, para producir eficientemente determinado cultivo. Como consecuencia del cambio climático, la pérdida de aptitud no se puede generalizar para todos los cultivos y regiones, pues ocurre a diferente magnitud y modalidad según sitios y cultivos específicos, siendo además afectada por las dinámicas socio-ambientales y socio-económicas de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra (por ejemplo, la deforestación, la degradación del suelo y la contaminación). El cambio en la aptitud de las tierras por el cambio climático se materializa especialmente en la no disponibilidad e inseguridad hídrica, la pérdida de fertilidad del suelo, y condiciones inadecuadas e inoportunas de humedad y calor en el aire. De todas ellas, la disponibilidad de agua ha sido el factor más limitante, pues complica el manejo del agua y del riego, la prevención de la erosión hídrica y la agricultura de secano (CLAC 2018a, CEPAL 2012).

En general, se pueden afrontar cuatro estrategias de respuesta ante el cambio de aptitud de las tierras, a causa del cambio climático: (i) cambio del uso agropecuario de la tierra, hacia otros usos por ejemplo urbanísticos, de conservación o industriales; (ii) transición a cultivos alternativos en las tierras que se convierten o convertirán en no aptas; (iii) migración de los cultivos actuales a áreas que aún son y seguirían siendo aptas; y (iv) permanencia en las mismas tierras, mediante el ajuste de los sistemas agropecuarios y manejos agronómicos a las nuevas condiciones de aptitud que se tienen o tendrán en esa zona específica (CIAT 2012a, Läderach et al 2011).

En el caso de las OPP de la CLAC, los productores y productoras orientan su estrategia por el último caso, es decir mediante la implementación de “medidas de adaptación”. La comprensión conceptual del tema de la «Adaptación al Cambio Climático» se aborda en la

Figura 7 y se analiza en términos de acciones, para cada uno de los cultivos, en la parte final de este diagnóstico rápido. En general se puede decir que las medidas de adaptación son actividades de manejo de los cultivos, adicionales a las que normalmente se realizan o se realizaban por los OPP, pero que se ajustan a la variabilidad natural e histórica del clima como parte del conocimiento ancestral y local de las OPP, y que se comienzan a potenciar en el corto y mediano plazo para ajustarse al cambio actual del clima y a los escenarios futuros de cambio climático, para reducir el riesgo de que ocurran impactos adversos en sus sistemas agropecuarios. El objetivo es mejorar la resiliencia y capacidad de adaptación de las OPP en el manejo y producción de sus cultivos. Adaptarse al cambio climático es una tarea alcanzable pero no fácil, pues muchas OPP aún sobrevienen condiciones de vulnerabilidad de tipo socio-económica, ambiental, financiera, tecnológica e institucional, que históricamente les han comprometido a enfrentar o recuperarse de estos impactos de manera brusca y emergente.

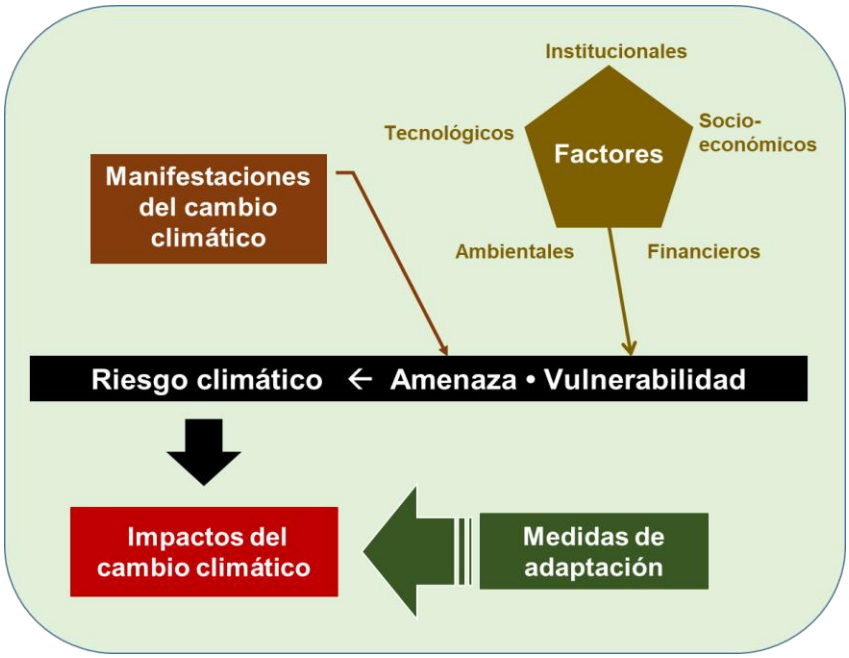


Figura 7. Esquema conceptual que explica el riesgo climático a la ocurrencia de los impactos del cambio climático, como consecuencia de la interacción de la amenaza (manifestaciones del cambio climático) y la vulnerabilidad (determinada por factores de cinco tipos). Para reducir el riesgo a que sucedan impactos, se deben implementar medidas de adaptación ante las manifestaciones del cambio climático, como medida de respuesta en los sistemas agropecuarios.
Elaboración propia, con base en IPCC 2014b, 2007b, PNUD 2005b.

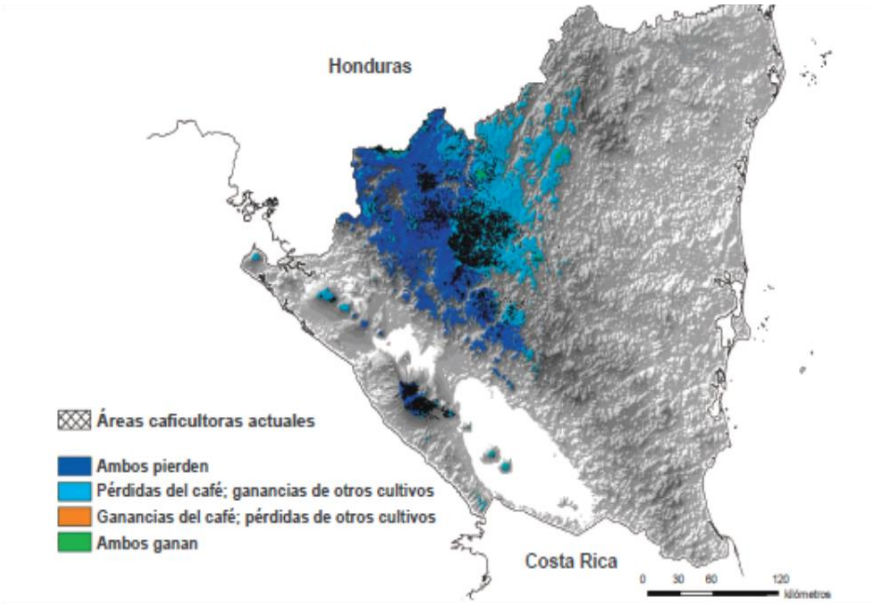
Recuadro 5. Impactos agronómicos del cambio climático

Impactos actuales y potenciales para los pequeños productores y productoras:

- **Pérdida de aptitud de las tierras para muchos cultivos**
- **Mayor incidencia de plagas y enfermedades**
- **Cambios en los ciclos fenológicos del cultivo: crecimiento, desarrollo, floración y fructificación**
- **Cambios en las temporadas y duración de los períodos de las cosechas**
- **Menor retención y disponibilidad de agua para los cultivos**
- **Erosión, sedimentación, salinización y/o anegamiento de los suelos y pérdida de su fertilidad**
- **Afectación del calendario agrícola y las prácticas de manejo**
- **Mayor exposición de los trabajadores/as a altas temperaturas durante el trabajo de campo**

Breve estudio de caso:
Cambio de aptitud de las tierras para el cultivo del café en Nicaragua

Para 2050, en Nicaragua, se proyecta una reducción del 85% (98,200 ha) del área productiva actual (2011) a nivel nacional (114,600 ha); llevando a una reducción de la producción de casi el 82%, y una pérdida estimada de ingresos de US$75 millones. En 28.6% de las actuales áreas productoras de café, las tierras perderían aptitud para continuar este cultivo, pero serán aptas para otros cultivos; por lo que podrían impulsarse programas de diversificación agrícola. En 67.9% de las actuales áreas productoras de café, no se podrán adaptar ni el café ni otros cultivos, debido principalmente a la disminución de la precipitación; por lo que se perseguirían opciones no agronómicas para la diversificación económica. Son mínimas las regiones en donde las tierras ganan aptitud para el cultivo del café, y para el café y otros cultivos al mismo tiempo.



Läderach et al 2011

Impactos de tipo ambiental (Recuadro 6)

Los impactos ambientales deben abordarse en términos de la vinculación de la agricultura con la conservación de la biodiversidad, lo cual incluye el manejo de los remanentes de áreas naturales bajo regímenes de protección, la restauración y rehabilitación ecológica de áreas degradadas, y la preservación de la agro-biodiversidad (MCC-SLV 2017, Soto 2017); pues la biodiversidad, desde el nivel de poblaciones y comunidades hasta el de ecosistemas y paisajes, posibilita la estructura y funciones ecosistémicas favorables para la producción agropecuaria y la sustentabilidad de los entornos rurales: polinización, conservación de agua y suelo, purificación del aire, y obtención de bienes útiles para las comunidades humanas rurales y agropecuarias: alimentos, madera y leña, plantas medicinales, alimentos, materiales de construcción, entre otros.

Bajo el escenario de mayor aumento de la T°MM, en 2030 las áreas de bosques en Centroamérica experimentarían reducciones netas de aproximadamente: 17.2% en Guatemala, 2.6% en El Salvador y 13.0% en Nicaragua. En el caso específico de las áreas naturales protegidas (ANP), se proyecta una mayor degradación en la costa Pacífica –en donde los tres países tienen territorio- y en aquéllas áreas de menor extensión. A pesar de los regímenes de protección nacionales e internacionales existentes, las ANP conservarían sólo dos terceras partes de su biodiversidad, con siete puntos porcentuales menos que en el estado actual, es decir lo que sucedería sólo debido a una intensificación de los cambios de uso de la tierra por deforestación y degradación. Estos países experimentarían reducciones del llamado "índice de abundancia media de especies" (MSA), con valores de -6.1% en Guatemala, -3.6% en El Salvador y -4.9% en Nicaragua (PROMEBIO, 2011). Además, a causa del aumento de la temperatura que dificulta el proceso de **fotosíntesis** y facilita la **respiración**, los árboles están creciendo menos y produciendo más dióxido de carbono (Clark 2004). De continuar la tendencia actual de las emisiones que provocan el cambio climático, y los efectos de incendios e inundaciones, plagas y enfermedades, los bosques e incluso la vegetación y el suelo asociados a las actividades agropecuarias, almacenarían menos carbono y se estarían convirtiendo en emisores netos de CO_2 (IPCC 2007b).

