

Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica



Impactos Potenciales del Cambio Climático sobre el Café en Centroamérica

Alicia Bárcena

Secretaria Ejecutiva

Antonio Prado

Secretario Ejecutivo Adjunto

Hugo E. Beteta

Director

Julie Lennox

Punto focal de cambio climático y Jefa de la Unidad agrícola
con

Diana Ramírez y Jaime Olivares

Investigadores de la Unidad agrícola
Sede Subregional en México de la CEPAL

Referencia sugerida:

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano) (2014), *Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica*, LC/MEX/L.1169, México, D.F.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la CEPAL y de las instituciones socias del documento.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

El término "dólares" se refiere a la moneda de Estados Unidos de América.

LC/MEX/L.1169

Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2014. Todos los derechos reservados.

Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Diseño de portada: Andrea Jiménez y José Luis Lugo.

Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica



AUTORIDADES DEL SECTOR AGROPECUARIO Y MIEMBROS DEL CONSEJO DE MINISTROS DE AGRICULTURA (CAC)

Gaspar Vega, *Deputy Prime Minister and Minister of Natural Resources and Agriculture (MRNA)*, Belice; Luis Felipe Arauz Cavallini, Ministro de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG); Lic. Orestes Fredesman Ortiz Andrade, Ministro de Agricultura y Ganadería de El Salvador (MAG); Elmer López Rodríguez, Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA); Jacobo Paz Bodden, Secretario de Agricultura y Ganadería de Honduras (SAG); Edward Francisco Centeno, Ministro Agropecuario (MAG); Jorge Arango Arias, Ministro de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA); y Agrón. Ángel Estévez Bourdier, Ministro de Agricultura de la República Dominicana. Autoridades anteriores: Gloria Abraham Peralta, Pablo Alcides Ochoa, Jacobo Regalado W., Ariel Bucardo Rocha, Luis Ramón Rodríguez, Oscar Osorio Casal.

Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros de Agricultura de Centroamérica (SE-CAC): Julio Calderón, Secretario Ejecutivo; Manuel Jiménez, Especialista en Políticas, Comercio y Agronegocios; Esquivel García, Especialista; Ligia Córdoba, Asistente Profesional en Políticas Comercio y Agronegocios; Alejandra Vargas, Asistente del Especialista.

GRUPO TÉCNICO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE CAC

Andrew Harrison, *Agricultural Officer/Climate Change Focal Point* y Clifford Martínez, *District Agriculture Coordinator, Agriculture Department*, MRNA, Belice; Johnny Montenegro Quirós, Investigador en agricultura y cambio climático, INTA-MAG Costa Rica y Karolina Martínez, Encargada sectorial de cambio climático y gestión de riesgo de desastres, MAG Costa Rica; Luis Napoleón Torres, Director, Dirección de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Ríos, y Lucía Gómez jefa de la División de Cambio Climático, MAG El Salvador; Edwin Haroldo Rojas Domingo, Coordinador de la Unidad de Cambio Climático y Mario Mejía, Jefe de la Unidad de Cambio Climático, MAGA Guatemala; Ivette Velásquez, Asesora Cooperación externa-Cambio climático, y Roberto Cáceres, especialista implementación estrategias SAN, SAG Honduras; Ana Marcia Zeledón, Secretaria General, y José Ramón Rivas, Especialista en Agrometeorología, MAG Nicaragua; Casimiro Véliz, Director de la Unidad Ambiental, MIDA Panamá; Juan Mancebo, Coordinar Nacional Cambio Climático, Ministerio de Agricultura de la República Dominicana.

Colaboradores y expertos: Jacques Avelino, CIRAD/IICA-Promecafe/CATIE, Miguel Barquero, Coordinador Programa de Fitopatología, ICAFE-Costa Rica, Gerardino Batista, Vice Ministro, MIDA Panamá; Armando García, Director Promecafe; Róger Madriz, Director de Investigación, CONARROZ; Armando Martínez, Asistente de investigación, CIAT-Nicaragua; Galileo Rivas, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica, SICTA/IICA; David Williams, Gerente de RRNN y Cambio Climático, IICA; Luis Zamora, Gerente Programa Café, MAG Costa Rica; Mariano Jiménez, Director de la UTSAN, SAG Honduras.

FUNCIONARIOS Y COLABORADORES PARA ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS

Andrew Harrison, *Agricultural Officer/Climate Change Focal Point, Agriculture Department*, MRNA, Belice; Lilliana Montero, Directora ejecutiva, y Miriam Valverde, Analista, Dirección Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) del MAG de Costa Rica; Ana Elena Escalante, Directora Ejecutiva, Consejo Salvadoreño del Café; Yudis Bonilla de Brizuela, Jefa Departamento de Cuentas Macroeconómicas, Banco Central de Reserva, El Salvador; Iram Arenko Pineda Reyes, Encargado de Información de Mercados, y Shiry Corina Contreras de Dubón, Asistente de Información Agropecuaria y Comercial, Dirección de Planeamiento (DIPLAN), MAGA, Guatemala; Enid Cuellar, Jefa del Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras (SIMPAH), Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA); Raúl Arnoldo Pinel, Analista Diseminador de Información, Proyecto Servicio de Información Agroalimentaria (INFOAGRO), y Rafael Humberto Oliva González, Sub-Gerente de Estadísticas Económicas, SAG, Honduras; Eddy Castellón, Director de Estadísticas Agropecuarias, MAGFOR, Nicaragua.

Colaboradores anteriores: Marta Villegas Murillo, Directora ejecutiva, y Yetty Quirós Ballesteros del área de Estudios Económicos de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) del MAG de Costa Rica; Rogelio Alvarado, Director de Análisis Económico y Social y de Políticas Públicas, Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá.

FUNCIONARIOS Y COLABORADORES PARA ESTADÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Ann Gordon, *Climate Change Focal Point and contacts in the Climatology Section, National Meteorological Service*, Belice; Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (página web); Luis García Guirola, Gerente de Meteorología del Observatorio Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador; Mario Roberto Bautista Godínez, Subdirector en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de Guatemala; Jairo García del Servicio Meteorológico Nacional, Honduras; Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) de Nicaragua (Anuarios y compendios estadísticos).

Colaboradores y expertos: Paulo Ortiz, Investigador, Instituto de Meteorología (INSMET) de Cuba; Pablo Imbach, Investigador de Cambio Climático, especialista en SIG y modelación ambiental, División de Investigación y Desarrollo de CATIE.

FUNCIONARIOS DE LA COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL)

Hugo E. Beteta, Director de la Sede Subregional en México de la CEPAL; Julie Lennox, Punto focal de cambio climático y Jefa, Diana Ramírez y Jaime Olivares, Asistentes de Investigación, investigadores principales de este análisis, y Blanca Urra, Asistente Administrativo, de la Unidad agrícola de la misma oficina. Se agradece el apoyo de los equipos de dirección y administración de la oficina.

Colaboraron en los análisis técnicos del cambio climático: José Luis Samaniego, Director, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL y Luis Miguel Galindo Paliza, Jefe de la Unidad de Cambio Climático de la misma división.

ÍNDICE

	Página
Mensajes clave	11
Resumen	25
Introducción	27
1. Revisión de la literatura	29
Centroamérica.....	32
2. Café	39
El sector agropecuario	39
Producción y rendimiento históricos	41
Comercio	45
Precios.....	54
Población	55
Sistemas de producción.....	57
Fenología	60
Enfermedades	63
Políticas nacionales y regional.....	68
3. Café y cambio climático.....	82
Metodología	82
Base de datos.....	83
Producción y rendimientos por departamento.....	91
Resultados empíricos de la función de producción histórica	94
Escenarios climáticos	98
Impactos potenciales sobre los rendimientos de café	100
4. Conclusiones y exploración de opciones de respuesta	111
Bibliografía seleccionada	122

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Mundo, América y Centroamérica: Producción y rendimientos del café, 1980, 1995, 2010 y 2011	42
2. Centroamérica: Participación del café en el PIB, 1980-2011	44
3. Centroamérica: Participación de las exportaciones de café en las exportaciones de bienes, 1980-2012.....	47
4. Centroamérica: Superficie de cultivo de café manejados bajo diferentes tecnologías y niveles de sombra por país, 2012.....	59
5. Condiciones óptimas y absolutas de crecimiento para el café arábica y robusta	61
6. Honduras: Fases fenológicas del café arábica y estaciones del clima	62
7. Información disponible del CRU TS3.1 y estaciones meteorológicas.....	87
8. Centroamérica: Estadísticas descriptivas, 2001-2009	91
9. Centroamérica: Producción de café por departamento, promedio 2001-2009	92
10. Centroamérica: Rendimientos de café por departamento, promedio anual, 2001-2009	93
11. Centroamérica: Estimaciones de la función de producción histórica.....	95
12. Centroamérica: Estimaciones de efectos marginales sobre los rendimientos	96
13. Centroamérica: Evolución de los rendimientos de café con escenario B2 y A2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. Centroamérica: Producción y superficie cosechada de cultivos primarios, 1980- 2012	40
2. Centroamérica: Superficie cosechada por tipo de cultivo, 1980- 2010.....	40
3. Países seleccionados, Centroamérica y resto del mundo: Producción de café, 1990-2012...	41
4. Centroamérica: Superficie cosechada y producción del café, 1980- 2011.....	42
5. Centroamérica: Producción y rendimientos de café por país, 1980-2011.....	43
6. Centroamérica: Valor bruto de la producción de café, 1980-2011.....	45
7. Mundo: Producción por tipo de café, 1980-2013	46
8. Centroamérica y resto del mundo: Exportaciones de café, 1990-2012.....	47
9. Centroamérica: Exportaciones de café por país, 1980-2012.....	48
10. Centroamérica: Exportaciones mensuales de café, 2012-2014	49
11. Principales países importadores: Importación de todas las formas de café de todos los orígenes, 1990-2012.....	51
12. Centroamérica: Destino de las exportaciones de café por país, promedio 2012	52
13. Precio mensuales internacional de café, 1980-2014	55
14. Centroamérica: Precio anual pagado al productor de café, por país, y precio internacional de otros suaves, 1990-2012.....	55
15. Centroamérica: Rendimientos de café por departamento, 2001-2009	97
16. Centroamérica: Rendimientos de café ante variaciones en temperatura y precipitación en marzo, 2001-2009	97
17. Centroamérica: Temperatura media mensual, escenario B2 y A2, promedio 1980-2000 a 2100	99
18. Centroamérica: Precipitación mensual, escenarios B2 y A2, promedio 1980-2000, a 2100.....	100
19. Centroamérica: Evolución de los rendimientos de café con escenario B2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	103

	Página
20. Centroamérica: Evolución de los rendimientos de café con escenario A2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100	104
21. Centroamérica: Rendimientos de Café por departamento, escenario B2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	108
22. Centroamérica: Rendimientos de café por departamento, escenario A2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	109

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

1. Centroamérica: Marco de políticas y estrategias regionales del sector agropecuario	76
2. Centroamérica: Flujo de departamentos bajo el escenario A2 y tres grupos de rendimientos, promedio 2001-2009 y cortes 2050 y 2100.....	115
3. Centroamérica: Lista de departamentos bajo el escenario A2 y tres grupos de rendimientos, cortes 2050 y 2100	116

ÍNDICE DE MAPAS

1. Mundo y Centroamérica: Superficie cultivada con café bajo diferentes tecnologías y niveles de sombra, por país	59
2. Mundo: Presencia de la roya y años de aparición por regiones	65
3. Centroamérica: Elevación sobre el nivel del mar.....	85
4. Centroamérica: Capacidad de uso de la tierra	85
5. Centroamérica: Temperatura mensual media anual por departamento de la base del WorldClim, promedio 1950–2000	89
6. Centroamérica: Temperatura mensual media anual por departamento de la base del CRU TS3.1, promedio 2001–2009.....	89
7. Centroamérica: Precipitación mensual media anual por departamento de la base del WorldClim, promedio 1950–2000	90
8. Centroamérica: Precipitación mensual media anual por departamento de la base del CRU TS3.1, promedio 2001–2009	90
9. Centroamérica: Producción de café por departamento, promedio anual 2001-2009.....	92
10. Centroamérica: Rendimiento de café por departamento, promedio anual 2001-2009	93
11. Centroamérica: Rendimientos de café por departamento, escenario B2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100	106
12. Centroamérica: Rendimientos de café por departamento, escenario A2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100	107

ÍNDICE DE RECUADROS

1. El Corredor Seco Centroamericano (CSC).....	35
2. Variabilidad climática y la roya en Costa Rica.....	66
3. Foro del clima de América Central.....	79

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ADECAFEH	Asociación de Exportadores de Café de Honduras
AHPROCAFE	Asociación Hondureña de Productores de Café
ANACAFE	Asociación Nacional del Café de Guatemala
ANACAFEH	Asociación Nacional de Caficultores de Honduras
ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCHAC	Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central
CEAC	Consejo de Electrificación de América Central
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa de El Salvador
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CICAPE	Centro de Investigación del Café. Costa Rica
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo
CIS-IICA	Consejo de la Integración Social Centroamericana
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
COMISCA	Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana
CONACAFÉ	Consejo Nacional del Café. Nicaragua
COSEFIN	Consejo de Ministros de Hacienda/Finanzas en Centroamérica
CRRH	Comité Regional de Recursos Hidráulicos, del SICA
CRU	Unidad de Investigación Climática (por sus siglas en inglés)
CSC	Corredor Seco Centroamericano
CUP	Coffee under Pressure
DANIDA	Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (por sus siglas en inglés)
DFID	Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno de Inglaterra
DRCAFTA	Tratado de Libre Comercio Centroamérica-Estados Unidos-República Dominicana
ECADERT	Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural y Territorial
ECC CA	Iniciativa del Cambio Climático en Centroamérica
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático, Costa Rica
ENDE	Estrategia Nacional de Deforestación Evitada. Nicaragua
ENOS	El Niño Oscilación Sur
ERAS	Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica
ERCC	Centro de Coordinación de respuesta a la emergencia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FCAC	Foro del Clima de América Central
FEWSNET	Famine Early Warning Systems Network
FUNDECOOPERACION	Fundación para el Desarrollo Sostenible, Países Bajos-Costa Rica

GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación
GTCCGIR	Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo
ICAPE	Instituto del Café de Costa Rica
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMN-MINAET	Instituto Meteorológico Nacional – Ministerio de Ambiente, Energía y Mares
INSMET	Instituto de Meteorología de Cuba
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
MAF	Ministerio de Agricultura y Pesca de Belice (por sus siglas en inglés)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MbA	Mitigación basada en la Adaptación
MCGE	Modelos de equilibrio general computable (por sus siglas en inglés)
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MNRE	Ministerio de Recursos Naturales y Energía de Belice (por sus siglas en inglés)
msnm	metros sobre nivel del mar
NAMA	Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (por sus siglas en inglés)
OIC	Organización Internacional del Café
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONCC	Organismo Nacional de Certificación de la Calidad del Café. Nicaragua
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PACA	Política Agrícola Centroamericana
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático, Guatemala
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PREP	Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes. El Salvador
PRESANCA	Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica
PROMECAFE	Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura
REDD+	Reducción de emisiones por la deforestación y la Degradación forestal
RUTA	Unidad Regional para el desarrollo sostenible del CAC
SCAP	Asociación de Cafés Especiales de Panamá
SICA	Sistema de Integración Centroamericana

SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
TOSCAFEH	Asociación de Tostadores de Café de Honduras
UKAID	Departamento del Gobierno Británico de Desarrollo Internacional
UNCOMTRADE	Base de datos de Naciones Unidas sobre estadísticas de Comercio
UNIOCOOP	Unión de Cooperativas de Servicios Agropecuarios
UTZ	Programa de Certificación para cosechas de café
ZCIT	Zona de convergencia Intertropical

MENSAJES CLAVE

El café es un elemento integral del paisaje centroamericano, no solamente en lo productivo y comercial, sino en lo ambiental, social y cultural. Fue introducido hace casi doscientos años y es uno de los productos de exportación tradicionales de la región. Entre 1980 y 2011, su producción aumentó en 37% y su rendimiento promedio (0,9 t/h) es superior a la media mundial. Aunque la producción de café ha reducido su participación en el PIB, las plantaciones cubren más de un millón de hectáreas, cuyo cultivo emplea aproximadamente a 1.8 millones de personas al año (PROMECAFE). La gran mayoría de las fincas de café son de pequeños productores (cuyas condiciones de vida son precarias en muchos casos); aunque en algunos países los grandes y medianos productores contribuyen con partes significativas de la producción. Por sí solo, este producto representa 9% del valor de las exportaciones de la región; para Nicaragua y Honduras el porcentaje es mayor. La región cultiva diversas variedades de café, principalmente las arábicas, algunas altamente valorizadas en los mercados internacionales. La oferta de café de alta calidad de Centroamérica generalmente proviene de zonas altas y de sistemas de producción tradicionales bajo sombra.

En la región hay experiencias exitosas y de larga duración de organizaciones de productores, casas comercializadoras e instituciones técnicas de innovación e investigación, si bien el grado de éxito ha variado entre los países. Existe todo un rango de conocimiento y experiencias que involucra desde productores hasta académicos. A pesar de los limitados recursos invertidos, hay “estrellas” de innovación; tres ejemplos: i) desarrollo de medidas para minimizar el uso y la contaminación del agua en el procesamiento del grano y para utilizar los “deshechos” como fuente de energía y abono; ii) desarrollo de variedades híbridas; iii) venta de café con certificados de origen orgánico, comercio justo y, en algunos casos, carbono neutral por varias cooperativas.

Actualmente, este producto tradicional y las poblaciones asociadas a su producción enfrentan amenazas de múltiples orígenes, exacerbadas por cambios del clima. La planta de café, en sus diferentes etapas de crecimiento y producción de grano, es sensible a las condiciones ambientales, principalmente a luz, temperatura, lluvia y humedad. Por ende, lo es también a eventos climáticos extremos y a cambios inesperados en sus patrones. El cultivo del café en la región está acoplado al patrón de lluvias, que presenta un período lluvioso de mayo a octubre en la mayoría de las regiones de producción. El cultivo se ha adaptado también a la topografía, con producción de diferentes variedades según la altitud, generalmente con mayor calidad en las zonas altas. Aunque la variabilidad de lluvias es una característica de la región, hay creciente evidencia de cambios en los extremos de lluvia intensa y sequía y de alza progresiva de la temperatura (especialmente la nocturna), que están desencadenando efectos directos e indirectos en el cultivo del café incluyendo el cambio de incidencia de enfermedades, degradación de suelos y reducción de servicios ambientales como control de plagas y polinización. Los eventos extremos también impactan en la infraestructura que es parte de la cadena de procesamiento y transporte del producto.

Entre las enfermedades que afectan la producción cafetalera, el hongo denominado la roya se extendió como epidemia grave en Costa Rica en 1989-90, en Nicaragua en 1995-96 y en El Salvador en 2002-03. La epidemia que inició en 2012 ha sido la más seria y extensa en toda la región, con excepción de Panamá. Análisis iniciales sugieren que ésta se diferencia de las anteriores en que se adelantó al ciclo productivo, presentándose antes de la cosecha, probablemente estimulada por las temperaturas más altas, incluyendo las nocturnas, lo que permitió al hongo tener más horas de condiciones aptas para su desarrollo (Barquero, 2013 y Avelino, 2013).

Se estima que esta última plaga de roya redujo la cosecha de café 2012-2013 entre 15% y 25% en relación con la producción 2011-2012 (FEWSNET 2014, citando a PROMECAFE). Las exportaciones regionales del período julio-diciembre de 2013 fueron 34% menores que las del mismo período en 2012. La reducción fue marcada en Honduras (55%), Nicaragua (44%), Costa Rica (19%) y Guatemala (17%). Los ingresos de productores y jornaleros fueron seriamente afectados y los primeros enfrentaron mayores costos por las medidas de control adoptadas. Es probable que los efectos de la epidemia se sigan reflejando en menores niveles de producción y exportación los siguientes ciclos.

Expertos y productores señalan múltiples factores que pudieron contribuir a este brote. Debido a la desmotivación por los bajos precios internacionales del café en la cosecha 2011-2012, los caficultores tuvieron menos ingresos para invertir en mantenimiento y atención fitosanitaria de los cafetales. Pero hubo otros factores económicos y de condiciones y prácticas productivas que también contribuyeron, como la sensibilidad de las variedades cultivadas al clima, la edad de los cafetos y las insuficientes poda y recuperación del contenido orgánico del suelo. Por las experiencias anteriores, el caficultor asociaba la roya con períodos de mayor precipitación y un umbral altitudinal, sin relacionarla con la temperatura, la que se suponía estable. Lo acontecido demuestra lo crítico que puede ser para el cultivo la alteración de un factor no considerado movible anteriormente, combinado con los otros factores mencionados. Últimamente se ha empezado a investigar la posible modificación de las razas de roya y su capacidad infectiva.

La sequía que ha afectado a la región en 2014 ha complicado aún más el panorama, especialmente en la zona del Corredor seco centroamericano, al reducir la producción de granos básicos y exponer a la población a condiciones de inseguridad alimentaria. La prolongada canícula tuvo incidencia en el llenado del grano del café con prospectos de menor rendimiento. Para los productores de subsistencia de granos básicos y jornaleros que dependen de la cosecha de café para asegurar sus ingresos monetarios es un doble golpe a su sobrevivencia.

Así, las emergencias por eventos climáticos extremos han tenido mayor relevancia en la agenda regional en los últimos años. Ante las amenazas más recientes de sequía y brote de roya, los Presidentes de los países del Sistema de Integración Centroamericano (SICA) han expedido mandatos y se han declarado estados de emergencia en los países más afectados. Las instituciones nacionales y regionales han implementado programas de respuesta inmediata. Al mismo tiempo, ha aumentado la consciencia de que estos fenómenos se relacionan con cambios globales del clima provocados por las emisiones de gases de efecto invernadero.

En los últimos años casi todos los gobiernos de la región han integrado el cambio climático a sus planes nacionales de desarrollo y creado instancias interministeriales o intersectoriales de coordinación, generalmente encabezadas por los Ministerios de Ambiente. A nivel del SICA, los Presidentes de los países miembros han establecido a la prevención y mitigación de los desastres naturales y de los efectos del cambio climático como uno de los cinco ejes prioritarios del relanzamiento del proceso de integración regional. En los últimos años casi todos los gobiernos de la

región han integrado el cambio climático a sus planes nacionales de desarrollo y creado instancias interministeriales o intersectoriales de coordinación, generalmente encabezados por los Ministerios de Ambiente. A nivel de SICA, los Presidentes de los países miembros han establecido a la prevención y mitigación de los desastres naturales y de los efectos del cambio climático como uno de los cinco ejes prioritarios del relanzamiento del proceso de integración regional.

El Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) aprobó la política Agrícola Centroamericana en el año 2007, en la cual se planteó la necesidad de contar con una estrategia agroambiental. El año siguiente se formuló la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS) la cual fue aprobada por los Consejos de Ministros de Salud, Agricultura y Ambiente del SICA, y fue ratificada por la Cumbre de Cambio Climático y Medio Ambiente de Centroamérica y el Caribe (mayo de 2008). En la ERAS resaltan el tema de cambio climático y variabilidad climática no solo porque es uno de los cinco ejes estratégicos, sino porque los cuatro ejes restantes (manejo sostenible de tierras, biodiversidad, negocios agroambientales y espacios y estilos de vida) se interrelacionan fuertemente con este tema. Por su parte, la Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT) reitera el compromiso con la agenda agroambiental y en su componente de Naturaleza y Territorios se compromete con la ejecución de acciones propuestas en las ERAS en el ámbito territorial. En consecuencia con los compromisos asumidos por el CAC, este Consejo de Ministros varió su estructura funcional a partir de 2012, y definió 7 áreas estratégicas siendo cambio climático y gestión del riesgo una de ellas.

Por otra parte, bajo el liderazgo del sector ambiental se han diseñado y aprobado instrumentos de carácter específico para estos dos temas. En el año 2008 el sector ambiental aprobó la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA) con una prueba que incluye el cambio climático como uno de sus pilares. Por su parte, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) coordinó la preparación de la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) aprobada en 2010, en tanto CEPREDENAC promovió la formulación de la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo (PCGIR), aprobada en 2010.

En este contexto ha surgido gran interés por generar análisis de tendencias climáticas y escenarios con cambio climático de parte de diversas instituciones de la región. La iniciativa “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica” (ECC CA) ha contribuido a este esfuerzo, el cual es gestionado por los Ministerios de Ambiente y Hacienda de Centroamérica, las Secretarías Ejecutivas de sus Consejos, CCAD y COSEFIN, la SIECA y la CEPAL. En los diversos análisis han colaborado los servicios meteorológicos nacionales, los consejos regionales del sector energético, CCHAC y CEAC, y CEL de El Salvador, los Directores de Epidemiología de los Ministerios de Salud, la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros de Salud (COMISCA), funcionarios de OPS, el CATIE y el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud de Panamá y diversos expertos.

En una primera discusión con el CAC y su Grupo técnico de cambio climático y gestión integral de riesgo (GTCCGIR) sobre escenarios de los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura a nivel nacional preparados en el marco de esta iniciativa, se acordó establecer un programa de trabajo para realizar análisis y discutir líneas de acción de políticas públicas frente a impactos potenciales en granos básicos y seguridad alimentaria, cultivo y comercialización del café y gestión integral de riesgo y aseguramiento.

En el caso del café y las poblaciones asociadas a su producción, hay múltiples canales de impacto del cambio climático, incluyendo el alza de temperatura, los cambios en los patrones de lluvias, el nivel de aridez y los impactos en los ecosistemas que contribuyen con servicios a la producción, además de los cambios en las enfermedades que afectan la producción, como el ya mencionado caso de la roya.

Con respecto a la temperatura, las series históricas indican que Centroamérica ha experimentado una alza promedio de aproximadamente 0,5 °C en los últimos 50 años y que podría aumentar 2,5 °C a lo largo del siglo en el escenario menos pesimista (IPCC B2) y 4,2 °C en el escenario más pesimista (IPCC A2), respecto al promedio del período 1980-2000. La trayectoria futura de la precipitación es más incierta. En el escenario B2, hacia finales del siglo disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua, con un promedio regional de 11%. El escenario A2 arroja una disminución de la precipitación de 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras, con un promedio regional de 28%.

Con respecto a los patrones intraanuales de temperatura y precipitación, las próximas décadas podrían traer mayores niveles de lluvia al principio de la temporada (entre mayo y julio). No obstante, en la segunda mitad del siglo el patrón bimodal (con dos picos), característico de la mayor parte de la región, se tornaría unimodal, con menos meses de altos niveles de lluvia. En A2 el pico ocurriría en octubre y noviembre. Estos cambios son cruciales para la producción agrícola, incluyendo el café, cuyo ciclo productivo se ha acoplado cercanamente al patrón de lluvia bimodal histórico. Durante los meses secos y fríos, la tasa de crecimiento de los rebrotes es lenta, mientras que, al inicio de las lluvias, el crecimiento vegetativo y la floración se accionan. Los frutos se desarrollan durante la estación lluviosa y maduran al comienzo de la estación seca siguiente.

El alza de la temperatura provocaría aumento de la evapotranspiración, lo que disminuiría la disponibilidad de agua y aumentaría el nivel de aridez en la mayor parte de la región, especialmente en la segunda mitad del siglo. De acuerdo con un índice de aridez, se estima que Centroamérica tuvo un nivel de 1,6 en el período 1950-2000, con mayor humedad en el Altiplano Occidental guatemalteco (1,96) y menos humedad en los departamentos más áridos del Corredor seco de Centroamérica (entre 0,91 y 1,25). En el escenario A2, este índice bajaría hasta 1,2 hacia finales del siglo, con una marcada prevalencia de condiciones de aridez similares a las de las zonas más áridas del Corredor seco en el período histórico. Algunas zonas cafetaleras están dentro de dicho corredor, incluyendo Huehuetenango, Santa Rosa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa, en Guatemala; todo El Salvador, zonas de los departamentos productores de café de Nicaragua y de las provincias de la zona norte de Costa Rica. Esto sugiere la relevancia de considerar los escenarios de aridez en la propuesta de acciones de respuesta y que los programas en el Corredor seco incorporen opciones para el sector cafetalero.

El impacto del cambio climático en la producción de granos básicos en Centroamérica sería mucho mayor en el escenario A2 que en el B2. En A2, al final del siglo las reducciones regionales estimadas serían de 35%, 43% y 50% para el maíz, frijol y arroz, respectivamente. En B2 las reducciones serían de 17%, 19% y 30%. No obstante, la diversidad de rendimientos característica del período histórico también podría ocurrir en el futuro. Por ejemplo, el escenario del maíz hacia finales del siglo sugiere rangos de cambios en los rendimientos a nivel departamental muy diversos: en Belice entre -36% y -55%, Costa Rica entre -12% y -49%, El Salvador entre -27% y -79%, Guatemala entre +23% y -70%, Honduras entre -32% y -61%, Nicaragua entre -29% y -69% y Panamá entre -30%

y -67%. Panamá seguiría teniendo los menores rendimientos relativos, mientras que Guatemala tendría los mayores, beneficiándose de las temperaturas más bajas en sus tierras altas.

La altitud, la cual afecta a la temperatura diurna y nocturna, es un factor importante para el café. Los departamentos con altitudes promedio superiores a 1.000 msnm tuvieron rendimientos promedios desde 0,7 toneladas por hectárea (t/ha) hasta 1,3 t/ha entre 2001 y 2009. Departamentos con altitudes promedio entre 800 msnm y 999 msnm tuvieron rendimientos entre 0,5 t/ha y 1,1 t/ha. Algunos departamentos con altitudes promedio inferiores a 800 msnm tuvieron rendimientos superiores a 0,5 t/ha, pero esta producción se concentra en las partes altas. De acuerdo con el proyecto CUP (*Coffee Under Pressure*), coordinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), los suelos aptos para la producción de café se localizan en las partes altas de los departamentos de Guatemala (Huehuetenango, Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Quetzaltenango y Santa Rosa), Nicaragua (Jinotega, Matagalpa y Nueva Segovia) y El Salvador (San Vicente, San Miguel, Usulután, Chalatenango, La Libertad, Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate).

En esta publicación se presenta el análisis preparado con el GTCCGIR sobre los niveles de producción y rendimiento de café de 83 unidades geográficas subnacionales (departamentos, provincias, distritos y comarcas de la región), donde se registró producción de café en la década de 2000. Para facilitar la lectura, todas las unidades se denominarán aquí “departamentos” cuando se hable de la región en conjunto¹. La elaboración del documento implicó preparar una climatología ajustada de los promedios de temperatura y precipitación mensual de la misma década. Con el método de funciones de producción se estimaron los efectos de la temperatura y la precipitación sobre los rendimientos promedio en el período. Sobre la base de esta función se estimaron los impactos potenciales del cambio climático, utilizando los escenarios B2 y A2 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), el primero menos pesimista y el segundo más pesimista. El análisis se complementó con otros estudios relevantes realizados en la región y con información aportada por medio de consultas y una reunión técnica entre el GTCCGIR y otras instituciones expertas.

En Centroamérica se produjeron alrededor de 740.000 toneladas métricas (t) de café anualmente entre 2001 y 2009. La tasa de crecimiento anual de la producción ha sido de 1,25% desde la década de los ochenta. El país con mayor producción en 2011 fue Guatemala con aproximadamente 270.000 t, seguida por Honduras, Costa Rica, Nicaragua y El Salvador, que produjeron entre 238.000 t y 78.000 t, y por último Panamá con 11.000 t. La mayor parte de la producción se destina a la exportación. En 2010 la región exportó alrededor de 85% de la cantidad producida. Sin embargo, la importancia del café dentro de la economía y del comercio se ha ido reduciendo por la incorporación y crecimiento de productos agrícolas no tradicionales y el crecimiento de la manufactura. En 2012 la participación del café dentro de las exportaciones varió según el país: en Honduras representó alrededor de 17%, Nicaragua 13%, Guatemala 8,5%, El Salvador 7%, Costa Rica 3,6% y Panamá 1%.

¹ Los Ministerios de Agricultura de Centroamérica y el Consejo Salvadoreño del Café aportaron datos de producción y rendimiento por departamento (el período con mayores datos fue el de 2001-2009). En este documento, la palabra “departamento” designa genéricamente estas divisiones administrativas cuando se habla del conjunto de la región. Las comarcas de Kuna Yala y Ngöbe-Bugle de Panamá cuentan con estimados propios. Debido a la escasa disponibilidad de datos y su ubicación geográfica, se recomienda utilizar los resultados de la provincia de Panamá para las comarcas de Madugandí, y los de Darién para las comarcas Emberá-Wounan y Wargandí.

El análisis presentado en esta publicación parte del estudio de las tendencias históricas de producción y rendimiento del café con datos proporcionados por las instituciones nacionales. La mayor producción en el período 2001-2009 se generó en 24 departamentos con volúmenes promedio entre aproximadamente 12.500 y 51.500 toneladas, incluyendo Santa Rosa, Huehuetenango, Chiquimula, Suchitepéquez, Alta Verapaz, San Marcos, Guatemala y Chimaltenango en Guatemala; Santa Ana, Ahuachapán y La Libertad en El Salvador; El Paraíso, Copán, Comayagua, Santa Bárbara, Lempira, Ocotepeque y La Paz en Honduras; Jinotega y Matagalpa en Nicaragua; y San José, Alajuela, Cartago y Puntarenas en Costa Rica. Así, se identifican regiones especializadas en la producción del café, como la zona fronteriza entre Guatemala, El Salvador y Honduras; el occidente de Guatemala; el centro norte de Nicaragua y el valle central de Costa Rica. En la costa del Atlántico la producción es menor o inexistente².

Los rendimientos de café alcanzaron un promedio regional de 0,9 t/ha en 2011, superior al promedio mundial de 0,79 t/ha, pero con gran variación entre departamentos. De ellos, 32 reportaron rendimientos superiores al promedio mundial, coincidiendo en 14 casos con los de mayores volúmenes de producción. Los 32 departamentos son: Orange Walk y Toledo en Belice; San José, Heredia, Alajuela, Guanacaste, Puntarenas y Cartago en Costa Rica; San Salvador en El Salvador; Chiquimula, Sololá, El Quiché, Huehuetenango, Santa Rosa, Izabal, Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez, Jalapa, El Progreso, San Marcos, Totonicapán, El Peten, Chimaltenango y Suchitepéquez en Guatemala; Ocotepeque, Copán, Lempira, Intibucá y Comayagua en Honduras; y Jinotega y Matagalpa en Nicaragua. No obstante, el rendimiento regional promedio aumentó solo 0,1 t/ha, mientras que los rendimientos mundiales han crecido de 0,48 t/ha a 0,79 t/ha en las últimas tres décadas.

Considerando el escenario más pesimista (A2), hacia 2020 la región podría experimentar pocos cambios en los rendimientos del café, variando entre un posible descenso de casi 5% en Belice a un posible aumento de 6% en Panamá. Hacia 2050, el rendimiento promedio regional habría bajado 14%, variando entre un 9% en Honduras y 35% en Panamá. Hacia finales del siglo, la reducción del promedio regional sería de 42%, con variaciones que irían de 30% en Guatemala a 82% en Panamá; la mayor disminución en la región y el país con el menor rendimiento histórico (0.37 t/ha). Otros tres países podrían sufrir reducciones mayores a 40%: El Salvador (56%), Nicaragua (48%) y Belice (45%). Guatemala y Costa Rica sufrirían reducciones menores, 30% y 32%, respectivamente, y tendrían los mayores rendimientos a nivel nacional, beneficiándose de las temperaturas relativamente más bajas en sus tierras altas.

Es importante considerar que estas estimaciones buscan identificar los impactos de cambios en temperatura y precipitación atribuibles al cambio climático y, por lo tanto, mantienen los valores históricos de las otras variables. Las estimaciones, pues, deben ser interpretadas como escenarios posibles si no se toman medidas de adaptación. Otras dos consideraciones importantes: el análisis no estima el efecto acumulado futuro de prácticas agrícolas que minan la sostenibilidad, como la degradación y erosión del suelo, que podrían contribuir a reducir los rendimientos futuros aun sin cambio climático. Segundo, el análisis se enfoca en el nivel departamental, identificando diferencias en toda la región, pero no caracteriza zonas de menor escala dentro de estas unidades geográficas. Finalmente, por tratarse de escenarios futuros que integran diversas “capas” de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

² En el período histórico, 12 departamentos (13% del total) no cuentan con registros de producción de café.

Con estas acotaciones en mente se pueden ilustrar los resultados agrupando los departamentos en tres rangos de rendimiento: i) alto (igual y más de 0,8 t/ha, que es el promedio mundial actual); ii) medio (entre 0,8 t/ha y 0,3 t/ha); iii) bajo (menos de 0,3 t/ha). Como ya se mencionó, 32 departamentos (34% del total) registraron rendimientos históricos iguales o superiores a 0,8 t/ha, principalmente en Costa Rica, Guatemala y Honduras. En su mayoría, éstos se ubican en zonas de mayores altitudes, con un promedio de 1.000 msnm. Algunos son parte del Corredor seco, particularmente en el oriente y occidente de Guatemala, el sur de Honduras, el centro norte de Nicaragua y parte del norte del valle central de Costa Rica.

Hacia 2050, este número de departamentos se reduciría a 25 (26% del total) en el escenario A2. Se mantendrían los departamentos de Orange Walk y Toledo en Belice; Alajuela, Cartago, Guanacaste, Heredia y San José en Costa Rica; Chimaltenango, Chiquimula, El Quiche, Guatemala, Huehuetenango, Izabal, Jalapa, Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Sololá y Totonicapán en Guatemala; Comayagua, Copan, Intibucá, Lempira y Ocotepeque en Honduras; y Jinotega en Nicaragua. Así siete otros departamentos bajarían al rango medio: Puntarenas de Costa Rica; San Salvador de El Salvador; El Peten, El Progreso, Escuintla y Suchitepéquez en Guatemala; y Matagalpa en Nicaragua.

Hacia 2100 con el A2, el número de departamentos con rendimientos de 0,8 t/ha o más se reduce a la mitad del período histórico con 11 (12%): Orange Walk en Belice; Cartago, Heredia y San José en Costa Rica; El Quiche, Huehuetenango, Sacatepéquez, Sololá y Totonicapán en Guatemala; y Copán y Ocotepeque en Honduras. Así, catorce departamentos adicionales al corte de 2050 pasarían al rango medio con A2: Toledo de Belice; Alajuela y Guanacaste en Costa Rica; Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Guatemala, San Marcos, Chimaltenango e Izabal en Guatemala; Intibucá, Comayagua y Lempira en Honduras; y Jinotega en Nicaragua.

El análisis sugiere que los departamentos del occidente de Guatemala y su límite con Honduras, además del valle central de Costa Rica, mantendrían mejores condiciones climáticas para el café con un rango de temperatura anual promedio de 20 °C a 26 °C, aun hacia 2100 con A2, con excepción de Orange Walk (31 °C), Toledo (32 °C) y Ocotepeque (28 °C). Con relación a la precipitación, el análisis no demuestra una asociación clara a nivel departamental. En el escenario A2, algunos departamentos pudieran mantener rendimientos altos con lluvia entre 500 y 1.000 mm, con la salvedad de que las lluvias en las zonas cafetaleras de cada departamento pueden diferir del promedio.

Otro grupo de 38 departamentos (40% del total) registraron rendimientos entre 0,3 t/ha y 0,8 t/ha en la década de 2000. Están ubicados en El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, en departamentos con altitudes promedio inferiores a 800 msnm, con excepción de Quetzaltenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Jutiapa en Guatemala; La Paz y Francisco Morazán en Honduras; y Madriz en Nicaragua. Hacia 2050, el número de departamentos se mantiene, en 37 (39%), con A2, pero su composición cambiaría: siete departamentos en el rango de rendimientos altos pasarían al rango medio. Al mismo tiempo, ocho departamentos pasarían al grupo de rendimientos menores a 0,3 t/ha. Hacia 2100 habría 38 departamentos en este grupo (40%). Comparado con el corte 2050, catorce departamentos adicionales pasarían a este rango (mencionados arriba) y trece pasarían al rango de bajos rendimientos: La Libertad, Sonsonate, Morazán y Cuscatlán en El Salvador; El Peten, Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla en Guatemala; Olancho, Atlántida y Yoro en Honduras; Boaco en Nicaragua; y la comarca Ngöbe Buglé en Panamá. Hacia finales del siglo, estos departamentos experimentarían temperaturas promedio anuales de 23 °C a 32 °C con A2 (con

excepción de Quetzaltenango con 20 °C). Con relación a la precipitación, el análisis no identifica una asociación clara a nivel departamental: con A2 hacia finales del siglo experimentarían entre 500 mm y 1.000mm, con la salvedad de que las lluvias en las zonas cafetaleras de cada departamento pueden diferir del promedio.

En el período histórico, 13 departamentos (14% del total) registraron rendimientos inferiores a 0,3 t/ha, con un rango de altitud promedio de 0 a 500 msnm (con excepción de Los Santos en Panamá, con 780 msnm) y un promedio de lluvia acumulada anual de 1.537 mm y una temperatura promedio de 26,2 °C. Este rango de rendimiento es equivalente a los promedios nacionales de Ecuador, Ghana, Trinidad y Tobago y Nepal, entre otros. En el escenario A2, hacia 2050 un total de 21 departamentos (22% del total) quedaría en este rango: San Miguel, Cabañas, La Unión, La Paz y Usulután en El Salvador; Cortés en Honduras; Chinandega, Masaya, Carazo, Rivas, Granada, Managua y León en Nicaragua; y Colón, Veraguas, Herrera, Bocas del Toro, Coclé, Panamá, Darién y Los Santos en Panamá. Hacia final del siglo, 34 departamentos (36%) experimentarían rendimientos menores a 0,3 t/ha, agregándose 13 departamentos más: Cuscatlán, La Libertad, Sonsonate y Morazán en El Salvador; El Petén, Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla en Guatemala; Atlántida, Olancho y Yoro en Honduras; Boaco en Nicaragua; y la comarca Ngöbe Buglé en Panamá. Estos departamentos experimentarían una temperatura de 29,8 °C y un promedio regional de precipitación de 903 mm en el escenario A2. Además, los que se encuentran en El Salvador y Nicaragua ya son parte del Corredor seco y los de Panamá, Guatemala y Costa Rica no tienen gran altitud.

Estas estimaciones buscan identificar los impactos de cambios en temperatura y precipitación atribuibles al cambio climático y por lo tanto mantienen las otras variables con sus valores históricos; así se deben de interpretar como escenarios posibles si no se tomen medidas de adaptación. Al mismo tiempo, el análisis no estima el efecto acumulativo futuro de prácticas agrícolas que minan la sostenibilidad, como la degradación del suelo y su erosión, que podrían contribuir a reducir los rendimientos futuros aun sin cambio climático. El análisis se realiza a nivel departamental develando diferencias a este nivel en toda la región centroamericana, pero no caracteriza zonas de menor escala dentro de estas unidades geográficas. Finalmente, por tratarse de escenarios futuros que integran diversas “capas” de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

Los tres estudios nacionales de la serie *Coffee Under Pressure* del CIAT identifican cambios probables en aptitud para el cultivo de café en el escenario A2 a 2050. Debido al aumento de temperatura, estiman una reducción de la aptitud de producción de las variedades arábicas en las zonas de baja altitud, con un probable desplazamiento de las zonas productivas a altitudes mayores, resultando en una altitud óptima de 1.600 msnm relativo a los 1.200 msnm actuales. Los resultados también aportan información valiosa para ubicar zonas aptas dentro de departamentos específicos. En El Salvador las áreas aptas estimadas para 2050 se concentrarían en las zonas altas del Occidente, incluyendo Ahuachapán, Chalatenango y La Libertad, y en las faldas de varios volcanes, aunque con menor coeficiente de aptitud. En Nicaragua la aptitud se concentraría en el sur de Jinotega y limitadas zonas altas de Nueva Segovia, Matagalpa, Madriz y Estelí; la mayor reducción sería en Carazo y Managua. Finalmente, en Guatemala las mejores aptitudes en 2050 se asociarían con las zonas altas de Quetzaltenango, Suchitepéquez, Chimaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa, Jalapa y Huehuetenango. Las zonas con mayor pérdida de aptitud, hasta menos de 30%, podrían ser Baja Verapaz, El Progreso, Chiquimula, Zacapa, Jutiapa (todos dentro del Corredor seco actual), además de Santa Rosa e Izabal.

Los resultados presentados en este estudio demuestran tendencias consistentes con los del estudio del CIAT, coincidiendo en las regiones donde habría mayor impacto en la mayoría de los casos. Es importante observar que el impacto de menor o mayor aptitud relativa de las tierras altas de la región no significa que aumentar la superficie de producción sea necesariamente una opción recomendable, aunque con sistemas tradicionales forestales puede ser más factible. Es necesario considerar aspectos como el uso apropiado de suelo para bosques y otros ecosistemas, la topografía accidentada, los riesgos de erosión y el cuidado de las cuencas hidrológicas, además de acceso a servicios productivos y sociales para los productores.

El sector cafetalero se caracteriza no solo por la diversidad de tamaño de los productores, sino también por la gran diversidad de sistemas de producción. En general, las variedades arábicas se cultivan en sistemas forestales y de policultivo tradicionales. Desde los años setenta, las variedades robustas o híbridas se cultivan en sistemas productivos más expuestos al sol y “tecnificados” enfocados en rendimientos del café, utilizando variedades híbridas comerciales, una mayor densidad de plantación y agroquímicos comerciales. Estos sistemas incluyen el policultivo comercial con una sola capa de sombra para diversas especies, sombra especializada para una sola especie proveedora de sombra y monocultivo sin sombra. Esta diversidad de sistemas de producción, combinados con variaciones de suelo, altitud, inclinación y clima local, conocimientos de productores y disponibilidad de mano de obra, demanda medidas de adaptación flexibles y especificadas con los productores a nivel local.

Una estrategia para enfrentar a los riesgos climáticos también tendrá que considerar los otros factores que amenazan a la producción cafetalera, como la migración de la población rural y el envejecimiento de los productores, la violencia que azota a algunas zonas rurales, la falta de acceso a un conjunto de servicios habilitadores para la producción y la retención de mayor valor (como la extensión y desarrollo de variedades y prácticas sostenibles, la organización, el acceso a instalaciones de procesamiento y las capacidades de mercadeo), además de servicios sociales y educativos para una mejor calidad de vida. Con honrosas excepciones, la mayoría de los países han experimentado descapitalización del medio rural y reducido programas de titulación de tierras, extensión, reducción de pérdidas post cosecha, acceso a mercados y fortalecimiento de capacidades. En algunos países, las tierras relativamente más frescas dedicadas al café se pierden por urbanizaciones nuevas y su resultante revalorización.

Cualquier estrategia para responder a estos retos necesita basarse en el trabajo directo con los productores y el resto de los actores de la cadena de valor del café. Igualmente, las acciones requeridas involucran a diversos ministerios, no solamente los de agricultura y ambiente, sino comercio, hacienda, obras públicas, educación, entre otros, así como centros de investigación y de formación de técnicos y el sector de servicios financieros.

Actualmente hay importantes esfuerzos en la región para identificar factores que contribuyen a la vulnerabilidad de los productores, a su capacidad de adaptación y áreas prioritarias de acción, a menudo con la colaboración entre académicos y productores. Por ejemplo, para la ya comentada serie de estudios CUP se realizaron consultas con productores sobre su sensibilidad y su adaptabilidad. Algunos factores que caracterizan a la baja capacidad adaptativa son la poca diversificación de producción, especialmente en productos alimenticios y fuentes de ingreso exteriores a la finca, poco acceso a tecnologías de procesamiento y poca participación en organizaciones. Igualmente, se encontraron grandes variaciones en los factores de vulnerabilidad y

capacidad adaptativa entre comunidades participantes, lo cual refuerza la importancia de la elaboración de estrategias de respuesta a nivel local. Otro análisis sobre la factibilidad de seguros basados en índices climáticos para el cultivo de café en Honduras y Nicaragua, coordinado por CATIE, identificó que las mayores pérdidas se relacionan con la sequía o exceso de lluvia durante la floración, crecimiento y llenado del grano. Entre los limitantes a la producción se identificaron falta de acceso al financiamiento, bajo control de calidad en el procesamiento de beneficiado húmedo, inseguridad durante la cosecha y mal estado de las carreteras.

Dado que 90% de la producción se exporta, la dinámica del mercado internacional también importa para el desarrollo de estrategias. El mercado de café se caracteriza por una oferta creciente, especialmente de la variedad robusta, y una demanda también creciente, particularmente en Asia. La producción mundial de la variedad arábica representa 60% del total, su precio es más volátil pero en promedio ha sido 79% mayor que el precio de la variedad robusta en la última década. Posterior al colapso del Acuerdo internacional de café al final de los años ochenta, los precios han presentado un rango más bajo y mayor volatilidad, con picos altos cuando las cosechas de los grandes países productores se ven amenazadas por extremos climáticos e incidencia de enfermedades.

La tendencia a la reducción del precio internacional y las fluctuaciones afectan el precio recibido por los productores a pie de finca. Durante el primer quinquenio de la década pasada, los bajos precios dificultaron a los productores tener los ingresos necesarios para los gastos de mantenimiento y renovación de sus plantaciones, y en algunos casos para sus necesidades básicas. Esto provocó abandono de la producción cafetalera y/o migración temporal en busca de ingresos suplementarios, lo que perjudicó las actividades de mantenimiento y, por ende, la producción del ciclo subsiguiente.

En las últimas décadas han surgido mercados “nicho” en la demanda internacional, donde se valoriza con mayores precios la producción de gran altura, de sombra, orgánica o de comercio justo (que busca el reconocimiento del derecho de las familias de productores a una mejor calidad de vida). Existen varios sistemas de certificación y comercialización especializados en la región que ofrecen alternativas al mercado normal, pero requieren esfuerzo de los productores para organizarse y producir según los requisitos de la certificación correspondiente y periódicamente se reportan dificultades de colocar la producción certificada. La diferenciación emergente está asociada al “contenido carbónico”, indicador clave en el esfuerzo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En el comercio del café, esto podría generar riesgos y/o oportunidades comerciales para la región. Algunos países importadores realizan esfuerzos nacionales para reducir sus emisiones, por ende, están considerando tomar medidas como un impuesto al contenido carbónico de las importaciones.

Al mismo tiempo, esta tendencia puede traer oportunidades comerciales, dependiendo del contenido carbónico de la producción de Centroamérica y la distancia de los mercados. Los cultivos de sombra/alta calidad/orgánico pueden ser bien posicionados para aprovecharlos, pero urge emprender programas para medir dichos contenidos y la huella ecológica y crear capacidad en la cadena de valor. Esto implica también que los gobiernos presten atención a este tema de comercio agrícola en las negociaciones de la CMNUCC, en los foros de negociaciones de la OMC, incluyendo de propiedad intelectual, y en los tratados comerciales bilaterales, regionales e interregionales.

En este complejo contexto es recomendable impulsar estrategias adaptativas incluyentes y sustentables, combinando acciones de reducción de la pobreza y fortalecimiento de los medios de vida de la población asociada al café con medidas para aumentar su resiliencia al cambio climático y

el aprovechamiento de la probable transición a economías más sostenibles y bajas en carbono. El sector agropecuario es altamente vulnerable al cambio climático, pero también es el segundo emisor de gases de efecto invernadero y podría llegar a ser el primero en las próximas décadas. No obstante, el sector cafetalero tiene diversas ventajas que pueden facilitar estrategias de adaptación a los riesgos climáticos con desarrollo sostenible y baja en emisiones de GEI. La región tiene experiencia acumulada en el sistema de producción de café bajo diferentes niveles de sombra (especialmente cultivos orgánicos) y de procesamiento que minimizan el uso y contaminación de agua y maximizan el uso de “deshechos”. Estos sistemas pueden ser parte importante de la respuesta. Se requerirá una visión estratégica para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos a nivel de finca y en la cadena de valor.

Las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en los sistemas cafetaleros tecnificados son las relacionadas con fertilizantes nitrogenados, pesticidas, combustible fósiles para maquinaria, metano generado en el tratamiento de desechos y aguas residuales y otras actividades en la finca como la ganadería. Las medidas para reducir estas emisiones pueden incluir uso de insumos orgánicos, captura de metano en biodigestores, tanto en las actividades de procesamiento como en la ganadería. Adicionalmente, la recuperación de capas de sombra puede mejorar el microclima y el efecto sumidero de carbono. En caso de producción orgánica, el perfil de emisiones es diferente, principalmente relacionado con producción y aplicación de material orgánico (composta), descomposición de material de los árboles de sombra, procesamiento para quitar la pulpa y fermentación, y consumo de energía en el secado y el transporte. Al mismo tiempo, sistemas tradiciones y de policultivo tienden a tener mayores efectos como sumideros de carbono, menos externalidades negativas como contaminación del agua y erosión, y mayores efectos positivos para el clima local, la provisión de servicios ecosistémicos de polinizadores y controladores de plagas, los cuales son importantes para la adaptación. La agroforestería con café podrá ser una opción para reforestar tierras degradadas, generando beneficios de adaptación y mitigación. Otras medidas recomendadas incluyen biodigestores para el tratamiento de aguas de beneficios y como fuente de energía, con doble beneficio para el perfil de emisiones.

Los programas de adaptación podrían beneficiarse de medidas para mejorar la sostenibilidad, incluyendo cobeneficios de reducción de emisiones de GEI, como propone El Salvador en su Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) para el desarrollo sostenible e incluyente del paisaje rural y el Programa REDD Plus con enfoque de mitigación basada en la adaptación (MbA), en los cuales el sector cafetalero nacional puede jugar un papel clave. Igualmente, países que han decidido implementar Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs por sus siglas en inglés) para el sector café pueden afianzar la capacidad de reducción de emisiones atendiendo a los riesgos climáticos e integrando medidas de adaptación, como el NAMA Café de Costa Rica.

La respuesta del sector agrícola y el café frente al cambio climático requerirá una estrecha coordinación de políticas con otros sectores para reducir la deforestación y proteger la biodiversidad y el recurso del agua. Habrá que reconocer y considerar el potencial de expansión de experiencias que han fortalecido el bienestar de poblaciones asociadas al café con procesos productivos más sostenibles y fuentes de ingreso más diversificadas, como la agroforestería y el reconocimiento de su contribución a la protección de ecosistemas naturales con el pago por servicios ambientales, por ejemplo.

Considerando que el sector agropecuario es el mayor consumidor de agua, cuya disponibilidad podría reducirse en la mayor parte de la región por el cambio climático y el incremento de la población, todo esfuerzo para aumentar la eficiencia de su uso es clave, incluyendo en la producción y el procesamiento del café. Actualmente, una parte de la producción se pierde o se degrada por falta de acceso rápido a las primeras etapas de procesamiento del grano. Esto implica pérdida de oportunidad de ingreso para los pequeños productores y desperdicio de los insumos naturales y del esfuerzo humano utilizados. Asegurar el acceso de estos productores a instalaciones de procesamiento y de almacenamiento puede permitirles mayor margen de maniobra para negociar precios y mejorar la eficiencia de la cadena total. Programas para aumentar el acceso de poblaciones rurales dispersas a fuentes de energía renovable, como la solar, la eólica, el gas metano, la biomasa de “deshechos” productivos y la generación hidroeléctrica de pequeña escala también son clave.

El cambio climático podría considerarse un fenómeno que solamente nos afectaría en un futuro lejano, no atendible dadas las restricciones presupuestarias, profundizadas por la actual recesión global y las urgencias sociales y económicas existentes. Pero los crecientes impactos de eventos extremos y los cambios en la incidencia de plagas indican la necesidad de tomar medidas urgentes para responder a las pérdidas que ya azotan al sector cafetalero, y que pueden constituir los primeros pasos necesarios para avanzar con una estrategia de renovación y adaptación del sector a mediano plazo, con especial atención a los pequeños productores y considerando que las inversiones y los cambios tomarán tiempo para rendir frutos.

Con base en este análisis preparado por el GTCCGIR y la CEPAL y con contribuciones importantes de instituciones como CIAT, CATIE, CIRAD, PROMECAFE, ICAFE, FAO y GIZ, el GTCCGIR auspició una discusión técnica para generar una propuesta inicial de renovación y adaptación del sector cafetalero al cambio climático como insumo para una discusión más amplia en la región. La propuesta abarca un conjunto de líneas de acción referentes al diálogo y trabajo con los pequeños productores, las cadenas de valor, la colección y el uso de datos climáticos, la diversificación de la producción y de los ingresos, el plan de emergencia de la roya, el desarrollo de una propuesta integrada de servicios productivos y sociales, de incentivos económicos y fiscales, de inversión en infraestructura rural, el fortalecimiento del sistema de certificación y de negociaciones comerciales, y el acceso al financiamiento.

A continuación se presenta las líneas de acción, identificando algunas acciones iniciales que ya se están realizando o se podrían realizar en algunos países:

- Fomentar el diálogo y la organización con los pequeños cafetaleros para facilitar acciones que fortalezcan el intercambio de conocimientos y el acceso a servicios de extensión e innovación y de otra índole, que mejoren su producción e ingreso, tomando en cuenta las experiencias exitosas y lecciones aprendidas en la región:
 - Iniciando con una consulta con organizaciones de pequeños productores y gremios.
- Fortalecer las cadenas de valor del café con métodos participativos para identificar medidas que mejoren los medios de vida de los productores y la sostenibilidad y resiliencia de dichas cadenas, incorporando análisis sobre adaptación al cambio climático y oportunidades asociadas a la transición a economías bajas en emisiones, propiciando la calidad del grano y mayor producción de cafés diferenciados para ser colocados en nichos de mercados con mejores precios:
 - Iniciando con análisis pilotos con organizaciones de pequeños productores.

- Ampliar la colección de datos climáticos en las fincas de pequeños cafetaleros, mejorando su calidad y auspiciando su intercambio y uso para la toma de decisiones sobre prácticas productivas:
 - Iniciando con un programa de sitios centinelas representativos, partiendo de iniciativas en marcha y otros programas y proyectos existentes con pequeños productores que podrán integrar estas acciones a sus labores.
 - Estableciendo y consolidando mesas café-clima a niveles nacional y regional que emitan alertas regulares en formatos accesibles y entendibles a los pequeños productores, considerando los avances del Foro Clima y de la Mesa de agricultura.
 - Fortaleciendo capacidades para el análisis y uso de información por los tomadores de decisión, incluyendo los productores.
- Implementar los planes de emergencia frente a la roya con atención a otras enfermedades y medidas requeridas a mediano plazo.
- Considerando que la diversificación de la producción y de las fuentes de ingreso ya es parte de la gestión tradicional de reducción de riesgo de muchos pequeños productores, valorizar las opciones potenciales con las familias productoras con una perspectiva de sostenibilidad y resiliencia al clima:
 - Iniciando con las organizaciones de pequeños productores y los que cultivan en zonas poco aptas por su tipo de suelo, orografía y cambios de clima, identificando otras actividades y productos agro-silvo-pecuarios, con financiamiento para la transición.
 - Identificando y apoyando medidas para mejorar la seguridad alimentaria de los productores y jornaleros del sector cafetalero.
 - Considerando la variedad de estrategias experimentadas en la región como pago por servicios ambientales del manejo sostenible de cuencas y bosques, cosecha de productos maderables y no maderables, producción de agroforestería, apicultura, lombricompostura y agrosilvopecuarios, bonos de reducciones de emisiones GEI, cultivo y procesamiento de productos orgánicos para mercados “verdes” o solidarios internos e internacionales, como el café orgánico de sombra.
- Evidenciar y divulgar los múltiples beneficios y los esfuerzos requeridos para crear sistemas productivos sostenibles y diversificados, incluyendo cálculos que tomen en cuenta la producción total y compensatoria de diversas especies en una finca, el efecto de reducción de riesgo y las externalidades de beneficio local o nacional en clima, manejo de cuencas y agua, preservación de ecosistemas para usos turísticos y culturales, entre otros.
- Evaluar los beneficios y costos de una propuesta integrada de servicios productivos y sociales con aportes públicos, privados y sociedad civil para fomentar el desarrollo sostenible e incluyente del sector:
 - Generación de conocimiento con intercambios productor-productor y productor-técnico e investigación científica y aplicada, renovando el modelo de innovación en temas como cambios del clima, sistemas de producción y procesamiento sostenibles, recuperación de suelos, estrategias de mercado y diversificación de medios de vida (antes llamado extensión y capacitación).
 - Seguros productivos asociados a otras medidas de reducción de riesgos, crédito y financiamiento para facilitar medidas que mejoren la resiliencia y la sostenibilidad de la producción y el procesamiento.

- Acceso a variedades que respondan positivamente a sistemas de producción sostenible y a los cambios previstos en el clima, con un mecanismo de apoyo durante el período en que la producción del fruto no sea suficiente.
- Acceso a servicios de educación y salud, con especial atención a la educación técnica y productiva de la población joven para apoyar la formación de una nueva generación cafetalera.
- Ampliación de la parte de la cadena de valor que retienen los pequeños productores, fomentando su organización y adquisición de medios de procesamiento y mercadeo.
- Incorporación de las comunidades cafetaleras a las iniciativas de diversificación de fuentes de energías renovables, incluyendo el uso los “deshechos” orgánicos producidos en la misma finca y los beneficios y otras opciones como la solar, la eólica y la hidroeléctrica de menor escala.
- Con esta propuesta de servicios integrados como referente, evaluar los incentivos económicos y fiscales que actualmente afectan el sector y explorar opciones con las autoridades hacendarias para que incentiven la organización de productores y la producción sostenible y adaptativa del café frente al cambio climático, incluyendo medidas para mejorar la eficiencia del uso de agua y reducir el uso de insumos emisores de GEI y de otros efectos contaminantes:
 - Iniciando con la incorporación de criterios de blindaje frente al cambio climático y de beneficio efectivo a los pequeños productores en los proyectos de inversión en infraestructura rural, ampliando los mecanismos de gestión participativa.
- Fomentar la ampliación y mejoramiento de sistemas de certificación y contratos de exportación relacionados con mercados especializados (comercio justo, orgánico y huella de carbono):
 - Iniciando con una evaluación y propuesta de mejora de estas cadenas de valor y los beneficios y costos actuales de los pequeños productores.
 - Evaluando los escenarios de desarrollo de la demanda de los mercados de café especializados y la ampliación de la participación de la región en ellos.
 - Desarrollando normas y programas piloto para certificaciones en huella de carbono y eficiencia hídrica en cadenas de valor del café.
 - Proponiendo una agenda de trabajo entre el sector café y los negociadores de tratados comerciales sobre oportunidades y riesgos.
- Incorporar medidas acordadas en las políticas y los presupuestos públicos y diseñar proyectos de financiamiento externo, coordinando esfuerzos con los actores responsables para reducir la deforestación, proteger la biodiversidad y gestionar los recursos hídricos, especialmente en instancias interinstitucionales de café y de cambio climático:
 - Iniciando con un análisis de mecanismos como fideicomisos o fondos para identificar propuestas que fortalezcan los servicios de fomento, gestión de riesgo, crédito y seguros dirigidos a los pequeños productores de café.

RESUMEN

La producción de café es vital para la región Centroamericana, es uno de los principales cultivos de exportación agrícola, da empleo a aproximadamente 1,8 millones de personas anualmente y gran parte de su producción está en manos de pequeños productores. La producción cafetalera bajo sombra, un sistema con gran tradición en la región, ejemplifica los sistemas agroforestales, los cuales contribuyen a la conservación de los ecosistemas y los servicios que proporcionan a la población. Los beneficios incluyen la diversificación de productos e ingresos bajando los riesgos asociados al monocultivo, la retención de suelo y humedad, provisión de hábitats para polinizadores y otra vida benéfica, la reducción de extremos en climas locales y un mejor manejo de cuencas. Estas características hacen a este sector un actor clave en la respuesta al cambio climático, aunque al mismo tiempo es muy vulnerable a sus efectos.

Este documento se realizó conjuntamente con el Consejo Agropecuario Centroamericano, instancia de los Ministros de Agricultura de Centroamérica y la República Dominicana en el marco del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), en particular con su Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo y su Secretaria Ejecutiva. Utilizando el método de funciones de producción, se estima la relación de la temperatura y la precipitación y otras variables con los rendimientos en 95 unidades geográficas subnacionales productores del café (llamados genéricamente “departamentos”) en los siete países de Centroamérica en la década de los 2000. Con esta función, se estiman los impactos potenciales del cambio climático sobre estos rendimientos durante el presente siglo, utilizando dos escenarios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), una con una trayectoria de alza de emisiones menor (B2) y otra de emisiones crecientes e inacción global cercana a la trayectoria tendencial actual (A2).

Con el escenario A2 a 2050, dependiendo del departamento, los rendimientos del café podrían variar de -18% a -20% en Belice, de 0 a -24% en Costa Rica, de -10% a -75% en El Salvador, +4% a -44% en Guatemala, -2% a -23% en Honduras, -3% a -33% en Nicaragua y -10% a -66% en Panamá, con un promedio regional de -18%. Hacia finales de siglo, la reducción en Centroamérica sería de 48% con un rango de cambios por departamento de -44% a -47% en Belice, -9% a -65% en Costa Rica, -36% a -100% en El Salvador, +9% a -98% en Guatemala, -22% a -58% en Honduras, -15% a -98% en Nicaragua y -30% a 100% en Panamá. Relativo al rendimiento promedio mundial de 0,8 t/ha en la década de los 2000, 32 departamentos centroamericanos presentaron rendimientos por arriba de ese nivel en dicha década. Con el escenario A2 al corte 2050, 25 departamentos tendrían rendimientos arriba de este umbral y a 2100 aun serían 11 departamentos. Estos resultados sugieren que los impactos son distintos en cada departamento y se requieren medidas de adaptación a nivel local.

Es importante observar que estas estimaciones buscan identificar los impactos de cambios en temperatura y precipitación atribuibles al cambio climático y por lo tanto mantienen las otras variables con sus valores históricos; así se deben de interpretar como escenarios posibles si no se tomen medidas de adaptación. Al mismo tiempo, el análisis no estima el efecto acumulativo futuro

de prácticas agrícolas que minan la sostenibilidad. Y por tratarse de escenarios futuros que integran diversas “capas” de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

Los crecientes impactos de eventos extremos y los cambios en incidencia de plagas indican la necesidad de tomar medidas urgentes para responder a las pérdidas que ya azotan al sector cafetalero, pero también de avanzar de inmediato con una estrategia de renovación y adaptación del sector, con especial atención a los pequeños productores y considerando que las inversiones y los cambios tomarán tiempo para rendir frutos. En este complejo contexto es recomendable impulsar estrategias adaptativas incluyentes y sustentables, combinando acciones de reducción de la pobreza y fortalecimiento de los medios de vida de la población asociada al café con medidas para aumentar su resiliencia al cambio climático y el aprovechamiento de la probable transición a economías más sostenibles y bajas en carbono.

El sector agropecuario es altamente vulnerable al cambio climático, pero también es el segundo emisor de gases de efecto invernadero y podría llegar a ser el primero en las próximas décadas. No obstante, el sector cafetalero tiene diversas ventajas que pueden facilitar estrategias de adaptación a riesgos climáticos, desarrollo sostenible y baja en emisiones de GEI. La región tiene experiencia acumulada en el sistema de producción de café bajo diferentes niveles de sombra (especialmente cultivos orgánicos) y de procesamiento que minimizan el uso y contaminación de agua y maximizan el uso de “deshechos”. Estos sistemas pueden ser parte importante de la respuesta. Se requerirá una visión estratégica para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos a nivel de finca y en la cadena de valor. Y la respuesta requerirá una estrecha coordinación de políticas con otros sectores para reducir la deforestación y proteger la biodiversidad y el recurso hídrico.

Las medidas sugeridas a nivel de finca y los productores incluyen mejorar sus condiciones de acceso a instalaciones de procesamiento y almacenamiento para darles mayor margen de negociación de precios y mejorar la eficiencia de la cadena, transitar a prácticas más sostenibles, aprovechando los recursos de la misma finca para mejorar la calidad del suelo, evitar la erosión y reciclar “deshechos” para abonos orgánicos o energía, y así reducir el gasto en insumos y mejorar su ingreso neto.

INTRODUCCIÓN

El clima y sus variaciones son determinantes en la producción agrícola; influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, en la humedad, en el balance hidrológico y en la erosión de la tierra. Los efectos del clima han provocado pérdidas cuantiosas en el sector agrícola de Centroamérica, por ejemplo, el fenómeno El Niño ha provocado la disminución de la precipitación en la vertiente del Pacífico, retrasado la época de lluvias, aumentado la temperatura media, reducido la nubosidad, prolongado el veranillo y traído mayor insolación. Estas condiciones han favorecido una mayor frecuencia de incendios forestales, pérdidas considerables de producción de granos y desfases de ejecución de prácticas agrícolas, como la siembra, el control de plagas y la cosecha.

Ahora bien, los impactos de estos fenómenos climáticos dependen de la vulnerabilidad de la producción y de los productores agrícolas, a la cual contribuyen un conjunto amplio de factores, como situación socioeconómica, insumos y tecnología utilizada, disponibilidad de agua y sistemas de irrigación, administración de riesgos, manejo de plagas y características del suelo. La agricultura de temporal está particularmente expuesta a las alteraciones climáticas por su requerimiento de lluvia durante el crecimiento de los cultivos (Ramírez y otros, 2010a).

El cambio climático está magnificando estas vulnerabilidades y se espera que incida cada vez más en la evolución económica de la región, pues sus factores son decisivos para la producción agrícola. Los trastornos potenciales del ciclo hidrológico afectarían la precipitación y evapotranspiración, modificando las condiciones de aridez y la frecuencia y duración de las sequías. Otros efectos directos podrían ser el cambio en la distribución de plagas y enfermedades y la aparición de especies invasoras. El sector podría sentir efectos indirectos como la presión del cambio climático sobre los ecosistemas, los cuales contribuyen a la producción agropecuaria con múltiples servicios, incluyendo la regulación de climas locales, la polinización y el control de plagas. La producción agropecuaria misma alberga un gran acervo de agrobiodiversidad, conocimientos y prácticas adaptadas a las condiciones locales. La población relativamente joven y su gran diversidad cultural, étnica y de estilos de vida, especialmente en las zonas rurales, es un tesoro que merece mayor reconocimiento e inversión, pero que encuentra pocas oportunidades para desarrollarse y generar ingresos dignos.

Conscientes de la importancia de adoptar medidas de respuesta para el sector agropecuario y la seguridad alimentaria y nutricional, el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), instancia de los Ministros de Agricultura de Centroamérica y la República Dominicana en el marco del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), incluyó el cambio climático en su agenda de trabajo desde 2007, y en 2012 creó el Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo (GTCCGIR). Este Grupo y la Secretaría Ejecutiva del CAC acordaron un programa de trabajo con la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) que incluye un análisis prospectivo de potenciales impactos del cambio climático en la agricultura, incluyendo granos básicos y café.

En este sentido, el objetivo del presente documento es estimar el efecto que podrían tener las variables climáticas en los rendimientos de café en un contexto de cambio climático, utilizando dos escenarios de emisiones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Además, se busca caracterizar a la región por medio de mapas que ayuden a ubicar zonas productoras de café en la actualidad y, hacia el futuro, zonas que podrían tener mejores condiciones para seguir produciéndolo. Igualmente, busca ofrecer una recopilación de la amplia información y los diversos análisis disponibles sobre este cultivo tanto por expertos de la región centroamericana como a nivel internacional.

Con la colaboración de los Ministerios de Agricultura e Institutos de Café de los siete países de la región Centroamericana se obtuvo información de producción y rendimientos a nivel de departamentos de El Salvador, Guatemala Honduras y Nicaragua, los distritos de Belice y las provincias de Costa Rica y Panamá. Se pudo obtener una serie bastante completa para el período 2001-2009, la cual fue homogenizada en unidades de toneladas métricas (t) para la producción y toneladas por hectárea (t/ha) para rendimientos. En el texto la palabra “departamento” se usa para designar genéricamente estas divisiones administrativas cuando se habla del conjunto de la región. Asimismo, se preparó una climatología ajustada de los promedios de temperatura y precipitación a esta escala geográfica para la misma década. Aplicando el método de funciones de producción con un panel de efectos aleatorios, se estimó el efecto de la temperatura y la precipitación sobre el rendimiento de café durante esta última década. Habiendo establecido esta función, se estimaron los impactos potenciales del cambio climático, utilizando los escenarios B2 y A2 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

En el primer capítulo se presenta una revisión de los estudios que analizan los potenciales impactos del cambio climático en la agricultura de otras regiones del mundo y Centroamérica. El segundo capítulo describe el contexto agropecuario, la producción y los rendimientos históricos del café a nivel nacional, el comercio internacional y los precios, la población asociada a la producción cafetalera, los sistemas de producción, la fenología de la planta de café y las políticas regionales y nacionales. En el cuarto capítulo se presenta la estimación de los impactos potenciales del clima en los rendimientos según el método de función de producción y sus escenarios con cortes para 2020, 2030, 2050 y 2070 y 2100. El último capítulo presenta las conclusiones y las recomendaciones. La sección anterior de Mensajes clave presenta un resumen ejecutivo de los hallazgos, las conclusiones y las recomendaciones, incluyendo una propuesta de líneas de acciones elaboradas en consulta con el GTCCGIR del CAC y otros expertos de la región.

I. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Durante las últimas dos décadas, diversos equipos de investigadores han desarrollado métodos y análisis sobre los efectos potenciales del cambio climático en la agricultura. Algunos de los primeros estudios se basaron en encuestas de opinión entre expertos y productores, así como experimentos de laboratorio sobre efectos de cambios de temperatura en la producción de determinados cultivos. Los resultados fueron usados para predecir el comportamiento de esos cultivos bajo diferentes escenarios climáticos (Maddison y otros, 2007). Posteriormente, las investigaciones se enfocaron en los efectos del cambio climático sobre determinados cultivos básicos, principalmente trigo y maíz. Investigaciones más recientes han ampliado el análisis a un mayor número de productos, al efecto interactivo entre productos y su distribución geográfica y en el comercio agropecuario entre regiones (Ramírez y otros, 2010a).

En las primeras investigaciones destacan los modelos de regresión de Warrick (1984) que simulan incrementos de temperatura similares a los ocurridos en la década de 1930, y que concluyen que la producción agrícola podría declinar. Easterling y otros (1993) también emplean datos de 1930 para simular los posibles niveles de temperatura de algunas regiones de los Estados Unidos como consecuencia del cambio climático. Encuentran que, en ausencia de innovaciones tecnológicas y sin considerar un posible efecto de “fertilización” del CO₂, el cambio climático provocará reducciones importantes de producción y pérdidas económicas. Terjung y otros (1984) estimaron que habrá una creciente demanda de agua para irrigación debido a la elevación de la temperatura, si no hubiera cambios tecnológicos. Adams y otros (1988) estiman los efectos económicos de mayores niveles de CO₂ sobre el oeste de los Estados Unidos y encuentran que la estructura de la agricultura se podría modificar y provocaría pérdidas económicas entre dos y diez veces mayores que las provocadas por cualquier otro problema ambiental.

Otros métodos estiman los efectos del cambio climático en la agricultura mediante modificaciones potenciales del valor de la tierra, del ingreso agropecuario y de la distribución espacial, utilizando métodos estadísticos y de programación (Molua y Lambi, 2007). Los análisis de este enfoque se basan en modelos Ricardianos de Equilibrio General Computable (CGE por sus siglas en inglés) y de Sistemas de Información Geográfica, entre otros. Los análisis Ricardianos asumen que los ajustes biológicos, físicos y económicos impuestos por el cambio climático a plantas, cultivos y agricultores se realizarán de manera automática y se reflejará en la modificación del valor de la tierra, la variable principal (Ramírez y otros, 2010a). Mendelsohn y otros (1994) utilizaron este enfoque para estimar el efecto del cambio climático en el valor neto de la tierra agrícola de los Estados Unidos con información a nivel de condados. Encontraron que mayores temperaturas a lo largo del año (excepto en otoño) tendrán efecto negativo en el valor promedio de la tierra. Schlenker y otros (2006) llegaron a la misma conclusión utilizando indicadores climáticos, características del suelo y condiciones socioeconómicas a nivel de condado.

El enfoque Ricardiano también se ha sido utilizado para comparar los efectos potenciales del cambio climático entre economías desarrolladas y economías en vías de desarrollo. Mendelsohn y otros (2001) compararon la sensibilidad de los Estados Unidos y la India al cambio climático. Los resultados sugieren que la India es mucho más sensible por su nivel de desarrollo más bajo. Con el mismo enfoque, Mendelsohn y otros (2007) compararon Brasil y los Estados Unidos y concluyeron que Brasil experimentaría efectos más severos por aumento de temperatura (Ramírez y otros, 2010a).

En casi todos estos estudios destaca la mayor exposición de los países cercanos al Ecuador y los de latitudes bajas, donde la temperatura tiende a ser más elevada. Adams, Hurd y Reilly (1999) también encontraron que los impactos en los cultivos tienden a ser mayores en las latitudes bajas, en particular para trigo y maíz. No obstante, Darwin y otros (1995) señalan que esta línea de estudios está limitada por no considerar los efectos del cambio climático en otras regiones ni el comercio mundial en la capacidad de respuesta de cada país.

Para superar estas limitaciones, los modelos de Equilibrio General Computable (MCGE por sus siglas en inglés) ofrecen la posibilidad de modelar la agricultura respecto a otros sectores económicos de un país o región, permitiendo estimar la movilidad de recursos en diferentes escenarios. Tal es el enfoque de Rosenzweig y Parry (1994) que estima los efectos del cambio climático sobre la producción mundial de cereal y su distribución entre países desarrollados y en desarrollo hasta 2060. Según este pronóstico, la producción mundial de cereales disminuiría entre 1% y 8% y los precios aumentarían entre 24% y 145%. El estudio encontró que al incluir un estimado de medidas de adaptación de los agricultores a nivel de granja, la reducción de la producción sería menor (de -2,5% a 1%), mientras que el aumento de precios estaría en el rango de 5% y 3,5% (Rosenzweig y Parry, 1994). Los estudios basados en MCGE tienen la ventaja de tomar los precios como endógenos y considerar vínculos intersectoriales, aunque a costa de agregaciones bastante considerables (Schlenker y otros, 2006). Igualmente, encuentran difícil incorporar posibles cambios de largo plazo en la estructura económica.

El cuarto informe del IPCC presenta un análisis de los resultados de 69 estudios empíricos de los potenciales efectos de cambios en temperatura en los rendimientos de maíz, trigo y arroz en latitudes baja, media y alta (Easterling y otros, 2007). En latitudes medias y altas, con un incremento de temperatura entre 1 °C y 3 °C, los rendimientos podrían aumentar ligeramente bajo el supuesto de disponibilidad de agua. Pero en África y otras regiones tropicales, semiáridas y de altitudes bajas, los efectos serían negativos. Otros análisis arrojan proyecciones similares. Sin embargo, con aumentos superiores a los 3 °C, los impactos negativos se generalizarán en todas las regiones estudiadas. Los mayores efectos podrían ocurrir en las latitudes bajas, con reducciones de hasta 60% en rendimiento de maíz (Easterling y otros, 2007). Las regiones de latitud media a alta abarcan la mayor parte de la producción de cereales a nivel mundial. Esto sugiere que el potencial de la producción mundial, definido por Sivakumar y Valentin (1997) como equivalente al rendimiento de los cultivos, se vería amenazado por aumentos superiores a 1 °C y difícilmente podría adaptarse con aumentos superiores a 3 °C. Los estudios indican que cambios en los patrones de precipitación pueden generar menores rendimientos aun, tanto para el maíz en latitudes bajas, como para el trigo en latitudes medias a altas.

Los estudios considerados sugieren que los países en desarrollo podrían adaptarse al cambio climático, pero la agricultura de subsistencia podría ser aún más vulnerable. Una limitación de estos estudios es que no modelan los tipos de adaptación que podrían ocurrir. Y sin estimaciones de adaptación razonables, la literatura se limita a alertar sobre las consecuencias de no tomar medidas de adaptación. Además, sólo incluyen granos, los cuales absorben aproximadamente la mitad de la tierra agrícola en muchos países en desarrollo (Dinar y otros, 1998). Otro efecto esperado del cambio

climático es la disminución del agua para riego por reducción de la precipitación o aumento de la evapotranspiración. Este efecto puede ser crítico para los países en desarrollo debido a que la agricultura consume 80% de los recursos hídricos (Xie y otros, 1993). La disponibilidad de agua es un factor clave de la productividad agrícola, especialmente en regiones áridas y semiáridas.

Los estudios iniciales en los países desarrollados y los que cubren grandes regiones del mundo sugieren efectos negativos en términos de reducción de rendimiento, pérdida de suelos fértiles y aumento de costos de producción. También muestran que los países desarrollados tienen mayor resistencia al cambio climático. Sin embargo, hace falta mayor análisis enfocado a regiones con condiciones socioeconómicas y climáticas menos resilientes al cambio climático. Así lo constatan Rosenzweig e Iglesias (1994) para los cultivos de maíz, trigo, soya y arroz de India y Brasil.

Diversos estudios de impactos en los precios de cereales muestran que aumentos moderados de la temperatura global media pueden provocar un pequeño decremento de precios y aumentar la producción de cultivos y ganado, mientras que cambios en la temperatura global media en el rango de 4 °C a 5 °C pueden traducirse en reducciones netas de la producción y aumentos pronunciados de los precios a nivel global (Easterling y otros, 2007). Reilly y otros (1994) y Kane, Reilly y Tobey (1991) estiman que los rendimientos en diferentes partes del mundo se reducirían y predicen diversos escenarios para el comportamiento de los precios mundiales de los productos considerando la estructura del comercio agrícola mundial.

Respecto a estudios sobre el café, Pinto y Assad (2008) realizaron un análisis de Brasil en el que desarrollaron escenarios para nueve cultivos, considerando los escenarios climáticos B2 y A2 para los años 2020, 2050 y 2070 a nivel municipal. Entre los resultados se encontró que el café arábigo podría ser afectado por escasez de agua o por calor excesivo en las regiones tradicionales de plantación. De esta forma, el cultivo sufrirá la mayor redistribución geográfica, ya que se espera que perdería áreas de cultivo en Sao Paulo y Minas Gerais y las incrementaría en Paraná, Santa Caterina y Río Grande do Sul. Por lo anterior, se requeriría implementar medidas de adaptación para evitar grandes pérdidas económicas (Haggar y Shepp, 2011)

Gay y otros (2004) aplicaron un modelo econométrico para explorar la sensibilidad de la producción de café a cambios en variables climáticas y económicas en el estado de Veracruz, México. En sus estimaciones utilizaron el escenario de emisiones A2 de los modelos HadCM2 (*Hadley Centre*) y ECHAM4 (Modelos de pronóstico del *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*, modificados y extendidos en Hamburgo). Las estimaciones de la producción futura del café muestran que para 2050 se reduciría de manera importante, entre 73% y 78%. Las implicaciones económicas de esta caída en la producción podrían ser devastadoras, en particular para los pequeños productores, cuyos ingresos no alcanzarían a cubrir los costos de producción.

El proyecto llamado *Coffee Under Pressure* (CUP), coordinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), realizó un análisis de la distribución de aptitud³ dentro de las áreas

³ La aptitud futura de cultivo es pronosticada usando cada uno de los modelos de circulación global (GCM) mediante los algoritmos de MaxEnt para el café y Ecocrop para estimar la aptitud en cultivos alternativos. Se calculan dos medidas de incertidumbre, el porcentaje de modelos que predicen cambios en la misma dirección así como el promedio de todos los modelos en una localización determinada y el coeficiente de variación (CV) entre los modelos. Este análisis se llevó a cabo mediante un análisis de regresión

cafetaleras actuales de El Salvador, Guatemala, Nicaragua y México, y encontró que, en general, la aptitud decrecería seriamente hacia 2050. Este proyecto usó el modelo de predicción de cultivos MaxEnt con datos de cambio climático de 20 modelos de circulación general del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007) para el escenario de emisiones A2 y dos diferentes períodos de 30 años, 2020 (2010-2039) y 2050 (2040-2069). En el caso de zonas cafetaleras seleccionadas de Chiapas, Oaxaca y San Luis Potosí, México, las variables de clima utilizadas predicen un aumento de temperatura de 0,9 °C en 2020 y de 2,2 °C en 2050; en cuanto a la precipitación anual se espera que disminuya en 47 mm en 2020 y en 72 mm en 2050. El modelo estima que la aptitud promedio actual para cultivar café en estas zonas va de 60% a 70%, y con A2 puede disminuir hasta 30% a 50%. También se estima que la zona óptima para la producción del café pasará de entre 600 y 1.700 msnm a una altura de entre 1.200 y 2.400 msnm en 2050 para compensar el aumento de la temperatura. Finalmente, el estudio recomienda diversificar a otros cultivos para sustituir el café en las zonas que dejarán de ser aptas (CIAT, 2012a).

CENTROAMÉRICA

Centroamérica se caracteriza por la gran variación anual de la lluvia acumulada y por su diferenciada distribución temporal y espacial, lo cual la expone a serias amenazas y cuantiosas pérdidas económicas, incluyendo las agrícolas. De acuerdo con Fournier y Di Stefano (2004), El Niño ha ocasionado períodos menos lluviosos, retraso del inicio de las lluvias, mayores temperaturas, reducción de la nubosidad, veranillos más prolongados entre julio y agosto y mayor insolación en la vertiente Pacífico de la región. Esto ha favorecido la mayor frecuencia de incendios forestales, pérdidas de producción de granos y desfase de cosechas y de ejecución de prácticas agrícolas como el control de malezas, plagas y enfermedades y fertilización.

La organización *German Watch* califica a los países centroamericanos entre los más expuestos a grandes riesgos climáticos en un ranking de 183 países. Los resultados del período 1993-2012 indican que Honduras es el país con mayores impactos recibidos, Nicaragua el cuarto, Guatemala el decimoprimer, El Salvador el decimotercero, Belice el vigésimo segundo y Costa Rica el sexagésimo sexto. Considerando el aumento de eventos extremos en el período 2004-2012, el mismo indicador arroja que los países de Centroamérica a menudo resultan entre los diez primeros lugares de riesgo: la República Dominicana segundo en 2004, Guatemala primero y Honduras séptimo en 2005, Nicaragua tercero en 2007, Belice noveno en 2008, El Salvador primero en 2009, Guatemala segundo y Honduras quinto en 2010, El Salvador cuarto y Guatemala noveno en el 2011 (Harmeling y Eckstein, 2012; y Kreft y Eckstein, 2013).

El informe regional del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (Magrin y otros, 2007) y el Informe Stern (2007) estiman que el rendimiento del maíz en los Andes y Centroamérica disminuirá en forma importante por el incremento de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). En algunos países se espera una contracción de la producción de hasta 15% (Nagy y otros, 2006). En zonas templadas el rendimiento de la soja, el trigo y en menor medida el maíz aumentará, al menos inicialmente. En las regiones tropicales y subtropicales, la productividad podría reducirse hasta en un tercio por el incremento del estrés térmico y la mayor aridez del suelo. Conviene advertir que, por lo general, los modelos de simulación arrojan resultados complejos con alto grado de incertidumbre (CEPAL, CCAD, SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

En el quinto reporte del IPCC (2014), capítulo 27 titulado “Centro y Sur América”, se menciona que en Centroamérica, el noreste de Brasil y partes de la región andina el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación podrían reducir la productividad en el corto plazo (hacia 2030), amenazando la seguridad alimentaria de la población más pobre. Observa que el cambio climático conduce a cambios en la intensidad, frecuencia, extensión espacial y duración de eventos meteorológicos extremos. Sin embargo, el análisis de los cambios históricos y su confianza depende de la disponibilidad y calidad de datos homogéneos y series continuas a largo plazo, lo cual considera que es un reto importante en Centroamérica. Por otra parte, reporta que los estudios y proyecciones de los modelos globales y regionales sugieren cambios en los eventos extremos. Con un nivel de confianza media, en la región se espera un aumento de días y noches cálidas y disminución de días y noches frías.