Además del aumento de la temperatura, un impacto de tipo ambiental, que también exacerba los impactos anteriores, y que desencadena serios impactos de tipo agronómico, social y económico; es el tema de la reducción agua, especialmente en países como El Salvador, Guatemala y Nicaragua que ya sufren **escasez económica de agua** y estarían cerca de sufrir estados de vulnerabilidad por **estrés hídrico** de continuar las tendencias del cambio climático y de limitada gestión del agua. En estos países hay y se seguiría manifestando una disminución en la disponibilidad de agua, debido a menor precipitación, y con mayores niveles de evaporación que de precipitación, y con reducciones promedio de la escorrentía, la humedad del suelo y la humedad relativa del aire. Pero, como al mismo

tiempo aumentarían las zonas afectadas por sequías y por fenómenos de precipitaciones extremas, cuya frecuencia e intensidad podría aumentar; se incrementa el riesgo tanto a incendios como a inundaciones, desbordamientos de ríos, derrumbes y otros efectos asociados a las lluvias. Todo esto en una nueva realidad de cambio y de aceleración del ciclo hidrológico en la cuenca hidrográfica, con serias afectaciones a los todos los sectores socio-económicos y sistemas naturales y humanos, volviendo más vulnerable la producción agropecuaria debido a una falta de equilibrio entre las necesidades de precipitación, demanda de evaporación y distribución de la humedad del suelo (IPCC 2013, IPCC 2014b, UNWATER 2012, IPCC 2008, IPCC 2007b).

De esta forma, a causa del cambio climático, los sistemas naturales marinos y terrestres estarían sufriendo una perturbación de sus funciones ecosistémicas naturales, asociadas a la fragmentación y deterioro; anomalías en el desarrollo y comportamiento de las especies animales y plantas nativas, y en el comportamiento de las especies migratorias; pérdida y perturbaciones en los hábitats; desorganización de la cadena alimenticia y cambios en las interacciones de las especies, incluida la dinámica de competencia y de depredador-presa; modificación de las respuestas en el calendario estacional de las especies, incluyendo retrasos o adelantos de ciclos reproductivos como floración y fructificación; y cambios en el tamaño y la forma de los cuerpos de organismos (CLAC 2018a, CLAC 2017, IPCC 2014b, CATHALAC 2008, MARN 2007, IPCC 2007b).

Se proyecta que entre 2050 y 2080, todos los ecosistemas y especies de Centroamérica y República Dominicana podrían quedar fuera de su zona de habitabilidad natural, con mayores afectaciones en las sabanas, bosques latifoliados y manglares, y al menos 30% de los paisajes agropecuarios, especialmente en las zonas de menor altitud (CATHALAC 2008).

Debido a la importancia de los cultivos agroforestales en El Salvador, Guatemala y Nicaragua, y especialmente para el caso del café; cabe resaltar los impactos de las medidas de respuesta relacionadas con la migración o abandono de los sistemas agroforestales hacia tierras de mayor altitud, debido a que muchas fincas se volverían no rentables o sus ambientes no aptos para el cultivo. Existe la posibilidad que se den otros usos a la tierra (monocultivos) y se ejerza presión sobre áreas forestales, resultando en la fragmentación y pérdida del hábitat de ecosistemas naturales y del sistema agroforestal del café (Läderach et al 2011), los cuales son importantes por sus funciones ecosistémicas en la conservación del suelo, infiltración de agua, conservación de biodiversidad, regulación del clima local, control natural de plagas, polinización y belleza escénica. Cabe añadir entonces que algunos cultivos de frutales nativos y otros cultivos perennes podrían considerarse como alternativas para la diversificación, en el sentido de asociar y/o sustituir el cultivo de café en las zonas que dejarían de ser aptas (CIAT 2012a), de tal manera que dichos servicios ecosistémicos puedan seguirse conservando.

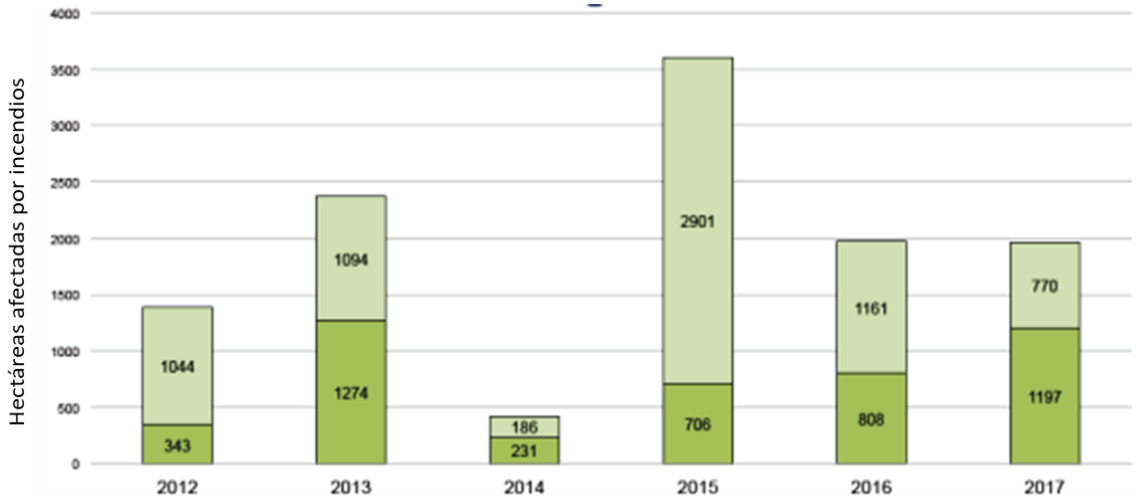
Recuadro 6. Impactos ambientales del cambio climático en la agricultura

Impactos actuales y potenciales para los pequeños productores y productoras:

- **Pérdida o extinción de especies polinizadoras y diseminadoras de semillas**
- **Anomalías en el desarrollo y comportamiento de especies animales y plantas silvestres**
- **Pérdida de especies de animales y plantas para la alimentación y medios de vida locales**
- **Degradación de los hábitats de especies nativas y migratorias**
- **Fragmentación y degradación del dosel de árboles de sombra, rompe-vientos o linderos**
- **Perturbación de las funciones naturales: regeneración, reciclaje, diseminación y cadena trófica**
- **Escasez y contaminación del agua proveniente de acuíferos, pozos o nacimientos naturales**
- **Degradación de la conectividad de ecosistemas, mediante disturbios en corredores ecológicos**

Breve estudio de caso:
Incidencia de los incendios en las ANP de El Salvador

En El Salvador, para 2030, bajo un escenario tendencial A2, se proyecta que los bosques experimentarían reducciones netas de 2.6% y las ANP sufrirían degradación (CEPAL 2011, CATHALAC 2008). El caso de los incendios es uno de los efectos más críticos que impactan las ANPs en El Salvador. En el primer trimestre de 2017 se registraron 43 incendios forestales que afectaron 1,197 ha dentro de las ANPs (barras verdes) y 770 ha en las zonas de amortiguamiento (barras grises). En 2015, los incendios acabaron con 706 ha de ANPs y 2,901 ha en zonas de amortiguamiento (MARN 2017). Con excepción de 2014, la mayor incidencia de incendios se ha dado en el quinquenio 2013-2017, el cual tuvo un promedio de aumento de la T°MM de 1°C sobre los niveles preindustriales. 2017 ha sido el año más cálido en los registros mundiales sin haber sido un año con efecto de ENOS; pero presentó una incidencia de incendios muy parecida a la de 2016, que sí fue un año influenciado por el evento ENOS 2015/2016, lo cual explica la atribución de los incendios al aumento de la temperatura como manifestación esencial del cambio climático (AMS 2018, WMO 2018).



MARN 2017

Impactos de tipo social (Recuadro 7)

Los impactos sociales más importantes ocurrirían en el corto y mediano plazos sobre la calidad de vida de los entornos y familias rurales, principalmente debido a las afectaciones de menor disponibilidad y suministro de agua potable proveniente de acuíferos locales, inseguridad alimentaria, caída de ingresos familiares, situaciones de emergencias y desastres, y modificaciones de hábitat de organismos vivos importantes para la seguridad alimentaria y las estrategias de vida locales; provocadas por los cambios del clima y su variabilidad asociada en las zonas de producción de cultivos alimentarios y no alimentarios en la región, como también sobre otros medios de subsistencia no agropecuarios (IPCC 2014b).

Los impactos serán adversos sobre las comunidades humanas rurales y de pueblos indígenas y afrodescendientes; individualmente sobre las mujeres, niños y niñas, personas mayores y discapacitadas; y desproporcionadamente sobre las familias pobres, las familias encabezadas por mujeres, y las que tienen un acceso limitado a la tierra, insumos agrícolas, infraestructura, salud y educación (IPCC 2014b, IPCC 2007b). Por ejemplo, los grupos más vulnerables al impacto de la roya del café son aquellos cuya fuente principal de alimentos y otros servicios depende de los pagos por jornadas trabajadas, muchas veces de forma temporal, y aquellos grupos con hogares de familias numerosas y con mujeres jefas de hogar (OXFAM 2014, CIAT 2012b). Por los altos niveles de vulnerabilidad social, económica y ambiental; los impactos negativos derivados del cambio climático y su variabilidad asociada, se exacerban en estos grupos humanos, especialmente cuando habitan en zonas vulnerables sujetas a múltiples riesgos, teniendo consecuencias adversas, como: daños y pérdidas de sus viviendas, tierras, cultivos y ganado, animales domésticos, mobiliario y equipos domésticos y productivos; pérdidas de vidas humanas, enfermedades (brotes de dengue, malaria, diarrea, enfermedades respiratorias, estrés térmico, entre otras), hospitalizaciones, e invalidez; desplazamientos forzados hacia albergues y abandono de sus comunidades, tierras y territorios ancestrales, o bien aislamiento de las poblaciones rurales, afectando en ambos casos la movilidad y la continuidad de las actividades comerciales, educativas o agropecuarias; abandono por parte de la población rural de las actividades de agricultura, acuicultura y pesquerías; y emigración, desintegración familiar y pérdida de identidad cultural y territorial.

Adicionalmente, el cambio climático, al reducir los rendimientos y la competitividad, merma el empleo y el ingreso de las familias rurales, particularmente de los pequeños/as productores/as agropecuarios/as y de comunidades indígenas; como también la disponibilidad de alimentos, constituyéndose en una amenaza para la seguridad alimentaria y nutricional (Aguilar 2014), especialmente a nivel infantil. En la región centroamericana, la variabilidad asociada al cambio climático, ya ha puesto en riesgo la seguridad alimentaria

del 52% de la población rural que depende de cultivos como el maíz y el frijol, y en su mayoría sistemas en secano (Baumeister 2010, RUTA et al 2012); y se proyecta que el cambio climático conduce a una menor producción de alimentos y calidad alimentaria, con un riesgo para la seguridad alimentaria mayor que para regiones de mayores latitudes. Con un nivel de confianza alto, todas las dimensiones que determinan la seguridad alimentaria serían afectados.

La «disponibilidad» estaría amenazada por las reducciones proyectadas de los rendimientos agropecuarios, la baja en un 40% de la producción pesquera, pérdida de suelos y tierras, restricciones mayores al almacenamiento, aumento de las importaciones y de la ayuda alimentaria, mayor dependencia alimentaria, y con un aumento de la T°MM de más de 3°C, habría una pérdida de la capacidad de adaptación de los agricultores vía las prácticas de manejo. El «acceso continuo» estaría comprometido por los daños crecientes a las rutas de acceso, y equipos e infraestructura rural y costera; pérdidas de cultivos y cosechas almacenadas, altos precios por pérdidas en la producción, y falta de ingresos; y fallos en las operaciones por aumento en la necesidad de un control extensivo del calor en las fases de refrigeración, transporte, procesamiento y comercialización. La «utilidad biológica» se vería aún más afectada por escasez de agua, nuevas enfermedades, mayor subnutrición, y estrés calórico; y la «adecuación» de los alimentos estaría limitada por la pérdida de especies nativas y criollas, la introducción de OGM (Organismos Genéticamente Modificados) y toxinas en los alimentos industrializados, un mayor uso de agroquímicos (fertilizantes, herbicidas y plaguicidas), falta de saneamiento, cambio de las dietas básicas y patrones alimenticios, reducción del rendimiento del trabajo manual agropecuario por estrés calórico y enfermedades transmitidas por vectores (Aguilar 2014).