Las estimaciones de los eventuales efectos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica iniciaron hace más de una década. Un escenario de aumento de 3,5 °C de temperatura y disminución de 30% de lluvia en Guatemala arroja una caída del rendimiento de maíz hasta 34%, de frijol hasta 66% y de arroz hasta 27%. En Costa Rica se determinó con modelos del Centro Hadley que los rendimientos de arroz, papa y frijol disminuirían, pero el del café aumentaría con la temperatura. En Panamá se determinó que los rendimientos del maíz aumentarían casi 10% en 2010, pero disminuirían 34% en 2050 y 21% en 2100 respecto a los niveles actuales. Para Honduras un estudio determinó que los rendimientos de maíz disminuirán en un 22% en 2070 (ANAM, 2000; IMN-MINAET, 2000; MARN, 2001; Díaz-Ambrona, Gigena y Mendoza, 2004). Todas estas estimaciones se basan en diferentes escenarios con rangos de probabilidad e incertidumbre, por lo que sus resultados deben tomarse como estimaciones de tendencias, no como valores precisos (CEPAL y DFID, 2009).

En la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica” (ECCCA) se realizaron estimaciones a nivel regional y nacional de posibles cambios de producción agrícola ante los escenarios de temperatura y precipitación bajo A2 (más pesimista) y B2 (menos pesimista). Se elaboraron funciones de producción nacional para índices agropecuarios, granos básicos y otros productos como caña, banano y café. Las estimaciones señalaron importantes decrementos potenciales de producción a consecuencia del calentamiento global, si no se toman medidas de adaptación. Bajo el escenario B2, la producción de maíz de toda Centroamérica podría aumentar en las próximas décadas, pero después bajaría a aproximadamente 2 t/ha a 1,9 t/ha al final del siglo, mientras que en el escenario A2 los rendimientos podrían reducirse a 1,4 t/ha. Los rendimientos del frijol sufrirían reducciones más severas, ubicándose en 0,7 t/ha a 0,5 t/ha en B2 y a menos de 0,1 t/ha en A2. Para el arroz se estima que los rendimientos pasarían de 3,5 t/ha a entre 2 t/ha y 1 t/ha con A2 (CEPAL, CCAD, SICA, UKAID y DANIDA, 2011). Esto por lo que concierne a promedios de la región. Los estudios por países arrojan impactos diferenciados.

A solicitud de Ministros de Agricultura y con la colaboración del Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral del Riesgo (GTCCGIR) del CAC se realizó el estudio “Impactos Potenciales del Cambio Climático sobre los Granos Básicos en Centroamérica”, en el cual se analizó el caso de cada grano básico (maíz, frijol y arroz) a nivel departamental, partiendo de sus tendencias históricas de producción y rendimiento. Bajo el escenario B2 al corte de 2020, el rendimiento regional promedio de maíz podría disminuir 4%. Hacia 2050, las reducciones podrían tener un rango de 4% en Guatemala hasta 14% en Panamá. Hacia finales del siglo, los países más afectados serían Belice,

Nicaragua, Panamá y Honduras; la reducción a nivel regional sería de 17%. En el escenario más pesimista (A2), la disminución de los rendimientos sería mayor que en B2, sobre todo a partir del corte de 2030 y hacia 2100, la caída del promedio regional sería el doble que en B2. En el caso del frijol, con el escenario B2 al corte 2020, el rendimiento regional promedio decrecería 3%. Hacia el final del siglo, los países más afectados serían Panamá con una reducción de 50%, Belice con 33% y Costa Rica y Nicaragua con reducciones superiores a 25%. Considerando el escenario A2, las pérdidas regionales serían más del doble que en B2 en cada corte, con excepción de 2030. Para 2050, el rendimiento regional bajaría 17% y 43% hacia finales del siglo. Los rendimientos de arroz en el escenario B2 al corte 2020 decrecerían 8% como promedio regional. Hacia finales del siglo, Guatemala experimentaría una reducción de 20%, mientras que las reducciones de Honduras, Panamá, Belice y Nicaragua serían mayores a 30%. Con A2 se prevé que la disminución de los rendimientos de arroz sea mayor que en B2, especialmente a partir del corte 2030. En el corte 2020, el promedio de disminución regional sería de 11%; el país más afectado sería Nicaragua. En 2050, la región sufriría un decremento promedio de 23% y hacia finales del siglo, 50%.

Otros ejercicios de la iniciativa de “La economía del cambio climático en Centroamérica” consideran los efectos potenciales del cambio climático en la incidencia de eventos hidrometeorológicos extremos, la aridez y la disponibilidad de agua (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a, 2012b y 2012c). Respecto a la distribución espacial de los huracanes tropicales provenientes del Atlántico, los territorios más expuestos abarcan casi la totalidad de la costa del Atlántico, la totalidad del territorio de Belice, gran parte de Honduras y Nicaragua y el norte de Costa Rica. No obstante, estos ciclones tienden a generar un cambio en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), desplazándose hacia el norte de Centroamérica, lo cual provoca “temporales” (varios días de lluvias intensas o alta acumulación), inundaciones y deslizamientos en zonas mucho más amplias de la región. Tal fue el efecto del Huracán Mitch. Otro fenómeno que se ha evidenciado en las últimas décadas es el cambio en la trayectoria de tormentas y huracanes que se originan en el océano Pacífico, las cuales ahora ingresan a tierra firme en Centroamérica, cuando anteriormente lo hacían más al norte.

Otro fenómeno notorio es la lluvia intensa, a veces asociadas a depresiones y tormentas tropicales. Estos sistemas no llegan a clasificarse como huracanes, pero traen mayores niveles de precipitación, como la depresión tropical 12E, originada en el Pacífico, que provocó graves impactos en El Salvador y regiones de Guatemala, Honduras y Nicaragua en 2011. Considerando el impacto de este fenómeno, sería recomendable analizar su posible relación con el cambio climático. Ahora bien, la frecuencia de las tormentas y huracanes de duración moderada ha aumentado a partir de 1980, pero históricamente ha fluctuado en un ciclo de aproximadamente tres décadas. La relación entre frecuencia de estos eventos y cambio climático podrá identificarse cuando se aclare si el patrón modifica su oscilación histórica en las próximas décadas.

Respecto a la relación entre intensidad de eventos hidrometeorológicos y cambio climático, la evidencia es más sólida. Se estima que los océanos absorbieron alrededor de 20 veces más calor que la atmósfera durante el último medio siglo, provocando temperaturas más altas en aguas superficiales y profundas, factores que contribuyen a la mayor intensidad de los ciclones tropicales. Las temperaturas superficiales del océano Pacífico y el mar Caribe, las cuales influyen en el clima de Centroamérica, han aumentado durante los últimos cien años. Las series históricas indican que la zona del océano Pacífico asociada al ENOS (20 N – 20 S y 90W - 120W) ha sufrido una alza de temperatura en este siglo y hay evidencia de aceleración del calentamiento del mar Caribe desde la mitad de los años noventa (Jury, 2011). La literatura internacional sugiere que la intensidad de los huracanes podría aumentar entre 5% y 10% durante este siglo (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID, DANIDA, 2011).

Con respecto a los recursos hídricos, Centroamérica tiene abundantes reservas de agua, pero su distribución territorial es muy desigual, con grandes variaciones intranuales e interanuales de disponibilidad. Esta condición, relacionada con la precipitación, genera una alternancia de períodos de sequía severa e inundaciones, a menudo asociados a la alternancia entre los fenómenos El Niño y La Niña. En 2009 El Niño trajo un período de sequía que se prolongó hasta el año siguiente, afectando la costa del Pacífico en el norte de Centroamérica, es decir, Guatemala, El Salvador, Honduras y parte de Nicaragua. El déficit de lluvia para la temporada de cultivo de postrera en septiembre provocó una amenaza a la seguridad alimentaria de muchos productores.

En un escenario que toma en cuenta el aumento de la población sin medidas de ahorro de agua, la demanda del líquido podría crecer casi 300% al corte de 2050 y en más de 1.600% en 2100 aun sin cambio climático, lo cual equivaldría a una intensidad de uso del agua de 36%. En el escenario B2 este último indicador podría llegar a 140% y a más de 370% con A2 si no se toman medidas de adaptación y ahorro. Estos niveles son muy superiores al 20% aceptado internacionalmente como umbral de una situación de estrés hídrico. En el escenario A2, las condiciones en gran parte de Centroamérica serían similares a las actuales de Egipto y de algunos países de la península arábiga.

RECUADRO I EL CORREDOR SECO CENTROAMERICANO (CSC)

El término corredor seco tiene una base ecológica y define a un grupo de ecosistemas que se combinan en la ecorregión del bosque tropical seco de Centroamérica. Este inicia en Chiapas, México y, en una franja, abarca las zonas bajas de la vertiente del Pacífico y gran parte de la región central premontana (0 a 800 msnm) de Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Guanacaste en Costa Rica; en Honduras incluye zonas próximas a la costa del Caribe y en Panamá incluye las zonas de Los Santos, Herrera, Veraguas y Coclé. El CSC tiene una marcada y prolongada época seca (verano) y durante la época de lluvias (invierno) existe el riesgo de sequías recurrentes, que ocurren por una entrada tardía del invierno, una prolongación de la canícula o una suspensión prematura del invierno. En el CSC el fenómeno de la sequía es de tipo cíclico y se relaciona estrechamente con el período El Niño Oscilación Sur (ENOS) (ACF, FAO y ECHO, 2012).

CENTROAMÉRICA: ÁREAS DENTRO DEL CORREDOR SECO



Fuente: Tomado de BCIE, CAC, CCAD, CEPREDENAC, WFP, FAO (2012), citando Atlas Centroamericano para la Gestión Sostenible del Territorio, CCAD-SICA/UE-PREVDA (2011).

(continúa)

(continuación Recuadro 1)

En 2014 la canícula se prolongó y en ciertas zonas de la región alcanzó un récord histórico. Las lluvias estuvieron entre 50% y 75% por debajo de la media desde finales de julio (Reforma, 2014). De acuerdo con el Sistema Global de Alerta Temprana de la FAO y la Red de Sistemas de Alerta Temprana para la Hambruna (FEWSNET), superficies considerables dentro del CSC se encontraron afectadas por la sequía. Las pérdidas agrícolas fueron mayormente las de maíz y frijol (FAO, 2014). Las primeras estimaciones del PMA indicaron que esta sequía ha dejado entre 2,4 y 2,8 millones de personas con problemas para alimentarse debido a las pérdidas de cosechas, especialmente en Honduras, Guatemala, Nicaragua y El Salvador (Reforma, 2014). Esta sequía en el CSC también puede poner en riesgo la producción de café, pues se traslapa con zonas cafetaleras como Santa Rosa, Chiquimula y Huehuetenango en Guatemala, el occidente de Honduras y las zonas cafetaleras de Nueva Segovia, Jinotega y Matagalpa de Nicaragua.

Aún con una reducción menor de la precipitación bajo el escenario B2, el alza de la temperatura provocaría un alza en la evapotranspiración, lo que disminuiría la disponibilidad de agua, especialmente en la segunda parte del siglo, afectando los ecosistemas, la agricultura y la generación de hidroelectricidad. Con el escenario A2, el efecto multiplicador sería mayor. El análisis realizado por la iniciativa ECC CA sobre escenarios de aridez y meses secos encontró que los niveles de temperatura y precipitación del período 1950-2000 generan un índice de aridez de 1,6 para Centroamérica, con gran variación entre la región del Altiplano Occidental guatemalteco con mayor humedad (índice de aridez 1,96) y los departamentos más áridos del corredor seco de Centroamérica (rango de 0,91 a 1,25). Con el cambio climático, se estima que la región podría experimentar condiciones asociadas a un índice de aridez de 1,4 en el escenario menos pesimista (B2) y de 1,2 en el escenario más pesimista (A2), con una marcada prevalencia de condiciones de aridez similares a las de las zonas más áridas del corredor seco en el período histórico (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012c).

Diversos autores e instituciones han comenzado a estimar los efectos de los cambios en temperatura y precipitación sobre el rendimiento del café. Un equipo coordinado por CEPAL en el proyecto la "Economía del Cambio Climático en Centroamérica" calculó el impacto del cambio climático sobre los rendimientos de café en Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras bajo los escenarios B2 y A2, utilizando un modelo de funciones de producción. Para Costa Rica calcularon que los rendimientos del café podrían pasar de 1,5 t/ha en 2006 a 1,1 t/ha en 2100 bajo el escenario B2, lo que significaría una reducción de 26%, mientras que con el escenario A2 los rendimientos alcanzarían 0,6 t/ha, significando una disminución de 59% (Ordaz y otros, 2010a). En el caso de El Salvador, encontraron que rendimientos de 0,6 t/ha en 2006 podrían bajar con el escenario B2 a 0,1 t/ha en 2100, representando una caída de 73%. Asimismo, con el escenario A2 se estima que hacia 2100 ya no habría condiciones climáticas para la producción del café (Ordaz y otros, 2100b). La misma metodología fue aplicada a Guatemala y los resultados arrojaron que el rendimiento de 1 t/ha registrado en 2006 podría reducirse con el escenario B2 a 0,8 t/ha hacia 2100, lo cual representaría una pérdida de 17%, y en el escenario A2 la caída sería hasta 0,02 t/ha, significando una caída de 98% de los rendimientos (Mora y otros, 2010).

Para Honduras, Ordaz y otros (2010c) estimaron que el rendimiento de 0,9 t/ha registrado en 2006 podría bajar hasta 0,6 t/ha en el escenario B2 hacia finales del siglo, es decir, una caída de 26%. En el escenario A2 se podría experimentar un rendimiento de 0,3 t/ha hacia 2100, lo que significaría una caída de 63%. En cuanto a Nicaragua se registró un rendimiento promedio nacional de 0,3 t/ha en 2006. Con el escenario B2 en 2100 se estimó un rendimiento de 0,02 t/ha, representando una caída

de 94%, y en el escenario A2 se estimaron rendimientos nulos (Ramírez y otros, 2010c). En esta primera etapa se usaron datos a nivel nacional que no permitían capturar la heterogeneidad de rendimientos al interior de los países, aunque sí la variabilidad anual de la serie histórica. En El Salvador, Guatemala y Nicaragua los modelos estimaron rendimientos nulos al final del siglo; esto puede deberse a la utilización de datos agregados que podrían haber sobreestimado los impactos. En el caso de Costa Rica y Honduras los decrementos oscilan entre 25% y 62%. Para dichos estudios nacionales no hubo estimaciones del impacto sobre el café en Belice y Panamá. En esta segunda etapa se contó con un mayor número de observaciones geográficas (pasando de 7 a 83 unidades) para analizar la heterogeneidad de todas las variables incluidas.

Uno de los primeros estudios en la región fue el realizado en Costa Rica, donde se analizó la vulnerabilidad en arroz, frijol, papa y café en diferentes zonas del país. En el caso del café el efecto de incrementar la temperatura tiende a elevar los rendimientos, principalmente cuando el aumento es de +2 °C sobre la temperatura máxima. Con relación a la precipitación, los aumentos se traducen en mayores rendimientos. Los resultados del modelo indican que el efecto de las variables meteorológicas sobre los rendimientos es diferenciado y que depende de la condición hídrica durante el ciclo de cultivo (MINAE, 2000). Otro estudio que analiza el efecto de los cambios en temperatura y precipitación sobre el café fue realizado por Altamirano (2012), quien modeló la productividad del café en función de la precipitación y la temperatura anual en un período de diez años (del ciclo 1999-2000 al ciclo 2008-2009), tomando en cuenta datos de los once departamentos de Honduras. Encontró que los cambios en precipitación no son significativos sobre los rendimientos del café, mientras que los cambios en temperatura en la etapa de llenado del grano de café sí lo son, teniendo un efecto positivo. El autor utilizó una regresión de panel y el análisis de correlación lineal de Pearson.

El Proyecto CUP (*Coffee Under Pressure*), coordinado por CIAT y explicado en la subsección anterior, se basa en modelos de predicción de cambio climático para examinar los cambios en precipitación y temperatura, los cuales conllevan cambios en la distribución de la aptitud de las tierras actualmente productoras de café. Los resultados muestran que las áreas aptas migrarían hacia arriba en el gradiente altitudinal y el cambio de aptitud como consecuencia del cambio climático ocurre en sitios específicos donde los productores de café necesitarán identificar cultivos alternativos. El análisis de la distribución de aptitud dentro de las áreas cafetaleras actuales de El Salvador encontró que la aptitud de café decrecería seriamente hacia 2050. Se realizó una comparación del potencial de diversificación de café hacia cultivos alternativos, identificándose que en 2050, en lugares donde el café pierde mucha aptitud, el maicillo la gana (hasta 84%) dentro de los cultivos anuales, y el mango (68%) y aguacate (52%) dentro los frutales. En las zonas donde el café pierde poca aptitud, los cultivos anuales que la ganan son el chile (llegando a 85%) y el maíz (83%); el frijol se mantiene en 86%. Con respecto a los frutales, la naranja y el aguacate llegan a aptitudes de 80% y 51%, respectivamente (CIAT, 2012b).

En el estudio de Nicaragua, en la comparación del potencial de diversificación con cultivos alternativos, se encontró que en 2050, en las fincas donde el café pierde aptitud, los cultivos anuales como el maíz y el frijol ganan aptitud hasta 76% y 93% respectivamente. Por el otro, en las fincas donde el café pierde poca aptitud, el maíz y el frijol ganan aptitud hasta 100%; en el caso de los frutales, la naranja y banana lo hacen en 96% y el cacao en 72%. No obstante, en este estudio se recomiendan los frutales y otros cultivos perennes como mejores substitutos del café en las zonas que

dejaran de ser aptas, debido a que los cultivos perennes presentan otro tipo de beneficios como mantenimiento de la biodiversidad, producción de agua o recarga de acuíferos, control de erosión, secuestro de carbono y belleza escénica, entre otros servicios ambientales (CIAT, 2012c).

En el mismo proyecto se comparó el potencial de diversificación con cultivos alternativos en Guatemala, encontrándose que en 2050 la extensión de tierras actualmente productoras de café disminuirá seriamente. Las áreas aptas migrarían hacia arriba en el gradiente altitudinal. La aptitud del cultivo del café disminuiría seriamente en la parte occidental hasta 30% a 50%, comparada con su aptitud actual de 60% a 80%. En la comparación del potencial de diversificación con cultivos alternativos, perdería aptitud el ejote, mientras que la calabaza la ganaría dentro de los cultivos anuales. El maíz mantendría su aptitud, mientras que la naranja y el cacao la ganarían dentro de los frutales. Por otro lado, en las fincas donde el café pierde poca aptitud, se encontró que la calabaza y el maíz no cambian su aptitud. Para los frutales, la naranja y el cacao ganan 42% y 36%, respectivamente (CIAT, 2012d). Otro análisis llevado a cabo entre CATIE, CIRAD y CIAT estimó el impacto del cambio climático en el café en Guatemala. Encontró que los cambios dentro del país serían diferenciados, con pérdidas de sostenibilidad del café en el Oriente y el Sur, además de todas las áreas por debajo de los 1.000 msnm. Mientras que en el Occidente y el Centro se mantendría la sostenibilidad, con la posibilidad de que nuevas áreas del norte lleguen a ser sostenibles hacia 2050 (Hagggar y Schepp, 2011).

2. CAFÉ

EL SECTOR AGROPECUARIO

El Producto Interno bruto (PIB) de Centroamérica ha crecido en las últimas dos décadas a una tasa anual de 4,2%, mientras que el producto agropecuario lo ha hecho a una tasa anual de 2,7%. De 2000 a 2013, Panamá, Costa Rica y Honduras registraron las mayores tasas de crecimiento del PIB 7,1%, 4,3% y 4%, respectivamente. En 2013 el PIB de Panamá fue de 30.531 millones de dólares (mdd), mientras que el de Costa Rica fue de 28.346 mdd y el de Honduras 12.888. En el mismo periodo, Honduras, Nicaragua y Guatemala registraron las mayores tasas de crecimiento del sector agropecuario, entre 3,6% y 3,1%, y los países con menor crecimiento en este rubro fueron Panamá y Belice con 1,3%. Considerando el sector agropecuario ampliado⁴, los países donde éste contribuyó más al PIB total en 2011 son Nicaragua (31%), El Salvador (23%), Guatemala (21%) y Honduras (21%). En Belice contribuyó 18%, Costa Rica 14% y Panamá 7%, registrándose una tendencia decreciente entre 2000 y 2011; Belice y Costa Rica disminuyeron 4 y Panamá 5 puntos porcentuales, debido al repunte de otras actividades económicas como la industria, el transporte y la intermediación financiera.

Entre 1980 y 2012, la producción centroamericana de cultivos primarios⁵ creció de 31 millones t a 79 millones t, pero la superficie cultivada no creció en la misma proporción (véase gráfico 1). De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), los productos que tuvieron un mayor incremento fueron: caña de azúcar, banano, maíz, melón, papaya, nuez, palma de aceite, piña y zanahoria. En el mismo período la superficie pasó de 4 millones a 6 millones hectáreas. Lo anterior sugiere una mejora en los rendimientos de los cultivos o una conversión a cultivos con mayor producción por hectárea.

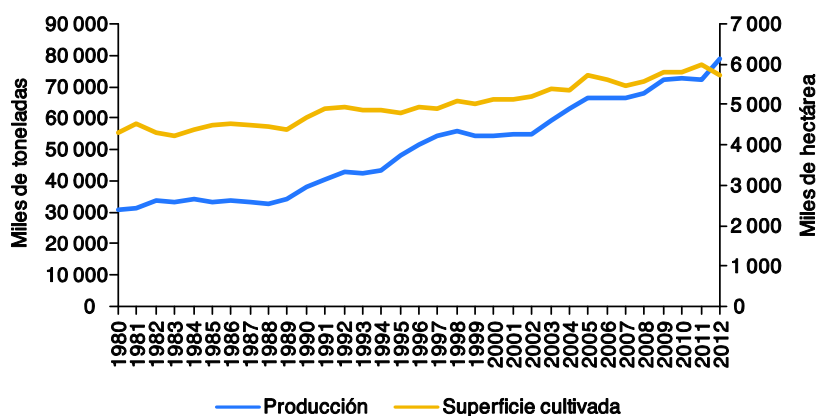
Entre 1980 y 2010, de acuerdo con datos de SIAGRO, la superficie cosechada en Centroamérica creció alrededor de un millón y medio de hectáreas hasta alcanzar 5.622 miles de hectáreas (véase gráfico 2). Los cultivos de consumo interno (granos básicos y sorgo), representaron alrededor de 55% del área sembrada total. En este mismo período, la superficie sembrada para el cultivo de productos tradicionales de exportación (banano, café y caña de azúcar) se redujo de 35% a 30%. Por su parte, la superficie utilizada para la producción de cultivos no tradicionales (fruta, tubérculos, semillas y productos industriales) ha ganado participación, de 8% en 1980 a 17% en 2010. A pesar de que los cultivos de consumo interno ocupan gran parte de la superficie agrícola de la región, su aporte al valor

⁴ Incluye el PIB agropecuario primario y el PIB de la industria manufacturera de las ramas de alimentos, bebidas y tabaco, fabricación de productos de madera y de corcho, etc.

⁵ Los cultivos primarios incluyen: bacá, aguacate, algodón, arroz, avena, banano, cacao, café, caña de azúcar, cebada, cebolla, chile y pimiento, col y otras crucíferas, flores, fresa, frijol, jengibre, limón y lima, maíz, mango y guayaba, maní, ñame, naranja, nuez, nuez de coco, nuez de palma, otras bayas, otras frutas, otras hortalizas, otras semillas (cacahuete, cardamomo, cártamo, girasol, algodón y otros), papa y patata, papaya, pimienta, piña tropical, plátano, raíces y tubérculos, sandía, semilla de sésamo y ajonjolí, soja, sorgo, tabaco, tomate, toronja, trigo, yautía y yuca.

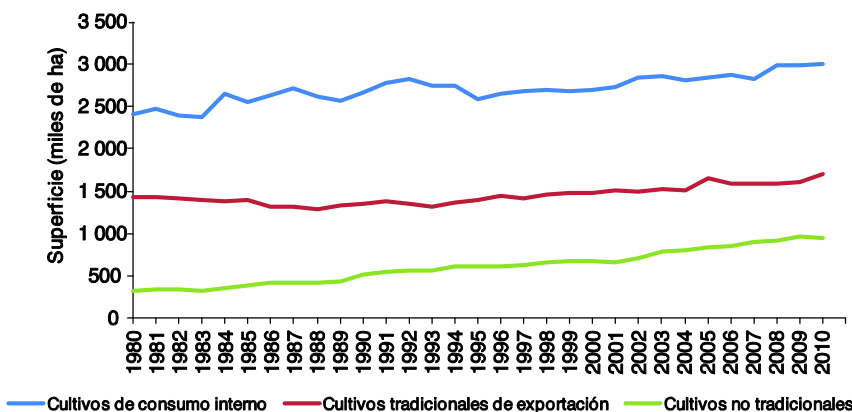
agregado agropecuario varía entre 3% en Costa Rica a 16% en Nicaragua. Su importancia radica en su contribución a la seguridad alimentaria y que gran parte de esa producción se destina al autoconsumo de los pequeños productores. Alternativamente, los productos tradicionales de exportación contribuyen con mayor peso al valor agregado de la producción agropecuaria, aunque en los últimos años los cultivos no tradicionales han ganado participación.

GRÁFICO 1
CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE COSECHADA DE CULTIVOS PRIMARIOS, 1980- 2012
(Miles de toneladas y miles de hectáreas)



Fuente: FAO, 2013.

GRÁFICO 2
CENTROAMÉRICA: SUPERFICIE COSECHADA POR TIPO DE CULTIVO, 1980- 2010
(Miles de hectáreas)



Fuente: CEPALSTAT, 2013.

Nota: No incluye Belice.

Cultivos de consumo interno: arroz frijol, maíz, sorgo y trigo.

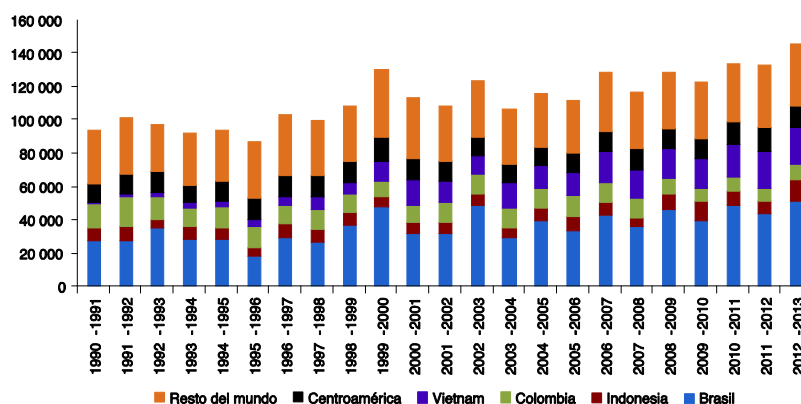
Cultivos tradicionales de exportación: banano, café y caña de azúcar.

Cultivos no tradicionales: aguacate, durazno, fresa, guayaba, limón, mamey, mandarina, mango, manzana, melón, naranja, nuez, papaya, piña, plátano, sandía, toronja, uva y otras; hortalizas: ajo, cebolla, chile, pepino, tomate, zanahoria, entre otras; legumbres: garbanzo, lentejas, haba y otras; tubérculos: batata, papa, mandioca y yautía; semillas: cacahuete, cardamomo, cártamo, girasol, semilla de algodón, entre otros; industriales: algodón, cacao, henequén, tabaco; otros: flores, hule, etc.

PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO HISTÓRICOS

De acuerdo con datos de la FAO, la producción de café a nivel mundial ha crecido a diferentes tasas desde 1980, identificándose dos períodos: entre 1980 y 1995, la tasa de crecimiento anual fue 0,9% y entre 1995 y 2010 fue 2,7%. La Organización Internacional del Café (OIC) reporta que la producción mundial creció a una tasa anual de 2,03% entre 1990 y 2012. Vietnam ha ganado participación en la producción mundial: de 1,5% en 1990 a 15% en 2012. En contraste, Colombia ha perdido participación; en 1990 representaba alrededor de 15% y en 2012 solo 7%. En la actualidad, los cuatro principales países productores son Brasil, Vietnam, Indonesia y Colombia, los cuales representan alrededor de 60% de la producción mundial. Centroamérica representa alrededor de 10%, porcentaje relativamente constante desde 1990 (véase gráfico 3).

GRÁFICO 3
PAÍSES SELECCIONADOS, CENTROAMÉRICA Y RESTO DEL MUNDO: PRODUCCIÓN DE CAFÉ, 1990-2012
(Miles de Sacos 60 kg)



Fuente: Organización Internacional del Café

En 1980, Centroamérica produjo alrededor de 12% de la producción mundial y todo el continente americano (América del Norte, Centroamérica, América del Sur y el Caribe) produjo 62%. En 2011, Centroamérica representó 10% y las Américas 57%. En lo que respecta al continente americano, el crecimiento de la producción de café es similar al comportamiento mundial: entre 1980 y 1995 el crecimiento anual fue de 0,5% y entre 1995 y 2010 fue 2,9%. Entre 1995 y 2010, el crecimiento en Centroamérica fue más lento, a una tasa anual de 0,7%. Los rendimientos del período se muestran en el cuadro 1. Entre 1980 y 1995, Centroamérica tuvo un rendimiento mayor al promedio mundial. Por ejemplo, en 1995 tenía un rendimiento de 0,84 t/ha frente al 0,57 t/ha mundial. No obstante, para 2010 el rendimiento mundial se incrementó a 0,81 t/ha, mientras que en Centroamérica fue de 0,85 t/ha. En 2011 la producción de Centroamérica creció 5,8%, relacionado con mejores rendimientos, los cuales alcanzaron 0,9 t/ha. Por el contrario, el rendimiento promedio en el continente descendió, acompañado de un descenso de 3,3% de la producción.

La producción de café en Centroamérica ha crecido a una tasa aproximada de 1,25% anual en las últimas tres décadas (véase gráfico 4). El mayor dinamismo ocurrió en los noventa con una tasa anual de 1,8%, y el menor fue entre 2000 y 2011 con una tasa anual de 0,23%. El período 1999-2004 se caracterizó por una caída paulatina de la producción y una recuperación a partir de 2005. Como se observa en el gráfico 4, la superficie cosechada ha crecido lentamente, a una tasa anual de 0,54%. En 2011 este cultivo ocupó alrededor de 4,7% de la superficie agrícola total de la región, alcanzando 886.000 ha en 2010.

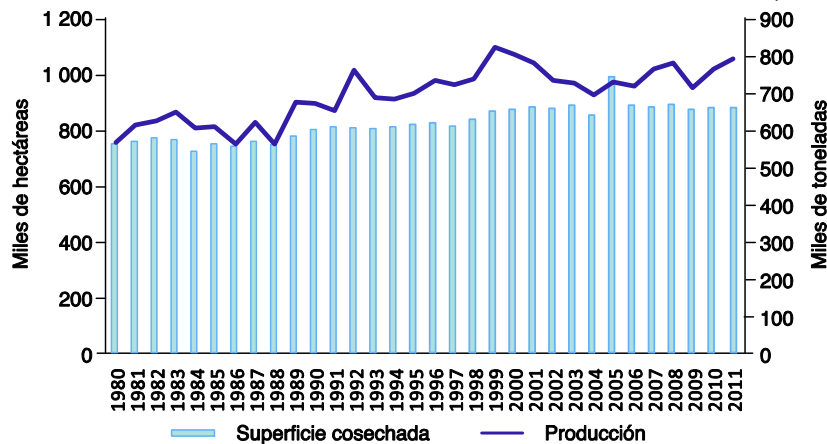
CUADRO I
MUNDO, AMÉRICA Y CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DEL CAFÉ,
1980, 1995, 2010 Y 2011
(Toneladas y toneladas/hectárea)

	Mundo	América	Centroamérica
	Producción		
1980	4 839 224	2 987 148	598 656
1995	5 532 059	3 219 276	698 548
2010	8 254 392	4 910 605	778 039
2011	8 284 135	4 750 296	822 924
	Rendimientos		
1980	0,48	0,50	0,80
1995	0,57	0,60	0,84
2010	0,81	0,88	0,85
2011	0,79	0,87	0,90

Fuente: FAOSTAT, 2013

Nota: América se refiere a América del Norte, Centroamérica, América del Sur y el Caribe.

GRÁFICO 4
CENTROAMÉRICA: SUPERFICIE COSECHADA Y PRODUCCIÓN DE CAFÉ, 1980-2011



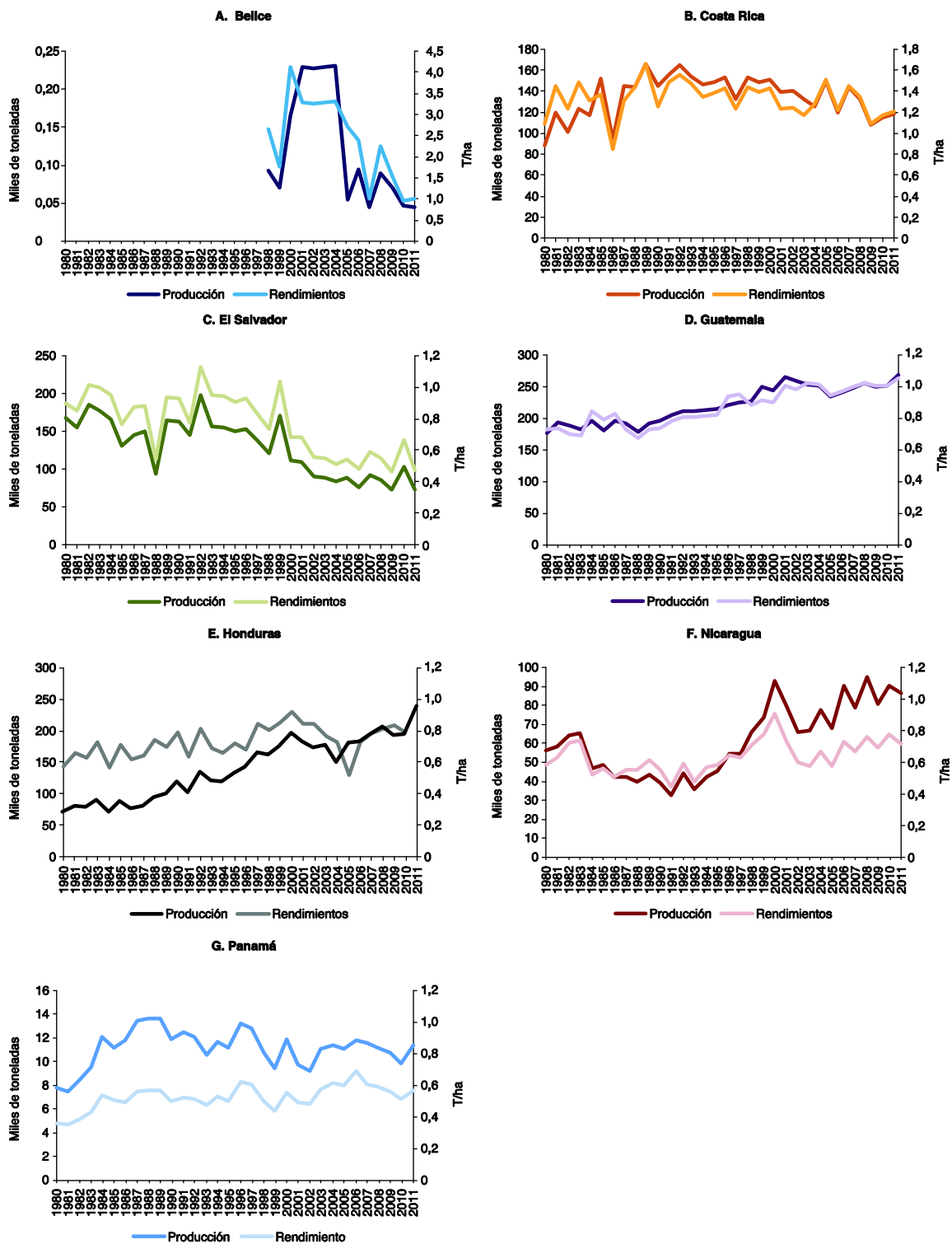
Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales de los países.

Nota: los datos no incluyen Belice. Se estimó la superficie cosechada de Honduras para 2011 con base en estadísticas de FAO.

Las trayectorias de la producción y el rendimiento de cada país centroamericano durante las últimas tres décadas se presentan en el gráfico 5. En la mayoría de los países, ambas variables cambian de forma similar, aunque las tasas de crecimiento de superficie cosechada han sido menores que las de producción, sugiriendo que ha habido mejoras en los rendimientos. En 1980, los mayores productores de café fueron Guatemala, El Salvador y Costa Rica. En 2011, Guatemala y Honduras fueron los mayores productores con aproximadamente 270 mil t y 238 mil t, respectivamente. En 2011, Costa Rica reportó rendimientos de 1,2 t/ha, seguida por Guatemala con 1,1 t/ha. De acuerdo con las tendencias de la producción por país, se identifican tres grupos: Belice y El Salvador han reducido su producción; Guatemala, Honduras y Nicaragua la han aumentado, y Costa Rica y Panamá se han mantenido igual.

Belice es el país con la menor producción. De acuerdo con datos de FAO (con información desde 1998), la mayor producción de este país ocurrió entre 2000 y 2004, cuando alcanzó un máximo de 231 t, con rendimientos superiores reportadas a las 3 t/ha, las más altas en Centroamérica. Hacia 2011, la producción y los rendimientos cayeron a 45 t y 1 t/ha, respectivamente. Sin embargo, debido a su baja producción, los rendimientos reportados para Belice pueden ser no representativos.

GRÁFICO 5
CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR PAÍS, 1980-2011
(Miles de toneladas y toneladas por hectárea)



Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales. Para la información de Belice, FAOSTAT, 2013, con datos desde 1998.
 Nota: Las escalas de ambas variables difieren entre los países.

En Costa Rica la producción ha variado de 88.000 t a 165.000 t entre 1980 y 2011, con un promedio de 135.000 t (véase gráfico 5 (b)). La variabilidad de los rendimientos es la causa de las fluctuaciones de la producción, con un rango de 1 t/ha a 1,7 t/ha y un promedio de 1,3 t/ha. En general se observa un crecimiento de la producción en la década de los ochenta, pero a partir de los noventa se ha mantenido relativamente estable y en algunos períodos ha decrecido. En 2011 se registró una producción de 118.000 t.

De acuerdo con gráfico 5 (c), El Salvador presenta una tendencia negativa en la producción y rendimientos, sobre todo a partir de 1992, cuando alcanzó un máximo de 198.000 t y 1.1 t/ha de rendimiento. La trayectoria descendiente se interrumpió en 1999 y 2010. La producción en 2011 cayó a 77.000 t con un rendimiento de 0,5 t/ha. Guatemala mantuvo una tendencia creciente tanto de la producción como de los rendimientos en el período 1980-2011; estos últimos se incrementaron de 0,7 t/ha en 1980 a 1 t/ha en 2011. La producción se incrementó de 177.000 t en 1980 a 269.000 t en 2011 (véase gráfico 5 d).

En Honduras la producción creció de 70.000 t en 1980 a 195.000 t en 2000. Pero a partir de entonces, tanto la producción como los rendimientos presentaron una tendencia descendente, como se representa en el gráfico 5 (e). La mayor caída de los rendimientos ocurrió en 2005, cuando llegaron a 0,5 t/ha. Desde 2005 la producción mantiene una tendencia positiva, alcanzando 238.000 t en 2011. Es importante mencionar que la producción creció más que los rendimientos, con un aumento de la superficie cultivada. En el gráfico 5 (f) se evidencia un descenso de la producción y los rendimientos de café en Nicaragua en la década de los ochenta, desde 57.000 t en 1980 a 33.000 t en 1991, acompañada de una reducción de la superficie sembrada de 97.000 a 74.000 hectáreas. Los rendimientos descendieron de 0.6 t/ha a 0.4 t/ha en el mismo período. En la década de los noventa, la superficie sembrada, los rendimientos y la producción se recuperaron y superaron los niveles anteriores. La producción llegó a 93.000 t en 2000 y los rendimientos a 0,9 t/h. A partir de entonces, la producción y el rendimiento han estado fluctuando dentro de una tendencia creciente. En Panamá, después de un marcado crecimiento a principios de los años ochenta, la producción ha fluctuado entre 7.500 t y 13.000 t con un promedio alrededor de 11.000 t y los rendimientos van variado en un rango de 0,5 t/ha a 0,7 t/ha.

El café ha sido un producto importante para la economía y el empleo de la mayoría de los países de la región, y su exportación aporta divisas. En los últimos diez años, la producción de café ha representado 3% del PIB de Honduras, 2% en Nicaragua y 1,5% en El Salvador y Guatemala (véase cuadro 2). En Belice y Costa Rica el café tiene menor importancia en comparación con cultivos no tradicionales como los cítricos y la piña.

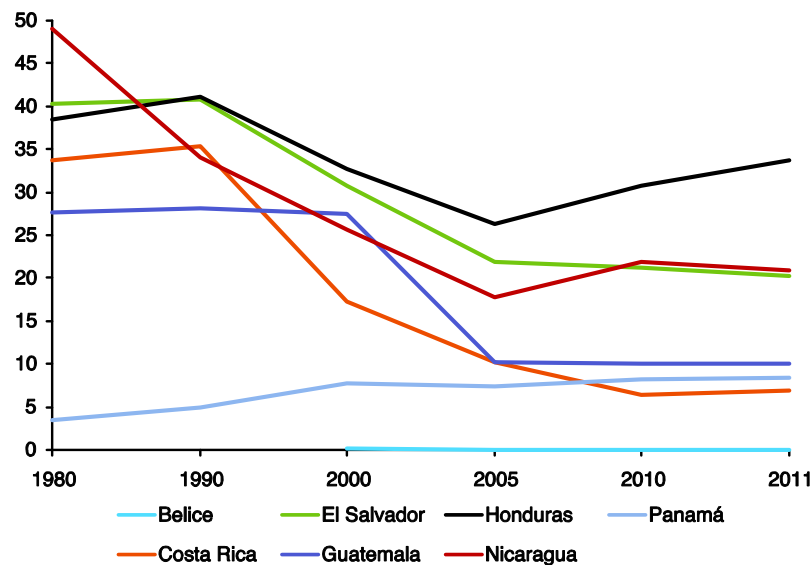
CUADRO 2
CENTROAMÉRICA: PARTICIPACIÓN DEL CAFÉ EN EL PIB, 1980-2011
(Porcentaje)

	1980	1990	2000	2005 a/	2010 a/	2011 a/
Belice	...	...	...	0,0	0,0	0,0
Costa Rica	4,2	4,9	1,3	0,7	0,4	0,5
El Salvador	5,6	4,5	2,3	1,5	1,6	1,5
Guatemala	4,6	4,9	4,1	1,3	1,1	1,1
Honduras	6,2	6,7	3,3	2,3	2,7	3,0
Nicaragua	5,5	4,4	2,8	1,8	2,1	1,9
Panamá	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1

Fuente: elaboración propia con datos de SIAGRO Y FAOSTAT.

Entre 1980 y 2011, alrededor de 90% de la producción de café ha sido destinado a la exportación. El consumo per cápita del café en toda la región ha variado alrededor de 2,5 kg por habitante al año sin tendencia clara. Este promedio puede considerarse bajo en comparación con otros países. Como se mencionó anteriormente, el café es uno de los principales productos de exportación de la región; sin embargo, su importancia dentro del valor de la producción agrícola ha venido decreciendo en algunos países debido a la introducción de cultivos más rentables. En el caso de Nicaragua, el café representó alrededor de 50% del valor de la producción agrícola en 1980, pero en 2011 fue 21%, lo cual podría explicarse por una reconversión productiva en el país. En El Salvador pasó de representar 40% del valor de la producción agrícola en 1980 a 20% en 2011, debido a la expansión de cultivos no tradicionales. Destaca también el caso de Costa Rica, donde el café generó alrededor de 34% del valor de la producción agrícola en 1980, habiendo disminuido a 7% en 2011. En este país, los productos no tradicionales como la piña han incrementado su participación. En contraste, en Honduras el café se ha mantenido como producto principal, aunque ha experimentado variaciones. Por ejemplo, en 2005 representó 26% pero volvió a incrementar su participación hasta 34% en 2011. También destaca Panamá, donde el café ha aumentado su participación de 4% en 1980 a 8% en 2011 (véase gráfico 6).