Impactos de tipo económico (Recuadro 8)

Los impactos de tipo económico se explican principalmente con la pérdida de los rendimientos de los cultivos; pérdidas de oportunidades comerciales y de negocios; necesidad de contratación de más mano de obra y tiempo para las actividades de manejo; y con el deterioro, colapso o destrucción de infraestructura, como edificios, bordas, caminos, sendas, veredas, puentes, alcantarillado y muelles; e instalaciones y equipos, tales como molinos, generadores de electricidad, viveros, equipo de irrigación, bombas y estanques de acuicultura, cercos y establos, y sistemas de drenaje.

En Centroamérica, el cambio climático actual y proyectado a futuro tendrían efectos e impactos diferenciados en el rendimiento de los diferentes cultivos, ya sea plantas o animales; dependiendo del sentido y magnitud de los cambios proyectados para el clima en los países, así como de la ubicación geográfica de las áreas de cultivo, la sensibilidad

climática de las especies y variedades de cultivos, la exposición de estos a los fenómenos climáticos, y la capacidad de adaptación de las OPP a nivel territorial.

En El Salvador, Guatemala y Nicaragua, se traen a discusión nuevamente, dos factores que limitan el rendimiento de los cultivos. Primeramente, el aumento de la temperatura media y extremas, diurnas y nocturnas, acelera la tasa de respiración, conlleva a un desarrollo fisiológico acelerado y a cambios en el proceso fenológico interanual e intra-anual de las plantas; acorta el ciclo fenológico de los insectos, y puede intensificar las afectaciones por enfermedades provocadas por hongos y bacterias bajo condiciones óptimas de humedad. Así, por un lado, se limitan los procesos fisiológicos para el crecimiento y producción de biomasa de las especies vegetales y por tanto su productividad; y por otro, se favorece la incidencia de plagas y enfermedades; reduciendo, debido a ambos factores, el rendimiento de los cultivos en la producción de flores, frutos y tallos, aumentando el riesgo de pérdidas.

Adicionalmente, el rendimiento de los cultivos también se ve reducido por la combinación del efecto de la aceleración en la transpiración de las plantas y el aumento de los niveles de evaporación del agua del suelo, debido al aumento de la temperatura; con los cambios actuales y proyectados en la lluvia acumulada anual, la modificación de los patrones intra-anuales de precipitación y el patrón de variabilidad, y la incidencia de eventos climáticos extremos muy secos y muy húmedos. Todo esto apunta a la modificación de las tasas de evapotranspiración, escorrentía y absorción de agua en el suelo, creando condiciones inadecuadas de humedad excesiva o sequedad en momentos específicos del ciclo de desarrollo del cultivo, en los que las plantas requieren cantidades particulares y oportunas de agua para completar su crecimiento, floración y fructificación en el sentido de poder producir óptimas cosechas.

A escala global se confirma que el cambio climático tiene impactos negativos sobre el sector agropecuario en relación con los principales cultivos a nivel global (trigo, arroz y maíz), tanto en las regiones tropicales como templadas, aunque con impactos variantes para los distintos cultivos y regiones y los diferentes escenarios de adaptación, pues habría localidades individuales que resultarían beneficiadas del aumento de temperatura, hasta cierto nivel, ritmo y escala de cambios del clima local y mundial. No obstante, la tendencia es hacia la reducción de los rendimientos. Aunque para el período 2010-2029, que se vive en la actualidad, los cambios en los rendimientos de los distintos cultivos no muestran diferencias significativas entre los porcentajes de aumento y reducción de rendimientos, debido a la asistencia tecnológica para mejorar la productividad; a partir de 2030, se tendría una mayor cantidad de cultivos que comenzarán a disminuir sus rendimientos; y para finales de siglo, aumentaría el número de cultivos que reportarán pérdidas totales. Al mismo tiempo estaría aumentando progresivamente la variabilidad interanual de los rendimientos de los cultivos en muchas regiones (IPCC 2014b).

Recuadro 7. Impactos sociales del cambio climático en la agricultura

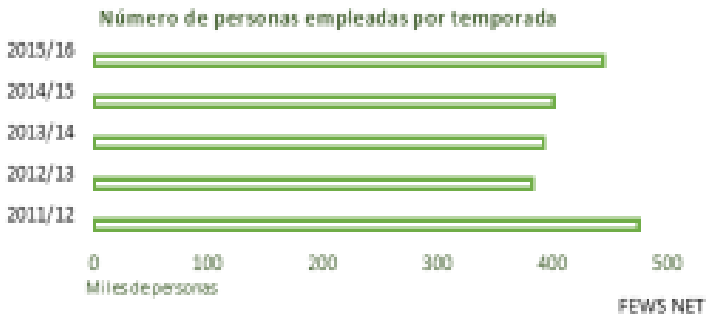
Impactos actuales y potenciales para los pequeños productores y productoras:

- Destrucción y deterioro de medios de vida de pequeños productores/as y sus familias
- Pérdida de empleos rurales y/o abandono de las actividades agrícolas
- Afectación de la vulnerabilidad de las mujeres, niñez y personas mayores y discapacitadas
- Mayor emigración de la población hacia el exterior de la región o el país
- Desarraigo y desintegración familiar
- Mayor dependencia de las importaciones de alimentos y ayuda alimentaria
- Daños y pérdida de viviendas rurales e infraestructura comunitaria
- Problemas para el abastecimiento de granos básicos, frutas y hortalizas
- Inseguridad hídrica y alimentaria

Breve estudio de caso:
Efecto de la roya del café en el empleo de campo en Guatemala

A pesar de la infestación de roya en el cultivo del café desde la cosecha 2011/2012, más los efectos de la sequía durante tres años consecutivos (2013-2015), y la baja en el precio internacional del café; Guatemala ha mostrado una recuperación gradual en la producción de café a partir de la cosecha 2013/2014, comparada a la cosecha 2012/2013. Se observa un aumento de alrededor de 10%, pasando de 2.9 millones de sacos en 2014/2015 a 3.24 millones de sacos en 2015/2016. Sin embargo, en 2017 aún habia zonas del oriente de Guatemala en donde continuó la afectación de la roya, lo cual amplia los rangos de los porcentajes de infestación reportados entre 5% a 55% para 2015 y entre 10% a 60% en 2016. Pequeños y medianos productores/as en algunas regiones del país reportaron afectación por la roya en 2015/16, igual o mayor a la temporada anterior, debido a un exceso de lluvia que creó un ambiente propicio para la propagación del hongo en plantaciones que no tuvieron un manejo agronómico adecuado, por falta de acceso a insumos. En Guatemala, las oportunidades de trabajo no aumentaron para la temporada 2015/16, debido a los problemas de roya y los eventos climáticos que han ocasionado la merma en la producción y la reducción en la calidad del grano. Aunado a esto se encuentra la violencia social, y otros factores que surgen como resultado de los bajos precios del café y la poca rentabilidad del cultivo, que son la migración del campo hacia la ciudad o hacia otros paises en busca de trabajo, el incremento de la delincuencia en general y el deterioro ambiental producto de la sustitución de cultivo de café por otros menos amigables con el ambiente.

Año	Porcentaje de incidencia de la roya del café
2016	10% - 60%
2015	5% - 55%
2014	30%
2013	70%



FEWS NET 2016

Recuadro 8. Impactos económicos del cambio climático en la agricultura

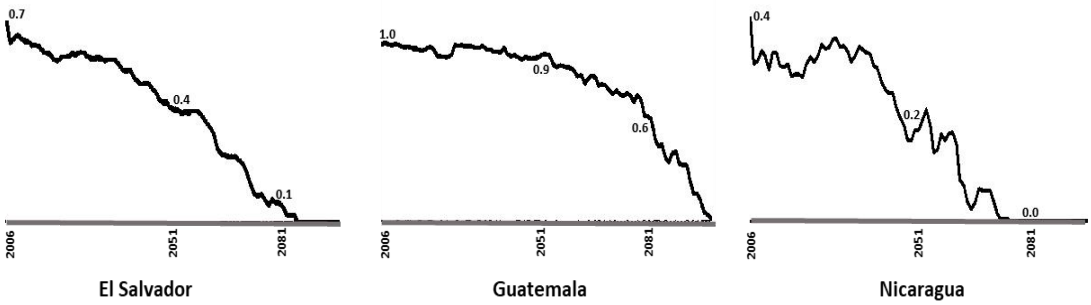
Impactos actuales y potenciales para los pequeños productores y productoras:

- Reducción/pérdida de las cosechas
- Pérdida de la productividad agrícola en la mayoría de regiones y cultivos
- Disminución de los ingresos de los productores en la mayoría de regiones y cultivos
- Incremento de los costos de producción, incluyendo la mano de obra para el manejo del cultivo
- Aumento de costos de mantenimiento o reposición por pérdida o daños de infraestructura y equipos
- Pérdida de clientes compradores, socios comerciales y membrecías por incumplimientos de contratos
- Necesidad de solicitud de créditos adicionales por incremento de costos de producción
- Pérdida de productos por atrasos en el transporte y embarque

Breve estudio de caso:
Caída de los rendimientos del café en El Salvador, Guatemala y Nicaragua

Bajo un escenario de mayor aumento de la T°MM, en El Salvador, la producción de café tendería a caer en los siguientes años, con una tendencia a producción nula en los últimos años del período hasta 2100. Aunque es probable que los/as agricultores/as puedan adaptarse para evitar llegar a esos niveles nulos de producción; lo que sí es factible es que la producción se reduciría de forma importante. En Guatemala, es probable que la producción de este cultivo se mantenga relativamente estable en el corto plazo, con lo que el clima podría afectar positivamente ocasionando incluso ganancias para este producto; sin embargo, a largo plazo la producción tendería a caer de forma importante, con lo cual las posibles ganancias se podrían revertir, pudiendo llegar a ser cercanas al 9% del PIB de 2007 en el escenario climático más adverso; no obstante si el clima no se vuelve tan cálido como en el escenario B2 los efectos sobre este producto podrían ser prácticamente nulos en el largo plazo. En Nicaragua, la producción de café tiende a caer en los siguientes años de forma muy importante. Un escenario de mayor aumento de la T°MM predice que la producción tendería a ser nula en los últimos años del siglo, lo cual puede reducir su probabilidad si los agricultores logran adaptarse a tiempo.

Proyecciones de los rendimientos de café (ton/ha) para un escenario de A2 de aumento de la T°MM, de 2006 a 2100



CEPAL 2010a, CEPAL 2010b, CEPAL 2010c

Impactos sobre los principales rubros de las OPP

A continuación, se describen los impactos del cambio climático sobre los principales rubros de producción en El Salvador, Guatemala y Nicaragua. Aunque en este caso, los impactos se refieren más a los de tipo agronómico, específicos para cada cultivo; los impactos de tipo ambiental, social y económico siguen siendo aplicables a cada caso. En los Recuadros 9, 10, 11 y 12, se sintetizan los impactos descritos en los textos, y se suman, además, pautas para impulsar medidas de adaptación por parte de las OPP que trabajan en dichos rubros.

Miel de abeja[2] (Recuadro 9)

La producción de miel de abeja se ve afectada principalmente por dos tipos de efectos del cambio climático: los fenómenos muy húmedos y los muy secos; como producto de la ocurrencia de eventos climáticos extremos y cambios en el patrón intra-anual de la precipitación, reducción de la precipitación acumulada anual en los tres países, y un ambiente de aumento de la temperatura media y temperaturas extremas. La ocurrencia de estos fenómenos y sus proyecciones a futuro, son amenazas potenciales para las colonias de abejas, la polinización y la producción de miel, pues afectan principalmente el patrón de floración de las plantas melíferas y la actividad de los insectos.

Los efectos de los eventos lluviosos, por tormentas intensas, huracanes, temporales o lluvias que se anticipan o desfasan de la temporada lluviosa normal, como resultado de las manifestaciones del cambio climático; provocan bajas en la producción de hasta 40% a 50%, debido a la caída de las flores, lavado del néctar, menor tiempo de trabajo de las abejas y devastación de recursos y colmenas. Por otra parte, las sequías, asociadas además al aumento de la temperatura y olas de calor; provocan reducción de la producción de miel, debido a una floración exigua e insuficiente, baja en la disponibilidad de néctar, desaparición de especies melíferas y aumento del estrés de las abejas, como también que las abejas se encaucen en deber recolectar más agua para regular la temperatura de la colonia, limitando la captura del néctar (pecoreo) y fabricación de miel, y provocando incluso la migración de las colmenas. No obstante, los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, paisajes y ecosistemas provocan que las abejas estén teniendo menos hábitats donde trabajar y a donde migrar.

En ambos casos, las altas temperaturas y el déficit o exceso de humedad afectan: (i) los ciclos florales que se retrasan o anticipan, la no disponibilidad de flores de importancia apícola, y el aporte de néctar aún habiendo flores; y (ii) el comportamiento de las colmenas, ya que las abejas tienen que mantener las cámaras de crías frescas y a una humedad óptima,

[2] Referencias para este acápite: CLAC 2018b, López I Gelats et al 2016, CLAC 2013, Villers 2009, Medellín-Pi ____.

por lo que estos insectos dedican tiempo para “refrescar” el microclima de la colmena mediante aleteo, debiendo así invertir más tiempo y dedicar más individuos a realizar esta actividad, en vez de salir de la colmena a realizar su trabajo de pecoero.

Además, bajo estas condiciones, las crías de la colmena carecen de alimento suficiente para su desarrollo larvario, y las colmenas se van volviendo susceptibles a ataques de ácaros (como *Varroa Jacobisini* y *Varroa destructor*), virus y bacterias; se van debilitando, colapsando o siendo abandonadas. Además, el sistema inmunológico de las abejas que se son más selectivas para el pecoreo, al depender sólo de una o dos plantas melíferas, es desventajoso ante estas infecciones en las colmenas, con respecto a las especies de abejas que son menos selectivas.

Es evidente que el número de colonias de abejas melíferas está disminuyendo en algunas partes del mundo y que el cambio climático juega un papel importante en esto; además de que estos impactos sobre las abejas y la producción de miel, se ven aumentados por la expansión de los monocultivos y la agricultura mecanizada, la ganadería extensiva y los sistemas y prácticas dependientes del uso de agroquímicos.

En todos los casos, los impactos sobre las abejas y colmenas, inciden negativamente en la función de polinización de los ecosistemas, cultivos agrícolas y diferentes formas de vida, con afectaciones secundarios sobre la producción de otros alimentos y la seguridad alimentaria de las comunidades humanas, pues las abejas son el agente natural más eficaz de polinización, determinando gran parte de la producción agrícola. Lo anterior no tendría impactos adversos sólo a nivel local, sino también impactos irreversibles a nivel global.

Las abejas pueden responder y adaptarse de manera autónoma al cambio del clima, por ejemplo, reduciendo o ampliando sus rangos de búsqueda y pecoreo de acuerdo a las nuevas pautas de comunidades, ecosistemas y paisajes resultantes de los efectos del cambio climático, con el propósito de perpetuar su especie. No obstante con escenarios de cambio climático extremos, en donde la T°MM sobrepase los 2°C, se podría exceder su habilidad de adaptarse, ya sea mediante migración, cambios de comportamiento o modificaciones ge éticas, lo que puede resultar en la reducción de poblaciones, disminución en la biodiversidad e incluso la extinción de un número significativo de especies.

Sin embargo, los apicultores y apicultoras, especialmente del Comercio Justo, para quienes estos impactos representan incremento de costos de producción y pérdidas; se encuentran impulsando algunas medidas de adaptación que ayuda a la vida de las abejas, la sostenibilidad de las colmenas y la productividad de la actividad apícola. Estas se orientan en mantener y mejorar las «Buenas Practicas Pecuarias de Producción», y en el impulso de medidas de conservación, restauración y rehabilitación de la biodiversidad en los paisajes agropecuarios.

Recuadro 9. Impactos del cambio climático en la producción de miel

Impactos actuales y potenciales para las OPP de miel:

- Escasa floración y/o caída de flores
- Lavado y/o poca disponibilidad de néctar de las flores melíferas
- Desaparición de especies melíferas
- Escasez de agua para sostener a las colmenas
- Menor tiempo de trabajo de las abejas fuera de la colmena
- Destrucción física de los apiarios
- Estrés de las abejas
- Muerte de las colonias, abandono, debilitamiento y emigración de las colmenas

Pautas para impulsar medidas de adaptación al cambio climático en la producción de la miel por parte de las OPP

- Adopción de abejas silvestres más resistentes a las sequías a al aumento de la temperatura, y más resistentes a enfermedades
- Diseño de colmenas más ventiladas y con mayor tecnificación
- Reubicación de colmenas para amortiguar el efecto de las temperaturas extremas, por ejemplo en sistemas agroforestales
- Mejoramiento del acceso continuo al agua, por las abejas
- Diversificación del aprovechamiento de otros usos de las colmenas, por ejemplo para cera, polen, jalea real, propóleos y venenos
- Conservación de la flora melífera y polinífera de los ecosistemas locales y regionales, para fortalecer el sistema inmunológico de las abejas
- Capacitación y asistencia para la tecnificación de la producción, bajo estándares de calidad e inocuidad, incluyendo normas de control de residuos de la miel
- Manejo integrado de plagas y enfermedades de las abejas
- Mejoramiento de las prácticas de producción y manufactura, por ejemplo en el manejo de las colmenas, la infraestructura, los equipos y procesos

Para conocer más sobre la adaptación de la Apicultura al cambio climático

La CLAC desarrolló una guía de buenas prácticas y acción para reducir el efecto del cambio climático en la Apicultura. La guía tiene la finalidad de presentar los parámetros climáticos que se han identificado que afectan la producción y la calidad de los productos de las abejas, así como algunas acciones y experiencias, implementadas por apicultores de diferentes partes de Latinoamérica; e incluye buenas práctica de manejo general, sanitario, de alimentación, de cosecha de miel, de manejo en la extracción de miel, y de transporte de tambos, como también trazabilidad y registros.

El documento está disponible en internet y puede ser obtenido desde el siguiente vínculo : http://clac-comerciojusto.org/wp-content/uploads/2018/12/Manual-de-buenas-pr%C3%A1cticas-en-la-apicultura-en-el-contexto-del-cambio-clim%C3%A1tico.-1.pdf

CLAC 2018b, López I Gelats et al 2016, CLAC 2013, Villers 2009, Medellín-Pi ____.

Cacao[3] (Recuadro 10)

En varios países de la región, incluyendo El Salvador, Guatemala y Nicaragua, ya se reportan impactos negativos del cambio climático sobre el cultivo del cacao, habiéndose considerado las principales variables climáticas que los han provocado, tales como: la diferencia entre la temperatura máxima y mínima diurnas, el promedio de las temperaturas máximas en el período más caliente del año, el nivel de lluvias en el período más cálido del año, y el nivel de lluvias en el período más húmedo del año.

Debido a los fenómenos de lluvias intensas, temporales asociados a huracanes y la variabilidad del patrón intra-anual de lluvias, y al cambio en el sentido y dirección de los vientos; se reportan impactos relacionados con la reducción de la floración, caída de flores y frutos, pero más críticos aún, son los problemas fitopatológicos por la incidencia de las enfermedades de la mazorca negra (*Phitophtora* sp.) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif.). Los impactos por mazorca negra podrían ser mayores en la vertiente del caribe de Centroamérica, mientras la moniliasis, en la vertiente del pacífico.

Por otro lado, debido a sequías y olas de calor; se reportan impactos relacionados con el estrés hídrico de las plantas, la reducción en la capacidad de llenado de las mazorcas, defoliación, aborto de flores y frutos y mortandad de las plantaciones. De hecho, la mortandad podría generarse masiva y desastrosamente, a causa de períodos secos más largos que la canícula, y por incidencia de una humedad relativa más baja de lo normal. Con el aumento de la temperatura, podría darse cierta incidencia de insectos chupadores, aunque sus efectos no son muy significativos en comparación a la incidencia de la mazorca negra y la moniliasis.

Un impacto común, tanto para los fenómenos muy húmedos como los muy secos, aunados al aumento de la temperatura y a un patrón cambiante y más variable de precipitación; es la modificación del ciclo fenológico del cultivo. Esto está ocurriendo, al grado que cada año se está teniendo un patrón diferente de floración, fructificación y tiempo de cosecha, incluyendo variabilidad entre zonas de un mismo país, y con pocos modelos, instrumentos o experiencia para poder realizar predicciones de lo que ocurrirá; dejando las cosechas a la deriva de los cambios interanuales.

En casos específicos de condiciones edáficas y geográficas particulares, se ha reportado que una mayor frecuencia de sequías ha potenciado una mayor floración; lo cual, conjugado con sistemas y prácticas de manejo apropiadas, podría estar facilitando el tránsito de una producción estacional hacia una producción continua a lo largo de todo el año, generando

[3] Referencias para este acápite: CLAC 2013, Leguía 2010, Almonte 2018 com.pers., Bunn et al ____, MINAGRI ____.

mejores beneficios. No obstante, la alternancia de las sequías con lluvias más intensas y concentradas en pocos períodos de tiempo, las cuales generan erosión, desbordamientos de ríos e inundaciones; resulta en deterioro del suelo de las fincas, daños a la infraestructura productiva y comunitaria y las vías de acceso, en descuento de los beneficios que podrían haberse ganado.

De hecho, además de los cambios en el ciclo fenológico del cultivo de cacao; el cambio climático en las zonas cacaotera de Centroamérica, que incluye un aumento generalizado de la temperatura y una mayor variabilidad de la precipitación (mayor diferencia entre años secos y lluviosos, y diferencias espaciales incluso en un mismo país); pueden tener impactos adversos en el ciclo hidrológico de las cuencas en donde se cultiva cacao, provocando cambios en la humedad del suelo, problemas de erosión y de baja disponibilidad hídrica en momentos críticos del cultivo.

En el largo plazo habría cambios en las dinámicas espaciales y funcionales del sistema agroforestal, con mayor efecto sobre las plantas de cacao que sobre los árboles de sombra, y con reducción de la gama completa de insectos polinizadores: lepidópteros, coleópteros, abejas, y dípteros (*Forcipomyia* spp.)

En cualquier caso, hay un impacto significativo en la producción y rendimientos del cacao, incluyendo problemas en la etapa post-cosecha: más tiempo de fermentación y secado, manejo de los defectos de calidad (malos olores y sabores), proliferación de hongos internos, y no cumplimiento de los estándares del mercado. Como consecuencia, se disminuyen las exportaciones y también la calidad de vida en la zona, al crearse condiciones para la reducción de los ingresos de las familias rurales, especialmente de las OPP.