GRÁFICO 6
CENTROAMÉRICA: VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE CAFE, 1980-2011
(Porcentaje del Valor Agrícola)



Fuente: SIAGRO y FAO.

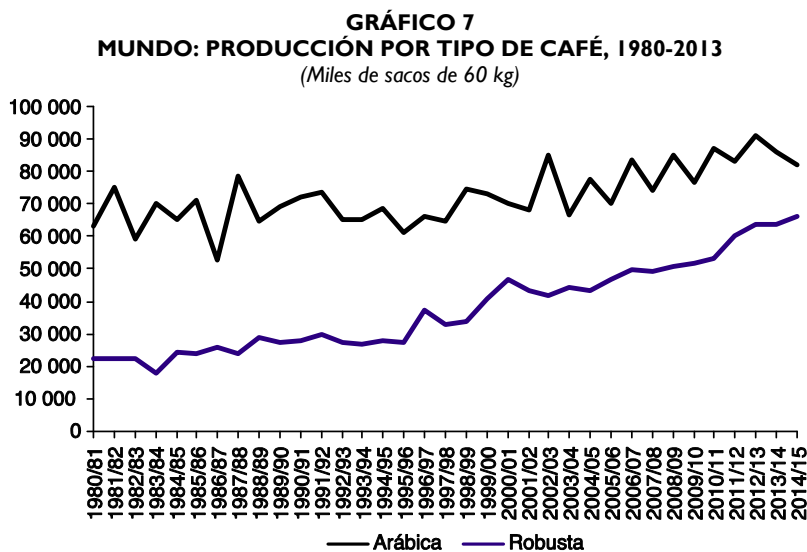
COMERCIO

El café es uno de los productos más comercializados en el mundo y se produce en más de 60 países (OIC, 2013b). Los países centroamericanos son miembros exportadores de la Organización Internacional del Café (OIC), la principal organización intergubernamental que se ocupa de resolver, mediante la cooperación internacional, los desafíos del sector. Los miembros de la OIC representan 97% de la producción mundial y más del 80% del consumo mundial de café.

La producción mundial en el año de cosecha 2012/13 fue de 145 millones de sacos de 60 kg (véase gráfico 7). La producción de variedades arábicas representó 60% de la producción total y la de

variedades robustas alrededor de 40%. Se observa un crecimiento de la producción de robusta, sobre todo a partir de 2000. La mayor parte del café producido en Centroamérica es arábica; en Guatemala se produce robusta en muy bajos volúmenes. A nivel mundial, América del Sur es la región de mayor producción con alrededor de 43% del total mundial, le siguen Asia y Oceanía con 30%, México y Centroamérica con 14% y África con alrededor de 11%. En el ciclo 2012/2013, Brasil fue el principal productor con alrededor de 35% de la producción mundial. Los otros siete países productores principales son Vietnam con 15%, Indonesia con 9%, Colombia con 7%, Etiopía con 6%, India con 4%, Honduras con 3% y Perú con 3%. Brasil, Vietnam, Indonesia e India exportan tanto arábica como robusta, mientras que Colombia, Etiopía y Perú exportan solo arábica.

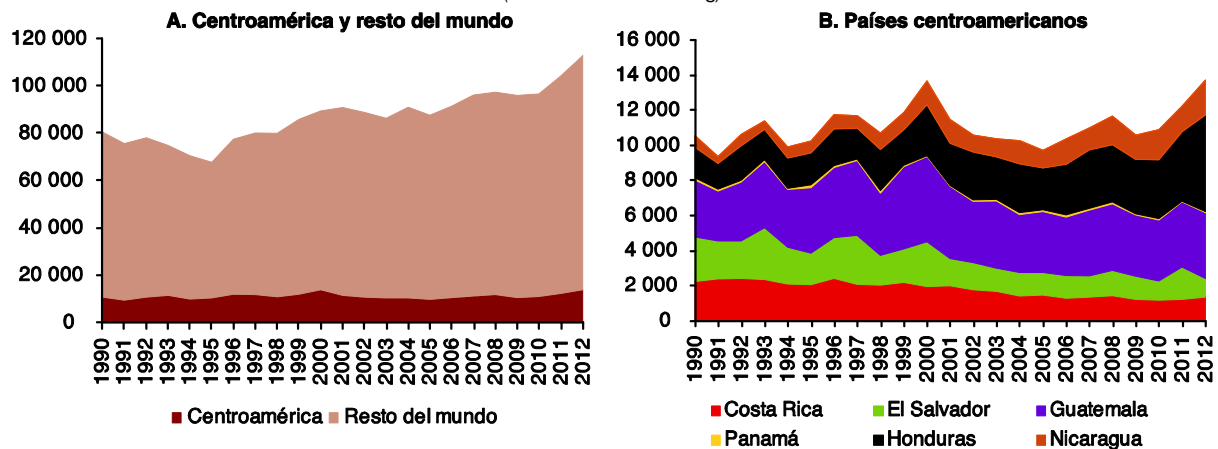
El comercio mundial de café es significativo; aproximadamente 70% de la producción se exporta de los países de origen, generando ingresos importantes para ellos. Asimismo, cada año se consumen alrededor de 600.000 millones de tazas de café en todo el mundo (OIC 2013b). La OIC reporta que las exportaciones de todas las variedades de café se han incrementado en los últimos años. Las exportaciones mundiales han tenido diferentes comportamientos a lo largo de las dos últimas décadas. Se observa una tasa promedio anual de 3,4% entre 1990 y 1995; un crecimiento de 5,8 % de 1995 a 2000; 0,8% de 2000 a 2010 y 8% en el período 2010-2012. El mayor exportador de Centroamérica es Guatemala, pero en los últimos años las exportaciones de Honduras y Nicaragua han crecido, mientras que las de Costa Rica y El Salvador han decrecido (véase gráfico 8).



Fuente: USDA.

Para Centroamérica el café es uno de los principales productos agrícolas de exportación tradicionales. En 1990, 94% de la producción de la región fue destinada a exportación y en los últimos diez años esta cifra se ha mantenido en alrededor de 90%. La participación del café dentro del comercio de bienes varía según el país y su importancia ha disminuido en la región. En 1980 representó 33% de las exportaciones, en 2012 representó 9%. En Honduras el café tiene mayor peso dentro del comercio: en 2012 representó alrededor de 17%. No obstante, su importancia también disminuyó, pues en 1980 representó 23% de su comercio total de bienes. En El Salvador, Guatemala y Nicaragua el decremento del café en el comercio ha sido mayor, pues de representar 57%, 31% y 37% en 1980, en 2012 pasó a 7%, 9% y 13%, respectivamente (véase el cuadro 3). En Belice, Panamá y Costa Rica, el café representó 3,6% o menos de sus exportaciones totales en 2012.

GRÁFICO 8
CENTROAMÉRICA Y RESTO DEL MUNDO: EXPORTACIONES DE CAFÉ, 1990-2012
 (Miles de sacos de 60 kg)



Fuente: Organización Internacional del Café

CUADRO 3
CENTROAMÉRICA: PARTICIPACIÓN DEL CAFÉ EN LAS EXPORTACIONES DE BIENES, 1980-2012
 (Porcentajes)

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012 ^{a/}
Belice	...	...	...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Costa Rica	24,8	33,0	25,5	12,0	5,0	3,3	2,7	3,6	3,6
El Salvador	57,2	68,3	40,4	21,9	22,3	8,8	6,1	10,9	7,1
Guatemala	30,5	42,7	26,1	26,8	14,5	8,5	8,4	11,2	8,5
Honduras	23,7	23,0	19,4	19,7	10,2	7,3	11,5	17,3	17,3
Nicaragua	36,8	38,7	21,4	24,1	19,4	7,5	12,5	11,8	12,7
Panamá ^{b/}	3,0	5,2	3,1	5,8	2,1	1,4	1,9	1,2	1,3
Centroamérica	32,5	37,8	24,1	18,4	10,5	6,2	7,3	10,2	9,1

Fuente: CEPAL y UNCOMTRADE.

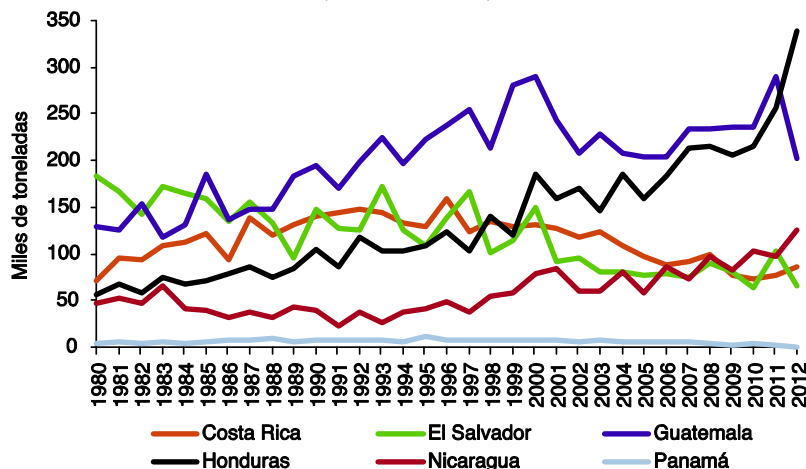
a/ Datos preliminares; b/ Se refiere a exportaciones nacionales.

La trayectoria de las exportaciones de café en Centroamérica es un reflejo del comportamiento de su producción. En total, la región pasó de una exportación de 490.000 t en 1980 a 821.000 t en 2012. Éstas tuvieron una tendencia creciente hasta 2001, cuando las exportaciones de Guatemala y El Salvador empezaron a disminuir, pero a partir de 2006 volvieron a incrementarse. En el gráfico 9 se muestra el nivel de las exportaciones de café de cada país. Costa Rica presenta una tendencia positiva de las exportaciones hasta 1996 cuando se registraron 158.000 t. A partir de 1996 ha habido una tendencia decreciente en la cantidad exportada, y en 2012 se exportaron 86.000 t. En el caso de El Salvador, las exportaciones, igual que la producción, ha tenido una tendencia negativa. En 1980 El Salvador era el mayor exportador de café con 184.000 t, sin embargo en 2012 el registro fue de 65.000 t. En Guatemala las exportaciones mantuvieron una tendencia creciente hasta 2000, cuando alcanzaron las 290.000 t. No obstante, en los últimos años han sido alrededor de 230.000 t.

Honduras es el país con el mayor crecimiento de las exportaciones de café en los últimos treinta años como un reflejo del crecimiento de la producción. Entre 1980 y 2012 sus exportaciones crecieron alrededor de 282.000 t, colocándose como el mayor exportador de la región. En el caso de Nicaragua, el nivel de exportaciones se mantuvo estable entre 1980 y 1997. A finales de los años noventa, comenzó un período de crecimiento y en 2012 vendió al exterior 126.000 t de café.

Finalmente, Panamá produce alrededor de 11.500 t de café, y es el país con menor nivel de exportación con un promedio de 6.000 t anuales.

GRÁFICO 9
CENTROAMÉRICA: EXPORTACIONES DE CAFÉ POR PAÍS, 1980-2012
(Miles de toneladas)



Fuente: CEPAL

En resumen, el café sigue siendo uno de los principales productos de exportación, especialmente para Guatemala y Honduras. Por un lado, la cantidad de café exportado por Costa Rica y El Salvador se reduce, mientras que la de Guatemala se estanca; por el otro, hay un importante crecimiento de las exportaciones de Honduras y Nicaragua. El café se ha mantenido como una fuente importante de ingresos para la región, de ahí la importancia de las políticas para mejorar su rendimiento, protegerlo de eventos climáticos extremos y evitar enfermedades.

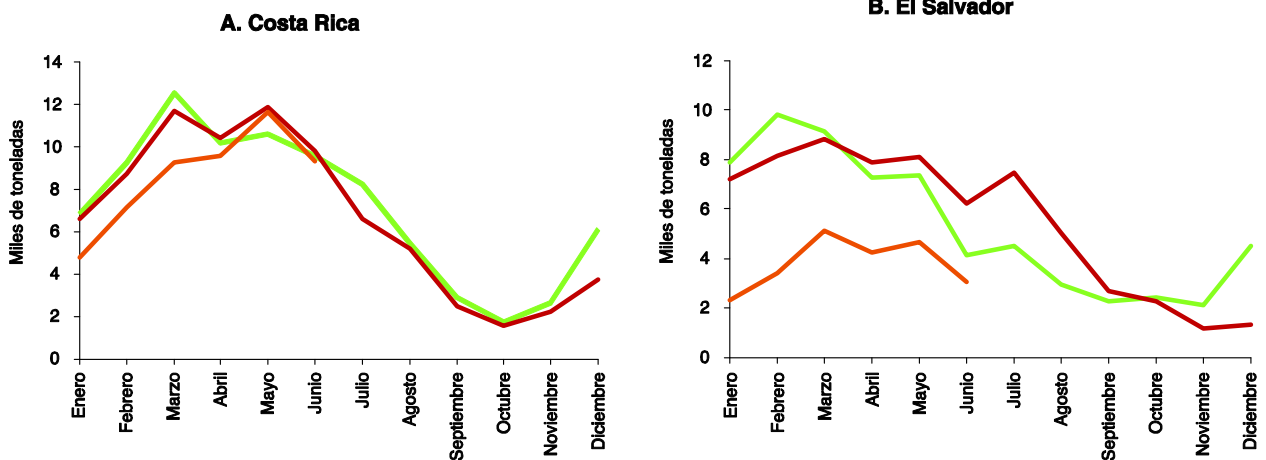
Debido al brote de roya que afectó a los cafetales en el ciclo 2012-2013, PROMECAFE estimó que la cosecha 2012-2013 se redujo entre 15 % y 25 % en comparación con la temporada 2011-2012 (FEWS NET, RUTA y PROMECAFE, 2014). Como consecuencia, previó un probable descenso en las exportaciones del siguiente ciclo también. En el gráfico 10 se comparan las exportaciones de café de Centroamérica por mes entre 2012 y 2014. Se observa una reducción de las exportaciones entre julio y diciembre de 2013 respecto al mismo período del año anterior. Comparando el segundo semestre de 2013 con el mismo período de 2012, las exportaciones se redujeron 19% en Costa Rica, 17% en Guatemala, 55% en Honduras y 44% en Nicaragua. En contraste, las exportaciones de El Salvador se incrementaron 6%. Una posible explicación de este aumento de las exportaciones de El Salvador son las existencias, pues el decremento exportador empezó en octubre de 2013. En Panamá las exportaciones han permanecido relativamente constantes. En promedio, las exportaciones de Centroamérica disminuyeron 34% en el periodo julio-diciembre 2013 en comparación con el mismo periodo de 2012. En el periodo julio-diciembre de 2012 Centroamérica exportó 291.000 t y en 2013 exportó 192.000 t. De febrero a mayo de 2014 (meses con información para todos los países), las exportaciones disminuyeron 8,6% con respecto a los mismos meses de 2013. En 2014 El Salvador resultó el más afectado; sus exportaciones del primer semestre de 2014 disminuyeron 50% en relación con las de 2013.

La cadena de valor productivo del café se divide en tres fases: producción, transformación e industrialización. La producción involucra tipos de café (arábica o robusta), siembra (sol y sombra) y cultivo (orgánico y no orgánico). En el proceso de transformación hay dos fases: el cambio de cereza a pergamino y el cambio de pergamino a oro (verde). En la primera fase de transformación (beneficio

húmedo), las cerezas se despulpan y el pergamino húmedo resultante es secado hasta convertirse en pergamino seco. En este proceso se emplean grandes volúmenes de agua. Una opción de valor agregado en esta fase es el beneficio artesanal. Éste consiste en procesar inmediatamente las cerezas maduras en una despulpadora manual, dejarlas reposar y, una vez llegado el punto de fermento, lavarlas y se ponerlas a secar. La siguiente fase de transformación (beneficio seco) se concreta al obtener café libre del endospermo⁶, lo que se denomina café oro o verde. El café oro se selecciona rigurosamente por sus características de forma, tamaño, peso y color uniformes, de acuerdo con los contratos de venta. El valor agregado de este proceso reside en la obtención de lotes de calidad diferenciada. El café se considera industrializado cuando está listo para su consumo final. En esta fase se usan plantas torrefactoras (mezclas) y plantas solubilizadoras (PRODUCE y ITESM, 2003).

En Guatemala el mayor volumen de café comercializable internamente es el "pergamino", aunque gran parte de los pequeños productores venden en cereza, especialmente donde existen pocos beneficios húmedos. La mayoría de los pequeños productores venden su café (en cereza) a intermediarios o a una cooperativa en caso de que sean socios; a veces entregan el producto directamente al beneficio. El sistema de comercialización varía según la región y el nivel del productor. Por ejemplo, los pequeños productores de Alta Verapaz venden su café maduro, pero las vías de acceso y las distancias al beneficio húmedo causan esperas después del corte, en consecuencia el café se fermenta. Los productores medianos y grandes, que generalmente no venden el café en cereza, poseen beneficios húmedos para procesarlo y disponen de infraestructura y vehículos para transportarlo dentro y fuera de las fincas, lo que les permite venderlo directamente a los exportadores. Ellos movilizan el café a los beneficios en tiempos relativamente cortos, sin incurrir en largas esperas que ocasionan la fermentación del producto (Roux y Camacho, 1992).

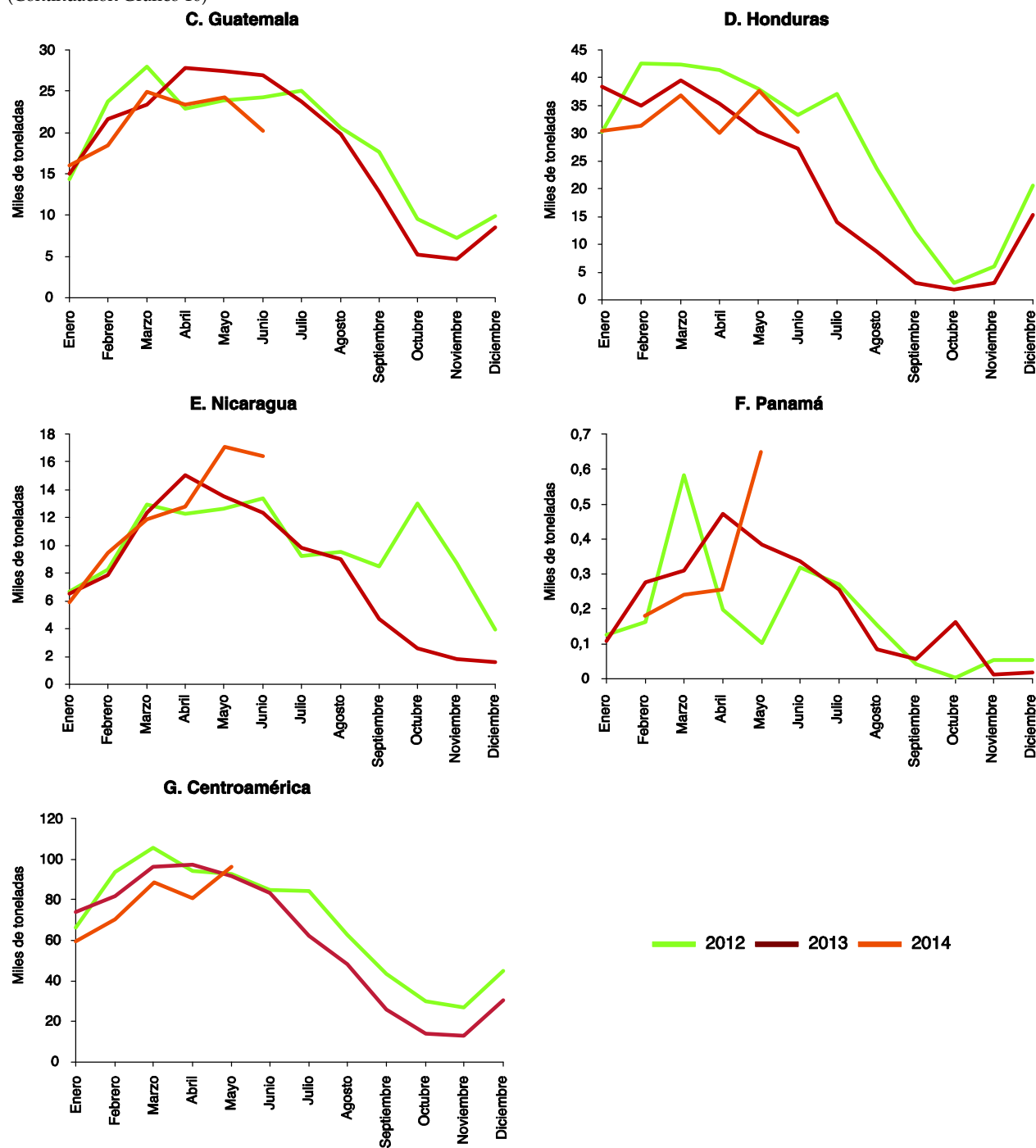
GRÁFICO 10
CENTROAMÉRICA: EXPORTACIONES MENSUALES DE CAFÉ, 2012-2014
(Miles de toneladas)



(Continúa)

⁶ Tejido que alimenta al embrión durante la germinación. El grano consta de endospermo y embrión, esto es, el material que está dentro del fruto en desarrollo, que a la larga forma los granos de café. El endospermo llena el tegumento a medida que la cereza del café madura.

(Continuación Gráfico 10)

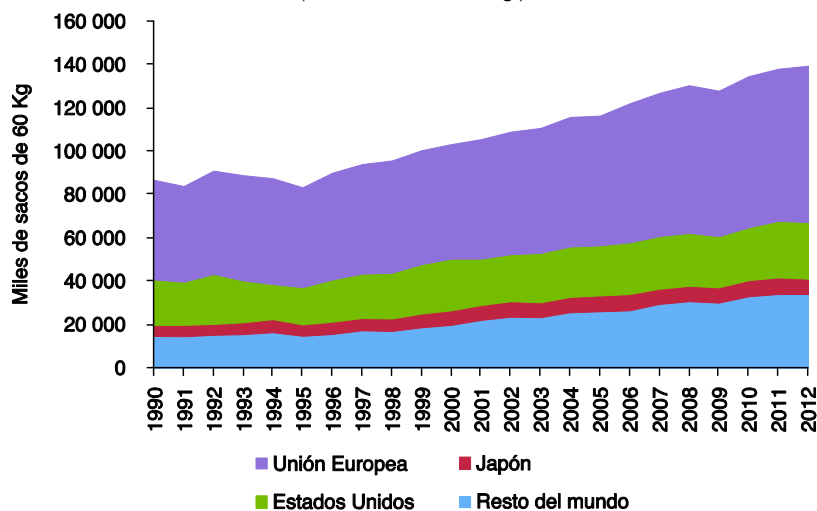


Fuente: UNCOMTRADE y Bancos Centrales.

En Honduras la mayor parte de los pequeños productores (casi el 81% del total) venden su café en uva o en pergamino húmedo por no tener instalaciones para secarlo y almacenarlo. Los productores socios de cooperativas producen bajo sus licencias y absorben los costos relacionados con su funcionamiento. Sin embargo, esto no los responsabiliza de otros costos, como las inversiones en logística cuando el grano en uva tiene que ser transportado en 24 horas para mantener su calidad (CBI, 2012).

Los principales países importadores son Estados Unidos, Japón, Italia, Francia y Bélgica, y en su conjunto, la Unión Europea (UE) es el mayor mercado de café. Las importaciones de Alemania, Italia, Polonia e Inglaterra han crecido desde hace más de una década (véanse gráficos 11 y 12). Costa Rica, Guatemala y Panamá concentran sus exportaciones en el mercado estadounidense, destino de entre 45% y 56% de sus totales. Alrededor de 50% de las exportaciones de Honduras se dirigen a la UE, mientras que las de El Salvador y Nicaragua están más diversificadas. Los principales socios de Centroamérica son la UE y los Estados Unidos, con quienes la región ha firmado tratados comerciales. A través de negociaciones, los países centroamericanos han llegado a establecer aranceles y otras barreras comerciales comunes. Por consiguiente, aparte de la consolidación de las relaciones con Europa, los acuerdos promueven la integración regional. Por su parte, el Tratado de Libre Comercio Centroamérica-Estados Unidos-República Dominicana (DR-CAFTA) tiene como objetivo establecer una Zona de Libre Comercio entre las partes y busca el estímulo, expansión y diversificación del comercio, eliminación de los obstáculos al comercio de bienes y servicios y la promoción y protección de las inversiones, entre otros. Con relación al café, se acordó una regla de origen rígida que exige el uso de café producido por las partes.

GRÁFICO 11
PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES: IMPORTACIÓN DE TODAS LAS FORMAS DE CAFÉ
DE TODOS LOS ORÍGENES, 1990-2012
(Miles de sacos de 60 kgs)



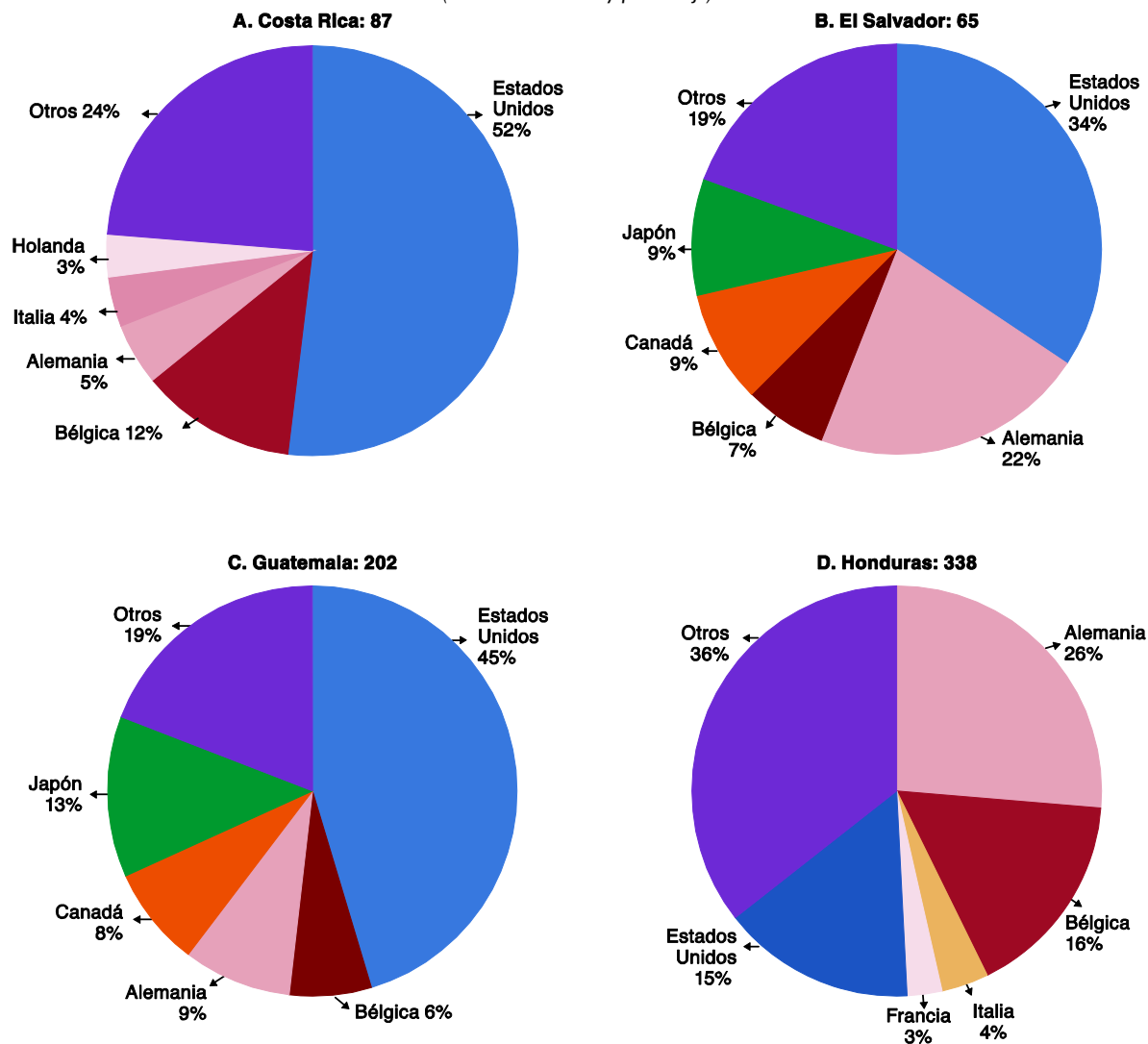
Fuente: Organización Internacional del Café.

Nota: Resto del mundo, incluye países miembros y no miembros de la OIC.

En su Comité de Comercio y Medio Ambiente, los miembros de la Organización Mundial del Comercio (OMC) pueden debatir las medidas o iniciativas nacionales de carácter ambiental con el propósito de minimizar sus eventuales impactos negativos sobre los flujos de comercio. Los países en desarrollo han expresado preocupación por los efectos que los requisitos ambientales pudieran tener sobre sus exportaciones, incluidos los relativos a la medición de la huella de carbono (HC). Si bien la adopción de esta última medida es voluntaria, es probable que la aplicación del etiquetado de carbono o ambiental se amplíe en el mediano plazo, sobre todo a medida que se impongan

estándares internacionales. La medición de la huella de carbono⁷ es para algunos claramente una medida proteccionista. Por el contrario, para otros es una oportunidad de innovar, mejorar la eficiencia energética, diversificar, agregar valor y ganar competitividad internacional. Las principales fuentes de emisión de GEI de los alimentos difieren según la cadena, empresa y producto. En la cadena agropecuaria, las mayores emisiones provienen de carnes, lácteos y cultivos de invernadero. En los cultivos principalmente provienen de los fertilizantes y agroquímicos, que liberan dióxido de carbono durante su fabricación y óxido nitroso en su aplicación (Frohmann y Olmos, 2013).

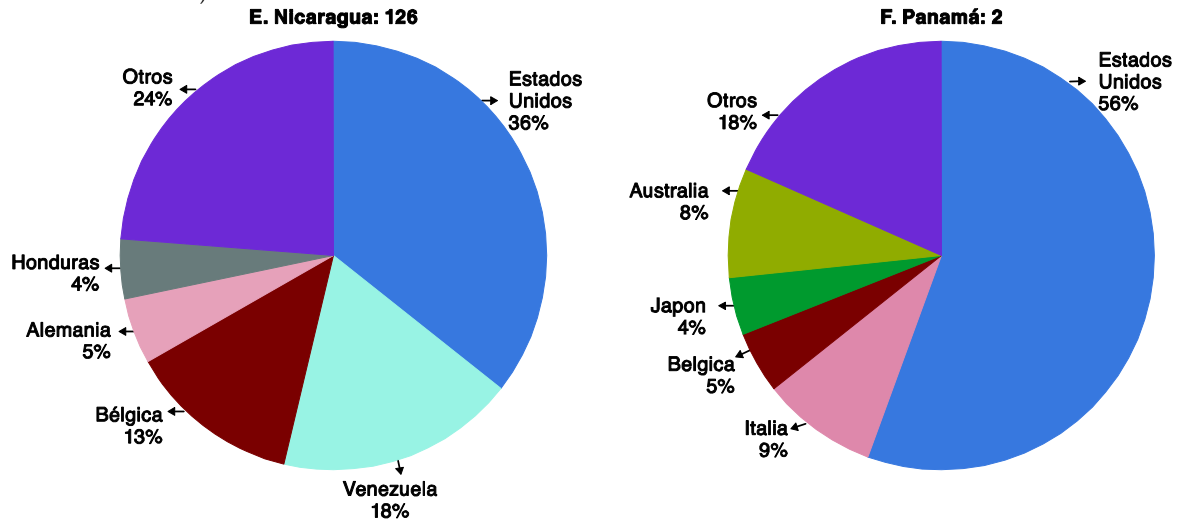
GRÁFICO 12
CENTROAMERICA: DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE CAFÉ POR PAÍS, PROMEDIO 2012
(Miles de toneladas y porcentaje)



(Continúa)

⁷ La HC se mide en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e) para expresar las emisiones de los distintos gases de efecto invernadero en una unidad común. La huella de carbono (HC) es un indicador de la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) generados y emitidos por una empresa o durante el ciclo de vida de un producto a lo largo de la cadena de producción, a veces incluyendo también su consumo, recuperación al final del ciclo y su eliminación. La HC considera los seis GEI identificados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

(Continuación Gráfico 12)



Fuente: SIECA

Nota: Otros incluye: para Costa Rica: Australia, Japón, Finlandia, Corea, Canadá, Portugal, entre otros. Para El Salvador: Italia, Gran Bretaña, Suecia, Corea, Francia, entre otros. Para Guatemala: Italia, Venezuela Noruega, Holanda, Corea, entre otros. Para Honduras: Venezuela, Corea, Holanda, España, Japón, entre otros. Para Nicaragua: Canadá, Italia, Japón, España, Finlandia. Para Panamá: Alemania, Canadá, Gran Bretaña, Holanda, Hong Kong, Corea, entre otros.

El objetivo de la contabilidad y el etiquetado de carbono es incentivar la transición hacia formas de producción de alimentos menos intensivas en carbono, limitando las emisiones resultantes de toda la cadena productiva. La intensidad de las emisiones puede variar de un establecimiento a otro si se emplean prácticas agrícolas diferentes para ofrecer productos similares. En el trabajo de CEPAL “Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático” se identificaron dos experiencias del sector del café en Honduras y Costa Rica. Ambas tienen en común la búsqueda de una diferenciación en los mercados externos a partir de una producción con menores impactos ambientales. En el caso de Honduras, originalmente se exploraban oportunidades para una iniciativa en el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, el cual resultó inviable y derivó en la utilización de la huella de carbono como herramienta para generar mayor valor agregado. En el caso de Costa Rica, la cooperativa decidió certificarse “carbono neutral” como parte de una estrategia comercial que permitiera relevar el esfuerzo desarrollado durante 15 años para aumentar la calidad del producto y reducir el impacto en el ambiente. Sin embargo, es importante considerar que la contabilidad de las emisiones de GEI es sólo uno de los factores que subyacen a muchas de las iniciativas sobre impacto ambiental. Otros aspectos de la evaluación o “huella” ambiental son la huella del agua, la huella del transporte (*food miles*) y la huella ecológica, o incluso una combinación de estas y otras huellas, como las especificadas en el reciente programa piloto de etiquetado ambiental en Francia (Frohmann y Olmos, 2013).

De acuerdo con información de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), los niveles de importación de café en los países de la región fueron pequeños entre 1994 y 2012. Costa Rica, El Salvador y Nicaragua tienen los niveles más altos de importación con una tendencia positiva. Costa Rica importó 1 t de café en 1994 pero en 2012 importó más de 3.000 t. En Nicaragua las importaciones pasaron de 216 t a casi 2.000 t en el mismo período. En el caso de El Salvador, la importación de café fue 137 t en 1980, pero en 2012 importó 626 t. Los países con menor nivel de importación y sin una tendencia clara son Guatemala y Honduras, que importaron 86 t y 40 t en 2012, respectivamente. El consumo per cápita de café en la región varía entre 1.13 kg anuales en

Panamá y 3.56 kg en Honduras, frente a consumos per cápita de 4.24 kg en Estados Unidos y 6.95 kg en Alemania.

PRECIOS

Centroamérica se caracteriza por producir café arábica. Como se observa en el gráfico 13, esta variedad se cotiza a mayor precio que la robusta en las bolsas internacionales. Según datos de la OIC, solo Guatemala exporta café robusta, pero en pequeñas cantidades (en 2011 representó 0,6% del total de sus exportaciones). Las exportaciones del resto de los países son de café verde (oro) arábica. Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Panamá también exportan café procesado, pero en cantidades reducidas: en 2011 este producto representó entre 0,1% y 3,14% de sus exportaciones totales de café.

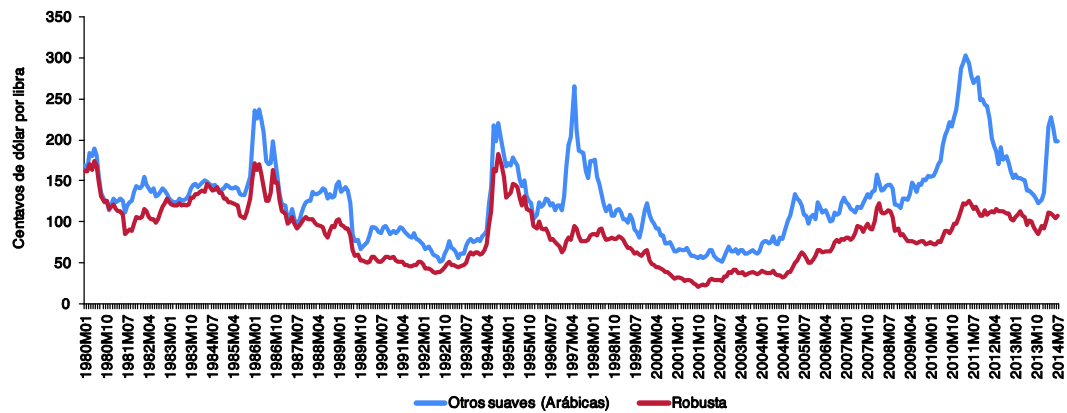
Los precios del café también han tenido diferentes tendencias en las últimas tres décadas (véase gráfico 13). En primer lugar, el precio del café arábica (otros suaves) es mayor y el diferencial se ha vuelto más significativo desde finales de 2008; en segundo, se observan tres períodos en los que su precio fue superior a 200 centavos de dólar por libra: a principios de 1986, a mediados de 1994 y 1997 y desde inicios de 2010 hasta alcanzar el pico máximo en abril de 2011, donde alcanzó aproximadamente 300 centavos de dólar por libra. Después de este máximo inició una tendencia descendente que prosiguió en 2013. Pero el precio aumentó por la falta de lluvia en enero y febrero de 2014, fenómeno acompañado de temperaturas muy altas en varias zonas productoras de Brasil, lo cual fue perjudicial para la cosecha 2014/15.

El descenso en los precios en 2011 se atribuye en parte a la crisis financiera que ejerció presión negativa en casi todos los precios de los productos básicos. Otro factor importante fue la expansión en los últimos años de la producción de Vietnam, Indonesia, Etiopía e India donde creció desde 1990 a 2012 en 1.482%, 138%, 178% y 86%, respectivamente (OIC, 2013b). Así, la producción mundial aumentó 55% entre 1990 y 2012. Al mismo tiempo el crecimiento de la producción de robusta ha sido mayor (130%) que el crecimiento de la producción de arábica (26%). Brasil y Vietnam son los mayores productores de café robusta con 23% y 37% del total, respectivamente y Brasil produce alrededor de 45% del café arábica. Se espera que el consumo se mantenga estable en el futuro previsible. Una consecuencia directa de la reducción de los precios de exportación es la baja rentabilidad del sector, pues los costos de producción podrían exceder los ingresos, limitando la inversión. El café robusta tienen dos veces más cafeína que el arábica y se utiliza principalmente para café soluble y para los cafés de supermercado. Comparado con el arábica, el café robusta tiene un sabor más amargo, menos acidez y es más cremoso, por lo cual es más apreciado para preparar café espresso (Nescafé.com.mx).

Cabe mencionar que un precio alto del café no se traduce automáticamente en mayores ingresos para los productores porque los intermediarios y los consumidores reaccionan ajustando su demanda. Sin embargo, por lo general los precios pagados al productor siguen la misma tendencia que el precio internacional. Al diferenciar los precios pagados al productor desde 1990 se observa que, aun cuando el precio internacional y el pagado al productor se comporten de manera similar, queda un margen entre ellos, el cual puede corresponder a la comercialización. El menor precio pagado a los productores es el de Nicaragua y algunos años el de El Salvador (véase gráfico 14). En general, cuando el precio es bajo los pequeños productores organizados pueden esperar y negociar un mejor precio para vender su producto, mejorando así sus ingresos. No obstante, los pequeños productores no organizados tienen limitada capacidad de respuesta ante cambios en el precio, pues no

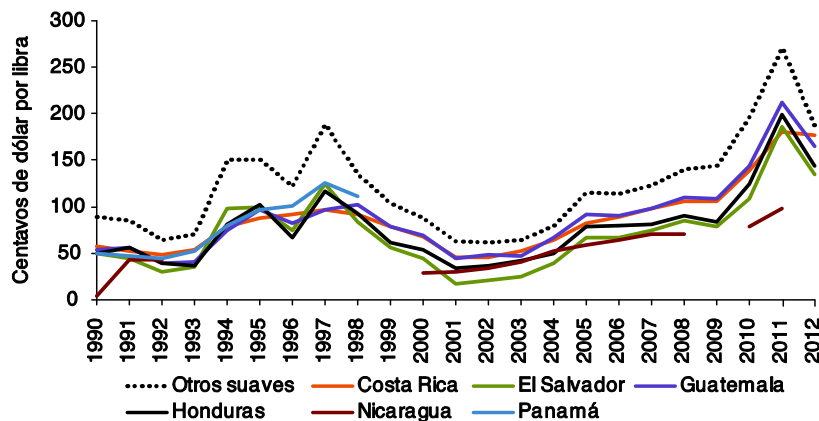
cuentan con capacidad de negociación ni de almacenamiento, viéndose obligados a vender inmediatamente después de la cosecha (FEWS NET, RUTA y PROMECAFE, 2014).

GRÁFICO 13
PRECIO MENSUALES INTERNACIONAL DE CAFÉ, 1980-2014
(Centavos de dólar por libra)



Fuente: FMI, mercado de Nueva York.

GRÁFICO 14
CENTROAMÉRICA: PRECIO ANUAL PAGADO AL PRODUCTOR DE CAFÉ, POR PAÍS, Y PRECIO INTERNACIONAL DE OTROS SUAVES, 1990-2012
(Centavos de dólar por libra)



Fuente: Organización Internacional del Café (OIC).

Nota: El precio pagado al productor es el precio promedio pagado a pie de finca o el precio mínimo garantizado por el gobierno, expresado en forma, peso y moneda nacional convertido a dólares por la OIC.

POBLACIÓN

Para los hogares de bajos ingresos de El Salvador, Honduras, Nicaragua y Guatemala, el trabajo relacionado con el café es una fuente importante de empleo e ingreso. De acuerdo con PROMECAFE, en estos países el sector emplea alrededor de 1,8 millones de personas al año (FEWS NET, RUTA y PROMECAFE, 2014). La cosecha de café atrae flujos de empleo migratorio estacional, tanto dentro de los países productores como entre los países que ofrecen los jornales más altos, como Honduras, El Salvador y México. Los jornaleros son pagados a destajo (por volumen o peso de cerezas de café recolectado). Su ingreso es particularmente importante en áreas

donde las oportunidades de diversificación de medios de vida y cultivos son escasas. Hasta un 70% de la mano de obra no calificada empleada en el sector cafetalero es utilizada durante los cinco meses de la cosecha, de octubre a febrero; el restante 30% se emplea en actividades de mantenimiento durante el resto del año.

Los productores de café de pequeña escala representan aproximadamente 70% de los productores de El Salvador, Honduras, Nicaragua y Guatemala (FEWS NET, RUTA y PROMECAFE, 2014). La producción cafetalera de Costa Rica está concentrada principalmente en miles de pequeños productores. En este país, 91% de los productores registran entregas inferiores a 100 “fanegas”⁸ de café. En la cosecha 2012-2013, éstos aportaron 42% de la producción nacional. Se estima que la superficie sembrada de café en áreas menores a cinco hectáreas representa 44% de la superficie sembrada total. Del resto de productores, 6% cuenta con superficies de entre 5 y 20 hectáreas, representando 21% del área destinada a café y 2% tiene plantaciones de más de 20 hectáreas, representando 35% de la superficie (ICAFE, 2013).

En El Salvador, 80% de los productores poseen menos de 7 hectáreas y conjuntamente producen alrededor de 12% del total nacional con alrededor de 13% del área sembrada. Por otra parte, 15% de los productores poseen fincas de 7 a 35 hectáreas, producen alrededor de 23% de la producción nacional y tienen 20% del área sembrada. Por último, 5% de los productores poseen fincas mayores a 35 hectáreas, su producción aporta 65% del total nacional y representan 35% del área sembrada.

En cuanto a Guatemala, según el censo agropecuario de 2004, en ese año existían en el país 171.334 fincas de café de las cuales 83% son menores a 3,5 hectáreas, poseen 26% de la superficie y producen 17% de la producción total. El 14% de las fincas tienen un tamaño entre 3,5 y 22 hectáreas, que representan 16,4% de la superficie total y producen 15%. Por último, 2,3% de las fincas tienen una superficie mayor a 22 hectáreas, poseen 58% de la superficie y producen 68%. De acuerdo con un reporte de MAG de 2013, alrededor de 90.000 productores y 500.000 trabajadores están involucrados en el cultivo de café en el país. En el año agrícola 2002-2003, el café representaba 40.5% de la superficie nacional cultivada.

En Honduras alrededor de 91% de los productores producen menos de 100 quintales de café oro, ocupan 67% de la superficie sembrada con este producto y producen 50% del total nacional. Los productores medianos producen entre 100 y 500 quintales de café oro, ocupan 24% de la superficie sembrada y producen 33% de la producción. Los grandes productores producen más de 500 quintales de café oro cada uno, ocupan 9% de la superficie y producen 17% del total nacional. (IHCAFE, 2001).

Según el censo agropecuario de Nicaragua de 2011, existen 44.519 explotaciones dedicadas a la producción del café en una superficie de 126.154 hectáreas. 77% de estas explotaciones tienen menos de 3,5 hectáreas y en su conjunto ocupan 23% de la superficie dedicada a este cultivo. 19% cultivan entre 3,5 y 14 hectáreas y poseen 29% de la superficie sembrada. Únicamente 4% de las explotaciones poseen fincas mayores a 35 hectáreas, que en conjunto representan 48% de la superficie sembrada de café.

⁸ Unidad de medida equivalente a 46 kg de café oro.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

El sector cafetalero de Centroamérica se caracteriza tanto por la diversidad de tamaño de las fincas y prevalencia de muchos pequeños productores, como por la diversidad de sistemas de producción. Jha *et al.* (2104) identifican cinco factores que influyen en las prácticas productivas del café: la especie; la resistencia percibida a enfermedades, especialmente a la roya; el aumento de rendimientos; las decisiones de los productores sobre sus medios de vida y asociación con otros productores; e incentivos económicos asociados a cadenas de valor y al mercado internacional del café.

En Centroamérica se cultivan principalmente variedades arábicas, denominadas típica, borbón, maragogipe, caturra, catuaí, pacas, villa sarchí y geisha. También, se cultivan híbridos arábica-robusta, como catimor y sarchimor. Ellos son cruzamientos de variedades arábicas con un híbrido espontáneo entre una arábica y una robusta de Timor más resistente a la roya. Como ya se mencionó, en Guatemala hay una limitada producción de variedades de robusta. En general, las variedades arábicas se cultivan en sistemas forestales tradicionales y de policultivo tradicional, mientras que las variedades robustas o híbridos se cultivan en sistemas más expuestos al sol. En el sistema tradicional o rústico, el cafeto se planta formando una capa baja de arbustos debajo de capas más altas de bosque natural que le proporcionan sombra. Así, se cultivaba el café originalmente en Etiopía (Rice, 1996). Con el tiempo y la difusión del cultivo en el mundo, los agricultores crearon el sistema de policultivo tradicional, introduciendo otras especies de árboles y plantas de utilidad humana, como el banano, maderables y no maderables y otros por su función como fijador de nitrógeno. Rice (1990) observó que no es inusual encontrar una veintena de especies de árboles asociadas al café y que en la zona de Antigua, Guatemala, se estimaba que hasta 30% del ingreso anual podría derivarse de estas especies asociadas.

Desde los años setenta, la promoción de sistemas de producción “tecnificada” enfocados al mayor rendimiento del café, implicó cambios en los sistemas de plantación con variedades comerciales híbridas, aumento de la densidad de la plantación y del uso de agroquímicos comerciales y reducción de sombra. Estos sistemas incluyen el policultivo comercial con una sola capa de sombra de diversas especies, sombra de una sola especie y monocultivo sin sombra. En Centroamérica, la tecnificación de la producción estuvo asociada con los esfuerzos de control de la roya en las décadas setenta y ochenta (Rice y McLean, 1999). No obstante, los análisis de este hongo en los últimos años sugieren que su incidencia se asocia más a la temperatura, la humedad, el viento y diversas prácticas del productor que al grado de sombra, la cual puede tener efectos multidireccionales. Por ello se recomiendan prácticas de control específicas según el sistema de producción y el clima locales (Jacques Avelino, abril 2013; Jha, 2014, citando Staver *et al.* 2001 y Rice y MacLean 1999).

La literatura sobre los beneficios y limitaciones de los sistemas de producción tecnificada con sol o menos sombra y los sistemas tradicionales con mayor sombra es abundante. En general, en los sistemas tradicionales el uso de agroquímicos es menor, ya que los productores utilizan insumos orgánicos y aprovechan las interacciones entre especies y prácticas agronómicas para enriquecer la fertilidad del suelo y limitar los efectos de las plagas. Esto puede implicar un menor uso de productos comerciales, lo cual reduce la presión sobre la rentabilidad por el lado del gasto, la contaminación de fuentes de agua, incluyendo emisiones de GEI, y el desarrollo de resistencia a las plagas. El sistema de policultivo puede generar mayor producción de materia orgánica, mejor

filtración de agua, retención de humedad y del suelo en tierras con pendiente y otros servicios ecosistémicos, como la regulación del clima local y las provisión de hábitat y corredores para especies silvestres, incluyendo polinizadores y controladores de plagas (Jha *et al.* 2014). Dependiendo de la altitud y otros factores, la sombra puede moderar los extremos de temperatura diaria, reduciendo la diurna y aumentando la nocturna (Rice, 1996, Barquero, 2013, Laderach, entrevista BBC Mundo, 30 junio 2011). Un estudio reciente de 116 fincas cafetaleras en Mesoamérica proporciona evidencia de un mayor efecto sumidero de carbono en los sistemas de policultivo con sombra en comparación con los de monocultivo sin sombra. La huella de carbono también es menor en los sistemas de policultivo del café pergamino (van Rikxoort, 2014).

Con respecto a la discusión sobre rendimientos, el criterio basado exclusivamente en la productividad del café tiende a privilegiar las variedades robustas o híbridas del sistema bajo sol o sombra limitada, seleccionadas por sus altos rendimientos y su período de crecimiento más breve para la producción de cerezos. No obstante, estas plantas tienden a tener menos años de vida productiva que las arábicas, de 12 a 15 años contra 25 a 30 años (Price, 1996). Jha *et al.* (2014) recogen diversos estudios con resultados variados sobre el impacto de la sombra en los rendimientos. No obstante, observan que los análisis que examinan un gradiente continuo de sombra han encontrado que el rango entre 35% y 50% de sombra da mayores rendimientos y que el rendimiento no es solamente producto del grado de sombra. Los autores llaman la atención sobre los resultados de Muschler (2001), quien sugiere que la sombra parece dar mayor beneficio al sabor del café producido en regiones subóptimas y con temperaturas altas, en las que mejora las condiciones ambientales locales. En sistemas de policultivo, la evaluación de rendimientos debe involucrar la sumatoria de los diversos productos y servicios proporcionados a los medios de vida del productor, y no solamente el café. La diversificación, especialmente la de pequeños productores, es reconocida como estrategia de reducción de riesgo por las diferencias en los productos por períodos de cosecha, la resiliencia a factores climáticos y enfermedades, los usos dentro de la familia y los ingresos (Price, 1969).

Jha *et al.* (2014) estiman que en las últimas dos décadas la mayoría de los países latinoamericanos han experimentado reducciones en la proporción de café cultivado en sistemas tradicionales con sombra diversificada, aunque a una tasa menor que en las dos décadas anteriores, incluyendo a Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Nicaragua. Los autores citan a Bosselmann (2102), quien reporta que regiones cafetaleras de Costa Rica experimentaron una reducción de 50% del café bajo sombra por la conversión a café bajo sol, pastos u otros cultivos. Méndez *et al.* (2010a) reportan que en 1996, aproximadamente 80% del café de El Salvador y Nicaragua fue producido bajo sombra, pero que encuestas recientes documentan reducciones en la diversidad de las especies de sombra, especialmente en las fincas de mayor tamaño, mientras que muchos pequeños productores mantienen mayores niveles de biodiversidad. En Honduras y Panamá, la expansión de la producción en las recientes décadas fue bajo sombra, con un efecto contrario. Jha *et al.* (2014) publican una estimación reciente del porcentaje de café cultivado con diferentes tecnologías y diferentes niveles de sombra, basados en una revisión de literatura y en entrevistas con expertos nacionales, utilizando la siguiente clasificación: sombra de manejo tradicional con diez o más especies y más de 40% de cobertura de sombra; sombra limitada y de baja diversidad con 1% a 40% de cobertura y usualmente una o dos especies; y cultivo intensificado bajo sol sin sombra (Véase mapa 1 y cuadro 4).

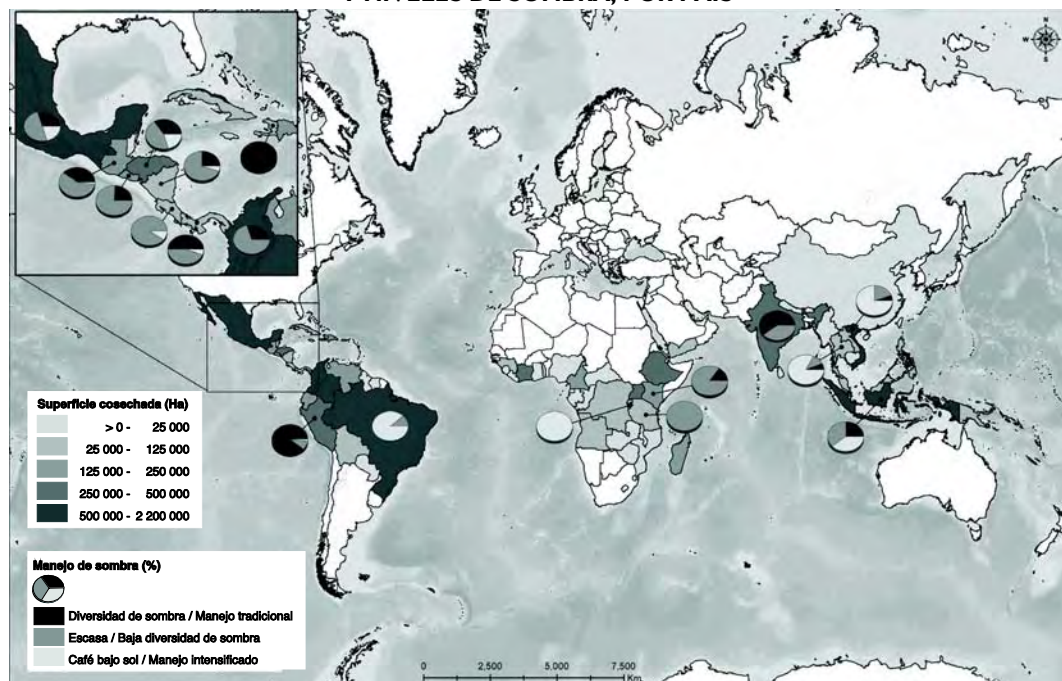
CUADRO 4
CENTROAMÉRICA: SUPERFICIE DE CULTIVO DE CAFÉ MANEJADA BAJO DIFERENTES TECNOLOGÍAS
Y NIVELES DE SOMBRA POR PAÍS, 2012
 (Porcentaje)

País	Total de superficie de cultivo de café (ha)	Sistemas tradicionales con sombra diversificada (%)	Sistema con sombra limitada y de baja diversidad (%)	Sistema en sol con manejo intensificado (%)
Costa Rica	98 681	0	91	9
El Salvador	152 340	24	75	1
Guatemala	248 597	40	58	2
Honduras	270 294	35	45	20
Nicaragua	1 13 680	25	70	5
Panamá	30 400	50	45	5

Fuente: Tomado de Jha y otros (2014).

Nota: En el caso de Panamá, según datos nacionales en el año agrícola 2012/13 había aproximadamente 20.830 hectáreas con árboles de café. FAOSTAT reporta 30.400 h, cifra utilizada en Jha y otros (2014). FAOSTAT observa que algunas cifras son de superficie cultivada y otros de superficie cosechada, sin indicar cuál es el caso de la cifra de Panamá.

MAPA I
MUNDO Y CENTROAMÉRICA: SUPERFICIE CULTIVADA DE CAFÉ CON DIFERENTES TECNOLOGÍAS
Y NIVELES DE SOMBRA, POR PAÍS



Fuente: Jha, et al. 2014.

En resumen, se aprecia que en Panamá aproximadamente 50% de su limitada producción está asociada a sistemas tradicionales con sombra diversificada, mientras que en Guatemala y Honduras, donde las superficies son mucho mayores, 40% y 35% de la producción está asociada a estos sistemas. En El Salvador y Nicaragua aproximadamente una cuarta parte de la superficie está bajo este sistema, mientras que en Costa Rica casi no se practica. El sistema con sombra limitada y de baja diversidad parece ser la de mayor uso en la región, abarcando desde 91% en el caso de Costa Rica hasta 45% en Honduras y Panamá. Finalmente, el cultivo bajo sol tiene un rango entre 20% de la superficie en Honduras hasta 1% en El Salvador.

FENOLOGÍA

En total existen tres variedades de café de explotación comercial a nivel mundial: arábica, robusta y libérica. La variedad arábica es la más popular, no sólo por la extensión del área sembrada y la cantidad producida sino, por su calidad y su adaptación a la altura, mientras que las variedades robusta y libérica crecen mejor a altitudes más bajas (Benacchio, 1982 citado en Ruiz y otros, 1999). El café arábica se produce en América Latina, centro y este de África, India e Indonesia. El café robusta se cultiva en el oeste y centro de África, sureste de Asia Occidental y Brasil. El café libérica se cultiva en Malasia y África occidental (según OIC). En las regiones ecuatoriales el café se produce a una altura de 1.300 msnm a 2.800 msnm, generalmente entre 1.500 msnm y 1.900 msnm, pero a 15° N o S se puede cultivar hasta en los 500 msnm. En las zonas subtropicales se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm (según Ecocrop).

En Centroamérica se produce café a diferentes altitudes, lo que permite hacer distintas clasificaciones. Las zonas altas se encuentran principalmente en el centro de Guatemala, Honduras y Costa Rica. En Costa Rica existen ocho regiones productoras distribuidas a diferentes alturas: desde los 600 msnm, donde el café es más ligero, y las zonas con altitudes superiores a 1.200 msnm, de origen volcánico, donde el café es más aromático (ICAFE). Las regiones son Brunca, Guanacaste, Orosi, Tarrazú, Tres Ríos, Turrialba, Valle Central y Valle Occidental. En Guatemala los tipos de producción asociados a la altura son prima lavado cultivada entre 609 y 914 msnm, pasando por extra prima lavado, semi duro, duro, duro fantasía, estrictamente duro cultivada arriba de 1.463 msnm y genuino Antigua cultivada entre 1.400 msnm y 1.706 msnm. El genuino Antigua es reconocido internacionalmente, y recibe una cotización separada de precio. En Honduras la principal clasificación es por tipos y por altura de cultivo: el *Strictly High Grown*, el cual se cultiva a alturas superiores a 1,200 msnm, el *High Grown*, producido a alturas entre 900 y 1,200 msnm y el *Central Standard*, que se cultiva a alturas entre 600 y 900 msnm. En Panamá las zonas de producción por excelencia son Boquete, Cerro Punta, Volcán y Río Sereno de la provincia de Chiriquí.

El cafeto es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida productiva alcanza hasta 20-25 años, dependiendo de la variedad y las condiciones y los sistemas de cultivo. En crecimiento libre, la planta comienza a producir frutos a un año de edad y alcanza su desarrollo y productividad máxima entre seis y ocho años. Luego empieza a deteriorarse paulatinamente y su productividad disminuye, dependiendo de la región, la densidad de siembra, la intensidad de la producción, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de plagas y enfermedades y el estrés ambiental, entre otros factores (Arcila, 2007).

El crecimiento del café arábica se ve afectado por las condiciones ambientales, especialmente por la variación fotoperiódica, la precipitación y la temperatura del aire, factores que influyen en la fenología del cultivo y, por lo tanto, en la productividad y la calidad del producto (Camargo, 1985, citado en Camargo, 2009). En general, el cafeto crece mejor a mayores altitudes, por lo que su cultivo es usual en las zonas montañosas, como en Colombia y Centroamérica. El rango de temperatura óptima para producción es entre 16 °C y 23 °C. Temperaturas medias inferiores a 16 °C y superiores a 23 °C no son apropiadas. El cafeto crece mejor en ambientes relativamente húmedos y fríos sin heladas ni frentes fríos (Barandas, 1994, citado en Ruiz y otros, 1999). Por encima de 23 °C, el desarrollo y la maduración de los frutos se aceleran, lo que disminuye la calidad. La exposición prolongada a temperaturas diarias de hasta 30 °C puede provocar no sólo un crecimiento deprimido, sino también anomalías como las hojas amarillentas (DaMatta y Ramalho, 2007; Camargo, 2009). Una temperatura relativamente alta durante la floración, sobre todo durante una estación seca prolongada, puede causar caída de flores. En las regiones con temperatura media anual inferior a

18 °C, el crecimiento es limitado y las heladas pueden limitar el éxito económico de la cosecha (Camargo, 2009 citado en Hagggar y Shepp, 2011).

La precipitación anual óptima es de 1.200 a 1.800 mm, siempre y cuando haya una buena distribución estacional. Se requiere un período seco bien definido y otro húmedo para el brote de flores. La floración es la etapa más crítica en cuanto a necesidades de agua (Alegre, 1959; Benacchio, 1982 citado en Ruiz y otros, 1999). El café arábica requiere dos a tres meses secos para la iniciación de yemas florales (EcoCrop) y lluvias abundantes durante y después de la cosecha no son deseables. La floración se facilita con uno a dos meses de lluvia menor a 50 mm. Cuando está expuesta a un exceso de precipitación, la planta tiende a desarrollar menos flores y frutos. Lo más favorable son la humedad media y los períodos de niebla y nubes bajas. La deficiencia hídrica también perjudica el desarrollo normal del fruto.

El café robusta (*Coffea canephora*) es nativo de las tierras bajas del río Congo en África, donde la temperatura media anual oscila entre 23 °C y 26 °C, con abundantes lluvias, superiores a 2.000 mm, distribuidas en un período de nueve a diez meses. Las altas temperaturas pueden ser perjudiciales, sobre todo si el aire es seco. El café robusta es menos adaptable que el arábica a temperaturas bajas: las hojas y frutos no resisten temperaturas inferiores a 6 °C o largos períodos de 15 °C (véase cuadro 5). Las temperaturas bajas provocan daños al tejido de las hojas y los troncos. Como la altitud está relacionada con la temperatura, el café robusta se puede cultivar entre el nivel del mar y 800 msnm. Esta variedad crece mejor en zonas con temperatura media anual entre 22 °C y 26 °C como en la República del Congo, Angola, Madagascar, Costa de Marfil, Vietnam, Indonesia y Uganda. En Brasil, las principales áreas que cultivan la variedad robusta son las de tierras bajas del Espirito Santo y Rondonia (Camargo, 2009 citado en Hagggar y Shepp, 2011).

CUADRO 5
CONDICIONES ÓPTIMAS Y ABSOLUTAS DE CRECIMIENTO PARA EL CAFÉ ARÁBICA Y ROBUSTA
(Grados centígrados, milímetros, índice de alcalinidad)

	Arábica				Robusta			
	Óptima		Absoluta		Óptima		Absoluta	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Temperatura	14	28	10	34	20	30	12	36
Precipitación	1 400	2 400	750	4 200	1 700	3 000	900	4 000
pH del suelo	5,5	7	4,3	8,4	5	6,3	4	8

Fuente: EcoCrop/FAO, 2011, tomado de Hagggar y Shepp, 2011

La formación de raíces, ramas, nudos y hojas de la planta de café arábica comprende tres etapas: germinación a trasplante (2 meses), almácigo (5-6 meses) y siembra definitiva a primera floración (11 meses). Éstas son etapas netamente vegetativas; de ahí en adelante, las fases de crecimiento y reproductivo transcurren simultáneamente (Arcila, 2007). El desarrollo reproductivo del cafeto comienza con la aparición de las primeras flores. El período de iniciación de esta fase puede estar influido por la duración del día (fotoperíodo), la época de siembra, la temperatura y la disponibilidad hídrica. Se considera como primera floración el momento en que por lo menos 50% de las plantas florecen. La fase reproductiva continúa luego con el desarrollo del fruto y la maduración (véase cuadro 6).

CUADRO 6
HONDURAS: FASES FENOLÓGICAS DEL CAFÉ ARÁBICA Y ESTACIONES DEL CLIMA

Pre-Flo				Llenado del grano							Maduración
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Seca				Lluviosa							Seca

Fuente: Altamirano 2012.

Nota: las plantaciones de café que se cultivan en Honduras son de Coffea Arábica > 750 msnm.

El desarrollo del fruto pasa por diferentes etapas:

- Etapa 1: Primeras siete semanas después de la floración (0-50 días). Es una etapa de crecimiento lento.
- Etapa 2: Semanas ocho a 17 después de la floración (50-120 días). El fruto crece en forma acelerada, adquiere su tamaño final y la semilla adquiere consistencia gelatinosa.
- Etapa 3: Semanas 18 a 25 después de la floración (120-180 días). La semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.
- Etapa 4: Semanas 26 a 32 después de la floración (180-224 días). El fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.
- Etapa 5: Después de la semana 32 (más de 224 días), el fruto se sobremadura y se torna de un color violeta oscuro y finalmente se seca. En esta etapa generalmente el fruto pierde peso (Arcila, 2007).

El crecimiento vegetativo ocurre a lo largo del año, pero su velocidad varía según los factores climáticos. El desarrollo foliar es altamente sensible a las deficiencias hídricas. Por ejemplo, después de períodos secos prolongados, las plantas pueden presentar envejecimiento prematuro y pérdida del follaje (Arcila, 2007). En el estudio de Briceño y Arias (1992) en Heredia, Costa Rica, se encontró que el ritmo de crecimiento está relacionado con las lluvias porque al inicio de éstas el crecimiento de los tejidos vegetativo y reproductivo se renueva, mientras que el crecimiento lento se asocia a la época seca. En Turrialba, Costa Rica, se observó un crecimiento mínimo de los brotes entre agosto y la primera quincena de enero, cuando las temperaturas son bajas y los días son cortos, seguido por un crecimiento rápido que comienza en enero y muestra picos en marzo y julio (Alvim y Kozlowski, 1977). En El Salvador, Reeves y Villanova (1948) encontraron que el mayor crecimiento ocurre durante la estación lluviosa, alcanzando un máximo entre mayo y la primera mitad de junio, para presentar posteriormente una rápida declinación, aun si la precipitación estaba en un máximo (Briceño y Arias, 1992).

En el caso de café robusta, el ciclo fisiológico ocurre en 24 meses, aproximadamente, en una sucesión de etapas vegetativas y reproductivas. En el estado Rondônia de Brasil, la fenología reportada es la siguiente: en la primera fase vegetativa (julio a enero), se forman ramas vegetativas con yemas axilares en los nodos que luego se convertirán en yemas reproductivas. Posteriormente, estos brotes maduran, entran en letargo y florecen por las lluvias abundantes o el riego. En las condiciones climáticas de Rondônia, la floración más abundante se produce de cinco a ocho días después de precipitaciones entre 5 mm y 15 mm, entre finales de julio y principios de agosto. En el segundo año fenológico o periodo de reproducción, comienza el pleno florecimiento, seguido por la formación de nuevos frutos, crecimiento y desarrollo y termina con la madurez fisiológica completa del grano de café (cereza) (Camargo e Camargo, 2001, citado en Marcolan y otros, 2009). Cuanto más pronunciado es el déficit de agua durante el período de descanso fisiológico, más concentrada y uniforme será la floración principal. Dependiendo de la precipitación y la temperatura media mensual, pueden ocurrir una segunda y una tercera floración entre agosto y octubre.

En resumen, las variaciones del clima pueden tener diversos efectos en el cultivo del café: alteración fisiológica de la planta, variación del comportamiento de plagas, enfermedades y poblaciones de micro-organismos benéficos y pérdida de la fertilidad del suelo, todo lo cual puede reducir de la capacidad productiva.

ENFERMEDADES

El cafetal puede desarrollar diversas enfermedades, cuya reproducción depende de las condiciones climáticas y del sistema de producción, incluyendo las medidas para facilitar la resiliencia de la planta. El cultivo al sol con sombra balanceada intensifica el ataque de la enfermedad *chasparria* (*Cercospora coffeicola*) (Mora, 2008) o *mancha de hierro u ocular*, provocada por un hongo que afecta las hojas y los frutos verdes y maduros del cafeto y llega a defoliar completamente la planta (d'Areny, 2004). El exceso de sombra aumenta la humedad relativa (niveles superiores a 85%), lo que favorece la aparición de enfermedades *fungosas* (Mora, 2008). Una de estas enfermedades es el *mal del talluelo*, cuyo agente es un habitante común del suelo; su síntoma principal es la formación de una lesión acuosa de color pardo o negro en la base del tallo que provoca el marchitamiento de la planta (CICAFE, 2011).

El *mal de hilachas* se produce en zonas muy húmedas y calientes cuando la ventilación y la luminosidad son escasas. El síntoma es la aparición de una película en forma de telaraña de color blanco, las hojas comienzan a secarse desde la base, para luego hacerlo por completo y desprenderse de las ramas. Los granos de café se secan y caen (Macías, 2012). La *antracnosis del café* es un hongo que ataca a las plantaciones con exceso de sombra y humedad así como mala ventilación. Esta enfermedad provoca la pérdida de hojas, ramas, follaje y, finalmente, la pérdida de la cosecha (d'Areny, 2004). Otra enfermedad relacionada con el exceso de humedad es *el ojo de gallo*, que se desarrolla bajo precipitaciones constantes y temperaturas altas. Sus síntomas son manchas circulares de color café grisáceo en hojas, tallos y frutos. Esta enfermedad provoca la caída de las hojas, lo que debilita las plantas y su efecto es una reducción de la cosecha actual como para la del siguiente año (CICAFE, 2011).

Los ambientes húmedos también favorecen la enfermedad *llaga macana*, principalmente en zonas altas y cafetales viejos bajo condiciones lluviosas y temperaturas cálidas o frías. Los síntomas son lesiones irregulares endurecidas de color pardo o negro en el tallo. Sus consecuencias son el marchitamiento y secamiento de la planta que culminan con su muerte. El hongo que produce esta enfermedad sobrevive en el suelo por mucho tiempo (CICAFE, 2011). Otra enfermedad es la *broca del café*, insecto de color negro que se alimenta y reproduce dentro de los granos de café. Sus consecuencias son la caída de los frutos, la caída de los rendimientos y el aumento de los costos (d'Areny, 2004). El *mal de hollín o mancha de humo* es producida por hongos transportados por hormigas, los cuales engendran una capa en la superficie de las ramas, frutos y hojas del cafeto, lo que impide la transpiración adecuada y produce la caída de hojas y frutos (d'Areny, 2004). El *requemo* es un hongo que ataca a los brotes tiernos y prospera en zonas mayores de 800 metros de altura. Al morir los brotes, el crecimiento de las plantas se reduce. La *Clorosis del follaje* se da en suelos pedregosos y arcillosos y en cafetales con poca o nula sombra y se atribuye a una fertilización inadecuada por la falta de nutrientes como Nitrógeno, Potasio, Hierro, Magnesio, Boro, entre otros (d'Areny, 2004).

La *roya del café* (*Hemileia vastatrix*) es un hongo que normalmente se reproduce bajo temperaturas cálidas y lluvias constantes o ambientes húmedos en alturas medias y bajas. Los síntomas son manchas amarillentas en la parte superior de la hoja, donde se reproducen las esporas. Cuando la enfermedad es muy fuerte ocasiona la caída de las hojas de la planta, la maduración irregular de la cosecha y la reducción de la producción. (CICAFE, 2011). La reducción de la producción de granos a menudo es mayor en el siguiente ciclo ya que las plantas que fueron menos afectadas hacen un mayor esfuerzo para reponer su follaje en vez de producir granos y las plantas más afectadas tendrán que ser podadas o reemplazadas (López, 2013). Los rangos de temperatura donde la roya del café germina van de 16 °C a 26 °C, con un rango óptimo entre 20 °C y 25 °C, dependiendo de la raza. Otras condiciones que facilitan la germinación son las condiciones de oscuridad, período de mojado mínimo de 6 horas, variaciones bruscas del ambiente, edad de la planta, fertilización deficiente y alta carga fructífera (MAGA, 2013).

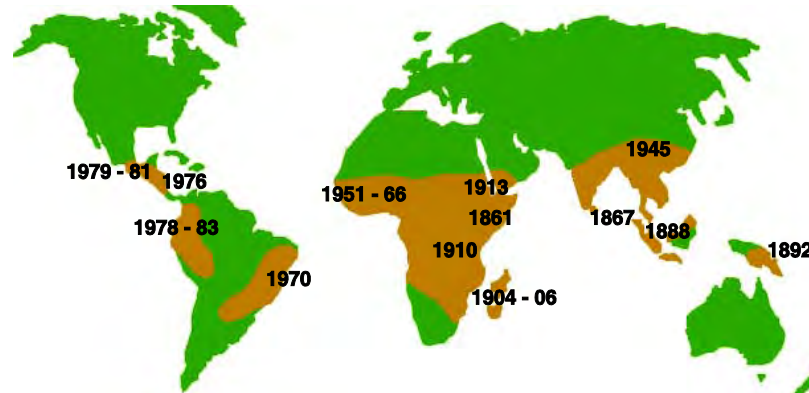
De acuerdo con McCook (2009), es probable que el hongo que causa la roya evolucionó con las plantas del género *Coffea* en África oriental. La primera epidemia apareció en la colonia Britania de Ceilán (hoy Sri Lanka) en 1869, difundiéndose por toda la isla en el siguiente año por las condiciones de humedad y temperaturas altas. En consecuencia, los agricultores abandonaron el cultivo y se dedicaron a cultivar té. Hasta ahora se desconoce cómo llegó el hongo a la isla desde África. Entre 1870 y 1970, la enfermedad se propagó a las zonas cafetaleras de Asia, África y el Pacífico con distintos impactos (véase mapa 2). Los fungicidas permitieron que algunas zonas de café arábigo sobrevivieran y otras lo hicieron gracias a su clima seco con bajas temperaturas. Como consecuencia de esta plaga, la industria del café en Asia, África y el Pacífico sufrió una fuerte caída que resultó en el predominio de América latina en la producción mundial del café arábigo en el siglo XX (McCook, 2003; Clarence-Smith, 2003).

En el continente Americano la roya fue detectada por primera vez en Bahía, Brasil, en 1970. La zona fue puesta en cuarentena pero la medida fracasó y, para 1975, la enfermedad se había difundido en todo el país. No obstante, con la aplicación de fungicidas de cobre y la renovación de cafetales, la actividad se mantuvo rentable (Monaco, 1977; McCook, 2009). En Centroamérica la roya apareció por primera vez en Carazo, Nicaragua. Este país aplicó una serie de medidas como fungicidas, renovación de cafetales y cuarentena de la zona infectada, por lo que entre 1977 y 1979 los niveles de infección se redujeron a niveles bajos. Pero en 1979 la situación bélica del país interrumpió los programas de control y los niveles de infección aumentaron drásticamente (McCook, 2009).

Entre 1979 y 1982, la roya se difundió a El Salvador, Honduras, Guatemala y Chiapas, posiblemente por la intensificación de la migración debido a las situaciones bélicas. En 1983 se descubrió el primer caso de esta enfermedad en la provincia de Alajuela, Costa Rica. Entre 1984 y 1989, los productores aprendieron a convivir con la roya por la introducción de variedades más resistentes y el uso de agroquímicos. Hasta antes de estas medidas, la enfermedad provocaba una reducción de 5% de la producción de café de Costa Rica. Esta disminución se vio más que compensada por el aumento de la producción de los siguientes años debido a que la roya se pudo controlar con fungicidas de cobre o de acción sistemática (McCook, 2009). De 1990 a principios de 1994, los productores enfrentaron la caída de los precios del café por el aumento de la oferta, ya que el mercado internacional tuvo condiciones de libre mercado. Debido a la reducción de sus ingresos, algunos productores dejaron de usar agroquímicos para abaratar costos de producción, sin tomar otras medidas de manejo de sus plantaciones, lo cual permitió el resurgimiento de la roya y una caída de los rendimientos en Costa Rica y otras partes de América (Samper, 1999; McCook, 2009).

Otra epidemia de roya tuvo lugar en Honduras y Nicaragua en 1995-1996. De acuerdo con Avelino y otros (1999), el siniestro pudo deberse a una combinación de factores como exceso de confianza, falta de conocimiento de los productores, descuido de las fincas por limitación económica, escasa renovación de plantas susceptibles con variedades más resistentes y cambio climático. Avelino había recomendado poner atención permanente al sector cafetalero para enfrentar la eventualidad de la plaga.

MAPA 2
MUNDO: PRESENCIA DE LA ROYA Y AÑOS DE APARICIÓN POR REGIONES



Fuente: *The American Phytopathological Society*.

En el año cafetalero 2012/13, Centroamérica, México y Colombia sufrieron otra plaga de roya que afectó significativamente la producción y los ingresos de los productores. La OIC calculó la incidencia de esta plaga por países: El Salvador, 74%, Guatemala, 70%, Costa Rica 64%, Nicaragua, 37% y Honduras, 25%. Según esta organización, el impacto en la producción 2013/14 será una reducción de 17% respecto a la cosecha previa. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador y el Consejo Salvadoreño del Café señalaron que de las 152,187 hectáreas sembradas de café, 74% fueron atacadas por el hongo. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto del Café de Costa Rica reportaron que de las 94,000 hectáreas de café sembradas, 64% se vieron afectadas (*El Mundo*, 2013).

El costo económico para la región se calculó en 500 millones de dólares, de los cuales 46% corresponde a Honduras, 20% a Guatemala, 15% a El Salvador, 12% a Nicaragua y 7% a Costa Rica, la República Dominicana y Jamaica conjuntamente (OIC, 2013a). Honduras fue el país más afectado en términos económicos y en volumen de producción, pero fue de los menos afectados en hectáreas sembradas. Las pérdidas afectaron a dos millones de centroamericanos que, según la OIC, se ganaban la vida con el café, incluyendo a jornaleros y productores. La organización informó que esta enfermedad provocará la pérdida de unos 374,000 empleos en Centroamérica, la República Dominicana y Jamaica por disminución de la demanda laboral para la cosecha (OIC, 2013a).

Esta epidemia y sus grandes repercusiones socioeconómicas ocasionaron que los Ministros de Agricultura de Centroamérica declararan al brote como emergencia nacional. De acuerdo con FEWS NET, RUTA y PROMECAFE (2014), las respuestas a nivel nacional a esta epidemia incluyen los siguientes programas:

Guatemala: programas para proveer fungicidas, capacitación y campañas de sensibilización para crear conciencia de la enfermedad y su impacto, investigación sobre las fluctuaciones climáticas e inversión en un sistema nacional de monitoreo y pronóstico para detectar la incidencia de roya.

El Salvador: programas para proveer fungicidas así como fertilizantes foliares, capacitación y asistencia técnica.

Honduras: programa nacional enfocado en capacitación, campañas de concientización, evaluaciones, validaciones de productos químicos para reducir la roya, asistencia técnica y distribución de variedades tolerantes a la roya entre los productores.

Nicaragua: programas de capacitación para expertos y productores en el combate a la roya, monitoreo fitosanitario nacional y local, campañas de concientización, elaboración de mapas de producción de café, ubicación de plantaciones y productores e identificación de las diferentes variedades de plantas.

En resumen, el brote pudo deberse a múltiples factores como: prácticas agrícolas inadecuadas, variabilidad climática y reducción de los servicios de investigación y extensión. Este último factor ha ocasionado una disminución de las capacidades técnicas. Debido al bajo precio del café, los productores no han invertido en el manejo de sombra, fertilización o mejoramiento del suelo, monitoreo o fumigación y no se han renovado plantaciones susceptibles a la roya (IICA-PROMECAFE, 2013).

RECUADRO 2 VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y LA ROYA EN COSTA RICA

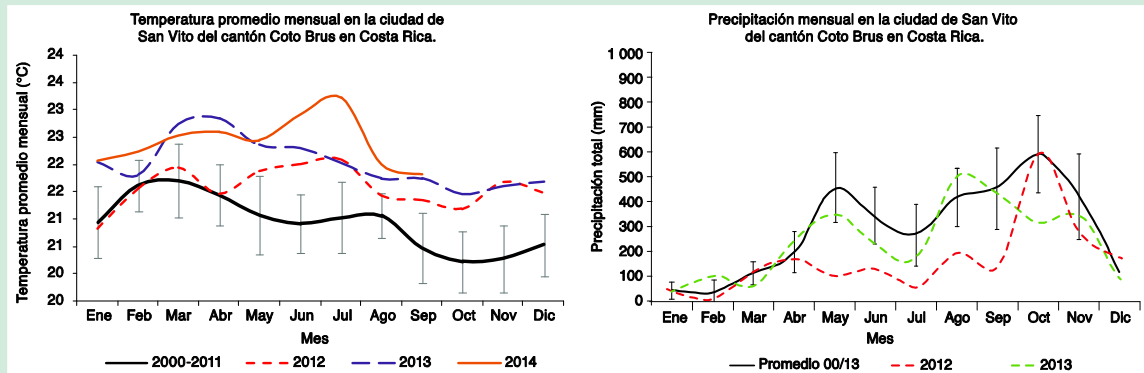
Los cambios en el comportamiento habitual de las enfermedades de los cultivos obedecen en muchas ocasiones a un conjunto de variables económicas, sociales y ambientales que influyen en la vulnerabilidad de las plantaciones o en la agresividad del patógeno. En el caso de la plaga de roya del cafeto aquí examinado, un cambio en el patrón del clima durante 2012 pudo haber causado cambios en la duración del ciclo de infección (por mayor temperatura) y en la percepción del caficultor (por la creencia de que la roya solo está asociada a altos niveles de lluvia) sobre la necesidad de prestar atención a los problemas causados por plagas y enfermedades en general. Datos coleccionados desde varios años en el cantón Coto Brus de la provincia de Puntarenas en Costa Rica, que utiliza sombra en sus cafetales, permiten ilustrar y analizar este cambio.

Los rangos de temperatura que favorecen la germinación de la roya del café van de 20 °C a 25 °C, con un óptimo alrededor de 22 °C. El análisis de los niveles mensuales promedio de temperatura y precipitación en el cantón de Coto Brus, detecta un cambio a partir de mayo de 2012. En el gráfico se observa que el promedio de temperatura del período 2000-2011 (línea negra) alcanzó un valor máximo de aproximadamente 21,7 °C en marzo y un mínimo de 20,4 °C en octubre. La temperatura mensual de 2012 (línea roja) fue mayor que la del período mencionado a partir de mayo, incluso mayor que los valores máximos, superando los 22 °C en julio (las líneas verticales representa el rango de cada mes en el promedio). Esta tendencia continuó en 2013 (línea morada), llegando a casi 23 °C en marzo y abril. En 2014 (línea naranja) las temperaturas medias mensuales continúan siendo superiores al promedio del período 2000-2012, en julio la temperatura media registró más de 23°C.

(continúa)

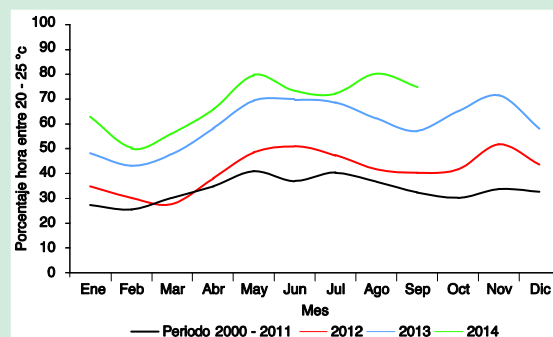
(continuación Recuadro 2)

En el gráfico de precipitación mensual se observa que el promedio para el período 2000-2013 (línea negra) hubo dos períodos de lluvia, uno con un máximo de 450 mm en mayo y otro de 600 mm en octubre. En cambio, la precipitación de 2012 (línea roja) presentó niveles menores entre enero y septiembre, alrededor de los 100 mm por debajo de los valores mínimos del promedio de 2000-2013 (las líneas verticales representa el rango de cada mes en el promedio). Solamente en octubre alcanzó los 600 mm, cercano al promedio histórico. En 2013 la precipitación mensual (línea verde) fue superior a la del 2012, pero aún por debajo del promedio del período 2000-2013 entre los meses de mayo y julio.



Además de las altas temperaturas y los menores niveles de lluvia, se registró un aumento de la proporción de horas de temperatura favorable a la ocurrencia de la infección de roya, como se observa en el siguiente gráfico. A partir de mayo de 2012 (línea roja), se registró aproximadamente un 20% más de prevalencia del rango de temperatura favorable respecto al promedio del período de 2000-2011 (línea negra). En 2013 (línea azul), la proporción de horas favorables para la infección de la roya es mayor que la de 2012. Y en 2014 (línea verde) esta proporción es superior a la de los años anteriores, entre mayo y septiembre el porcentaje de horas favorables superó 70%.

Proporción mensual de horas de temperatura favorable para la infección de la roya en la ciudad de San Vito del cantón Coto Brus en Costa Rica

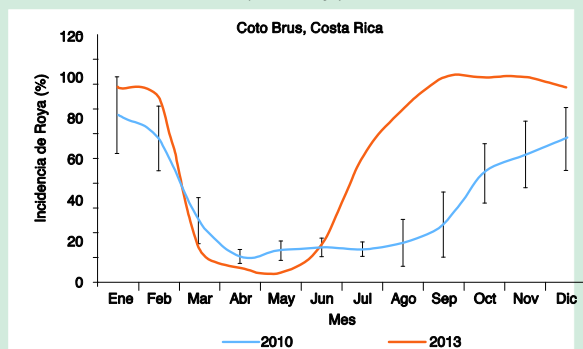


Es probable que estos tres cambios del clima hayan propiciado un progreso más rápido y anticipado del brote, el cual habría completado su ciclo biológico en menor tiempo. Adicionalmente, estas condiciones favorecieron la permanencia de una lámina de agua condensada sobre las hojas, por la mayor humedad relativa con temperaturas más elevadas. Debido al adelanto de la enfermedad, la aplicación de fungicidas pudo haber sido tardía.

(continúa)

(continuación Recuadro 2)

Incidencia de la roya en la ciudad de San Vito del cantón Coto Brus en Costa Rica
(Porcentaje)



Por su experiencia, el caficultor asociaba la roya a períodos de mayor precipitación, de modo que no consideraba que menos lluvia pudiera favorecer su desarrollo de las enfermedades. No tenía referencias a la relación entre roya y temperatura y/o se suponía una relación estable. Además, por la caída de los precios internacionales del café durante la cosecha 2011-2012, los caficultores tuvieron menos ingresos para invertir en mantenimiento y descuidaron la atención fitosanitaria de sus plantaciones. Lo acontecido demuestra lo sensible que puede ser la alteración de un factor climático no reconocido anteriormente, combinado con otros factores económicos y de condiciones y prácticas productivas (variedades sensibles, edad de los cafetos, poco mantenimiento como la poda y poca recuperación del contenido orgánico del suelo), factores todos que resultaron en una mayor vulnerabilidad de los cafetos. Otro punto que se investiga es la modificación de las razas de roya y su capacidad infectiva.