Las pautas para la adaptación al cambio climático con el cultivo del cacao, tienen que ver con los aspectos agro-tecnológicos que pueden implementarse a toda escala de producción de este cultivo, incluyendo las escalas de cultivo y producción de las OPP. Estos aspectos tienen que ver con el manejo integrado de plagas y enfermedades, las podas (sanitarias, de rehabilitación o de aperturas de luz), las enmiendas orgánicas, el manejo y conservación del suelo para mantener su fertilidad y humedad, el manejo del sistema agroforestal, y la optimización del agua de riego (en el caso de su disponibilidad); además del alcance de sistemas de información meteorológica y etno-climática con base en bioindicadores.

Todo lo anterior se concretiza en la necesidad de una nueva modalidad de planificación del calendario de manejo del cultivo, con base en pronósticos, el conocimiento local que se va recabando con la experiencia de campo, y los modelos climatológicos generados para los países; de tal manera que las OPP generen, tengan y manejen información oportuna que les ayude a establecer prioridades de manejo oportunamente.

Recuadro 10. Impactos del cambio climático en el cultivo de cacao

Impactos actuales y potenciales para las OPP de cacao:

- Mortalidad de plántulas y arbustos, defoliación y estrés hídrico y térmico
- Reducción de la floración y caída de flores y frutos por lluvias
- Defoliación, aborto de flores y frutos, y menor llenado de mazorcas por sequías
- Mayor incidencia de enfermedades, como "moniliasis" y "mazorca negra"
- Cambios en el ciclo fenológico, especialmente floración, fructificación y madurez
- Reducción de biodiversidad, especialmente de la población de insectos polinizadores
- Modificación en la distribución espacial y componentes del sistema agroforestal

Pautas para impulsar medidas de adaptación al cambio climático en el cultivo del cacao por parte de las OPP

- Generación de un calendario de manejo actualizado al inicio de cada temporada, y consultado con diversos actores del ámbito local/ancestral y técnico/científico.
- Acondicionamiento del arreglo agroforestal para contrarrestar los efectos de la evaporación y pérdida de humedad del suelo, olas de calor y lluvias intensas
- Manejo integrado de plagas y enfermedades, con énfasis en prácticas agro-ecológicas para la prevención de la moniliasis y la mancha negra
- Prácticas de manejo adicionales, para frenar o reducir la escorrentía, aumentar la humedad del suelo, y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua
- Introducción de especies arbóreas de sombra, con opciones para la conservación de la biodiversidad nativa y otras de utilidad económica (madera y frutas)
- Selección genética de variedades de cacao más resistentes o tolerantes a enfermedades, al aumento de temperatura y a eventos climáticos extremos
- Mejoramiento y optimización de las prácticas de manejo agronómico, especialmente podas, enmiendas orgánicas, manejo de residuos y drenajes

Para conocer más sobre la adaptación del cultivo de cacao al cambio climático

En una experiencia de adaptación al cambio climático en las vertientes occidentales, valles interandinos y la vertiente oriental de Perú; se inició un proceso de adaptación en tres fases: medidas aplicadas que formaban parte de la experiencia de las comunidades y de la producción de cacao; las medidas por aplicar que forman parte de la propuesta hecha con las comunidades; y la sistematización de lecciones aprendidas y nuevas propuestas desde el espacio gubernamental, empresarial y social, para avanzar en la adaptación del cultivo de cacao al cambio climático desde la experiencia ancestral y local. El documento de sistematización de esta experiencia puede encontrarse en internet en la siguiente dirección: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/10/adaptacion_algarroba_cacao.pdf

CLAC 2013, Leguía 2010, Almonte 2018 com.pers., Bunn et al ____, MINAGRI ____.

Caña de azúcar[4] (Recuadro 11)

El cambio climático ya ha tenido efectos e impactos adversos sobre la producción de caña, como lo demuestran las sequías de los últimos años en el corredor seco centroamericano, que ha provocado una reducción sustantiva en la producción de caña en 2014 y 2016; sin excepción de otras manifestaciones referidas al aumento de la temperatura, reducción de la precipitación anual, cambio en los patrones de precipitación y eventos climáticos extremos; las cuales sin duda afectan y afectarán las actividades de la producción de caña en las próximas décadas, no sólo desde el punto de vista agronómico, si no también socio-económico y ambiental.

El principal impacto en el cultivo de la caña es la alteración del calendario de producción, con implicaciones sobre la planificación y organización de las acciones a lo largo de toda la cadena de producción: preparación y siembra, manejo, cosecha, transporte y procesamiento industrial.

La razón de esto es que, para mantener el rendimiento de este cultivo, es imprescindible que las plantas reciban la cantidad de agua, luz y calor de manera oportuna en fases específicas del ciclo del cultivo y en equilibrio con el nivel de fertilización aplicado. Por el contrario, el cambio climático se manifiesta con lluvia y calor en tiempos en que la planta ya no lo necesitan; como resultado del aumento de la temperatura media y extremas, variaciones intra-anuales de temperatura y precipitación especialmente por temporadas lluviosas anticipadas o alargadas, y eventos climáticos extremos de tormentas intensas, huracanes, temporales, marejadas, sequías y olas de calor. Como resultado se incrementa, en cualquier caso, el costo de producción; se reducen el rendimiento por hectárea, la calidad de la materia prima y los ingresos, y se dificulta el procesamiento industrial.

Con mucha precipitación y humedad, se dificulta la preparación del terreno; se produce pudrición de raíces y reducción del tamaño de la sepa, pues las cañas que se vuelcan por la fuerza física del agua y el viento, germinan y enraízan, produciendo más tallos y reduciendo la productividad; se incrementa la proliferación de malezas; se retrasa la cosecha de la caña hasta que haya acceso, a causa de inundaciones y encharcamientos; y se producen tallos con mucha humedad que afectan el procesamiento industrial en la fase de la molienda.

Con sequedad y calor, hay menos producción de biomasa, aunque esta contenga menor humedad y mayor concentración de azúcar; se incrementa la demanda de mayor cantidad de agua de riego; pero sobre todo hay mayor incidencia de plagas y enfermedades, tales como la mosca pinta (*Aeneolamia contigua* Walker), el gusano barrenador (*Diatraea saccharalis*), la roya (*Puccinia melanocephala* Sydow) y el raquitismo (*Leifsonia xyli*).

[4] Referencias para este acápite: CLAC 2013, Gawander 2007, Ramírez 2018 com.pers.

Estas situaciones pueden suceder en zonas de una misma localidad o país; de tal manera que la materia prima que llega al ingenio, no es homogénea: posee diferente concentración de azúcar según las proveniencias, lo cual dificulta las actividades de análisis, molienda y extracción del azúcar.

Otro factor, aunque no generalizado, es la reducción en la concentración de sacarosa en los tallos debido al estrechamiento de la diferencia de la temperatura mínima nocturna y la temperatura máxima diurna. El incremento en las temperaturas mínimas, reduce el contraste térmico óptimo requerido para la producción adecuada del azúcar, el cual se logra con noches frescas seguidas de días cálidos y soleados. Los aumentos de las temperaturas nocturnas o mínimas diarias provocan aumento de la tasa de respiración respecto a la de fotosíntesis, disminuyendo la acumulación de sacarosa en la planta. Adicionalmente, el incremento de la humedad por precipitaciones durante la actividad del transporte, en un ambiente de mayores temperaturas, puede provocar pérdida de la concentración del azúcar, e implicaciones adversas en la calidad de la materia prima, en detrimento de las ganancias del ingenio y los/as productores/as.

Un impacto del cambio climático, muy particular en el caso del cultivo de la caña, es el estrés térmico e hídrico de los trabajadores/as de campo, especialmente en tiempos de la cosecha; pues las temperaturas media y diurna extrema son mayores en tiempos de la zafra en estos países, especialmente si la zafra se realiza bajo condiciones de cosecha mediante quema. Es de resaltar, que en condiciones de sequedad y de mayor variabilidad en el sentido, dirección y magnitud de los vientos; las quemas son una amenaza ante la cual debe presentarse una mayor dedicación y atención, para asegurar la protección de vidas y salud humana, biodiversidad, medios de vida e infraestructura.

En El Salvador, Guatemala y Nicaragua, las áreas cultivadas con caña de azúcar se ubican en el paisaje, en colindancia con otros usos del suelo especialmente cultivos de granos básicos, pastos, plantaciones forestales, remanentes naturales, áreas naturales bajo regímenes de protección, cuerpos de agua y asentamientos humanos; por lo que el manejo que se hace de este cultivo genera impactos positivos o negativos a nivel ambiental y socio-económico en el entorno del paisaje. Por tanto, la adaptación al cambio climático en el cultivo de la caña de azúcar, debe asegurar no sólo la productividad agro-industrial, sino también la sostenibilidad social y la sustentabilidad ambiental sobre la base de medidas de respuesta a un clima cambiante y la reducción de vulnerabilidad en el paisaje; considerando para ello las manifestaciones e impactos del cambio climático sobre las actividades productivas del sector, y los niveles de vulnerabilidad no sólo del cultivo, sino también de todos los sistemas naturales y humanos, usos de la tierra y medios de vida que colindan con el cultivo de la caña de azúcar.

Recuadro 11. Impactos del cambio climático en el cultivo de caña de azúcar

Impactos actuales y potenciales para las OPP de caña de azúcar:

- Afectación de la planificación y ejecución del calendario agro-industrial
- Producción de plantas con menor contenido de sacarosa
- Menor rendimiento de caña por hectárea
- Limitaciones de tiempo para la realización de la cosecha y el transporte
- Proliferación rápida del fuego durante la cosecha
- Mayor incidencia de plagas, enfermedades y malezas
- Reducción de la productividad tanto en ambientes muy húmedos como muy secos

Pautas para impulsar medidas de adaptación al cambio climático en el cultivo de la caña de azúcar por parte de las OPP

- Fortalecimiento de la capacidad de predicción y anticipación a las variaciones del clima durante la producción del cultivo y la zafra, a nivel individual e institucional, incluyendo los ingenios
- Mejoramiento del proceso industrial, para poder enfrentar imprevistos ante la llegada de materiales no homogéneos, sin perder la eficiencia del proceso
- Impulso de la investigación y experimentación sobre el control integrado de plagas y enfermedades, especialmente bajo condiciones de cambio climático
- Impulso de prácticas agroecológicas en el cultivo de la caña de azúcar
- Búsqueda de variedades adaptadas a la elevación de la temperatura y con óptima producción de sacarosa, ante las variaciones intra-anuales y diarias de temperatura
- Implementación de parámetros de calidad y sustentabilidad ambiental, que permitan reducir los impactos del cultivo de la caña a nivel de paisaje

Para conocer más sobre la mejora de la sustentabilidad e impulsar la adaptación del cultivo de caña de azúcar ante el cambio climático

La "Guía Técnica de Buenas Prácticas Agrícolas del Cultivo de Caña de Azúcar en El Salador" y el "Manual de Buenas Prácticas" pretenden ayudar a los agricultores/as de caña de azúcar a cumplir con las leyes ambientales, cuidar la salud humana, y no contaminar el ambiente, además de asegurar que el azúcar y sus derivados cumplan con las exigencias de los compradores y consumidores. Esta guía y manual técnicos, son un buen inicio para impulsar práctica de sustentabilidad socio-ambiental y promover la adaptación al cambio climático en el cultivo de la caña a nivel de paisaje en El Salvador, aplicable a otros países de la región. La guía y el manual puede encontrarse en internet en la siguiente dirección: http://www.consaa.gob.sv/wp-content/uploads/2016/02/Guia-tecnica-de-buenas-practicas-agricolas.pdf

FUNDAZUCAR 2016, CLAC 2013, Gawander 2007, Ramírez 2018 com.pers.

Café[5] (Recuadro 12)

Es probable que el nivel de temperatura que permite los mayores rendimientos ya ha sido rebasado en muchas regiones de El Salvador, Guatemala y Nicaragua, por lo que el cambio climático ya está afectando negativamente a este cultivo en estos países y en la región centroamericana en general. Además, el nivel de precipitación se está reduciendo por debajo del nivel que permite lograr óptimos rendimientos, afectando la producción adversamente, con una tendencia a la caída del rendimiento en los próximos años y décadas. En El Salvador, Guatemala y Nicaragua, se proyecta que la producción tendería a ser nula o que se reduciría de forma importante en los últimos años del período 2006-2100 (Recuadro 8). Con aumentos de temperatura en las zonas cafetaleras de 1.1°C en 2020 y de 2.1°C para 2050, que es la tendencia actual; la distribución de la aptitud dentro de las tierras actualmente productoras de café cambiaría seriamente de aquí para 2050, llegando a contarse hasta un 80% de áreas sin aptitud, y provocando la migración a altitudes mayores, en el caso que existan tierras disponibles en estas altitudes.

Estos factores de modificaciones graduales del clima, sumados a la incidencia de eventos climáticos extremos que se han manifestado en Centroamérica con mayor intensidad y frecuencia, como huracanes, lluvias intensas, olas de calor y sequías; son los que más determinan la pérdida de aptitud del cultivo de café en estos países, debido a la erosión, pérdida de humedad y fertilidad natural de los suelos, al aumento de la incidencia de plagas y enfermedades, y a los cambios en el ciclo fenológico del cultivo. Todo ello ha provocado disminución del rendimiento y de la producción, pérdida y disminución de la cosecha, y pérdida y deterioro de la calidad (deformación de granos, envejecimiento prematuro, pérdida del peso y tamaño del grano, y falta de madurez).

Respecto a la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de café, se detallan las siguientes especies, desde la que se ha reportado con mayor incidencia en la región hasta la que tiene menos: la roya (*Hemileia vastatrix*); seguida por la broca (*Hypothenemus hampei*) y mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*); y por último, la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y el ojo de gallo (*Mycena citricolor*). La incidencia de esta plaga y enfermedades son atribuibles a las manifestaciones de eventos climáticos extremos, aumento de la temperatura y cambio en el patrón intra-anual de precipitaciones.

El brote de roya del café (*Hemileia vastatrix*) de 2012-2013, ha sido el peor que se ha visto en Centroamérica, el Caribe y México desde que la enfermedad alcanzó la región hace más de 40 años; provocando una reducción de 20% en la cosecha 2012/13 y 50% en la de 2013/14. Las causas de los brotes de roya del café podrían atribuirse al efecto combinado

[5] Referencias para este acápite: CLAC 2018a, CLAC 2017a, CLAC 2017b, CLAC 2017c, FEWS-NET 2014, OXFAM 2014, CLAC 2013, PROMECAFÉ 2013, CIAT 2012b, CEPAL 2010a, CEPAL 2010b, CEPAL 2010c

de la pérdida de biodiversidad en los cafetales, la intensificación de la magnitud del cambio climático mundial, y al manejo inadecuado de las plantaciones.

Según la opinión de las OPP, las enfermedades son más atribuibles a condiciones de excesos de lluvias y alta humedad, ya sea debidas a temporadas lluviosas largas o lluvias intensas; mientras la plaga –broca-, a condiciones de sequía. En ambos casos, el aumento de la temperatura magnifica las condiciones climáticas; junto a otros factores ocasionales como vientos y temporadas frías. De manera específica, las atribuciones de la incidencia de las dos principales enfermedades y de la plaga al cambio climático, es como se explica a continuación:

(i) La incidencia de la roya se asocia a la irregularidad y exceso de lluvias y al aumento de la temperatura, lo cual provoca aumento de la humedad; además que la incidencia es magnificada por la presencia de vientos, lluvias intensas, temporadas frías y sequías, que dejan debilitadas a las plantaciones.

(ii) La incidencia de la broca se atribuye al aumento de la temperatura y una temporada seca prolongada e intensa (sequías); sucediendo que el exceso y la irregularidad de las lluvias también afecta en algunos casos, sobre todo por aspectos de manejo de la plaga, la cual ya se presenta en altitudes mayores a las que pertenecía anteriormente.

(iii) La incidencia de la mancha de hierro se atribuye a un exceso de lluvia y al aumento de la temperatura, que provocan aumento de la humedad, aún en condiciones de poca sombra; notándose que la incidencia se incrementa por condiciones irregulares de precipitación, en las que se mezclan eventos de sequías, lluvias intensas, vientos y temporadas frías.

Respecto a los impactos sobre los cambios en el ciclo del cultivo, las OPP consideran que ya hay modificación en las fases de floración, fructificación y fecha de la cosecha, a saber: floración temprana o tardía, pérdida de flores que no permite la formación del fruto, caída de los granos, alteraciones del grano, fructificación adelantada o tardía, y adelanto o retraso de la cosecha. Estos impactos son atribuibles a eventos climáticos extremos y al cambio en los patrones intra-anuales de precipitación (lluvias); observándose una mayor atribución hacia los eventos climáticos extremos en el caso de la caída de granos, alteraciones de granos, y pérdida de flores que no forman frutos; y una mayor atribución hacia el cambio en el patrón de lluvias en el caso de la fructificación tardía, caída de granos, floración tardía, retraso de la cosecha, pérdida de flores que no forman frutos y alteraciones del grano.

En el caso de las tendencias de estos impactos sobre el ciclo fenológico del café en Centroamérica, las opiniones de las OPP señalan principalmente:

(i) La pérdida de flores que no forman frutos, debido a sequías, altas temperaturas y lluvias tardías; alargamiento de la época lluviosa que no deja un período sin lluvia para que las flores se desarrollen y maduren; y humedad y vientos excesivos.

(ii) Caída y alteraciones de los granos, debido a una época lluviosa prolongada, temporales y lluvias intensas; sequías severas que debilitan las plantas; episodios de vientos fuertes; y lluvias irregulares por cambio en el patrón de precipitaciones, que provocan deficiencia de lluvias o sequías, combinado con el aumento de la temperatura.

(iii) Floración tardía (después de lo normal), debido a lluvias tardías por un comienzo retrasado de la temporada lluviosa y alargamiento de la temporada seca; o prolongación del período lluvioso, magnificado por la ocurrencia de altas temperaturas.

Dado que la mayor parte del café en Centroamérica es cultivada por pequeños/as agricultores/as, además de las pérdidas económicas y los impactos agronómicos, hay impactos de tipo social y ambiental. En Centroamérica, las OPP han señalado seis impactos de tipo socio-cultural: abandono de las actividades agrícolas, mayor emigración de la población hacia el exterior de la localidad o la región, reducción de los ingresos de jornales y pequeños productores, y condiciones de inseguridad alimentaria; seguidos por la pérdida de empleos rurales relacionados con el cultivo de café, y el desarraigo y pérdida de identidad cultural y territorial.

El aumento de las temperaturas en las montañas y los cambios en la intensidad y distribución temporal de las lluvias, más los períodos de sequías más largos y la reducción del caudal de los ríos y arroyos, han provocado pérdida de biodiversidad del bosque cafetalero, como aves, mariposas y árboles endémicos. Los impactos de tipo ambiental, señalados por las OPP en la región centroamericana, son: pérdida de especies animales y vegetales relacionadas a la plantación de café; escasez o contaminación de agua potable proveniente de fuentes naturales; degradación de los suelos agrícolas por efecto de inundaciones y sequías; fragmentación y degradación del dosel de sombra del cafetal; y pérdida o degradación de los hábitats para especies nativas y migratorias.

En el caso de El Salvador, Guatemala y Nicaragua, con base en la opinión de las OPP, las medidas de adaptación para el cultivo del café deben implementarse especialmente ante los escenarios actuales y futuros de aumento de la temperatura (media y extremas) y de cambio en las fechas de inicio y final de la temporada lluviosa. Lo anterior, con el propósito de reducir los riesgos ante los impactos priorizados, los cuales incluyen: mayor incidencia de plagas y enfermedades; disminución del rendimiento o producción; reducción o pérdida de la calidad de la cosecha; erosión y pérdida de fertilidad natural de los suelos; y menor disponibilidad de agua por reducción de la humedad del suelo.

Recuadro 12. Impactos del cambio climático en el cultivo de café

Impactos actuales y potenciales para las OPP de café:

- Pérdida de aptitud de las tierras
- Cambio en el ciclo fenológico del cultivo: adelantos o retrasos de las épocas de floración, fructificación y cosecha
- Erosión de los suelos, pérdida de fertilidad y disponibilidad de agua
- Mayor incidencia de plagas y enfermedades, especialmente broca, roya, mancha de hierro, antracnosis y ojo de gallo
- Disminución de la calidad y cantidad de la cosecha
- Problema de secado

Pautas para impulsar medidas de adaptación al cambio climático en el cultivo de café por parte de las OPP

- Adopción de variedades de café tolerantes a temperaturas más cálidas y a mayores o menores niveles de precipitación y humedad
- Acoplamiento del calendario de manejo del cultivo, para anticiparse a las modificaciones de su ciclo fenológico en pro de prevenir pérdidas de cosechas
- Implementación de medidas de manejo integrado de plagas y enfermedades, de manera preventiva, y especialmente para la roya, la broca y la mancha de hierro
- Sistemas agroforestales con especies acompañantes que garanticen una producción sostenible, y al mismo tiempo contribuyan a la conservación de la biodiversidad
- Diversificación productiva mediante el aprovechamiento de productos agrícolas propios de los cafetales, como madera, leña, frutales, miel y flores
- Implementación de medidas para el uso sostenible del agua a nivel de los cultivos y a nivel del uso de agua por las comunidades de las OPP
- Actividades de manejo y conservación sostenible del suelo, para prevenir la erosión y pérdida de fertilidad de los mismos

Para conocer más sobre las medidas de sostenibilidad en el uso sostenible del agua, como estrategia de adaptación al cambio climático en el cultivo del café

La CLAC elaboró y publicó el "Manual de Uso Sostenible de Agua por productores de Comercio Justo", con el propósito de compartir las medidas de uso sostenible del agua que los pequeños Productores/as de Comercio Justo de Latinoamérica y el Caribe han realizado en sus fincas y comunidades. En este manual se incluyen experiencias de recuperación de zonas de recarga y nacientes; captación e infiltración de agua lluvia; aplicación de patrones actualizados de riego; reducción del agua utilizada post-cosecha; y tratamiento de aguas residuales. Todo ello en varios países de Latinoamérica. El manual puede ser obtenido desde la siguiente dirección en internet:
http://clac-comerciojusto.org/wp-content/uploads/2018/03/Manual-de-uso-sostenible-de-agua-por-productores-del-Comercio-Justo-ok.pdf

CLAC 2018, CLAC 2017a, CLAC 2017b, CLAC 2017c, FEWS-NET 2014, OXFAM 2014, CLAC 2013, PROMECAFÉ 2013, CIAT 2012b, CEPAL 2010a, CEPAL 2010b, CEPAL 2010c

Perspectivas para impulsar la adaptación de las OPP

En las OPP del comercio justo, existe un potencial para continuar fortaleciendo la resiliencia y capacidad de adaptación, en el sentido de que la adaptación se planifique y desarrolle para una implementación efectiva, oportuna y apropiada ante las manifestaciones e impactos actuales y futuros del cambio climático sobre los cultivos, los entornos rurales y los medios de subsistencia de las OPP.