Fuente: Barquero, 2013a y 2013b.

POLITICAS NACIONALES Y REGIONAL

Belice: El Ministerio de Recursos Naturales y Agricultura (Ministry of Natural Resources and Agriculture (MRNA)), es el responsable de la acciones tanto por el sector agropecuario como por recursos naturales. En su momento, el Ministerio de Agricultura y Pesca de Belice (Ministry of Agriculture and Fisheries, MAF) estableció la Política Nacional de Alimentación y Agricultura 2002-2020 (MAF y Government of Belize, 2003), cuyos objetivos estratégicos son los siguientes:

- Acelerar la diversificación de la agricultura local y la orientada a las exportaciones.
- Promover la agroindustria y el valor agregado para aumentar las oportunidades y el ingreso rural.
- Apoyar el establecimiento y desarrollo de la industria agrícola orgánica.
- Promover la expansión comercial y de los mercados locales e internacionales.
- Incrementar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de los agronegocios.
- Conservar y mejorar la base de recursos naturales y productivos para conseguir productividad y viabilidad sostenibles a largo plazo.
- Ampliar el acceso a los recursos productivos y los servicios y crear oportunidades para pequeños productores, mujeres productoras, productores jóvenes y pueblos indígenas, particularmente en áreas pobres y marginales.
- Fortalecer las capacidades institucionales para dar apoyo efectivo a la comercialización, investigación, extensión, educación y capacitación del sector.

El Ministerio de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (MNRE) creó el Comité Nacional de Cambio Climático (BNCCC) para asesorar al gobierno en la implementación de políticas y estrategias para asegurar el desarrollo económico en condiciones de cambio climático. El Comité desarrolló el borrador titulado *Government of Belize Policy on Adaptation to Global Climate Change* (MNRE, 2008). El borrador propone aprovechar las oportunidades que surgen del proceso de negociaciones sobre cambio climático para alcanzar los objetivos de desarrollo de la nación; preparar a los sectores del país para enfrentar el desafío del cambio climático global; promover incentivos económicos que fomenten la inversión pública y privada en medidas de adaptación; definir la posición de Belice en las negociaciones regionales e internacionales de cambio climático y desarrollar el marco institucional para planificar y responder al cambio climático global. Así, los sectores de agricultura, energía, educación, ambiente, transportes, información, turismo, vivienda, zonas costeras, salud, recursos hídricos, pesca y bosques deberán integrar el factor cambio climático a sus políticas públicas.

Actualmente, el país desarrolla su Política y Plan de Acción Nacional de Cambio climático en un proceso consultivo. La legislación ambiental de Belice también incluye el plan estratégico y de acción para biodiversidad, regulaciones de pesca, acta de la autoridad de gestión de la zona costera y acta de forestería. El sector de agricultura desarrolló un plan de reducción de riesgo para la agricultura y la pesca con FAO y PNUMA, cuyas metodologías pueden ser útiles para desarrollar acciones piloto en el sector cafetalero.

Costa Rica: La comercialización del café es realizada por el sector privado bajo supervisión y control del Estado a través del Instituto del Café (ICAFE), en cuya junta directiva están representados los productores, beneficiadores (procesadores primarios), torrefactores (procesadores de producto terminado) y exportadores. Entre los programas de apoyo administrados por ICAFE para los productores y beneficiadores de café figuran el Programa Nacional de Renovación Cafetalera con financiamiento para renovar hasta un 30% del área del cafetal, con la posibilidad de un porcentaje mayor en casos justificados por ICAFE, y el Crédito para Poda del Cafetal, disponible para productores afectados por la roya para realizar la poda total o parcial de su cafetal, pudiendo cubrir hasta 100% del costo.

ICAFE, en representación de los beneficiadores, impulsó un plan voluntario para reducir la contaminación. En este programa, los empresarios del sector se comprometen a seguir procesos de transformación tendientes a disminuir la contaminación de aguas provocada por la actividad cafetalera. Para su implementación, se firmó un Convenio en 1992 con la participación de ICAFE, Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y Servicio Nacional de Electricidad (SNE), al que luego se incorporaron el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el proyecto CAPRE-GTZ (CEPAL, 2002b).

La Federación Nacional de Cooperativas Cafetaleras (FENAC CAFÉ R.L) está conformada por las cooperativas COOPEAGRI R.L., COOPRONARANJO R.L., COOPEPALMARES R.L., COOPEATENAS R.L., COOPEALAJUELA R.L. y COOPROSANVITO, R.L., que en conjunto representan a cinco mil productores (as) de café.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) (MINAET, 2009) es una iniciativa gubernamental que busca responder a la problemática mundial del cambio climático con una fuerte participación de los diferentes actores y sectores. La ENCC es la base de la meta de Costa Rica de

lograr la carbono neutralidad para 2021, año del bicentenario de la independencia del país. Para lograrlo, la estrategia prevé los siguientes ejes de trabajo en el marco nacional e internacional:

- Mitigación de gases de efecto invernadero.
- Adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad de los principales sectores y regiones del país, incluyendo una Estrategia para la biodiversidad,
- Sistema de métricas precisas, confiables y medibles (*MRV*, por sus siglas en inglés),
- Desarrollo de capacidades y transferencia de tecnología.
- Financiamiento,
- Sensibilización pública, creación de cultura y cambio de hábitos de consumo.

El Plan de Acción de la ENCC es gestionado por la Dirección de Cambio Climático (DCC) y se enfoca en sectores clave: recursos hídricos, energía, transporte, residuos sólidos, vivienda, carbono azul y agricultura. Otras acciones incluyen realizar análisis de vulnerabilidad al cambio climático en recursos hídricos y establecer el Fondo Nacional de Adaptación (FUNDECOOPERACIÓN).

En 2010 el Ministerio de Agricultura y Ganadería estableció un pilar de cambio climático y gestión de riesgo e inició la preparación de varias NAMAs. Para el período 2014-2018, el Ministerio de Agricultura y Ganadería ha establecido la política para el sector Agropecuario y el Desarrollo de los Territorios Rurales 2015-2018. Ésta tiene cinco pilares de política pública: apoyo a los pequeños productores con servicios y reversión del abandono del sector; seguridad y soberanía alimentarias y valorización de la dieta tradicional más saludable; fomento del sector agroexportador, alentando la acción de buen ciudadano con responsabilidad social y ambiental; mejorar las oportunidades para la juventud rural con innovación y desarrollo de actividades económicas con mayor valor agregado; desarrollo de respuestas de adaptación y mitigación del cambio climático con paisajes sostenibles, inclusivos, resilientes al cambio climático y de uso sostenible de los recursos naturales. La agenda incluye acciones como realizar el Inventario Nacional de GEI en el sector, investigación sobre balance de carbono, promoción de sistemas productivos y prácticas de bajas emisiones: orgánica, sostenible, convencional, manejo de residuos, desarrollo de sistemas silvopastoriles y agroforestales, implementación de Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA, por sus siglas en inglés) agrícolas y promoción de mercados de carbono domésticos.

Con el objetivo de contribuir a la mitigación de los gases de efecto invernadero en el sector agrícola, Costa Rica está implementando una NAMA para el sector cafetalero. Es el primero agropecuario y cafetalero en entrar al proceso de registro internacional. Las medidas propuestas incluyen la reducción y uso más eficiente de fertilizantes nitrogenados, uso y tratamiento eficiente del agua y la energía en el procesamiento del café y el programa de fomento de sistemas agroforestales (SAF) para la captura y retención de carbono y reducir los requerimientos de fertilizantes sintéticos. El propósito de este NAMA es cubrir 93.000 hectáreas de café a partir de 2013 por un período de diez años, con la participación de MAG, MINAE, ICAFE y Fundecooperación, con el acompañamiento técnico de CATIE, UNA, IICA, GIZ y CEPAL. En 2013, un grupo de expertos de dichas instituciones, con apoyo del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), exploró opciones de cobeneficios en adaptación en el diseño de este NAMA, de lo que resultaron las siguientes propuestas:

- Sensibilizar a los productores sobre la mayor variabilidad climática y el cambio climático y trabajar con ellos a nivel local para aprender de sus conocimientos, detectar la relación cambiante entre producción y clima y tomar medidas de adaptación.
- Aprovechar la renovación de los cafetales como medida contra la roya para sembrar variedades más resistentes al clima previsto en las próximas décadas.
- Realizar mayores análisis sobre los retos climáticos y de mercado del nicho del café de calidad certificada, que parece ser el camino para aumentar el ingreso y las oportunidades de los productores.
- Analizar y discutir más profundamente el efecto neto de la sombra en la agroecología del café en el contexto de mitigación y adaptación.
- Continuar el análisis de las tendencias climáticas y su relación con la producción agropecuaria a nivel local con los productores y con los técnicos y científicos. La información resultante debe darse a conocer mediante alertas tempranas y pronósticos relacionados con el sector, incluyendo los escenarios nacionales y locales de cambio climático para las próximas décadas.
- Gestión integral del agua y mejora de la eficiencia de su uso y reciclaje con tratamiento apropiado. Esta es una medida con grandes cobeneficios en mitigación, adaptación y productividad.
- Alertar que el cambio climático puede implicar años y zonas de mayor lluvia, no solo disminución de la precipitación y que ambos fenómenos pueden ocurrir en una misma zona.
- Renovar los conocimientos técnicos de los servicios de extensión sobre la dinámica de su interacción con los productores.
- Al diseñar el sistema MRV del NAMA Café, se recomienda incluir criterios para las líneas base de emisiones que consideren los impactos potenciales del cambio climático en la producción agrícola y en los ecosistemas asociados.
- Los esfuerzos para aumentar la capacidad de medición de la huella de carbono y la huella hídrica son clave para el propósito de alcanzar el estatus Carbono neutral y ampliar las oportunidades de aceptación en mercados especializados y para NAMAs.
- Los estudios de fijación de carbono en árboles, plantas de café, otros cultivos y especialmente en el suelo con diferentes prácticas son esenciales para completar la visión del efecto neto del sector.
- Otros sectores clave son: el ganadero, que abarca aproximadamente 1.2 millones de hectáreas (con 458.000 en bosques y 78.000 en uso silvopastoril), y el cañero, donde hay una discusión sobre opciones a la quema en la zafra.
- El sector agropecuario y el cafetalero en particular enfrentan un reto de transición generacional, de productividad y valor agregado aun sin cambio climático.
- Se recomienda una mayor explicitación de la agenda de investigación científica y aplicada requerida. El país cuenta con una buena oferta de expertise, pero se requiere mayor desarrollo y formación de profesionales jóvenes.
- Esta agenda requiere análisis técnicos para una mayor discusión de las opciones de incentivos económicos y de políticas públicas, lo cual implica una coordinación entre MAG, MINAE y Hacienda (CEPAL, 2013a).

El Salvador: La máxima instancia de la caficultura es el Consejo Salvadoreño del Café (CSC), organismo estatal autónomo con participación del sector privado. El CSC funciona como foro de discusión entre el sector público y el privado, realiza la comercialización de la marca país “Café de El Salvador”, establece los requisitos para los exportadores y administra el Fondo de Emergencia para el Café, esfuerzo conjunto con la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (Procafé) para

reactivar la caficultura, renovar el parque cafetalero y mejorar sus condiciones de competitividad (López de Carballo, 2012). A través de un sistema de clasificación del café, el CSC ha logrado posicionar el café salvadoreño en los mejores mercados gourmets del mundo. En 2010 se consiguió la denominación de origen del café de la sierra Apaneca-Ilamatepec, cuyas gestiones fueron realizadas por Procafé (López de Carballo, 2012).

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) fue aprobada en 2013 después de un proceso de elaboración coordinado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), conjuntamente con otras tres estrategias clave que abarcan recursos hídricos, saneamiento y biodiversidad (MARN, 2013). La ENCC creó también la base para la construcción del Plan Nacional de Cambio Climático, como lo exige la reforma de la Ley del Medio Ambiente vigente desde noviembre de 2012. La propuesta descansa en tres ejes: 1) Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños recurrentes por el cambio climático, incluyendo un programa de inversiones críticas para reducir pérdidas y daños en el corto plazo, opciones y mecanismos de retención y transferencia de riesgos, preparación nacional para participar en la negociación de un mecanismo internacional de pérdidas y daños por el cambio climático; 2) Adaptación al cambio climático, incluyendo estrategias sectoriales, con énfasis en agricultura, recursos hídricos, infraestructura y salud, restauración de ecosistemas críticos y paisajes rurales, ordenamiento urbano y costero; 3) Cobeneficios de dichos esfuerzos en la mitigación del cambio climático, con programa de prioridades nacionales de mitigación, desarrollo urbano y trayectorias de crecimiento económico bajas en carbono.

Dos programas relacionados con la respuesta al cambio climático que podrían beneficiar el sector cafetalero son el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP), con un enfoque que abarca tanto el paisaje rural productivo como los ecosistemas y el primer programa de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación forestal y aumento de las reservas forestales de carbono (*REDD+*, por sus siglas en inglés), que tiene un enfoque de mitigación basado en la adaptación. Igualmente, el sector agropecuario creó su propia Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal y Acuícola con un período de implementación de diez años (MAG, 2012).

Guatemala: La política del sector está a cargo del Consejo de Política Cafetalera, conformado por los ministros de Agricultura, Economía, Hacienda y Crédito Público y Relaciones Exteriores, el Presidente de la Junta Monetaria y el Presidente de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). Este último organismo fue creado en 1969 por el Decreto 19-69 (Ley del Café) como entidad de derecho público, no lucrativa, constituida por los caficultores de Guatemala, con personalidad jurídica, patrimonio propio, fondos propios y plena capacidad para contraer obligaciones, adquirir y disponer de sus bienes y operar servicios técnicos de investigación, experimentación, demostración, asistencia y divulgación en la diversas ramas de la industria cafetalera.

El decreto No. 31-2001 del Congreso de la República (1 de agosto, 2001), constituyó el “Fideicomiso Apoyo Financiero para los Productores del Sector Cafetalero Guatemalteco”, administrado por el Banco de Desarrollo Rural, S. A. (BANRURAL) con fines crediticios para el financiamiento de programas de diversificación de cultivos, agroindustrialización, comercialización y reestructuración de deuda para reactivar, diversificar y modernizar la caficultura nacional. Funciona a través de dos programas: 1) Programa de Apoyo Financiero para los Micro y Pequeños Productores (con apoyos de hasta 8,000 dólares); 2) Programa de Apoyo Financiero para los Medianos (apoyos hasta 125,000 dólares) y Grandes Productores (apoyos hasta 500,000 dólares).

Recientemente, mediante Acuerdo Ministerial No. 11-2013, emitido por el MAGA, se declaró estado de emergencia fitosanitaria por el incremento significativo de la roya del café y se aprobó un apoyo por 43 millones de quetzales para su combate (DEPN, 2013). Mediante este decreto se integró una comisión que definió los lineamientos de operación para atender la emergencia fitosanitaria en coordinación con ANACAFE. También, mediante el decreto No. 12-2013 del Congreso de la República se amplía el plazo contractual del fideicomiso denominado Fideicomiso Apoyo Financiero para los Productores del Sector Cafetalero Guatemalteco por diez años más; por tanto, su plazo vencerá el 23 de octubre de 2026. Además, se incorporaron modificaciones para incluir la figura de asistencia no reembolsable a efecto de brindar insumos para fortalecer la caficultura y los procesos productivos agrícolas y reestructurar deudas. Para los créditos que se encuentren al día, este decreto establece diferentes tasas de interés (2% anual para micro y pequeños productores y 3% anual para medianos y grandes). Para los demorados establece una tasa máxima de 8,5% anual.

Guatemala cuenta con una Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) formulada por el Ministerio de Ambiente y Recursos (MARN) con la participación de instituciones de gobierno, sector privado, ONG y academia. La PNCC fue aprobada por el Presidente de la República en Consejo de Ministros; todos los ministros firmaron el Acuerdo Gubernativo 329-2009. Esta política fue creada con el propósito de contribuir al cumplimiento de los objetivos del Milenio, reducir la pobreza, disminuir la vulnerabilidad del país al cambio climático, reforzar la capacidad de adaptación y aprovechar los recursos naturales renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En septiembre de 2013, el Congreso de la República de Guatemala, a través del Decreto 7-2013, promulgó la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efecto del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (mejor conocida como Ley de Cambio Climático). El fin de la Ley de Cambio Climático (artículo 2) es que todos los habitantes del país adopten prácticas que reduzcan la vulnerabilidad al cambio climático, mejoren las capacidades de adaptación y desarrollen propuestas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta ley crea el Consejo Nacional de Cambio Climático (artículo 8) formado por 15 miembros provenientes del Sector Gobierno (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, entre otros), Organizaciones Indígenas, Organizaciones Campesinas, Sector Privado (Cámara del Agro, CACIF y Cámara de Industria), Gobierno Locales (representante de las Municipalidades), Organizaciones No Gubernamentales y Academia (Universidad Nacional y representante de universidades privadas). El artículo 15 establece mandatos institucionales para que las entidades públicas correspondientes establezcan planes estratégicos para reducir la vulnerabilidad y aumentar la adaptación al cambio climático, con énfasis en los ecosistemas naturales.

El Gobierno de Guatemala, a través del MARN, creó el Programa Guatemala Huella Cero en julio de 2014 para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La iniciativa pretende agrupar y ordenar los diferentes esfuerzos del país para mejorar la competitividad y el desarrollo a largo plazo. Se espera asimismo posicionar “negocios verdes” donde participen el sector privado e instituciones de gobierno relacionadas con energías renovables, recursos forestales, estrategias sostenibles de leña y apoyo al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Estos esfuerzos se suman a otras iniciativas como el Proyecto REDD+ y arreglos institucionales como el Grupo de Coordinación Interinstitucional formado por el MARN, MAGA, INAB y CONAP para el manejo de los recursos forestales y el cambio de uso de la tierra.

Honduras: En 1970 se creó el Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ) como empresa gubernamental. En 2000, IHCAFÉ fue privatizado y convertido en organismo sin fines de lucro que ejecuta la política cafetalera nacional (Decreto No. 213-2000). Este instituto es el responsable de ejecutar las políticas y medidas de políticas aprobadas por el Consejo Nacional del Café para promocionar y comercializar el café hondureño a nivel internacional. Además, proporciona servicios de asistencia y capacitación, inteligencia de mercados, desarrollo empresarial, análisis de calidad, suelo, foliar y aguas, investigación y desarrollo y gestión de fondos externos.

El IHCAFÉ cuenta con una Junta Directiva conformada por los Secretarios de Agricultura y Ganadería y de Industria y Comercio, cuatro representantes de la Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFE), dos de la Asociación Nacional de Caficultores (ANACAFEH), uno de las Cooperativas Cafetaleras afiliadas a la Unión de Cooperativas de Servicios Agropecuarios (UNIOCOOP), uno de las Cooperativas Cafetaleras de Honduras, uno de la Asociación de Exportadores de Café de Honduras (ADECACHEH) y uno de la Asociación de Tostadores de Café de Honduras (TOSCAFEH), el Gerente General y el Secretario, nombrados por la Junta Directiva. El IHCAFÉ promovió la denominación de origen Café Marcala, obtenida en 2005, el sello de Indicación Geográfica de Cafés del Occidente Hondureño (HWC), el cual es la primera Indicación Geográfica Protegida (IGP) y Marca Colectiva (MC) reconocida y registrada por el Instituto Hondureño de la Propiedad (IP).

El gobierno de Honduras designó a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) como ente responsable ante el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como Punto Focal Político. Es así que se crea el Programa Nacional de Cambio Climático como Punto Focal Técnico Nacional en el tema, iniciando sus funciones en 1997. La SERNA creó formalmente su Dirección Nacional de Cambio Climático en 2010 para coordinar acciones orientadas a formular y ejecutar las políticas nacionales para la mitigación de los gases efecto invernadero, así como la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, y promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos con el CMNUCC y el Protocolo de Kioto. El país elaboró su Estrategia Nacional de Cambio Climático de Honduras (ENCC) en 2010 con el apoyo de su Comité Nacional. La ENCC se orienta a la adecuación del marco actual de políticas públicas para enfrentar apropiadamente los retos del cambio climático; incluye 17 objetivos estratégicos, de los cuales 15 son pertinentes para la adaptación y 2 para la mitigación.

La Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) creó la Unidad de Riesgos bajo la responsabilidad de la Secretaría Técnica del Comité de Seguro Agrícola (CSA). Es una oficina especializada en la integración y análisis de la información relacionada con los riesgos agropecuarios, el diseño de modelos con pruebas piloto y herramientas estadísticas para la determinación de las mejores estrategias para la reducción del riesgo del sector.

Nicaragua: En 2001 entró en vigencia la Ley No. 368 (Ley de Café) con la finalidad de “promover y defender el interés nacional en relación con el fomento, cultivo, beneficio, industrialización y comercio del café, así como conciliar los intereses de todos los agentes que participan en la actividad cafetalera.” Para implementar esta ley se creó el Consejo Nacional del Café (CONACAFÉ), el cual inició operaciones en 2005 y está integrado por el Ministro de Fomento, Industria y Comercio, ocho representantes de los productores de cada departamento cafetalero, uno de los beneficiadores y uno de los exportadores. El CONACAFÉ es un foro oficial de discusión entre los sectores público y privado donde se formulan las políticas, planes y programas del sector cafetalero nicaragüense. Entre las medidas para mejorar la calidad del café, implementa un Sistema de Gestión de la Calidad,

el cual es ejecutado a través del ente subsidiario denominado Organismo Nacional de Certificación de la Calidad del Café (ONCC).

El país cuenta con la Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático y Plan de Acción 2010-2015, coordinado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), cuyos objetivos de política ambiental son: Educación Ambiental para la Vida; Defensa y Protección Ambiental de los Recursos Naturales; Conservación, Recuperación, Captación y Cosecha de Agua; Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático; Manejo Sostenible de la Tierra (MARENA, 2010a).

Entre los programas y proyectos de preparación de territorios para el cambio climático se incluye una política energética que prioriza fuentes de energía renovable dirigido a cambiar la matriz energética del país. Con respecto al sector agropecuario y el café, se deben mencionar los proyectos relacionados con la estrategia de adaptación al sector caficultor en Matagalpa y Jinotega, y la Estrategia Nacional de Deforestación y Degradación Evitada Forestal (ENDE), en el marco de trabajo de REDD+, y el Programa Reducción de Riesgos y Vulnerabilidad ante inundaciones y sequías en la cuenca del Río Estero Real (Cuenca 60), aprobado por el Fondo de Adaptación de la CMNUCC (MARENA, 2010b).

Panamá: La política del sector cafetalero está a cargo del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), que cuenta con su Unidad Ambiental, creada en 1998, y una red de expertos ambientales que actúan como asesores del Ministro. En 2012 este ministerio, junto con las organizaciones de productores y cooperativas, comenzaron a elaborar el Plan Nacional de Café, el cual pretende incluir aspectos como la validación de nuevas variedades de café de alto rendimiento y resistentes a las plagas; el establecimiento de la Casa del Cafetalero como centro de capacitación y un programa de control fitosanitario. Ese mismo año comenzó el Programa de Mejoramiento de Semilla de Café junto con el MIDA, PROMECAFÉ y el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD, por sus siglas en francés).

En 2013 entró en vigor el Plan Nacional para la Recuperación Fitosanitaria de las Plantaciones de Café como respuesta a las plagas que afectaron al sector cafetalero durante 2012, particularmente la roya. En agosto de 2014, el (MIDA) inició la ejecución del programa de renovación de cafetales con la entrega de plántones de café caturra y catuai a pequeños productores del distrito Renacimiento. El objetivo principal de este programa es recuperar parte de las plantaciones perdidas por efectos de plagas como la roya, el ojo de gallo y la broca, así como incentivar a los caficultores a aplicar tecnologías que ayuden al control fitosanitario e incrementen los rendimientos.

La Asociación de Cafés Especiales de Panamá (SCAP por sus siglas en inglés) está conformada por 30 empresas productoras de cafés especiales que unen esfuerzos para promover sus productos a nivel internacional. Actualmente cultivan las siguientes variedades: Geish, Típica, San Ramón, Bourbon, Caturra y Catuai.

El tema del cambio climático es coordinado por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) mediante la Unidad de Cambio Climático y Desertificación (UCCD), creada en 2005. La Política Nacional de Cambio Climático, establecida en 2007, se propone gestionar adecuadamente el tema de Cambio Climático y sus posibles efectos sobre la población y el territorio, de conformidad con las disposiciones de la CMNUCC, el Protocolo de Kioto, la Constitución Política de la República de

Panamá y la Ley General de Ambiente. En 2009 se oficializa el Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá (CONACCP).

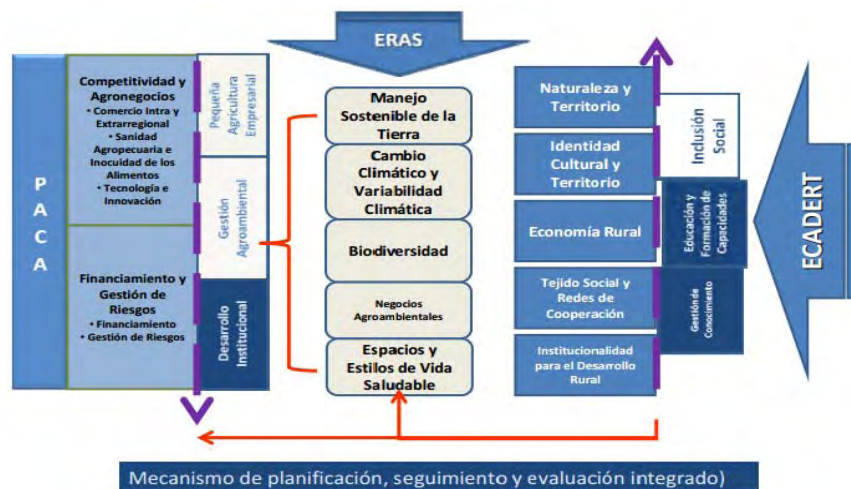
La iniciativa REDD+ Panamá, que se desarrolla en el marco del Programa Nacional de Cambio Climático encabezado por la ANAM, persigue los siguientes objetivos: impulsar y fortalecer las capacidades nacionales para el manejo forestal sostenible y conservar y restaurar los bosques naturales en beneficio de las comunidades rurales. En octubre de 2009 la Junta Normativa del Programa ONU-REDD aprobó la cantidad de 5.3 millones de dólares para la preparación del Programa Nacional de Panamá.

Política regional:

El Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) diseñó la “Política Agrícola Centroamericana” (PACA) 2008-2017 con participación de los sectores público, privado y social de los siete países. Su objetivo es “promover una agricultura centroamericana sostenible, moderna, competitiva, equitativa, articulada regionalmente, concebida como sector ampliado, con capacidad de adaptarse a nuevos roles y oportunidades, así como de fomentar la complementariedad entre actores públicos y privados”. Sus ejes son la competitividad y los agro-negocios, cuyas áreas prioritarias son el comercio intrarregional y extrarregional, sanidad agropecuaria, inocuidad de alimentos, tecnología e innovación, financiamiento rural y gestión de riesgos. Asimismo, se definieron tres ejes transversales: pequeña agricultura empresarial, gestión ambiental y desarrollo institucional.

Esta política se articula con otros instrumentos regionales como la Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural y Territorial (ECADERT) y la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica (ERAS) (véase diagrama 1). La ECADERT fue resultado de consultas y talleres nacionales, regionales y locales rurales organizados por el CAC. Su estrategia tiene cinco ejes: institucionalidad para el desarrollo rural territorial; tejido social y redes de cooperación territoriales; economía rural de los territorios; identidad cultural del territorio; naturaleza y territorios. Cuenta con tres ejes transversales: equidad e inclusión social en los territorios rurales; educación y formación de capacidades; y gestión del conocimiento.

DIAGRAMA I
CENTROAMÉRICA: MARCO DE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS REGIONALES DEL SECTOR AGROPECUARIO



La Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica (ERAS) es una iniciativa intrasectorial consensuada y encabezada por el CAC, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y la República Dominicana (COMISCA) del SICA. Se sustenta en cinco ejes: manejo sostenible de tierras; cambio climático y variabilidad climática; biodiversidad; negocios agroambientales; espacios y estilos de vida saludable.

Uno de los instrumentos regionales más recientes es la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y la República Dominicana 2012-2025, cuya formulación fue liderada por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) y las Secretarías del CAC, del Consejo de la Integración Social Centroamericana (CIS) y del Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA). Su objetivo es “contribuir a que toda la población de los Estados que conforman la Secretaría de Integración Social Centroamericana SICA disponga, acceda, consuma y utilice los alimentos de manera permanente y oportuna, en suficiente cantidad, variedad, calidad e inocuidad para satisfacer sus necesidades y preferencias; propiciando la coordinación y diálogo que impulse y promueva la articulación de los sectores y actores relevantes de los ámbitos regional, nacional y local.”(SELA, 2012).

En su reunión de junio de 2012 los Ministros de Agricultura aprobaron la constitución del Grupo Técnico de Cambio Climático Gestión Integral del Riesgo (GTCCGIR), cuya agenda incluye las respuestas a la amenaza de eventos extremos y cambio climático al sector agropecuario, incluyendo el programa de trabajo en el cual se ha elaborado este estudio.

La CCAD, foro regional de las Autoridades de Ambiente, tiene por objetivo “contribuir al desarrollo sostenible de la región centroamericana, fortaleciendo el régimen de cooperación e integración para la gestión ambiental”, apoyado en el Plan Ambiental de la Región Centroamericana (PARCA) 2010-2014, que incluye la gestión de la calidad ambiental, el cambio climático y la gestión del riesgo. Otra política regional relevante coordinada por este Consejo es la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), aprobado en 2010 y resultado de consultas nacionales y regionales. Su objetivo es “contribuir a prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación, a fin de reducir la vulnerabilidad humana, social, ecológica y económica, crear las capacidades para incidir y contribuir a la reducción de las amenazas climáticas y además contribuir voluntariamente a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero según lo permitan las circunstancias nacionales.”

Comprende seis áreas de objetivos estratégicos y operacionales: vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad y cambio climático, gestión del riesgo, mitigación, fortalecimiento de capacidades, educación, concienciación, comunicación y participación ciudadana, transferencia de tecnologías y negociaciones y gestión internacional (CCAD-SICA, 2010). Incluye un componente de agricultura y seguridad alimentaria con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la agricultura a la variabilidad y cambios del clima e incorporar la adaptación a las políticas regionales. Entre las medidas para alcanzar este objetivo se encuentran: fortalecimiento de la investigación sobre las relaciones entre clima y agricultura, un compendio de metodologías para evaluar la vulnerabilidad actual y futura de la agricultura y la seguridad alimentaria al cambio climático, organización de cursos anuales de capacitación al personal técnico-científico de centros de investigación agropecuaria, promoción de marcos legislativos e institucionales para el desarrollo y fortalecimiento de los seguros agrícolas y de la oferta de información climática para el mercado de seguros, incluyendo el financiamiento de las aseguradoras para mejorar tales servicios (CCAD-SICA, 2010).

El Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFÉ) es una red de investigación y cooperación formada por los órganos rectores del café de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, la República Dominicana y Jamaica. También participan el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Su objetivo es “Desarrollar una caficultura competitiva y sostenible, en aspectos relacionados con el desarrollo de los agronegocios, la calidad del café, la innovación tecnológica y la equidad en la distribución de los ingresos, contribuyendo a la reducción de la pobreza rural, la conservación de los recursos naturales y a la calidad ambiental en los países miembros del Programa.”

Entre 2000 y 2010, PROMECAFE ha desarrollado proyectos de la investigación, capacitación y control de la plaga de la broca; estudios y desarrollo de estrategias de combate a las principales enfermedades de origen fungoso; protección contra nematodos en plantaciones; la Red Centroamericana de Ensayos Agro-Forestales para diversificación de la producción de fincas cafetaleras; mejoramiento genético del café; rehabilitación del sector cafetalero de Honduras y Nicaragua después del Huracán Mitch de 1998 y Programa Regional de Calidad del Café para crear denominaciones de origen.

El Programa Regional de Calidad del Café promueve la formación de redes de trabajo, el intercambio de conocimiento y experiencias en materia de protección de la calidad del café por su origen en Centroamérica y el Caribe. A través de esta iniciativa se han propuesto y encabezado cambios legales importantes en Denominación de Origen (DO) e Indicaciones Geográficas (IG) en los países de la región, a fin de que las leyes de propiedad intelectual tengan la información necesaria y claramente definida para que cualquier sector interesado pueda asistir a la oficinas de los Institutos de Propiedad Industrial o solicitar información y registrar sus productos como DO e IG (PROMECAFE).

Después de la plaga de roya que afectó a los cafetales de la región en el ciclo 2012-2013, los Ministros de Agricultura convocaron a la formulación de un programa de acción para el control y la erradicación de esta enfermedad. El “Plan de Acción con Medidas Inmediatas 2013” fue elaborado por la Secretaría Ejecutiva del Consejo Agropecuario Centroamericano (SECAC) con de diversas organizaciones y programas. Tuvo por objetivo contribuir al combate integrado de la roya del café y a la recuperación de la capacidad productiva de los cafetales, con acciones inmediatas que aportaran soluciones a los productores y permitiera la sostenibilidad económica, social y ambiental de la caficultura regional. Constó de cuatro componentes: manejo integrado de la roya, mejoramiento genético, atención a la población vulnerable productora de café, desarrollo de capacidades institucionales para el combate a la roya y recuperación de la capacidad productiva.⁹ Incluyó este análisis de los impactos potenciales del cambio climático en los rendimientos del café a escala subnacional, actividad ya programada con el GTCCGIR de CAC.

⁹ Las instituciones participantes fueron: Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa mundial de Alimentos (PMA), Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCA), Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Las medidas adoptadas incluyen una evaluación expedita del material genético disponible y de la capacidad de la región para producir semillas certificadas tolerantes a la roya; la declaración conjunta formal, publicada en febrero de 2013 por los Ministerios de Agricultura de Centroamérica, donde acuerdan trabajar juntos para implementar un programa regional frente a la roya del café; y el Primer Cumbre Internacional del Roya del Café, patrocinada por Investigación Mundial del Café (*World Coffee Research*) y PROMECAFE donde se identificaron las intervenciones de emergencia a corto plazo y decidieron establecer una Oficina Coordinadora de Respuesta a Emergencias de Roya en PROMECAFE; estrategias a mediano y largo plazo que determinen la producción de material resistente para siembra y renovación de plantaciones; establecimiento de un control de plagas y enfermedades del café y del sistema de alerta temprana; desarrollo de variedades resistentes a la roya del café; aumento de la inversión regional y creación de capacidades para investigación de café, entre otros.

En 2013, las acciones realizadas incluyeron campañas fitosanitarias en los países apoyados por OIRSA junto con los institutos cafetaleros nacionales y los Ministerios de Agricultura. Por su parte, IICA y PROMECAFE difundieron información radiofónica sobre el manejo de la enfermedad. El Proyecto CATIE-CIRAD-PROMECAFE-NORUEGA realizó talleres nacionales de actualización de estadísticas del impacto de la roya, presentación de los planes e intercambio y ajustes de las acciones con representantes de las instituciones encargadas de ejecutar los planes nacionales, así como organizaciones de productores, investigadores nacionales y organismos cooperantes, entre otros (IICA-PROMECAFE, 2013).

En noviembre de 2013, PROMECAFE presentó ante el CAC los avances del plan 2013. En 2014 los Ministros hicieron un llamado a intensificar acciones y solicitaron a los organismos regionales e internacionales fortalecer sus acciones. En febrero de 2014, la SECAC presentó ante el Consejo avances del plan 2013 y coordinó la preparación del Plan de Acción 2014-2015, con proyección de corto, mediano y largo plazo. En el mediano plazo se propone el establecimiento de un Sistema Regional de Alerta Temprana (SRAT) que emita alertas de roya y otras plagas y enfermedades. Se plasmó la necesidad de conocer las variables climáticas determinantes de la roya, lo cual requiere analizar datos climáticos históricos en la región, disponer de proyecciones de cambio climático y contar con series históricas de variables climáticas de estaciones hidrometeorológicas.

RECUADRO 3 FORO DEL CLIMA DE AMÉRICA CENTRAL

El Foro del Clima de América Central (FCAC) es un grupo de trabajo coordinado por el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) del SICA, en el que participan expertos en meteorología, climatología e hidrología de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos, universidades y empresas privadas. Su objetivo es la emisión, la actualización y la verificación de pronósticos climáticos trimestrales y sus aplicaciones para la gestión de riesgos en agricultura, pesca, recursos hídricos y seguridad alimentaria en Centroamérica.

Su publicación *Perspectiva del Clima de América Central* presenta estimaciones regionales y nacionales del posible comportamiento de la lluvia y la temperatura, preparadas con herramientas estadísticas, métodos comparativos y análisis de resultados de modelos globales y regionales sobre la temperatura de la superficie del mar, los patrones de viento, la presión atmosférica y la precipitación para complementar los pronósticos nacionales. No contempla eventos extremos de corta duración ni microclimas debido a lo amplio de la escala.

(continúa)

(continuación Recuadro 3)



Debido a la perspectiva regional del clima de agosto–octubre 2014 de déficit de precipitación se pronosticó un ligero incremento de la temperatura media del aire, acompañados de reducción de la humedad, lo que podría favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades en los cultivos. Se incluyeron recomendaciones particulares para café, las cuales se resumen a continuación:

Realizar muestreos en cafetales de bajura en julio, en cafetales de mediana altitud en septiembre y en cafetales de altura en octubre.

- El control químico es eficaz cuando la enfermedad afecta al 10%-15% de la plantación. Si la incidencia supera 15%, no se recomienda usar fungicidas de tipo protector.
- Fertilizar de acuerdo al análisis de suelo, oportunamente y con dosis y equipo adecuados.
- Precisar el impacto de la roya sobre ingresos, empleo de mano de obra y migraciones, así como de las variaciones de su patrón derivadas del clima.
- Hacer raleos o arreglos en julio-agosto para reducir condiciones favorables a la enfermedad.
- Identificar en cada país las zonas donde el desarrollo de enfermedades se anticipa.
- Fortalecer las investigaciones sobre la relación entre clima y café, incluyendo plagas y enfermedades, con atención a parámetros climáticos.
- Promover una mayor vinculación entre los institutos nacionales del café y los servicios nacionales de meteorología, incluyendo reuniones nacionales para precisar oferta y demanda de información climática para esta actividad.

Política comercial: El comercio internacional de café, incluyendo a los países centroamericanos, es regulado por los convenios internacionales de la Organización Internacional del Café (OIC), el último de los cuales fue firmado en 2007. Conforme a éste, el café verde sin descafeinar ingresa libre de aranceles a los países consumidores. No es el caso del café descafeinado, que paga entre 7% y 10% de arancel. El café tostado, descafeinado y sin descafeinar, tiene aranceles de 9% y 7,5%, respectivamente. Para los derivados (solubles, esencias, concentrados, licores, cremas y bebidas

preparadas), los aranceles llegan hasta 15%. Los países centroamericanos aplican los mismos porcentajes a sus importaciones de café (Garza, 2011).

El Acuerdo de Asociación entre la Unión Europea y los países centroamericanos (AACUE), entró en vigor el 1 de agosto de 2013 en Nicaragua, Honduras y Panamá. La vigencia provisional de Costa Rica y El Salvador inició dos meses después, el 1 de octubre, por diferencias del contenido; en Guatemala entró en vigor el 1 de diciembre de 2013. Este acuerdo es uno de los pocos entre dos regiones completas. En las negociaciones, los países centroamericanos han llegado a establecer aranceles y otras barreras comerciales comunes. Por consiguiente, aparte de la consolidación de las relaciones con Europa, el Acuerdo significa una promoción de la integración del conjunto centroamericano, que se espera siga avanzando en sentido comercial y político también (MINEC y RREE, 2013). Entre las ventajas de la Unión Europea otorgadas a Centroamérica está el acceso inmediato (a la entrada en vigor del acuerdo) del café sin tostar, tostado y descafeinado, el té negro y el té verde libre de aranceles.

El Tratado de Libre Comercio Centroamérica-Estados Unidos-República Dominicana (DR-CAFTA) también contiene estipulaciones para el café. El DR-CAFTA fue firmado el 5 de agosto de 2004 y entró en vigor sucesivamente: en El Salvador el 1 marzo 2006, en Honduras y Nicaragua el 1 abril 2006, en Guatemala el 1 julio 2006, en la República Dominicana el 1 marzo 2007 y en Costa Rica el 1 enero 2009. El objetivo de este acuerdo es crear una Zona de Libre Comercio entre las partes y estimular, expandir y diversificar el comercio de bienes y servicios, eliminando sus obstáculos; promover y proteger las inversiones, entre otros. Con relación al café, se acordó una Regla de Origen rígida que sólo protege al café producido en los países miembros. Por ejemplo, el comercio de café soluble sólo estará protegido si contiene café producido por alguno de los países miembros del tratado. (MINEC, 2004).

En el Tratado de Libre Comercio entre México y Centroamérica, el cual entró en vigor en septiembre de 2013, prácticamente quedaron excluidos todos los tipos de café de tratamiento arancelario preferencial, por lo que se sujetarán al arancel Nación Más Favorecida (NMF), es decir, el arancel normal no discriminatorio aplicado a las importaciones.

3. CAFÉ Y CAMBIO CLIMÁTICO

La productividad de los cultivos depende de las características geográficas del lugar de producción, tipo de suelo, clima, altitud, ecosistemas, disponibilidad de agua, insumos y tecnología, así como de las características socioeconómicas de los productores. El rendimiento de los cultivos es especialmente sensible a la variabilidad de la temperatura y precipitación anual e intraanual (mes por mes), incluyendo eventos extremos como golpes de calor, heladas, sequías, lluvias intensas, tormentas y huracanes.

En el presente capítulo se estima la relación entre los rendimientos del café y la temperatura y precipitación mensuales, según los registros disponibles de la década de 2000. El análisis se realizó a nivel de departamentos en El Salvador, Guatemala y Nicaragua, regiones en Honduras, provincias en Costa Rica y Panamá y distritos en Belice. Posteriormente se estimaron los efectos potenciales del cambio climático en los rendimientos de café, utilizando dos escenarios de emisiones y resultados climáticos futuros, denominados B2 y A2¹⁰, propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)¹¹. Para el ejercicio se usó el método de estimación de modelos de funciones de producción.

METODOLOGÍA

El enfoque de modelos de funciones de producción se basa en establecer una relación entre el nivel de producción o rendimiento y los factores que lo determinan, principalmente insumos, precios, tecnología y ambiente (Segerson y Dixon, 1998). Fleischer, Lichtman y Mendelsohn (2007) sostienen que la función de producción (Q) depende de variables endógenas y exógenas y de la capacidad productiva de los agricultores. Las variables endógenas (x) incluyen trabajo, capital, fertilizantes y otros insumos. Las exógenas (z) comprenden variables climáticas, geográficas y condiciones de suelo, entre otras. Las características de los agricultores (m) incluyen variables de capital humano. La relación entre estas variables se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q_t = f(m_t, z_t, x_t) \quad (1)$$

¹⁰ El escenario A2 supone un mundo muy heterogéneo, autosuficiente y orientado a la conservación en las entidades locales y un desarrollo económico orientado a las regiones. El crecimiento económico por habitante y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas. El escenario B2 supone un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, con un nivel de desarrollo económico intermedio y cambio tecnológico (IPCC, 2000).

¹¹ El Panel Intergubernamental de Cambio Climático fue creado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1988. Su función es analizar de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación. Participan aproximadamente 2.500 científicos y representantes de aproximadamente 100 gobiernos. (http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.htm#1). Los principales gases de efecto invernadero GEI son dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y ozono, además de vapor de agua. Otros GEI son los halocarbonos, el hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos y los perfluorocarbono (IPCC, 2001a, 2001b y 2001c).

Donde Q_t representa la producción o el rendimiento por hectárea de un producto agropecuario determinado, y el subíndice t indica el tiempo. Mediante una función de producción que incluya las variables temperatura y precipitación, es posible simular el efecto de éstas en la producción.