La «Estrategia ante el Cambio Climático de las organizaciones de pequeños productores por un Comercio Justo en Mesoamérica. Hoja de Ruta: 2012-2015» (CLAC 2013), ha sido un impulso apropiado y efectivo en su objetivo de aumentar las capacidades de las OPP, y fortalecer sus acciones para enfrentar el cambio climático de manera apropiada, sobre la base de un mejor conocimiento del problema y sus impactos sobre sus actividades productivas y calidad de vida rural, la adopción de estrategias y medidas de adaptación oportunas y efectivas, y una mayor incidencia en las decisiones de políticas públicas que los afectan, tanto a nivel local, como nacional y regional. Este instrumento estratégico consta de tres líneas de trabajo, cada una de las cuales posee dos líneas de acción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Áreas de trabajo y líneas de acción de la Estrategia ante el Cambio Climático de las OPP por un Comercio Justo en Mesoamérica.

Área de Trabajo	Línea de Acción	
Diagnóstico de impactos y potencial de adaptación	Sistematización de los resultados de estudios sobre los cambios actuales y futuros del clima, relevantes para los productos; identificando su distribución temporal y espacial a nivel de región, país y territorios	Sistematización analítica y simplificada de los resultados de estudios sobre los impactos actuales y futuros del cambio climático sobre los productos, identificando su vulnerabilidad y potencial de adaptación
Planeación de la adaptación	Evaluación de la efectividad de las opciones de adaptación disponibles y potenciales para los productos, y su divulgación para su eventual incorporación en estrategias de adaptación a nivel de finca	Definición y adopción de las estrategias de adaptación a nivel de finca, sobre la base de las opciones de adaptación más apropiadas y efectivas, bajo un enfoque de equidad de género y etnicidad, e incorporando un sistema de seguimiento y evaluación de la adaptación
Implementación y seguimiento de la adaptación	Implementación de las estrategias de adaptación a nivel de finca, adoptando paulatinamente las opciones de adaptación priorizadas, en el marco de sistemas productivos ambientalmente sostenibles	Aplicación de los sistemas de seguimiento y evaluación de la adaptación a nivel de finca, a fin de eventualmente ajustar las estrategias de adaptación adoptadas e implementadas por los pequeños productores/as

Tomado y adaptado de CLAC 2013.

Como parte de la Estrategia, se requiere la sistematización analítica y simplificada de los resultados de estudios sobre las manifestaciones actuales y futuras del cambio climático, como también de los resultados de estudios realizados sobre los impactos actuales y proyectados a futuros sobre cada uno de los rubros de producción; trabajo realizado en este documento. Lo anterior, no descarta que además puedan realizarse estudios adicionales de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación que permitan forjar un marco de referencia técnico-científico para precisar medidas de adaptación apropiadas y oportunas ante las manifestaciones, efectos e impactos del cambio climático, en el marco de instrumentos de política institucional de la CLAC y de iniciativas de las OPP.

El objetivo último es implementar la adaptación a nivel de finca y de las OPP, mediante iniciativas que, en el vehículo de la adaptación al cambio climático, promuevan la sostenibilidad socio-económica, sustentabilidad ambiental y el comercio justo. Para que esto sea así, la adaptación al cambio climático requiere entonces la integración y seguimiento de varios criterios en el desarrollo de un proceso holístico e integrado para las OPP (Figura 8); tarea que la CLAC trabaja en pro de su efectividad.

Figura 8. Criterios de tipo social, económico-financiero, ambiental y tecnológico para impulsar la adaptación al cambio climático.
Elaboración propia.

Glosario de términos[6]

Adaptación (al cambio climático). Ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a las manifestaciones actuales o proyectadas a futuro del cambio climático, o a sus efectos, para reducir el riesgo a la ocurrencia de impactos perjudiciales.

Atmósfera. Envoltura gaseosa de la Tierra, compuesta casi enteramente por nitrógeno y oxígeno, más cierto número de gases como argón, helio y GEI como el CO_2 y el ozono, además de vapor de agua en cantidades muy variables.

Biodiversidad. Es la diversidad de formas de vida, desde la células, tejidos, órganos y sistemas; hasta los organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas, que luego forman los biomas y paisajes del planeta.

Cambio climático. Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Capacidad de adaptación. Potencial de un sistema de evolucionar y adaptarse al cambio climático sin sufrir un colapso, mediante el aprendizaje de procesos y fortalecimiento de capacidades que le permitan aumentar los márgenes de tolerancia y su capacidad de auto-organización.

Ciclo hidrológico. Es el movimiento natural del agua en dirección horizontal y vertical entre el océano, el suelo, la atmósfera y los seres vivos, debido a la fuerza provocada por el calor proveniente del sol y la gravedad, y pasando por diversos estados físicos.

Criósfera. Partes de la Tierra que abarcan la totalidad de la nieve, el hielo y el suelo congelado (incluido el permafrost) situados encima y debajo de la superficie terrestre y oceánica.

Clima. Es el estado promedio, que pueden abarcar desde meses hasta millones de años, de los valores de los eventos meteorológicos que ocurren a diario en una región determinada, considerando los promedios y los extremos referidos a temperatura, precipitación, humedad y viento,

Cuenca hidrográfica. Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas que se precipitan, que forma internamente una red de drenaje sobre la base de una forma y relieve topográfico direccionado hacia el océano; en la que convergen factores de todo tipo: socio-culturales, económicos, políticos, ambientales y territoriales, y que por tanto puede utilizarse para la planificación del desarrollo sostenible.

Ecosistema. Sistema auto-estable y auto-sostenible en el que los organismos vivos interaccionan con su ambiente mediante un intercambio de materia y energía.

---

[6] Tomados y adaptados de: IPCC 2013, UNWATER 2012, IPCC 2007a, IPCC 2007b, MARN 2007, ISDR ___.

Erosión (del suelo). Es la pérdida de la estructura y fertilidad del suelo, debido a impactos ocasionados por la escorrentía del agua, el viento y la acción humana (malas prácticas agrícolas).

Escorrentía. Deslizamiento del agua por la superficie del suelo, hasta formar una red de drenaje que forman riachuelos y luego ríos, hasta desembocar en el océano.

Evaporación. Proceso físico por el cual el agua en estado líquido en el suelo, el océano o cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos, lagunas, estanques), pasa a estado gaseoso como vapor de agua.

Evapotranspiración. Proceso por el cual el agua se transfiere de la superficie del suelo a la atmósfera; proveniente de la evaporación del agua líquida y de la transpiración de los organismos vivos (animales y plantas).

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Corriente de aguas calidad que discurre periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, asociado a cierta fluctuación de la pauta mundial de presiones en la superficie intertropical y de la circulación en los Océanos Pacífico e Índico; afectando considerablemente las pautas de viento, temperatura superficial del mar y precipitación en el Pacífico tropical, y teniendo efectos en el clima de toda la región del Pacífico y de muchas otras partes del mundo.

Escasez económica de agua. Condición de escasez debido a limitaciones de capacidades humanas e institucionales, y del capital financiero, para acceder al agua, aun cuando ésta disponible en la naturaleza localmente para satisfacer las necesidades y demandas humanas.

Escenarios de emisiones. Representación hipotética de la evolución futura de las emisiones de GEI, basada en un conjunto coherente de supuestos sobre las fuerzas que las determinan, por ejemplo, el crecimiento demográfico y socioeconómico, las pautas ambientales de desarrollo, la evolución tecnológica, y las principales relaciones entre ellos.

Estrés hídrico. Situación de un país o región cuando la disponibilidad de agua es menor a 1,700 m3/persona al año; con base a la cantidad de agua que es usada respecto a la cantidad que se encuentra disponible en los sistemas hidrológicos.

Fotosíntesis. Proceso mediante el cual las plantas incorporan CO_2 del aire para formar carbohidratos y desarrollarse, liberando oxígeno a la atmósfera.

Gases de efecto invernadero (GEI). Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes, generando el efecto invernadero natural. Son GEI: el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4), y el ozono (O_3), además del hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

Humedad del suelo. Agua almacenada en o sobre la superficie terrestre que puede experimentar evaporación.

Impactos (del cambio climático). Pérdidas, daños o desastres resultantes de cambios significativos en la composición, estructura y función de los sistemas naturales y humanos, como resultado de las manifestaciones y efectos del cambio climático.

Infiltración. Es la absorción del agua en el suelo; quedando el agua disponible para todos sus usos, especialmente el agrícola y ecosistémico; o su llegada hasta capas subterráneas de agua más profundas llamadas acuíferos, pudiendo utilizarse para diferentes usos, especialmente la potabilización para el consumo doméstico, comercial, agrícola e industrial.

Medios de subsistencia. Conjunto de habilidades, activos y actividades que comprende los bienes a los que la gente recurre, las estrategias que desarrollan para ganarse la vida, el contexto en el que se desarrolla el sustento, y todos los factores que hacen que la subsistencia sea menos vulnerable al estrés y a las crisis, incluyendo el cambio climático.

Precipitación. Cualquier y todas las formas del agua, en estado líquido o sólido, que cae de las nubes hasta llegar a la tierra; incluyendo la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve.

Resiliencia (elasticidad). Atributo que le permite a un sistema resistir las manifestaciones y absorber los embates del cambio climático, dentro de un margen de tolerancia; y recuperase eficientemente de las perturbaciones o impactos causados, conservando su estabilidad en términos de estructura, funciones y mecanismos de control.

Respiración. Proceso en virtud del cual los organismos vivos convierten la materia orgánica en dióxido de carbono, liberando energía y consumiendo oxígeno molecular.

Sequía. Fenómeno que sobreviene cuando la precipitación ha sido considerablemente inferior a la normal registrada, causando con ellos graves desequilibrios hidrológicos que suelen afectar negativamente los recursos de las tierras y los sistemas de producción.

Temperatura media mundial (T°MM). Estimación global del promedio de los valores de temperatura del aire en la superficie terrestre y oceánica en todo el planeta, por ejemplo, a lo largo de un año o a manera de cambio en un período específico.

Variabilidad (climática). Variaciones del estado medio y sucesos extremos del clima a escala espacial y temporal, que sucede de manera natural, y que debe entenderse más allá de un fenómeno climático en particular.

Vulnerabilidad. Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo los cambios en las variables medias y los fenómenos extremos; y que depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático, y de la sensibilidad, resiliencia y capacidad de adaptación del sistema.

Referencias bibliográficas y de información

Aguilar 2014. Políticas agropecuarias y soberanía alimentaria en el contexto de la adaptación al cambio climático. Perspectiva FES El Salvador. Mesa de Cambio Climático de El Salvador. N°03/2014. San Salvador. 11p.

Aguilar et al. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. Journal of Geophysical Research, Vol. 110, D23107.

Almonte, B. 2018. Comunicación personal. Entrevista sostenida el 18 de diciembre de 2018, vía electrónica, sobre el tema "Impactos del cambio climático sobre el cultivo del cacao desde la experiencia de la CLAC", con Basilio Almonte, coordinador del rubro del cacao para la CLAC en la República Dominicana.

AMS (American Meteorological Society) 2018. State of the Climate in 2017. [Blunden, J., Arndt, D.S., Hartfield, G. (Eds.)]. Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society Vol. 99, No. 8, August 2018. 332p.

Baumeister 2010. Pequeños productores de granos básicos en América Central. FAO-RUTA. Honduras. 38p.

Brenes et al. 2002. El fenómeno ENOS. Descripción e impactos sobre el Istmo Centroamericano. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Proyecto VULSAC de la Secretaría del Consejo Agropecuario Centroamericano, San José, Costa Rica.

Bunn, C., Lundy, M., Laderach, P., Castro, F. ____. Los impactos del cambio climático en el cacao. Presentación. CIAT, CCGIAR, CCAFS. Feed the Future Climate Smart Cocoa – Latin America. 26p.

CATHALAC 2008: Impactos potenciales del cambio climático en la biodiversidad de Centroamérica, México y República Dominicana. [E.R. Anderson, E.A. Cherrington, A. Flores, J. Perez, R. Carrillo, E. Sempris (Eds.)]. USAID. Ciudad del Saber, Ciudad de Panamá. 105p.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2012. La economía del cambio climático en Centroamérica. Impactos potenciales en los patrones intraanuales y espaciales del clima. Serie técnica 2012. UKAID, CEPAL, DANIDA. Proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Naciones Unidas. 76p.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2011. La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Informe Técnico 2011. DFID, CEPAL, DANIDA. Proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Naciones Unidas. 437p.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2010a. El Salvador. Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. [Ordaz, J., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., Serna, B. (Eds.)]. CCAD, DFID. México D.F. Proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Naciones Unidas. 70p.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2010b. Guatemala. Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. [Mora, J., Ramírez, D., Ordaz, J., Acosta, A., Serna, B. (Eds.)]. CCAD, DFID. México D.F. Proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Naciones Unidas. 75p.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2010c. Nicaragua. Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. [Ramírez, D., Ordaz, J., Mora, J., Acosta, A., Serna, B. (Eds.)]. CCAD, DFID. México D.F. Proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Naciones Unidas. 72p.

CIAT 2012a. Escenarios del Impacto del Clima Futuro en Áreas de Cultivo de Café en El Salvador. Informe Final. Cali, Colombia y Managua, Nicaragua: Marzo, 2012.

CIAT 2012b. Vulnerabilidad y Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en los Medios de Vida de las familias cafetaleras de El Salvador. Informe Final. Cali, Colombia y Managua, Nicaragua, 2012.

CLAC (Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de pequeños productores por un Comercio Justo) 2018a. Resumen Ejecutivo. Encuesta de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Organizaciones de Pequeños Productores de Café de Comercio Justo Fairtrade. Soto, F. (Ed.)]. Santa Tecla, El Salvador. 5p.

CLAC (Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de pequeños productores por un Comercio Justo) 2018b. La Apicultura en el Contexto del Cambio Climático. Una guía de buenas prácticas de manejo y acciones para reducir su efecto. [Palacio, A., Figini, E., Cabrera, G., Caporgno, J., Mondragón, L., Vandame, R. (Eds.)]. PROAPI, CLAC-INTA, CLAC-ECOSUR. Santa Tecla, El Salvador. 24p.

CLAC (Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de pequeños productores por un Comercio Justo) 2017a. Primer informe de resultados. PARTE I. Manifestaciones, Efectos e Impactos del Cambio Climático. Encuesta de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Organizaciones de Pequeños Productores de Café de Comercio Justo Fairtrade. [Soto, F. (Ed.)]. Santa Tecla, El Salvador. 31p.

CLAC (Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de pequeños productores por un Comercio Justo) 2017b. Tercer informe de resultados. PARTE III. Adaptación al Cambio Climático. Encuesta de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Organizaciones de Pequeños Productores de Café de Comercio Justo Fairtrade. [Soto, F. (Ed.)]. Santa Tecla, El Salvador. 17p.

CLAC (Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de pequeños productores por un Comercio Justo) 2017c. Manual de uso sostenible de agua por productores de comercio justo. Santa Tecla, El Salvador. 33p.

CLAC (Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de pequeños productores por un Comercio Justo) 2013. Estrategia ante el Cambio Climático de las organizaciones

de pequeños productores por un Comercio Justo en Mesoamérica. Hoja de Ruta: 2012-2015. [Aguilar, Y. (Ed)]. Santa Tecla, El Salvador. 51p.

Clark 2004. Tropical forests and global warming: Slowing it down or speeding it up?. Frontiers in Ecology and the Environment, V.2, N°2.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2016. Género y Sistemas Agroalimentarios Sostenibles. Estudios de caso: yuca, quinua, maíz y algodón. [Biermayr-Jenzano, P., Rodríguez, A. (Eds)]. Santiago. Chile. 68p.

FEWS NET (Famine Early Warming Systems Network) 2016. El impacto de la roya del café en el sector cafetalero de América Central. América Central Informe Especial. Mayo 2016. PROMECAFÉ. 12p.

FEWS-NET 2014. Centroamérica Alerta de Seguridad Alimentaria. Agosto 2014.

FUNDAZUCAR 2016. Guía Técnica de Buenas Prácticas Agrícolas del Cultivo de Caña de Azúcar en El Salvador. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas del Cultivo de Caña de Azúcar en El Salvador San Salvador, El Salvador. 140p.

Gawander J, 2007: Las consecuencias del cambio climático sobre los cultivos de caña de azúcar en Fiji, Boletín de la OMM 56 (1), 2007

GCP (Global Carbon Project) 2016. Global Carbon Budget 2016. PowerPoint version 1.0 (released 14 November 2016). 62p.

Hulme, M., y Sheard, N. 1999 Escenarios de cambio climático para Mesoamérica, folleto, Reino Unido, WWF, UEA. Unidad de Investigación Climática, Universidad de Norwich, Reino Unido.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2018. Global Warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Summary for Policy Makers, formally approved at the First Joint Session of Working Groups I, II and III of the IPCC and accepted by the 48th Session of the IPCC, Incheon, Republic of Korea, 6 October 2018. Subject to copy edit. 34p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2014a. Resumen técnico. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del IPCC [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel y J.C. Minx (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. 120p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2014b. Resumen técnico. En: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del IPCC [Field, C.B., Barros,

V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. y White, L.L. (Eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. 268p.

IPCC 2013. Resumen técnico. En: Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the IPCC [Field, C., Barros, V., Stocker, T., Dahe, Q., Dokken, D., Ebi, K., Mastrandrea, M., Mach, K., Plattner, G-K., Allen, S., Tignor, M., Midgley, P. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Delhi, Tokyo, Mexico City. 594p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2008. Climate Change and Water, IPCC Technical Paper VI [Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., Palutikof, J. (Eds.)]. UNEP. Geneva. 210p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2007a. Resumen Técnico. En Cambio Climático 2007: Base de Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. averyt M. Tignor y H. L. Miller (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nuva York, NY, Estados Unidos de América. 132p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2007b. Resumen Técnico. En Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Aportes del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC [Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van der Linden, P.J. y Hanson, C.E. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 41p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) 2007c. Resumen Técnico. En Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (Eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. 72p.

ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) ____. Documento de Apoyo. Medios de Vida. UNDP, IRP. Kobe, Japan. 33p.

Läderach, P.; Haggar, J.; Lau, C.; Eitzinger, A.; Ovalle, O.; Baca, M.; Jarvis, A.; Lundy, M. 2011. Café mesoamericano: Desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático. CIAT Políticas en Síntesis no. 2. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.

Leguía E, 2010: Predicción y evaluación del impacto del cambio climático sobre sistemas agroforestales en la Amazonia peruana, Centro Mundial de Agroforestería.

López i Gelats, F., Vallejo, V., Rivera, M. 2016. Impactos, vulnerabilidad y adaptación de la Apicultura mediterránea. Informe final, octubre 2016. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, APIADS, COAG y Col·lectiu Abellaires. Madrid, España. 125p.

Magaña, Méndez y Zermeño 2010. Escenarios de Cambio Climático en El Salvador. Centro de Ciencias de la Atmósfera Universidad Nacional Autónoma de México. 51p.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador) 2017. Registros de incendios forestales en Áreas Naturales Protegidas de El Salvador. Presentación. Marzo 2017. 15p.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador) 2007. Vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador. [Aguilar, Y, Tobar, J., Quiñónez, J., Rivas, T (Eds.)]. San Salvador. 184p.

MCC-SLV (Mesa de Cambio Climático de El Salvador) 2017. Propuesta de la Mesa de Cambio Climático de El Salvador para la conservación y adaptación de la biodiversidad al cambio climático. San Salvador, El Salvador. 16 de junio de 2017. 4p.

Medellín-Pi, R. ____. Impacto del cambio climático en la Apicultura. [Documento de trabajo editado]. México D.F. 8p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego de Perú) ____. Adaptación al cambio climático para la competitividad agraria: Experiencias exitosas en cultivos de algarroba, cacao y café. Segundo Boletín. GIZ. Lima, Perú. 31p.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 2018a. National Centers for Environmental Information. Global Climate Report. November 2018. Disponible en: https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201811.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 2018b. Historical El Nino/ La Nina episodes (1950-present). Cold and Warm Episodes by Season. Disponible en: http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v4.shtml

OXFAM 2014. Impacto de la Roya del Café. Evaluación de situación de medios de vida y seguridad alimentaria en familias vulnerables por el impacto de la roya del café. Informe de OXFAM. Octubre 2014.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2005a. Informe de Trabajo: Elaboración de Escenarios Climatológicos para la Región de México, Centroamérica y Cuba. Proyecto “Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba”. [Magaña, V. Ed.]. México, D.F. 111p.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2005b. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. Lim, B., Spanger-Siegfried, E. (Eds.). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). Nueva Yord, EEUU. 274p.

PROCAFÉ 2012. El efecto del clima en los cafetales. Comunicados Técnicos N° 1 y 2.

PROMEBIO, 2011: Estado actual y futuro de la biodiversidad en Centroamérica, Programa Estratégico de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (PROMEBIO), Informe técnico de enero de 2011, CCAD

PROMECAFÉ 2013. Informe sobre el brote de la roya del café en Centroamérica y Plan de Acción para combatir la plaga. Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y la Modernización de la Caficultura de Centroamérica, República Dominicana y Jamaica (PROMECAFÉ). OIT, ED 2157/13 del 13 de mayo de 2013.

Ramírez, G. 2018. Comunicación Personal. Entrevista sostenida el 19 de diciembre de 2018, vía electrónica, sobre el tema "Impactos del cambio climático sobre el cultivo de la caña de azúcar desde la experiencia de la CLAC", con Gilberto Ramírez, coordinador del rubro de la caña de azúcar para la CLAC en Costa Rica.

RUTA 2012. Sanidad e inocuidad pecuaria en Centroamérica y República Dominicana. Una agenda prioritaria de políticas e inversiones. El Salvador. En http://goo.gl/kU9K1V

Soto, F. 2017. Pauta de política para la restauración ecológica en un ambiente de clima cambiante. Perspectivas N°2/2017. Friedrich Ebert Stiftung. San Salvador, El Salvador. 13p.

Tebaldi, C., Hayhoe, K., Arblaster, J., Meehl, G. 2006. An Inter-comparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. Climatic Change (2006) 79: 185–211.

Trenberth y Stepaniak 2001. Indices of El Niño evolution. Journal of Climate, vol. 14, N° 8.

UNWATER (United Nations inter-agency coordination mechanism for all freshwater related issues) 2012. Managing Water under Uncertainty and Risk. The United Nations World Water Development Report 4. Volume 1. UNESCO. París. 909p.

Vandermeer y Perfecto 2013. Wake up and smell the coffee: the coffee ecosystem as a complex system. University of Michigan, unde contracto to Earthscan, London.

Villers L et al, 2009: Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. Interciencia, Vol. 35, No. 5

WMO (World Meteorological Organization) 2018. WMO Statement on the State of the Global Climate in 2017. WMO-N° 1212. 40p.