En el análisis de funciones de producción, la relación entre los rendimientos y las variables climáticas tiene forma cuadrática, es decir, que el efecto de la temperatura y la precipitación sobre la producción no es lineal. Por ejemplo, partiendo de una situación inicial de bajas temperaturas, la producción aumentaría con el aumento de la temperatura, hasta llegar al rango óptimo para el desarrollo de la planta, después de lo cual la producción decrecería. Una relación similar ocurre con la lluvia.

Los efectos de las variables climáticas en los rendimientos agrícolas se obtienen mediante la ecuación estimada de la relación histórica entre dichas variables y los rendimientos. Como segundo paso, se introduce los escenarios climáticos en la función establecida con la información histórica. Esto permite estimar los rendimientos agrícolas ante las futuras tendencias del clima. El análisis no predice la producción total de los cultivos porque no se cuenta con el pronóstico de superficie cultivada, el cual depende del cambio de uso de suelo bajo los escenarios climáticos y de cambios tecnológicos.

Es importante observar que estas estimaciones buscan identificar los impactos de cambios en temperatura y precipitación atribuibles al cambio climático y por lo tanto mantienen las otras variables con sus valores históricos; así se deben de interpretar como escenarios posibles si no se tomen medidas de adaptación. Así, sirve para alertar sobre la vulnerabilidad y exposición del sector y sobre la necesidad de emprender acciones de adaptación. Es importante tomar en cuenta esta orientación del análisis para no sobreestimar los daños previstos (Mendelsohn y otros, 1994)¹². Al mismo tiempo, el análisis no estima el efecto acumulativo futuro de prácticas agrícolas que minan la sostenibilidad, como la degradación del suelo y su erosión, que podrían contribuir a reducir los rendimientos futuros aun sin cambio climático. Finalmente, por tratarse de escenarios futuros que integran diversas “capas” de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

BASE DE DATOS

Las variables utilizadas en este análisis abarcan información climática, agropecuaria, geográfica, económica y sociodemográfica disponible a nivel de departamento. Como ya se mencionó, la palabra “departamento” se usa para designar genéricamente las divisiones administrativas territoriales en el primer nivel subnacional cuando se refiere al conjunto de la región, e incluye las provincias de Costa Rica y Panamá, los distritos de Belice y las regiones agrícolas de Honduras. Ha sido posible generar estimaciones específicas para las comarcas de Kuna Yala y Ngöbe-Bugle de Panamá. Para la comarca de Emberá-Wounaan se recomienda utilizar los resultados del Darién.

Se utilizaron modelos de panel, cuyos datos permiten hacer observaciones individuales, en este caso de los 83 departamentos donde se registró producción del café en el período histórico

¹² Este sesgo es llamado también “**dumb farmer scenario**” para indicar que omite una serie de adaptaciones que los agricultores hacen habitualmente en respuesta a variaciones climáticas.

considerado. Este tipo de datos ofrecen ventajas de especificación sobre los datos de sección cruzada, pues proveen más información, incrementan los grados de libertad¹³ y reducen la colinealidad¹⁴ entre las variables explicativas, por lo que mejoran la eficiencia de las estimaciones econométricas (Hsiao, 2003). También permiten estimar efectos a través del tiempo, a diferencia de los datos de sección cruzada. El modelo aquí utilizado es de efectos aleatorios, que permite suponer que cada departamento tiene un intercepto específico, de modo que su individualidad se controla en el análisis.

Un paso importante del análisis fue homogenizar la información de las variables de la década 2000 a la misma escala geográfica por departamentos. A continuación se describen las bases de datos utilizadas y los ajustes realizados para homologarlas.

Las variables dependientes son los rendimientos por hectárea de café por departamento entre 2001 y 2009. Los datos fueron proporcionados por los Ministerios de Agricultura de Centroamérica y el Consejo Salvadoreño del Café. La disponibilidad temporal de datos de rendimientos dio la pauta para la colección del resto de los datos. Se incluyeron los de los precios internacionales del café en dólares por libra, tomados de la base de datos de la OIC. Las variables de localización geográfica son latitud y longitud medidas en grados y altitud en metros sobre el nivel del mar¹⁵. Estas variables fueron tomadas de varias fuentes electrónicas, incluyendo las páginas web de los institutos de estadística y geografía.

Para el cultivo del café arábica de altura se prefiere una altura de 1.200-1.700 msnm o mayor, mientras que el café robusta y el café libérica prefieren altitudes más bajas (Benacchio, 1982 citado en Ruiz y otros, 1999). En la región se produce café de tipo arábica y Guatemala produce también robusta. En el mapa 3 se representan las zonas más altas de la región, arriba de 1.000 msnm, con tres grados de color café. Estas zonas son identificadas en los estudios de aptitud de zonas de café del CIAT en el proyecto CUP, donde señala las mejores aptitudes de las zonas sur y occidente de Guatemala así como su límite con Honduras, la zona occidental de El Salvador y la región fronteriza entre Honduras y Nicaragua (Nueva Segovia y Jinotega), además del valle central de Costa Rica. También se representan las estadísticas de producción y rendimientos registrados (véanse mapas 9 y 10).

Como variable de capital humano se incluyó la tasa de alfabetización de 2001 a 2009, información proveniente de las instituciones de estadística y de los informes nacionales de desarrollo humano. Diversos estudios de Brasil, Israel, Japón, Kenia, Corea, Grecia, Colombia, Tailandia y Nepal demuestran que la educación es decisiva para incrementar la productividad (Ramírez, 2011). Chou y Lau (1987) argumentan que un año adicional de estudio se traduce en un aumento de 2,5% de la producción agrícola, utilizando una muestra de hogares rurales en Tailandia. La misma relación positiva entre educación y productividad agrícola se ha encontrado en Guatemala (Philips y Márble, 1986) y en Pakistán (Azhar, 1991). Esta relación es explicada de la siguiente manera por Mellor y B. Johnston (1984): la inversión en capital humano facilita la adopción de nuevas tecnologías como riego, mecanización y nuevos insumos y prácticas. La tasa de alfabetización de adultos del período de estudio presentó grandes diferencias, entre 93,7% en Costa Rica, mientras que en Guatemala es de 69,2%. Como *proxi* de la demanda se utilizó información sobre la población por departamento.

¹³ Los grados de libertad son la diferencia entre el número de datos y el número de variables que explican el modelo. Para una estimación estable es preferible tener gran cantidad de datos de los coeficientes a estimar.

¹⁴ La colinealidad es la correlación entre variables explicativas del modelo.

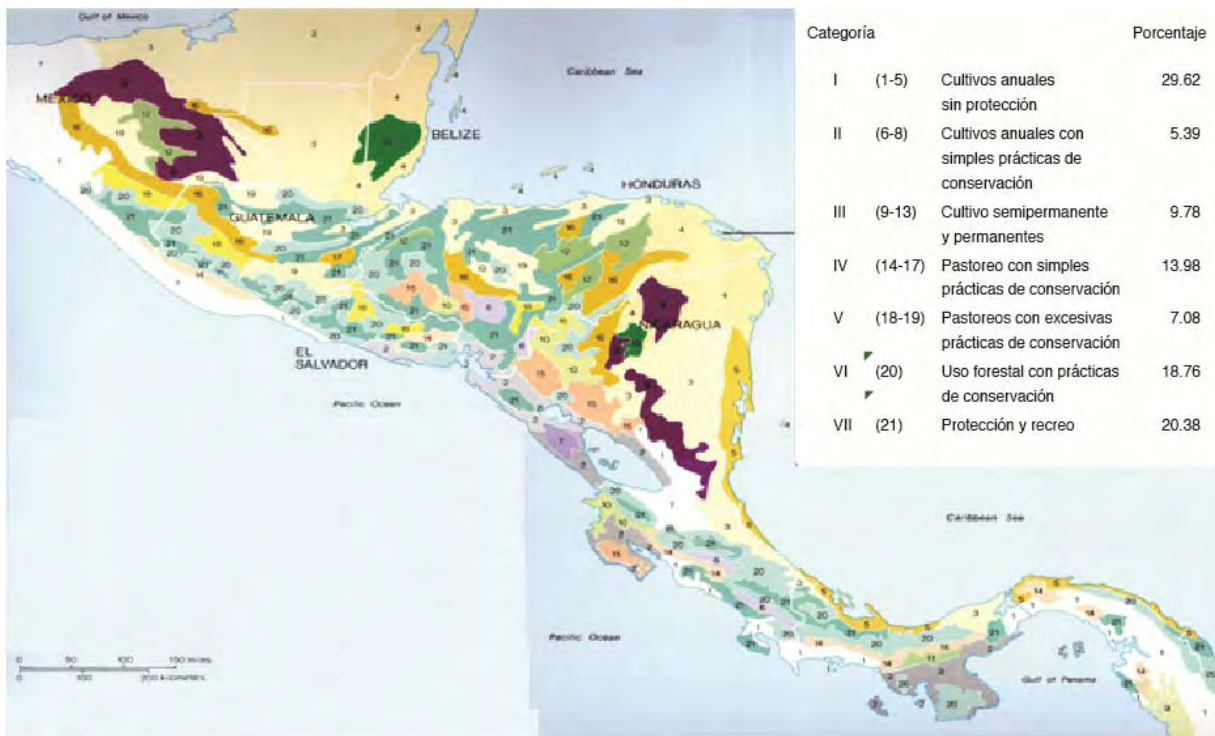
¹⁵ Para la latitud y longitud se tomó la cabecera municipal del departamento; la altitud es el promedio de los municipios de cada departamento.

**MAPA 3
CENTROAMÉRICA: ELEVACIÓN SOBRE EL NIVEL DEL MAR**



Fuente: Hall y Pérez Brignoli, 2003

**MAPA 4
CENTROAMÉRICA: CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA**



Fuente: Hall y Pérez Brignoli, 2003

La información de tipos de suelo proviene del análisis de Hall (Hall y Pérez Brignoli, 2003), recomendado por expertos del CATIE por considerar el mejor uso de la tierra por sus características naturales y derivar de ellas el ordenamiento óptimo para su uso sostenido (Vargas 1992)¹⁶. Esta clasificación de uso potencial de la tierra consta de siete categorías (véase el mapa 4). La categoría I comprende los suelos de altos rendimientos cuyas condiciones agroecológicas son favorables para la siembra y labranza. En la categoría II se agrupan los suelos con algunas limitaciones, incluyendo los de tipo edáfico, los propensos a inundación, los excesivamente drenados o los sujetos a largas temporadas lluviosas. La categoría III incluye suelos que requieren medidas de conservación como canales de drenaje, terrazas y siembras en contorno. La categoría IV comprende suelos no aptos para cultivo, sino para pastos con un manejo muy cuidadoso (pasto sembrado, manejado, sin sobrepastoreo y a veces sólo para corte). Los suelos de la categoría V son aptos para pastoreo de bajo rendimiento y requieren intensas prácticas de conservación, por lo que demandan grandes inversiones. Estos terrenos presentan limitaciones edáficas e incluyen suelos muy arcillosos, con topografía de gran pendiente y expuestos a erosión severa. La categoría VI comprende suelos de uso forestal que pueden ser dedicados a la producción intensiva y permanente de madera con prácticas de conservación de la tierra. El uso irracional de estos suelos origina consecuencias irreversibles en la biomasa. La categoría VII comprende suelos que no reúnen las condiciones mínimas para cultivo, pastoreo o actividad forestal; son tierras de gran pendiente, fuerte precipitación, neblina y viento; deben ser declaradas como espacios protegidos para mantener y proteger la vida silvestre, las cuencas hidrográficas, la producción de agua y la biodiversidad (Vargas, 1992). Bajo esta clasificación, la categoría III (color verde) comprende los suelos con características favorables para la siembra de cultivos semipermanentes y permanentes.

Con esta clasificación se construyeron siete variables¹⁷, una por cada categoría, para diferenciar el uso potencial del suelo de cada departamento. Algunos departamentos incluyen varias categorías de suelo. De acuerdo con Vargas (1992), entre mayor sea el número de la categoría, mayores son las limitaciones en el uso de la tierra. La mayor superficie de la región, alrededor de 29%, corresponde a la categoría I, la de mayor rendimiento. Le sigue la categoría VII, protección y recreo, con 20%. La categoría VI, uso forestal con prácticas de conservación, representa alrededor de 19%. La categoría IV, pastoreo con prácticas de conservación, representa 14%. Las categorías III (cultivos permanentes y semipermanentes), V (pastoreo con prácticas de conservación intensivas) y II (cultivos anuales con prácticas de conservación elementales) representan 10%, 7% y 5%, respectivamente (véase el mapa 3).

Además de estas series de datos fue necesario contar con una base de datos climáticos con la misma temporalidad. Lo óptimo hubiera sido contar con mapas de isotermas e isoyetas basadas en las series generadas por las estaciones meteorológicas de la región y así generar información georeferenciada a escala departamental. No obstante, su existencia es extremadamente limitada y no automatizada. Debido a esta limitación se siguió la recomendación del Centro de Ciencia de la Atmósfera de la UNAM, en la iniciativa ECC CA, de usar las bases de datos climáticos de WorldClim y de *Climatic Research Unit* (CRU) de la Universidad de East Anglia.

¹⁶ El uso de la tierra comprende dos tipos: el uso actual y el uso potencial o capacidad de uso. El uso actual se relaciona con las actividades humanas actualmente realizadas, las cuales pueden ser irracionales e inadecuadas en relación con la capacidad del suelo. El uso potencial es el mejor uso que se podría dar a la tierra según sus características naturales sin perjudicar su uso sostenido.

¹⁷ A cada clasificación de suelo se le asignó el valor 1 a cada departamento con ese tipo de suelo y 0 al que no lo posee.

La información de WorldClim tiene la ventaja de considerar la orografía con una resolución de 30 segundos de arco o 0,0083°, lo que permite estimar datos de temperatura y precipitación de zonas sin registros meteorológicos. Esta base ha sido utilizada por ECCCA en sus estudios de biodiversidad, ecosistemas, hidroelectricidad y patrones intraanuales de clima y aridez (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA 2011; CEPAL, COSEFIN CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a, 2012b, 2012c; CEPAL, CEL, MARN ES, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012). Su limitación es que sólo comprende el promedio de 1950 a 2000, lo que no coincide con los datos disponibles de producción y rendimiento de café a nivel departamental. Por ser un promedio no refleja la variabilidad anual.

Por esta razón se decidió usar la base de datos del CRU TS3.1, la cual fue utilizada en diversos análisis de la ECCCA. Su ventaja es que cuenta con series anuales y mensuales desde 1901 hasta 2009, lo que permite contar con información climática del mismo período donde hay datos productivos del café. Aunque esta base contiene datos de temperatura y precipitación mensuales de más de cuatro mil estaciones meteorológicas de todo el mundo, sus desventajas son que no detalla la información orográfica y tiene una baja resolución de 30 minutos de arco o 0,5°. Estas características requirieron dos procesos de ajuste a esta base antes de poder utilizarla.

Como primer paso para contar con valores climáticos por departamento, el Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET) generó la serie de tiempo por cada división territorial, para lo cual dispuso de dos bases de información: la base de contorno de los mapas de las unidades administrativas subnacionales de Centroamérica y la base del CRU TS3.1 en el mismo sistema de georeferenciación. Con ellas se procedió a realizar la intersección de los valores de cada celda de las rejillas climáticas y con el área geográfica de los departamentos para determinar la superficie de cada departamento y sus valores climáticos en cada una de las rejillas.

Como segundo paso y debido a la baja resolución orográfica de la base de datos del CRU, fue necesario verificar y ajustar los datos generados por INSMET con información de las estaciones meteorológicas de cada departamento. En particular, los datos del CRU muestran diferencias relativas a las estaciones, y la base de datos WorldClim las muestra en los niveles de temperatura, especialmente en zonas de mayor altitud, mientras que en otras no reflejan el patrón mensual real de la precipitación.

Para realizar los ajustes se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas de El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá e información de estaciones de Belice y Costa Rica disponible en internet, cuyos datos son el promedio de distintos años de los noventa. Para el caso de Nicaragua se utilizó la información disponible en los anuarios estadísticos, los cuales contienen información de temperatura y precipitación por mes. La información utilizada se muestra en el cuadro 7.

CUADRO 7
INFORMACIÓN DISPONIBLE DEL CRU TS3.1 Y ESTACIONES METEREOLÓGICAS

Temperatura (°C) y Precipitación (mm)			
Años	CRU TS3.1	WorldClim	Estaciones
1950-2000		√	
1991-2000	√		√
2001-2009	√		

Fuente: Elaboración propia

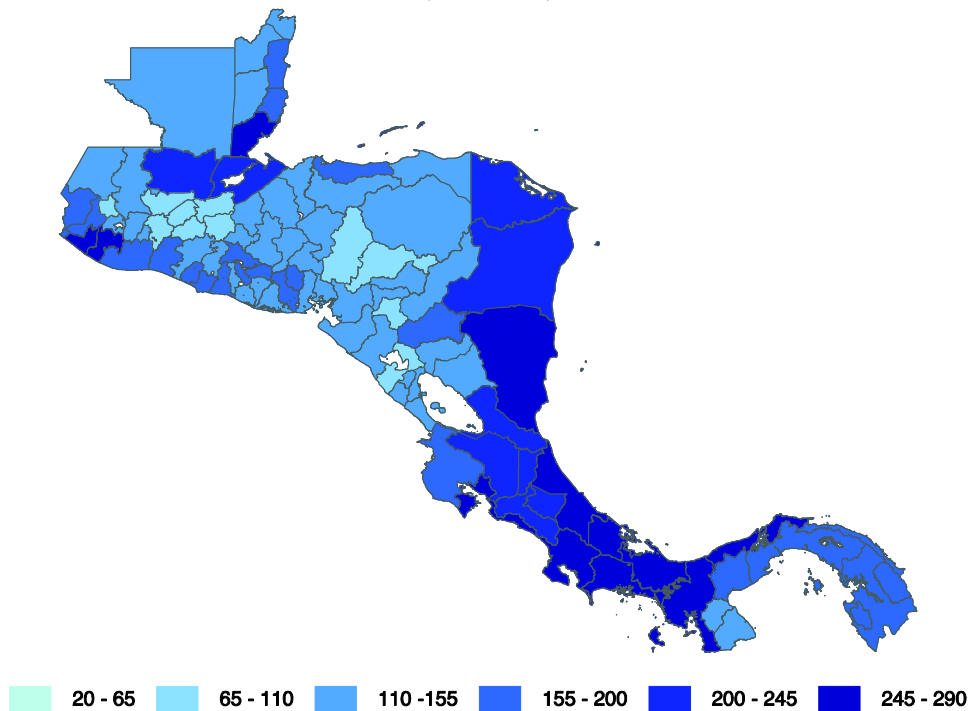
El INSMET recomendó usar la metodología de ajuste de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (WMO, 1983) con una fórmula para la temperatura basada en diferencias y otra para la precipitación basada en tasas. Este es un procedimiento utilizado ampliamente para llenar vacíos de información o comprobar valores de los registros de clima sobre los cuales puede haber dudas, como suele suceder al comparar datos de dos bases distintas y se observa que, la diferencia (en temperatura) o la relación (precipitación) tiende a ser constantes (WMO, 1983). Al aplicar las metodologías de diferencias o tasas para ajustar las series es necesario que las series comparadas estén estrechamente relacionadas a nivel geográfico y temporal para que la comparación sea significativa. Así, con la información disponible, los datos de temperatura y precipitación del CRU TS3.1 se ajustaron con la metodología de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1983 y CEPAL y CAC/SICA, 2013^a; véase este último documento para la explicación de los pasos empleados).

Las correcciones generadas por este procedimiento también se pueden ilustrar con mapas generados de las bases de datos respectivos. En el mapa 5 se muestra la temperatura media por departamento con información de WorldClim para el período 1950-2000 (CEPAL, COSEFIN, CCAD-SICA, UKAID y DANIDA, 2012a). Se observan zonas más frías en el Altiplano Occidental Guatemalteco y el Valle Central de Costa Rica, y zonas más calientes en la costa del Atlántico y gran parte de la zona del Pacífico. En el mapa 6 (A) se muestra la base de temperatura generada por el CRU TS3.1, promedio 2001-2009. Se observa que la zona más fría corresponde a Nicaragua, mientras que la más caliente es la de El Petén, los seis distritos de Belice, Choluteca, Francisco Morazán y Yoro en Honduras; el resto de los departamentos se ubica en un rango de 24 °C a 27 °C. En el mapa 6 (B) se muestra la base de temperatura del CRU TS3.1 después del ajuste. Se pueden apreciar las similitudes con los datos del WorldClim: el altiplano Guatemalteco es la zona más fría con rangos de 21 °C a 24 °C, igual que algunos departamentos de la zona centro de El Salvador, Guatemala, Honduras y Costa Rica.

En el mapa 7 se representa la distribución de la lluvia por departamento en el período 1950-2000, según WorldClim. El mayor volumen ocurrió en la costa del Atlántico y en la costa del Pacífico de Costa Rica y Panamá, mientras que el menor se registró en la zona central de Guatemala y Honduras. En el mapa 8 (A) se muestran los datos generados por el CRU TS3.1, los cuales ubican a gran parte de los departamentos en el rango de 65 mm a 110 mm mensuales como media anual. El mapa 8 (B) muestra el CRU TS3.1 ajustado, donde se observa que los departamentos del Atlántico y de Costa Rica y Panamá tuvieron los mayores niveles de precipitación, mientras que los departamentos del Pacífico y las regiones centrales de Honduras y Nicaragua registraron los niveles más bajos.

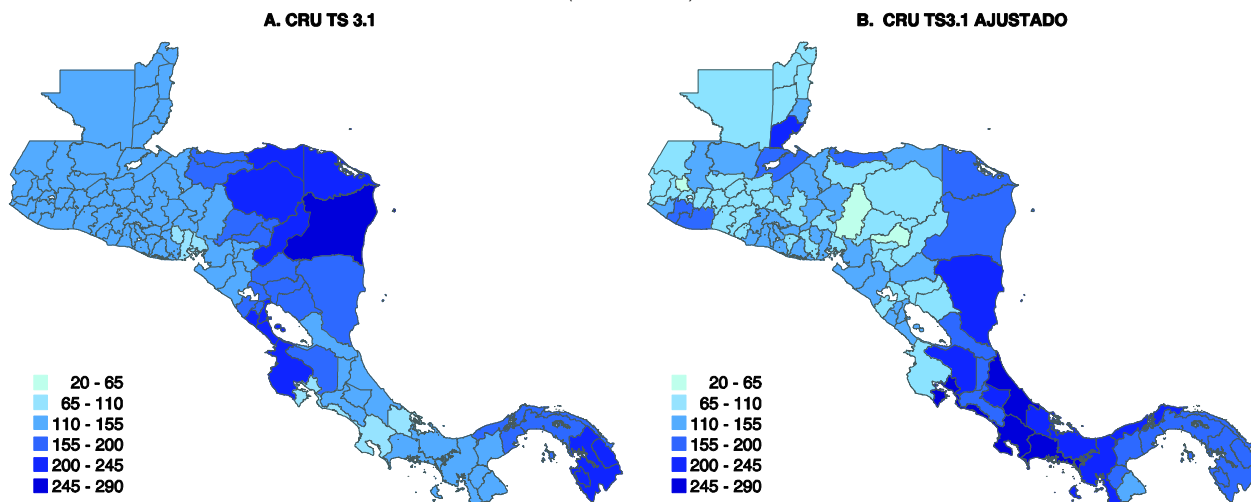
Después de ajustar la climatología se pudo constituir la base de datos con el conjunto de las variables. Un resumen de los datos utilizados se presenta en el cuadro 8. En la construcción de las funciones de producción, los rendimientos de café en t/ha es la variable dependiente (la cual se busca explicar); las variables explicativas son la temperatura promedio mensual y la precipitación acumulada mensual, variables geográficas (altitud, latitud, longitud, tipos de suelos), económicas (precios internacionales) y sociales (tasa de alfabetización en adultos y población).

MAPA 7
CENTROAMÉRICA: PRECIPITACIÓN MENSUAL MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTO DE LA BASE DEL WORLDCLIM, PROMEDIO, 1950-2000
 (En milímetros)



Fuente: CEPAL; COSEFIN, CCAD-SICA, UkaID y DANIDA (2012a y 2012b).

MAPA 8
CENTROAMÉRICA: PRECIPITACIÓN MENSUAL MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTO DE LA BASE DEL CRU TS3.1, PROMEDIO 2001-2009
 (En milímetros)



Fuente: Elaboración propia con información del CRU TS3.1

CUADRO 8
CENTROAMÉRICA: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS, 2001-2009

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Rendimiento de café (t/ha)	622	0,66	0,37	0,03	2,88
Temperatura marzo (°C)	622	23,86	3,06	13,59	30,06
Temperatura junio (°C)	622	23,94	2,81	14,64	28,94
Temperatura septiembre(°C)	622	24,09	2,75	14,47	29,25
Temperatura diciembre(°C)	622	22,76	3,16	12,90	29,07
Precipitación marzo (mm)	622	22,70	31,02	0,53	286,64
Precipitación junio (mm)	622	258,52	113,49	28,80	636,59
Precipitación septiembre (mm)	622	206,66	153,27	27,55	1 387,99
Precipitación diciembre (mm)	622	54,33	81,79	0,00	792,21
Altitud (msnm)	622	670,92	573,59	0,00	2 505,00
Latitud (grados)	622	12,98	2,32	7,77	18,08
Longitud (grados)	622	-87,01	3,32	-91,80	-78,15
Suelo I	622	0,55	0,50	0,00	1,00
Suelo II	622	0,12	0,32	0,00	1,00
Suelo III	622	0,20	0,40	0,00	1,00
Suelo IV	622	0,45	0,50	0,00	1,00
Suelo V	622	0,16	0,37	0,00	1,00
Suelo VI	622	0,47	0,50	0,00	1,00
Suelo VII	622	0,56	0,50	0,00	1,00
Precios de café (dólares)	622	101,76	31,04	61,52	143,84
Tasa de alfabetismo ^{a/}	622	79,06	11,30	42,70	97,92
Población (personas)	622	495 780	489 127	28 000	2 600 000

Fuente: Elaboración propia.

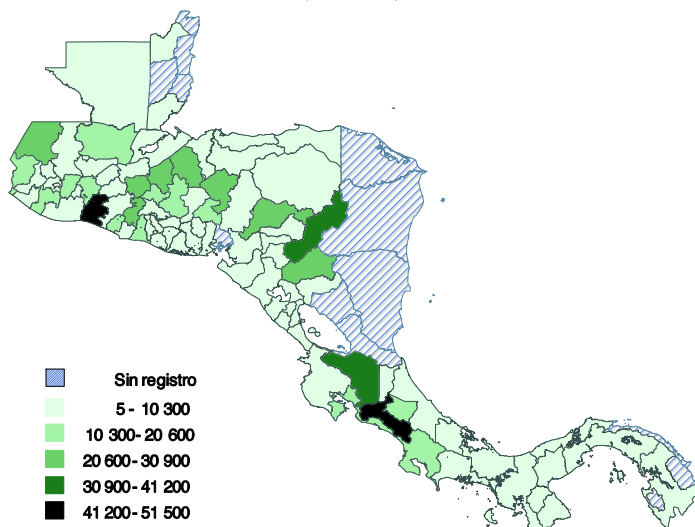
a/ % de personas de 15 años y mayores.

PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS POR DEPARTAMENTO

Anteriormente se describió la trayectoria de la producción y rendimiento del café a nivel mundial y nacional desde 1980 hasta 2011. A continuación se considera la producción y el rendimiento cafetalero a nivel de departamentos de los países de Centroamérica para el promedio del período 2001-2009. El mapa 9 y el cuadro 9 muestran la producción promedio de café por departamento y por una escala de niveles de producción. Para los doce departamentos color verde oscuro (mapa 9) se reportó un promedio de producción de 20.600 toneladas o más; éstos incluyen a Santa Rosa (el mayor productor de café en Centroamérica con 51.495 t), Huehuetenango y Chiquimula en Guatemala; Santa Ana en El Salvador; El Paraíso, Copán, Comayagua y Santa Barbará en Honduras; Jinotega y Matagalpa en Nicaragua y San José (el segundo mayor productor con 47.165 t) y Alajuela en Costa Rica. Otros 71 departamentos registraron una producción promedio de 20.600 a 5 t y doce departamentos no contaban con registros de producción.

El mapa 10 y el cuadro 10 registran la información de rendimientos de café por departamentos para el promedio registrado entre 2001 y 2009. Hubo 32 departamentos con rendimientos superiores al promedio mundial de 0,8 t/ha y se ubican en el norte y el centro de Guatemala, noroeste de Costa Rica, Intibucá, Lempira, Copán y Comayagua en Honduras y Matagalpa y Jinotega en Nicaragua. Otros 38 departamentos tuvieron rendimientos entre 0,3 y 0,8 t/ha, mientras que 13 departamentos tuvieron menores a 0,3 t/ha, incluyendo Bocas del Toro, Darién y Los Santos en Panamá; Carazo, Granada, León, Managua, Masaya y Rivas en Nicaragua; Choluteca en Honduras y La Unión y Usulután en la costa de El Salvador. Según los datos proporcionados, Orange Walk y Toledo en Belice tienen los rendimientos más altos de la región, 1,7 y 1,3 t/ha, con bajos volúmenes de producción y poca superficie dedicada al cultivo.

MAPA 9
CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL 2001-2009
 (Toneladas)



Fuente: Elaboración propia.

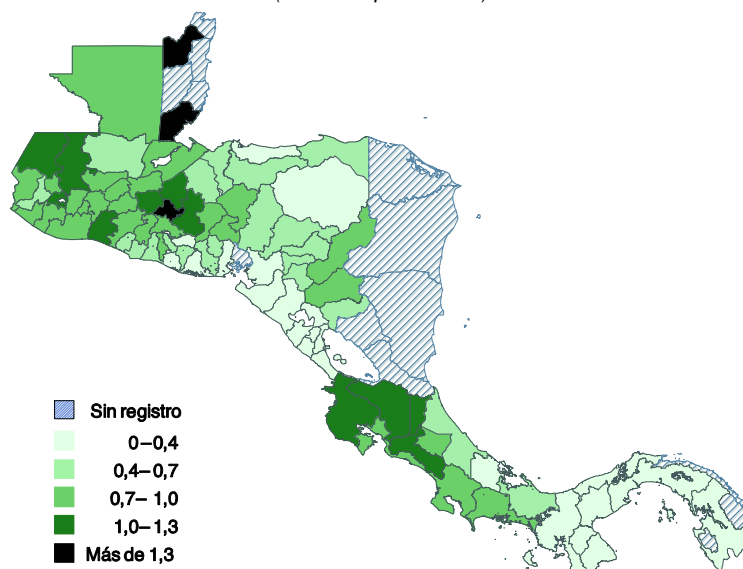
CUADRO 9
CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL 2001-2009
 (Toneladas)

Departamento	Producción	Departamento	Producción	Departamento	Producción
Belice		Guatemala		Honduras	
Orange Walk	175	Santa Rosa	51 495	La Paz	12 905
Toledo	15	Huehuetenango	29 587	Olancho	8 340
Belice	-	Chiquimula	23 961	Intibucá	7 586
Cayo	-	Suchitepequez	16 331	Yoro	4 845
Corozal	-	Alta Verapaz	14 736	Francisco Morazán	3 878
Stann Creek	-	San Marcos	14 344	Cortés	3 238
Costa Rica		Guatemala	14 183	Choluteca	193
San José	47 165	Chimaltenango	10 982	Atlántida	158
Alajuela	33 492	Jalapa	9 198	Colón	91
Cartago	14 261	Quezaltenango	8 434	Gracias a Dios	-
Puntarenas	12 602	Sacatepequez	7 230	Valle	-
Heredia	7 564	Solola	7 146	Nicaragua	
Guanacaste	1 792	Jutiapa	6 723	Jinotega	34 332
Limón	71	Zacapa	5 103	Matagalpa	25 598
El Salvador		Escuintla	4 831	Nueva Segovia	5 801
Santa Ana	22 141	El Quiche	2 991	Madriz	4 788
Ahuachapán	14 429	Retalhuleu	2 184	Boaco	1 710
La Libertad	13 423	El Progreso	1 414	Carazo	1 613
Sonsonate	10 280	Baja Verapaz	642	Managua	1 372
San Salvador	4 589	Totonicapan	125	Estelí	1 059
Usulután	4 499	Izabal	71	Masaya	790
San Miguel	3 441	El Peten	58	Granada	427
Morazán	2 821	Honduras		Chinandega	218
San Vicente	1 847	El Paraíso	27 162	Rivas	37
La Paz	1 568	Comayagua	25 732	León	22
Cuscatlán	833	Copán	25 534	Atlántico Norte	-
Chalatenango	784	Santa Bárbara	23 199	Atlántico Sur	-
Cabañas	107	Lempira	18 081	Chontales	-
La Unión	16	Ocotepeque	13 219	Río San Juan	-
Panamá		Panamá		Veraguas	667
Chiriquí	8 138	Coclé	1 261	Panamá	342
Colón	513	Ngöbe Buglé	390	Darién	8
Herrera	25	Bocas del Toro	14	Emberra	-
Los Santos	6	Kuna Yala	-		
Centroamérica	692 974				

Fuente: Elaboración propia con información de los censos y encuestas agropecuarias de los ministerios de agricultura de los países, varios años.

Nota: El período para El Salvador es 2005-2009.

MAPA 10
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTO DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL, 2001-2009
(Toneladas por hectárea)



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 10
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTO DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL, 2001-2009
(Toneladas por hectárea)

Departamento	Producción	Departamento	Producción	Departamento	Producción
Belice		Guatemala		Honduras	
Orange Walk	1,69	Chiquimula	1,12	Santa Barbara	0,62
Toledo	1,33	Sololá	1,10	Colón	0,59
Belice	-	El Quiché	1,10	El Paraíso	0,58
Cayo	-	Huehuetenango	1,04	Francisco Morazán	0,57
Corozal	-	Santa Rosa	1,01	Cortés	0,49
Stann Creek	-	Izabal	0,97	Yoro	0,40
Costa Rica		Guatemala	0,95	Atlántida	0,38
San José	1,25	Escuintla	0,92	Olancho	0,35
Heredia	1,19	Sacatepéquez	0,90	Choluteca	0,20
Guanacaste	1,10	Jalapa	0,89	Gracias a Dios	-
Alajuela	1,09	El Progreso	0,87	Valle	-
Puntarenas	0,98	San Marcos	0,86	Nicaragua	
Cartago	0,89	Totonicapán	0,85	Jinotega	0,89
Limón	0,54	El Petén	0,82	Matagalpa	0,80
El Salvador		Chimaltenango	0,81	Madriz	0,54
San Salvador	0,83	Suchitepéquez	0,80	Estelí	0,45
Chalatenango	0,75	Zacapa	0,79	Nueva Segovia	0,44
Santa Ana	0,71	Jutiapa	0,76	Boaco	0,44
Morazán	0,66	Baja Verapaz	0,75	Chinandega	0,34
San Vicente	0,64	Retalhuleu	0,71	Rivas	0,27
Ahuachapán	0,62	Alta Verapaz	0,69	Masaya	0,25
La Libertad	0,47	Quetzaltenango	0,66	Granada	0,24
Sonsonate	0,46	Honduras		Carazo	0,23
San Miguel	0,43	Ocatepeque	1,30	Managua	0,20
Cuscatlán	0,43	Copán	1,06	León	0,17
Cabañas	0,31	Lempira	1,00	Atlántico Norte	-
La Paz	0,30	Intibucá	0,97	Atlántico Sur	-
Usulután	0,26	Comayagua	0,93	Chontales	-
La Unión	0,04	La Paz	0,77	Río San Juan	-
		Panamá		Veraguas	0,38
Chiriquí	0,75	Ngöbe Buglé	0,43	Coclé	0,34
Herrera	0,36	Panamá	0,34	Los Santos	0,23
Colón	0,33	Darién	0,25	Kuna Yala	-
Bocas del Toro	0,26	Embera	-		
Centroamérica	0,80				

Fuente: Elaboración propia con información de los censos y encuestas agropecuarias de los ministerios de agricultura de los países, varios años.

Nota: El período para El Salvador es 2005-2009.

RESULTADOS EMPÍRICOS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN HISTÓRICA

Las estimaciones de funciones de producción muestran la sensibilidad de los rendimientos ante los cambios en temperatura y precipitación. Las cifras se presentan en el cuadro 11. Los coeficientes estimados miden los efectos de temperatura, precipitación y variables geográficas, económicas y sociales sobre los rendimientos. Después de múltiples pruebas, se determinó utilizar los datos de temperatura promedio y precipitación acumulada de marzo, junio, septiembre y diciembre para cubrir el ciclo anual del café. Se revisaron los signos de las variables de clima, buscando que la mayoría tuviera signo positivo en el término lineal y signo negativo en el término cuadrático. También se buscó que los valores óptimos de las variables de clima fueran consistentes con la fenología del café, dados los coeficientes obtenidos de las ecuaciones. Por último, se verificó que los escenarios de los rendimientos arrojaran resultados lógicos, considerando la literatura sobre efectos potenciales del cambio climático.

En las variables temperatura y precipitación se incluyeron los términos cuadráticos para capturar los efectos no lineales del clima sobre los rendimientos. Así, coeficientes cuadráticos negativos significan que existe un nivel óptimo de una variable climática, pero si este nivel se reduce o aumenta significativamente, la producción resulta menor. Es decir, los términos cuadráticos permiten trazar el aumento inicial de rendimientos desde niveles de temperatura y lluvia menos que ideales hasta el punto de inflexión de máximos rendimientos, a partir del cual los aumentos posteriores tienen efectos adversos sobre la producción. La mayoría de los coeficientes relacionados con las variables de clima generados en las funciones de producción no son significativos individualmente, lo cual puede deberse a la colinealidad introducida por los términos cuadráticos (Segenson y Dixon, 1998). Es decir, la correlación entre las diversas variables utilizadas limita el poder explicativo de cada una y es posible que el test estadístico (prueba individual de significancia) de los coeficientes resulte no significativo. Sin embargo, la ecuación en su conjunto posee capacidad de predicción, ya que la prueba de Wald χ^2 indica que los coeficientes son estadísticamente significativos en conjunto.

En el cuadro 11 se presenta la función de producción del café con el efecto de las variables sobre sus rendimientos. De los coeficientes estimados, el tipo de suelo II es el único con signo positivo, es decir, que pese a algunas limitaciones de tipo edáfico y exposición a largas temporadas lluviosas, es favorable para la producción de café. El signo negativo de otros tipos de suelo no significa necesariamente que no se siembre café en ellos, sino que los rendimientos son menores.

En la producción de café, la altura sobre el nivel del mar es una condición relevante, así que se incluyó la variable altitud y su término cuadrático para capturar todo el efecto de esta variable. El signo negativo del coeficiente cuadrático indica que con un aumento progresivo de altitud se alcanza un óptimo de producción, pero que más allá de este nivel los rendimientos decrecerán. Se incluyeron también las variables de longitud y latitud, con mayores rendimientos asociados a regiones más occidentales. La variable de precios fue transformada en logaritmo natural (\ln) y tiene signo positivo, lo que implica que un mayor precio internacional estimula la producción de café.

El coeficiente de la tasa de alfabetización es positivo. Como se mencionó, la educación se correlaciona positiva y significativamente con la adopción de técnicas agrícolas. Por último, el coeficiente del logaritmo natural de la población total es negativo, sugiriendo que un aumento en población no estimula mayores rendimientos de café, ya que la mayor demanda proviene de fuera de la región.

CUADRO II
CENTROAMÉRICA: ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN HISTÓRICA

Rendimientos de Café	
Temperatura marzo	0,102 (0,91)
Temperatura marzo ²	-0,00240 (-1,01)
Temperatura junio	0,225 (1,14)
Temperatura junio ²	-0,00545 (-1,33)
Temperatura septiembre	-0,225 (-1,41)
Temperatura septiembre ²	0,00497 (1,49)
Temperatura diciembre	0,0927 (0,80)
Temperatura diciembre ²	-0,00234 (-0,95)
Precipitación marzo	0,00333 (2,38)**
Precipitación marzo ²	-0,0000119 (-2,00)**
Precipitación junio	-0,000422 (-1,13)
Precipitación junio ²	0,00000112 (1,70)*
Precipitación septiembre	0,000216 (0,89)
Precipitación septiembre ²	-0,000000239 (-1,12)
Precipitación diciembre	0,0000468 (0,10)
Precipitación diciembre ²	-0,000000499 (-0,70)
Suelo I	-0,0863 (-1,01)
Suelo II	0,104 (1,03)
Suelo III	-0,0474 (-0,56)
Suelo IV	-0,0171 (-0,27)
Suelo V	-0,131 (-1,54)
Suelo VI	-0,0305 (-0,43)
Suelo VII	-0,0375 (-0,56)
Altitud	0,0000934 (0,46)
Altitud ²	0,00000000299 (0,00)
Longitud	-0,0153 (-0,62)
Latitud	0,0265 (0,75)
En precios	0,0257 (0,53)
Tasa de alfabetismo	0,00454 (1,51)
En población	-0,0436 (-1,09)
Constante	-2,587 (-1,03)
N	622
R ²	0.34
Wald Chi ²	82.94***

Fuente: Elaboración propia.

Notas: Valores absolutos del t-estadístico entre paréntesis, * significativo al 10%; ** significativo al 5%; *** significativo al 1%.

El efecto de la temperatura y la precipitación sobre los rendimientos se puede analizar a través de sus efectos marginales (véase cuadro 12). Estos últimos se estimaron utilizando el promedio de las variables climáticas entre 2001 y 2009, midiendo su efecto sobre el promedio de los rendimientos en el mismo período. Estos efectos se expresan como porcentaje del cambio en los rendimientos promedio asociados a un aumento de 1°C o a un aumento de 1 mm de lluvia relativo al promedio de la región, manteniendo las otras variables constantes. Las estimaciones del efecto marginal sugieren que un aumento de la temperatura sería perjudicial en marzo, junio y diciembre. Por ejemplo, un incremento de 1°C en junio o diciembre podría reducir el rendimiento del café en 5% y 2%, respectivamente, pero si el aumento de temperatura ocurriera en septiembre, el rendimiento podría aumentar 2%. Una reducción de la precipitación de 100 mm en junio o septiembre reduciría los rendimientos en 2% si el resto de las variables no se modifica, mientras que una reducción de la precipitación en 100 mm en marzo los reduciría en 42%. Estos meses son críticos ya que están relacionados con las fases fenológicas del café. Las lluvias inducen la apertura de la floración que inicia en marzo. Durante la estación lluviosa (representada por junio y septiembre) los frutos se están madurando y al inicio de la siguiente estación seca (representada por diciembre) se cosechan (Altamirano 2012).

CUADRO 12
CENTROAMÉRICA: ESTIMACIONES DE EFECTOS MARGINALES SOBRE LOS RENDIMIENTOS
(En porcentajes relativo a un aumento de 1 °C y 1 mm)

	Rendimiento de café
Temperatura marzo	-1,92
Temperatura junio	-5,38
Temperatura septiembre	2,13
Temperatura diciembre	-2,07
Precipitación marzo	0,42
Precipitación junio	0,02
Precipitación septiembre	0,02
Precipitación diciembre	0,00

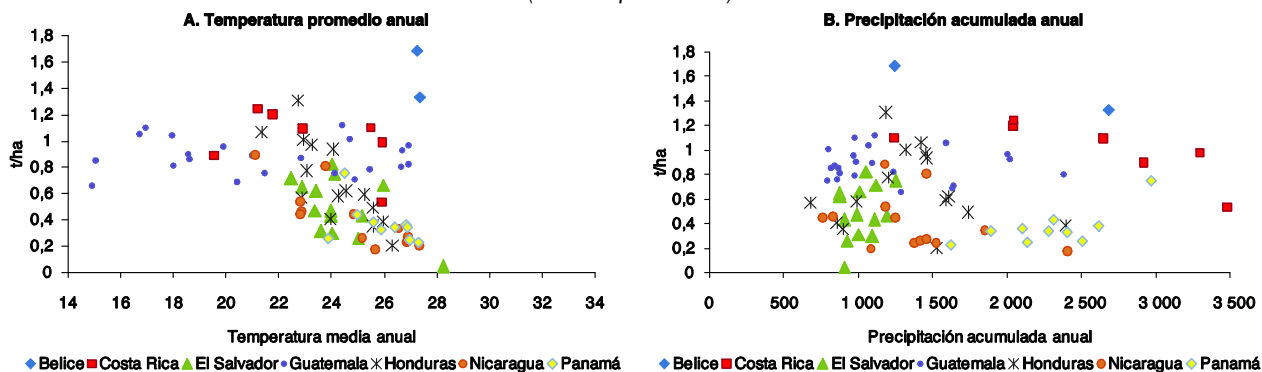
Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones climáticas (temperatura y precipitación) y los rendimientos del café, así como la relación entre ambos varían entre departamentos. En el gráfico 15 se muestra la dispersión de los datos de estas variables en el período 2001-2009. La producción de café en Belice solamente está registrada en los distritos de Orange Walk y Toledo, pero la superficie y la producción son reducidas; se reportaron alrededor de 40 hectáreas dedicadas al café con una producción promedio de 190 t. Las gráficas muestran que los rendimientos tienen valores menores a 1,5 t/ha en departamentos con temperatura promedio anual entre 21 °C y 27 °C y una precipitación anual acumulada entre 700 mm y 1500 mm. El café también se produce en departamentos con temperaturas menores o con precipitación mucho mayor, con diferentes rendimientos, más altos en Costa Rica y más bajos en Panamá.

Los coeficientes de la función de producción pueden mostrar el nivel de rendimiento para distintos valores de las variables de temperatura y precipitación. En el gráfico 16 se presenta el ejemplo de la estimación del rendimiento del café ante diferentes niveles promedio de temperatura y precipitación acumulada para el mes de marzo. Esta estimación es calculada a partir de los coeficientes de las variables climáticas obtenidos de la función de producción histórica (véase el cuadro 11), manteniendo constantes los demás términos en sus valores promedio del período 2001-2009. Se puede observar que la temperatura promedio de marzo necesaria para un máximo rendimiento es

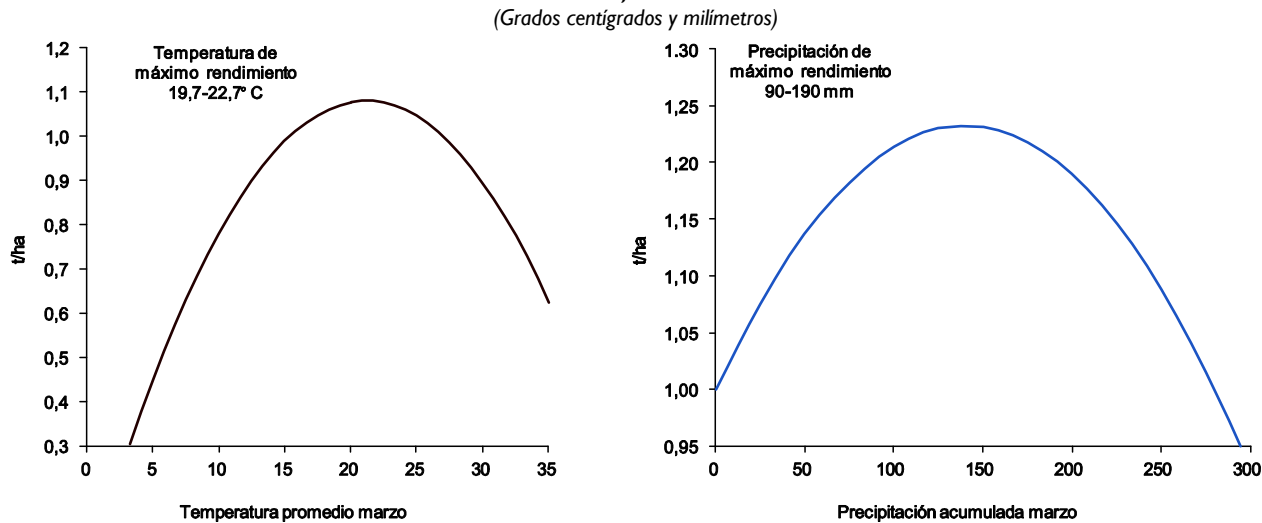
aproximadamente entre 19,7 °C y 22,7 °C y la precipitación entre 90 mm y 190 mm¹⁸. La temperatura promedio en la región en todo el período considerado para el mes de marzo fue de 23,9 °C, con un rango entre 13,6 °C y 30 °C y la precipitación promedio fue 23 mm, con un rango entre 1 mm y 287 mm. En marzo inicia la floración, la fase reproductiva del cafeto; de su desarrollo depende en gran parte la cosecha resultante (Camayo *et al.* 2003 citado en Altamirano 2012). El desarrollo de las yemas florales es favorecido por temperaturas cercanas a 23 °C durante el día y 17 °C durante la noche (Carvajal 1984 citado en Altamirano 2012). También se requiere una buena distribución de lluvia que induzca la apertura floral.

GRÁFICO 15
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, 2001-2009
(Tonelada por hectárea)



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 16
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ ANTE VARIACIONES EN TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN MARZO, 2001-2009
(Grados centígrados y milímetros)



Fuente: Elaboración propia.

¹⁸ Para obtener el rango de máximo rendimiento del café se maximizó la función; para la relación con la temperatura de marzo se usó un criterio de +/- 1,5 °C a partir del punto máximo y para la precipitación el criterio fue +/- 50 mm.

ESCENARIOS CLIMATICOS

Para analizar el impacto potencial del cambio climático en los rendimientos de café se utilizaron dos escenarios de emisiones de GEI: un escenario menos pesimista (B2) y uno más pesimista (A2), establecidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Para cada escenario se utilizaron los promedios de los modelos de circulación general ECHAM4 y HADCM3 (para B2) y de ECHAM4 y HADGEM (para A2). Según los acuerdos entre los socios de la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica”, se realizaron análisis de los cortes temporales 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100, calculando promedios de diez años para cada año de corte: 2020 (promedio 2016 a 2025), 2030 (promedio 2026 a 2035), 2050 (promedio 2046 a 2055), 2070 (promedio 2066 a 2075) y 2100 (promedio 2091 a 2100). Por tratarse de escenarios a largo plazo que integran diversas “capas” de análisis con incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como predicciones ni como magnitudes exactas.

De acuerdo con el IPCC (Magrin y otros, 2007), Centroamérica ha presentado una alta variabilidad climática en años recientes. En las últimas décadas se han observado importantes fluctuaciones en precipitación y aumentos de temperatura. Las tendencias de la precipitación muestran una disminución, sobre todo en la región oeste del istmo y un aumento de la temperatura en alrededor de 1 °C en Mesoamérica. Estudios específicos (Aguilar y otros, 2005) muestran tendencias contrastantes en la precipitación, con grandes diferencias de distribución espacial entre la región del Pacífico y la región del Caribe. Esta gran variabilidad es causada principalmente por la interacción entre los diferentes sistemas del viento y la topografía, incluyendo El Niño–Oscilación Sur (ENOS)¹⁹, el fenómeno natural con los mayores impactos socioeconómicos (Trenberth y Stepaniak, 2001; CEPAL, UKAID, CCAD/SICA, 2012). Toda esta variabilidad impacta directamente a la producción agrícola, incluyendo la cafetalera, ilustrada por la discusión sobre los efectos de clima en la incidencia de enfermedades como la roya.

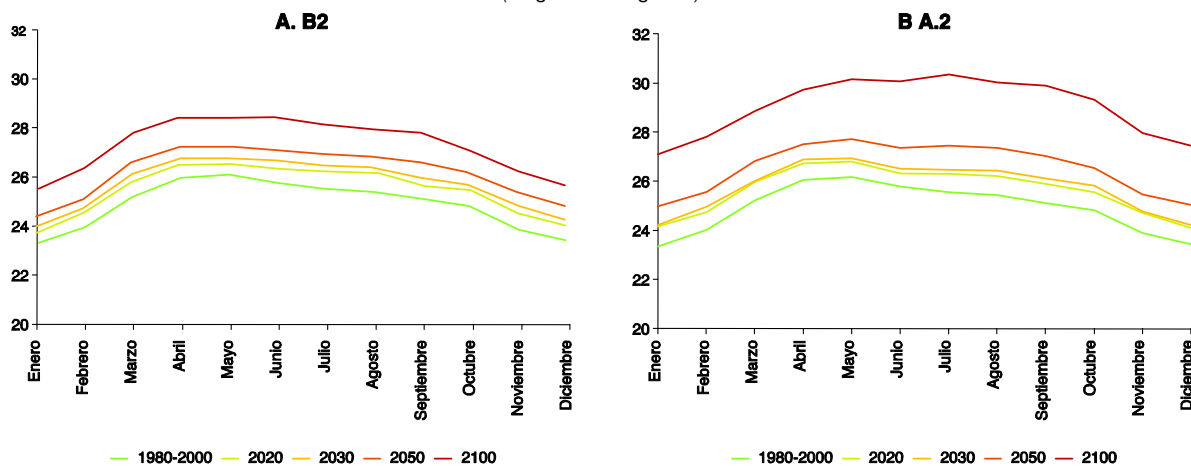
Los expertos consideran que analizar el papel del cambio climático en los eventos hidrometeorológicos es muy complejo y presenta gran incertidumbre. El IPCC sugiere considerar tanto los cambios en la media como en la varianza y la forma de las distribuciones de probabilidad de diferentes volúmenes de lluvia o todos estos factores juntos (IPCC, 2011). En Centroamérica se ha iniciado un esfuerzo de análisis de la variabilidad de la precipitación, utilizando los registros diarios de lluvia acumulada de las principales estaciones meteorológicas en las últimas cuatro décadas. En el futuro será importante desarrollar capacidades de análisis de la atribución parcial del cambio climático en dichos eventos. La trayectoria futura de los niveles de precipitación es más incierta que la de temperatura. En el escenario menos pesimista (B2) al corte 2100, la precipitación disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras y 17% en Nicaragua, con un promedio regional de 11%. El escenario más pesimista (A2) sugiere una disminución de la precipitación de 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras, con un promedio regional de 28%. No obstante, aún

¹⁹ ENOS es un fenómeno climático que provoca calentamiento de las aguas del Pacífico oriental y cambios en los patrones de precipitación en Centroamérica. En eventos severos se ha registrado una disminución importante de los acumulados de lluvia y cambios en el inicio de la época lluviosa, con implicaciones de menor disponibilidad de agua y más incendios, entre otros fenómenos. Más información sobre los cambios climáticos históricos y los estudios realizados anteriormente en Informe de Factibilidad (CEPAL y DFID, 2009). Más información sobre ENOS en el capítulo VIII sobre eventos extremos climáticos del Reporte Técnico (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

con una reducción menor de la precipitación bajo el escenario B2 habría un efecto del alza de la temperatura en la evapotranspiración, lo que redundaría en menor disponibilidad de agua, especialmente en la segunda parte del siglo, afectando los ecosistemas, la agricultura y la generación de hidroelectricidad (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a; CEPAL, CEL, MARN ES, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012).

Las estimaciones de cambios en el patrón intraanual con los escenarios de cambio climático muestran un progresivo aumento de la temperatura en todos los meses (véase gráfico 17). No se detectaron cambios mayores en el patrón mes a mes, aunque en Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras la temperatura aumentaría relativamente más entre abril y octubre con A2.

GRÁFICO 17
CENTROAMÉRICA: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL, ESCENARIO B2 Y A2, PROMEDIO 1980-2000 A 2100
(En grados centígrados)



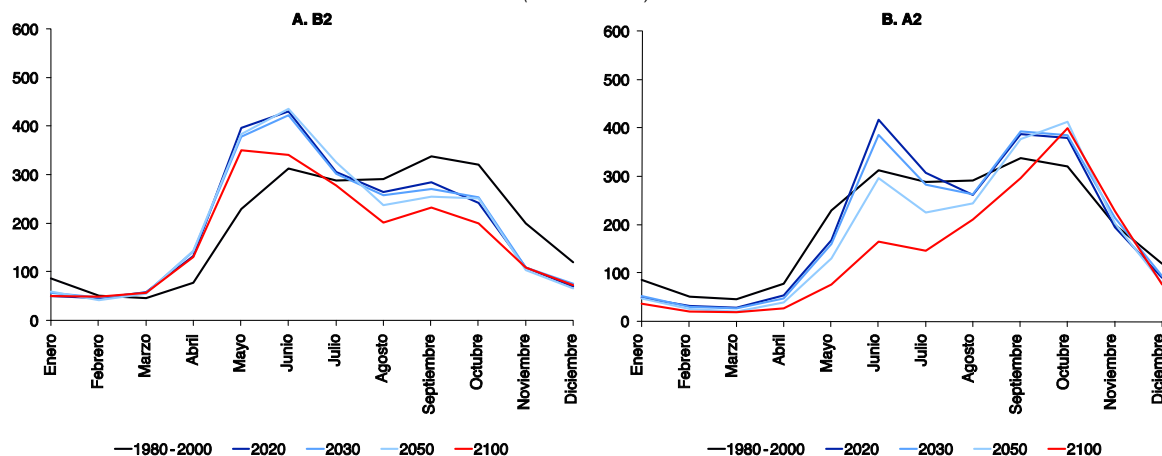
Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a.

En el mismo estudio se analizaron los cambios del patrón intraanual de precipitación. En el período histórico 1980-2000, la temporada de lluvia a escala regional comprende desde mayo hasta octubre, con dos períodos de lluvia mayor y un período intermedio con una reducción relativa, la canícula o veranillo, entre julio y agosto. Se observa que hay regiones de la costa Atlántica con lluvia entre octubre y mayo, mientras el resto de la región experimenta su época seca. Como se muestra en el gráfico 18, la precipitación ha presentado históricamente un patrón bimodal, con los mayores volúmenes entre mayo y junio y entre mediados de agosto y octubre. Este patrón ha determinado los períodos de siembra de los granos básicos en la mayoría de los países centroamericanos. Se prevé que en las próximas décadas el patrón se modifique, de modo que las temporadas de siembra de todos los cultivos podrían tener que modificarse como medida de adaptación. Los resultados presentados muestran escenarios sin modificación de las fechas de siembra u otras medidas de adaptación para contrarrestar los efectos adversos del cambio climático, las cuales se tendrán que determinar y tomar en cuenta lo más pronto posible.

Relativo al período histórico, en el escenario B2 al corte 2020 los niveles de lluvia serían mayores de mayo a julio, con un máximo en junio; en los siguientes meses disminuiría progresivamente a niveles menores que los históricos. Así, la forma de la temporada lluviosa sería más de tipo unimodal, con mayor lluvia entre mayo y julio. Para el corte 2100, la precipitación del primer período sería menor que la que habría en los cortes entre 2020 a 2050, con el máximo nivel

anual en mayo, seguido por una progresiva reducción hasta agosto, con un breve período de canícula, una leve recuperación en septiembre y una continuación de la reducción hasta finales del año. En el escenario A2, las próximas dos décadas podrían traer a Centroamérica mayor precipitación en junio y julio, una canícula bien marcada y un segundo período de lluvia más intensa de septiembre a octubre, acentuándose el patrón bimodal. Posteriormente se reduciría casi toda la temporada, sobre todo entre mayo y agosto, aumentando paulatinamente hasta un máximo en octubre para terminar en noviembre. Hacia 2100, el patrón de precipitación se tornaría unimodal. Aunque los dos escenarios terminan el siglo con diferentes meses de mayor lluvia, en ambos casos se reduce el número de meses con mayores niveles de precipitación. Igualmente, es importante anotar que los cambios estimados no son unidireccionales, en ambos casos se estima que en las próximas décadas podría haber picos de mayores niveles de lluvia en algunos meses relativo al patrón histórico (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a).

GRÁFICO 18
CENTROAMÉRICA: PRECIPITACIÓN MENSUAL, ESCENARIOS B2 Y A2, PROMEDIO 1980-2000, A 2100
(En milímetros)



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a.

IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE CAFÉ

Los impactos potenciales en los rendimientos de café en los escenarios B2 y A2 fueron estimados con los coeficientes de las funciones de producción históricas (véase el cuadro 11), permitiendo que la temperatura media y la lluvia acumulada mensuales variaran según los escenarios, mientras los valores del resto de las variables se mantienen constantes en los promedios del período 2001-2009. Los resultados se presentan en el cuadro 13, gráficos 21, 22, 23 y 24 y mapas 10 y 11. Para elaborar los mapas se proyectaron rendimientos potenciales de los departamentos sin registros de producción del período 2001-2009, usando los coeficientes del modelo de funciones de producción y las variables climáticas de los escenarios.

Considerando el escenario B2 al corte de 2020, el rendimiento promedio de la región podría disminuir 6% con las siguientes variaciones entre los países: 4% en Honduras; 5% en Costa Rica y Guatemala; 5,5% en Panamá; 6% en El Salvador; 7% en Nicaragua y 14% en Belice. Hacia 2050, las reducciones estarían entre 10% en Guatemala y 27% en Panamá. Hacia finales del siglo, los países más afectados por reducciones serían Panamá (77%), Nicaragua (48%), El Salvador (38%) y Belice (37%); a nivel regional se estima una reducción de 38%.

En el escenario más pesimista (A2), la disminución de los rendimientos sería mayor que en B2, sobre todo a partir del corte de 2030. En 2020, la región podría experimentar una ligera mejora de

1% en los rendimientos de café, menos Belice y Nicaragua, que tendrían una disminución de 5%. Al corte 2030, el rendimiento promedio regional disminuiría 9% y los países más afectados serían Belice, El Salvador y Nicaragua con reducciones de 17%, 13% y 11%, respectivamente. Hacia 2050, el rendimiento promedio regional bajaría 18%, con variaciones de 9% en Honduras a 40% en Panamá. Hacia finales del siglo, la reducción del promedio regional sería de 48% con variaciones que irían de 33% en Honduras hasta 83% en Panamá, la mayor disminución en la región. Panamá seguiría teniendo los menores rendimientos relativos, mientras Guatemala y Costa Rica tendrían los mayores por el beneficio de las temperaturas más bajas en sus tierras altas.

Los gráficos 19 y 20 representan la dirección de los decrementos debidos a cambios en precipitación y temperatura agrupando los departamentos por país. Los rendimientos de café disminuirían desde el corte de 2020, de forma más pronunciada con A2. Como muestra gráfico 19, hacia 2100 con el escenario B2, los rangos del cambio porcentual de los rendimientos departamentales por país serían los siguientes: Belice entre -36% y -39%; Costa Rica entre -7% y -58%; El Salvador entre -20% y -100%; Guatemala entre 6% y -63%; Honduras entre -17% y -52%; Nicaragua entre -16% y -83% y Panamá entre -34% y -100%. En general se observan grandes decrementos en los rendimientos, aunque en algunos departamentos del altiplano Guatemalteco el impacto sería menor. En el período 2001-2009, Huehuetenango y El Quiché presentaron rendimientos superiores al promedio regional. En los escenarios no presentan grandes decrementos por estar ubicados en una de las regiones con menor temperatura en Centroamérica. En 2100 los países con menores rendimientos serían Panamá, Nicaragua, Belice y El Salvador.

CUADRO 13
CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE CAFÉ CON ESCENARIO B2 Y A2, PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100

	Promedio de rendimientos 2001-2009 (t/ha)	2020	2030	2050	2070	2100
		(En porcentajes)				
		Escenario B2				
Belice	1,51	-13,96	-17,52	-18,92	-30,65	-37,42
Costa Rica	1,16	-5,16	-8,11	-10,87	-20,72	-34,28
El Salvador	0,54	-7,36	-7,39	-17,20	-26,08	-37,88
Guatemala	0,92	-5,86	-5,40	-9,72	-14,27	-21,27
Honduras	0,72	-4,32	-8,25	-12,12	-18,33	-29,72
Nicaragua	0,65	-7,49	-14,75	-21,92	-28,77	-47,64
Panamá	0,57	-7,58	-17,24	-27,26	-47,56	-77,34
Centroamérica	0,78	-6,43	-9,69	-15,82	-24,44	-38,33
		Escenario A2				
Belice	1,51	-4,78	-16,92	-18,66	-34,49	-45,24
Costa Rica	1,16	2,91	-1,27	-11,19	-20,39	-36,14
El Salvador	0,54	0,31	-12,84	-22,29	-37,75	-57,92
Guatemala	0,92	2,44	-6,16	-11,52	-20,23	-35,57
Honduras	0,72	2,32	-6,12	-8,90	-19,00	-32,76
Nicaragua	0,65	-4,85	-10,65	-17,32	-34,63	-53,07
Panamá	0,57	3,10	-13,21	-39,74	-54,89	-82,53
Centroamérica	0,78	0,96	-8,71	-17,59	-29,99	-47,87

Fuente: Elaboración propia.

Bajo el escenario A2 (véase el gráfico 20) se observa un decremento de los rendimientos a partir de 2020, mayor en Nicaragua y Belice de forma significativa. No obstante, en algunos departamentos

mejorarían las condiciones climáticas, ocasionando un incremento de rendimientos, como en Panamá (Bocas del Toro, Panamá y Chiriquí) y Honduras (Ocotepeque, Choluteca y Copán). Hacia 2100 los rangos de cambio en los rendimientos de los departamentos por país serían: Belice entre -44% y -47%; Costa Rica entre -9% y -65%; El Salvador entre -36% y -100%; Guatemala entre +9% y -98%; Honduras entre -22% y -58%; Nicaragua entre -15% y -98% y Panamá entre -30% y -100%.

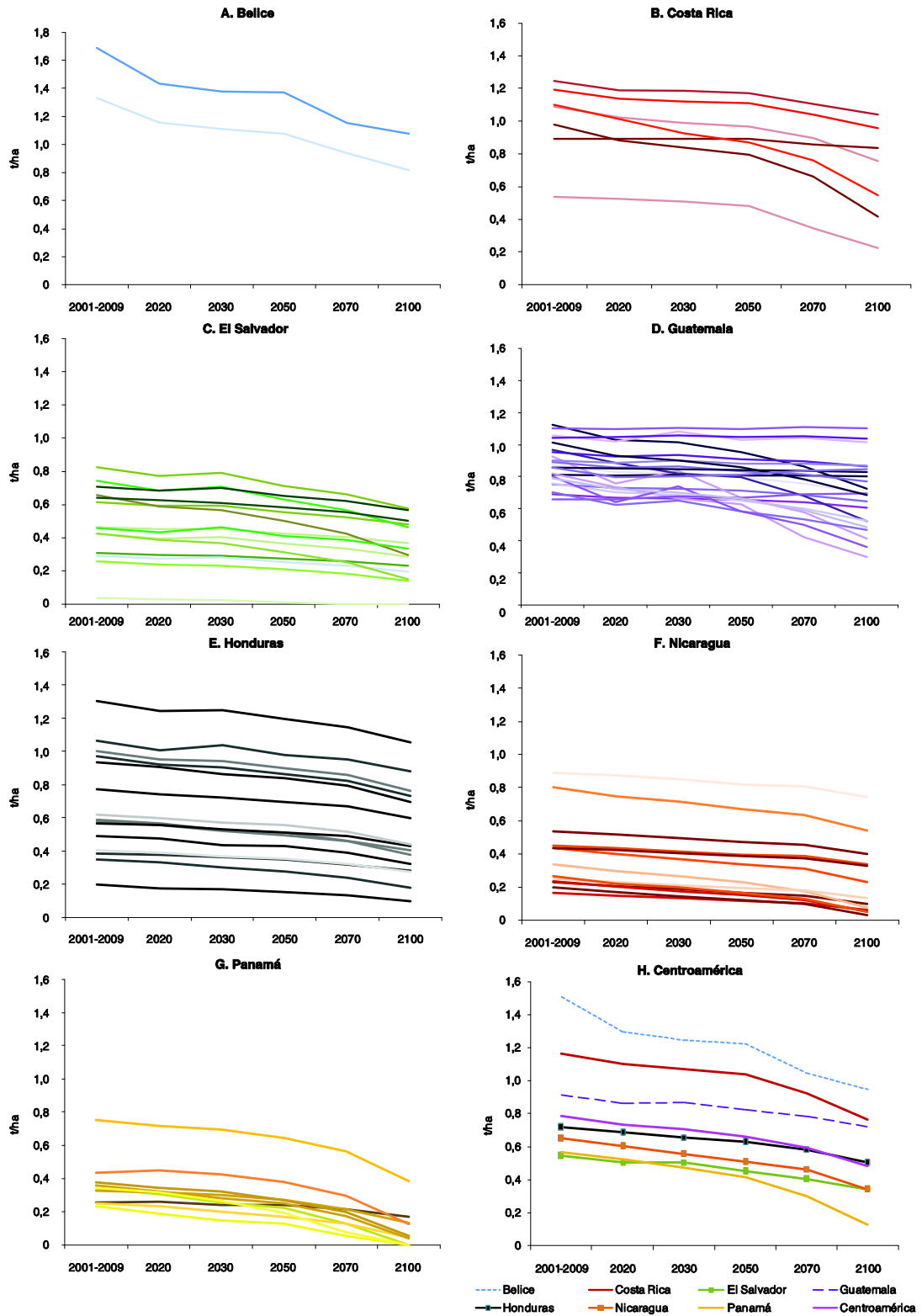
Los mapas 11 y 12 presentan los rendimientos promedio de café en Centroamérica por departamento en el período 2001-2009 y su posible evolución futura bajo los escenarios B2 y A2. Los mayores rendimientos históricos de café se localizan en Belice, anotando la reducida extensión y producción reportada, Chiquimula, Sololá, El Quiché, Huehuetenango y Santa Rosa en Guatemala; San José, Heredia, Guanacaste y Alajuela en Costa Rica, y Ocotepeque, Copán, Lempira e Intibucá en Honduras. Los menores rendimientos se reportan en Panamá, la costa del Pacífico de Nicaragua; La Unión, Usulután, Cabañas y La Paz en El Salvador, y Choluteca, Atlántida y Olancho en Honduras. En el promedio histórico figuran departamentos donde no se reporta producción de café (líneas negras diagonales). Sin embargo, en estos casos las estimaciones futuras corresponden al rendimiento que se obtendría según las variables climáticas estimadas.

Tomando en cuenta las condiciones climáticas del escenario B2, los rendimientos disminuirían hacia 2020, sobre todo en la región Pacífico. Los departamentos que se verían más afectados serían San Miguel, Cuscatlán, Santa Ana y Chalatenango en El Salvador; Retalhuleu, Suchitepéquez y Santa Rosa en Guatemala; Ocotepeque, Lempira y Yoro en Honduras y Toledo en Belice. Entre los departamentos que disminuyen sus rendimientos en 2030 se encuentran el Petén, Zacapa, Retalhuleu, Santa Rosa y Jutiapa en Guatemala; Boaco en Nicaragua y Alajuela y Guanacaste en Costa Rica. Algunos departamentos tendrían una recuperación respecto al corte anterior, como Suchitepéquez, Cuscatlán y Santa Ana. En 2050 los decrementos se extienden por la región central de Nicaragua en Nueva Segovia, Estelí y Matagalpa; en la comarca Ngöbe Bugle en Panamá; Copán, Yoro y La Paz en Honduras; Santa Ana vuelve a decrecer en El Salvador y Chiquimula, Escuintla y Suchitepéquez en Guatemala.

En 2070 las reducciones continúan principalmente en los departamentos costeros como Limón y Puntarenas en Costa Rica, Sonsonate en El Salvador, Izabal en Guatemala, Cortés en Honduras y Toledo en Belice, además de San Salvador, Baja Verapaz y Orange Walk. Hacia finales de siglo las regiones con menos de 0,4 t/ha serían todas las provincias y comarcas de Panamá, Limón en Costa Rica, Nicaragua (con excepción de Jinotega, Región Autónoma Atlántico Norte, Matagalpa y Madriz), la región Pacífico de El Salvador, además de Morazán, Cabañas y Cuscatlán, las regiones del Atlántico y Oriental de Honduras, así como Suchitepéquez y el Petén en Guatemala. No obstante, varios departamentos mantendrían rendimientos mayores a 1 t/ha, como son Huehuetenango, El Quiché, Sololá, Orange Walk, Ocotepeque y San José.

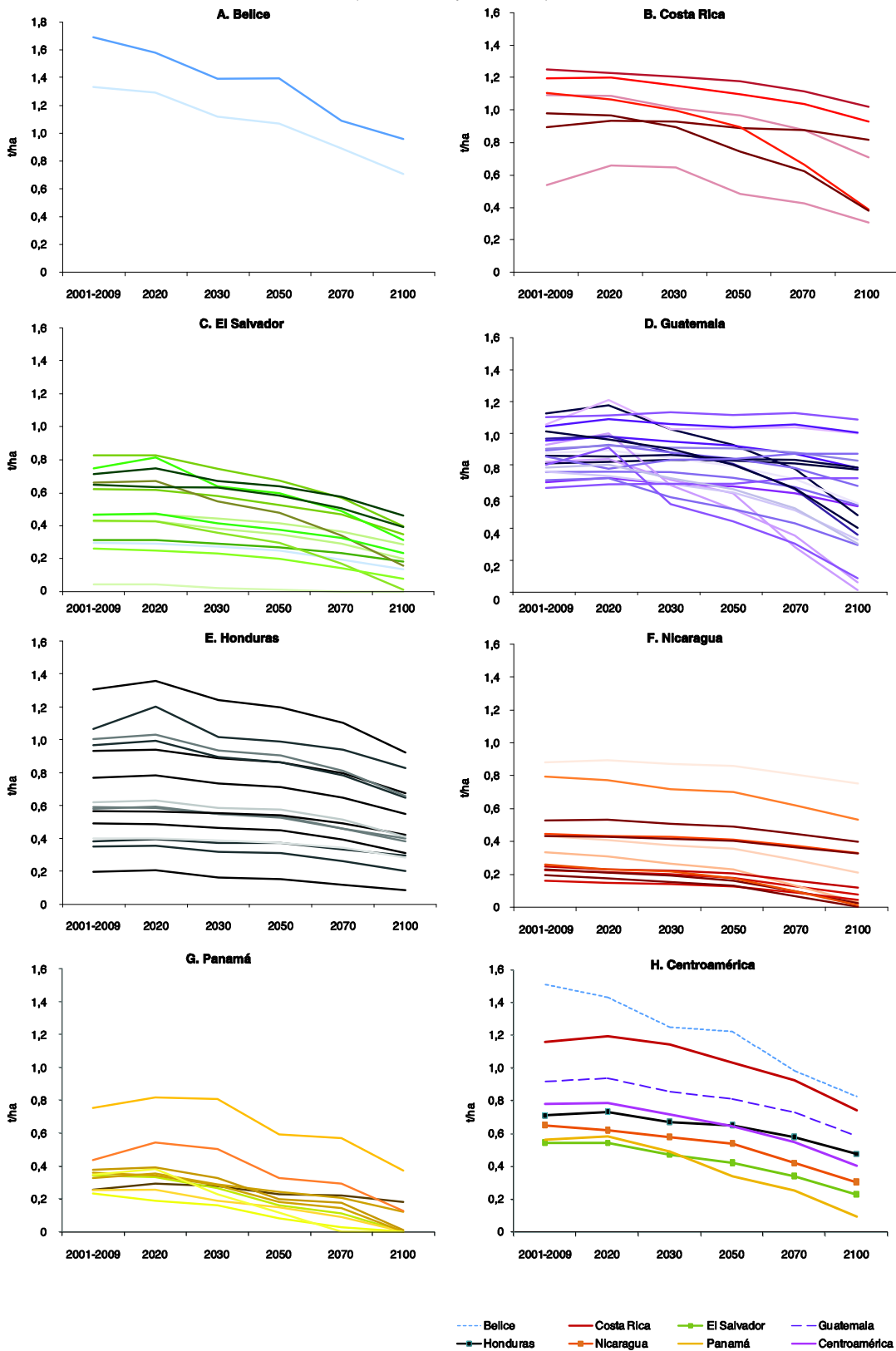
El mapa 12 muestra los rendimientos estimados en el escenario A2. Hacia 2020 los rendimientos de los departamentos de Toledo en Belice y Santa Rosa en Guatemala decrecerían, mientras que los de Alta Verapaz también en Guatemala crecerían. En este corte los departamentos de Belice y Nicaragua sin registro de producción tendrían rendimientos entre 0,4 t/ha y 1 t/ha. Para 2030 un grupo de departamentos de Guatemala y El Salvador descendería al rango de 0,4 t/ha a 0,7 t/ha: Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Jutiapa; Santa Ana y Chalatenango. En este mismo corte los departamentos de San Miguel y Cuscatlán en El Salvador, Yoro en Honduras y Boaco en Nicaragua bajarían al rango de 0 a 0,4 t/ha. En Costa Rica, Guanacaste caería al rango de rendimientos de 0,7 t/ha a 1 t/ha. Las regiones con más de una tonelada por hectárea serían el altiplano Occidental Guatemalteco y Chiquimula en Guatemala, el Valle Central de Costa Rica, Copán y Ocotepeque en Honduras y Toledo y Orange Walk en Belice.

GRÁFICO 19
CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE CAFÉ CON ESCENARIO B2,
PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100
 (En toneladas por hectárea)



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 20
CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE CAFÉ CON ESCENARIO A2, PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100
 (En toneladas por hectárea)



Fuente: Elaboración propia

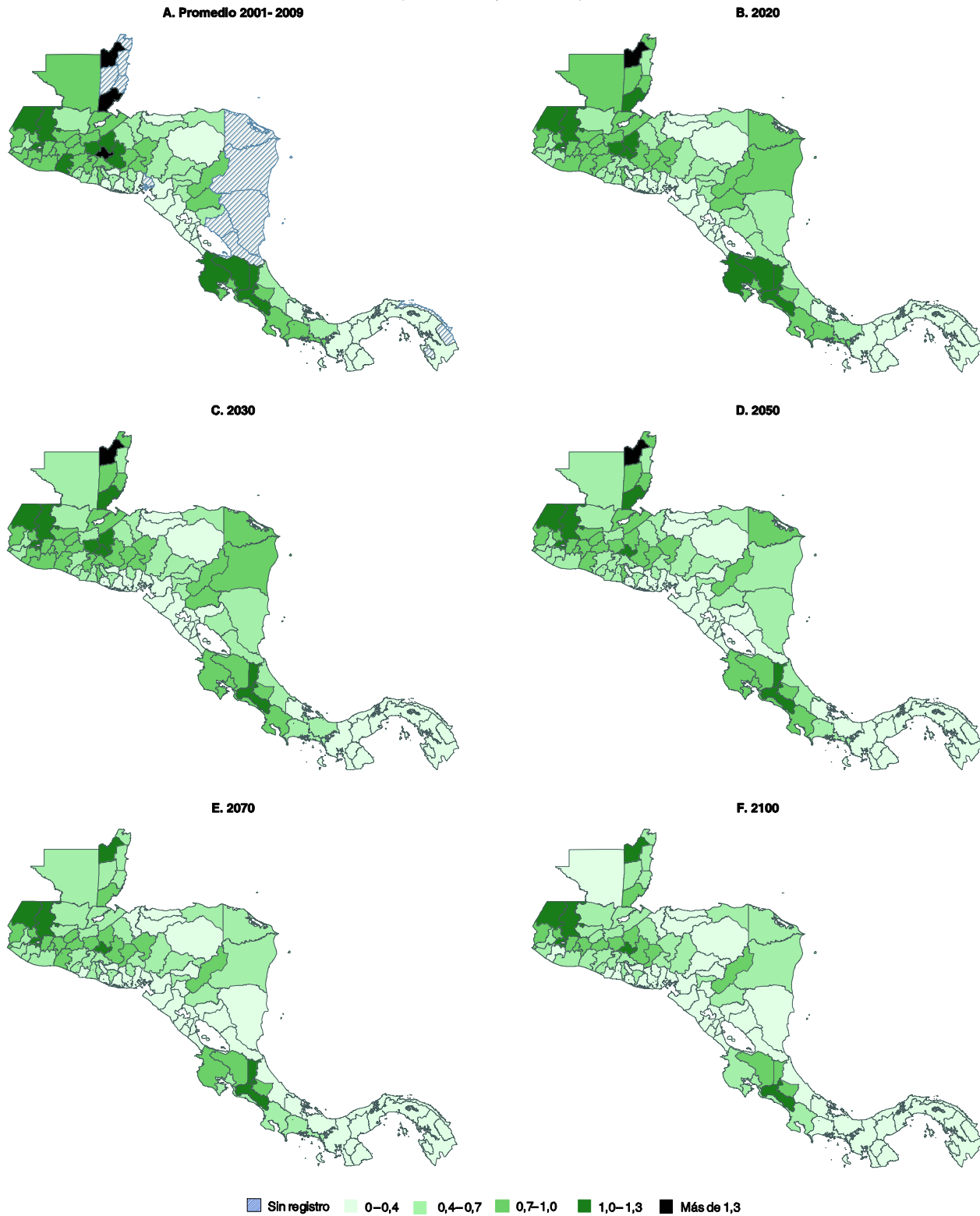
Hacia 2050 la baja de rendimientos se extiende en los departamentos del centro de la región, como El Petén, Zacapa y Chiquimula en Guatemala; Copán y Yoro en Honduras y Alajuela en Costa Rica; también presentarían reducciones Chiriquí y Ngöbe-Buglé en Panamá y Sonsonate y San Salvador en El Salvador. Para 2070 la baja de rendimientos continuaría, sobre todo en la región del Pacífico de Guatemala, El Salvador y Costa Rica, así como en algunos departamentos del Atlántico de Honduras y del centro de Nicaragua. La mayor parte de Nicaragua y El Salvador sería severamente afectada, obteniendo rendimientos menores a 0,4 t/ha. Finalmente, en 2100 se espera que casi todos los departamentos presenten rendimientos menores a 0,7 t/ha, con excepción de Alajuela, Heredia, San José y Cartago en el valle central de Costa Rica; Huehuetenango, El Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos en el altiplano occidental guatemalteco, además de Chimaltenango, Guatemala, Sacatepéquez y Suchitepéquez que tienen zonas con mayores altitudes; Copán y Cotepeque en Honduras y Jinotega en Nicaragua.

Los gráficos 21 y 22 muestran los cambios en la dispersión de los rendimientos estimados para cada departamento y su relación con las estimaciones de temperatura y precipitación de los escenarios climáticos considerados. En el período histórico, la mayoría de los departamentos tenían un rango de temperatura promedio anual entre 22 °C y 27 °C. En el escenario B2 (véase el gráfico 21) la región experimentaría progresivamente mayores temperaturas conforme avance el siglo, con un desplazamiento gráfico hacia la derecha, llegando al final del siglo con la mayoría de los departamentos en un rango entre 25 °C y 30 °C, con un mínimo de 17,8 °C y un máximo de 31,5 °C. Con A2 (véase el gráfico 22) la mayoría de los departamentos experimentaría un rango de temperatura de 27 °C a 32 °C, un mínimo de 19,6 °C y un máximo de 32,8 °C hacia finales del siglo. En ambos escenarios la temperatura de los departamentos con mayor altitud, ubicados en Guatemala y Costa Rica, seguiría siendo menor que la del resto de Centroamérica.

Respecto a la precipitación acumulada anual, en el período histórico la mayoría de los departamentos tuvieron un rango de 700 mm a 1.700 mm y 28 departamentos presentaron precipitación superior a 1.700 mm con un máximo de 3.439 mm. Con B2 (véase el gráfico 21) los mayores cambios se experimentarían de 2070 en adelante. En este corte el máximo anual podría ser cercano a 3.000 mm, pero para finales del siglo sería inferior a 2.500 mm. Solo 24 departamentos recibirían precipitación de 1.700 mm o más y la mayoría estarían en el rango de 700 mm a 1.700 mm. En A2 (véase el gráfico 22), los cambios serían mayores y a más corto plazo, con un claro desplazamiento de las mediciones hacia la izquierda. En 2030, alrededor de 70% de los departamentos registrarían lluvias inferiores a 1.400 mm; en 2050 esta proporción experimentaría niveles debajo de 1.230 mm; la cifra sería debajo de 980 mm a finales del siglo.

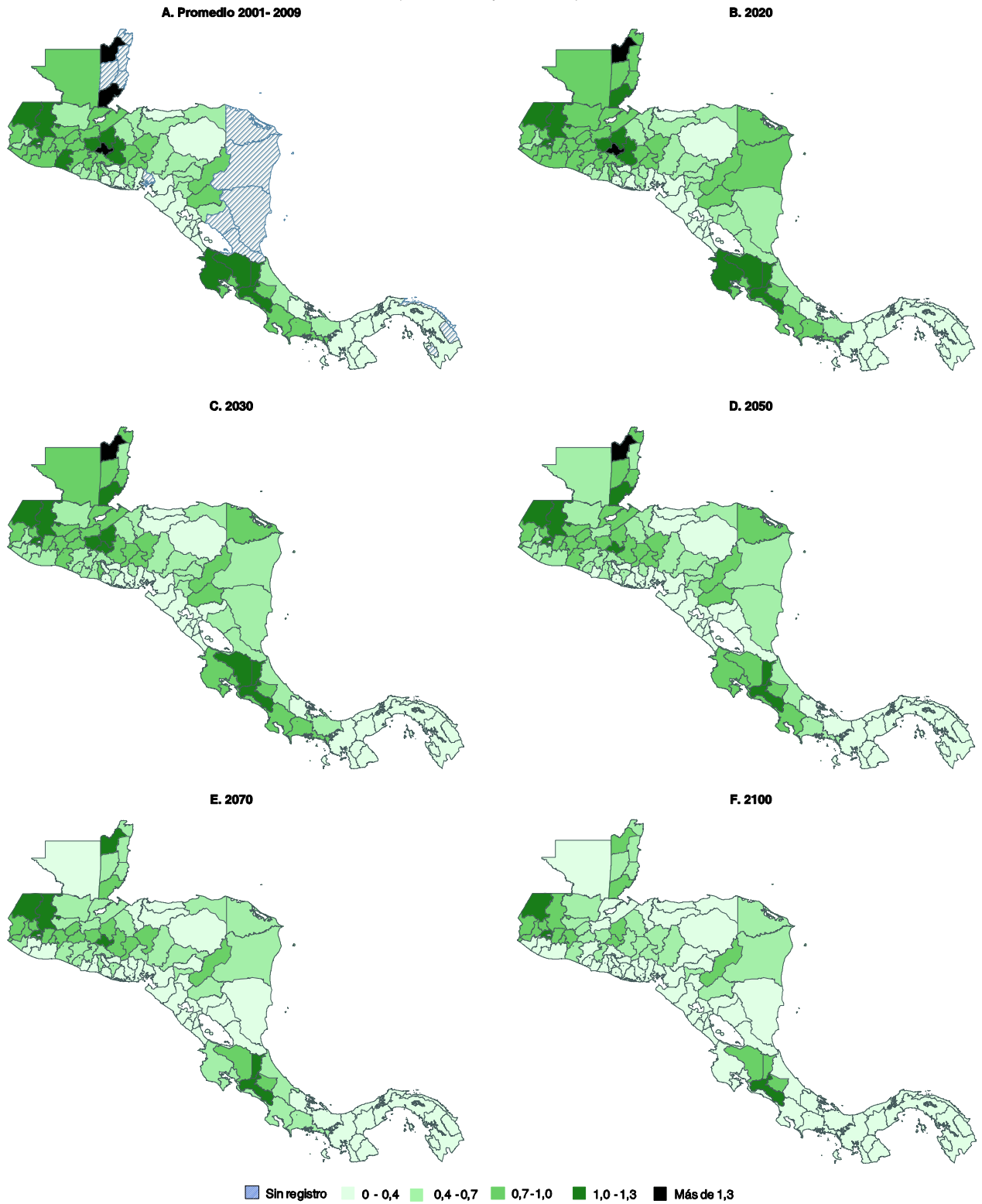
En el período histórico el promedio de lluvia acumulada anual en la región fue de 1.607 mm y el de temperatura de 24,1 °C. Los rendimientos de café de 40% de los departamentos estuvieron dentro de un rango de 0,3 t/ha a 0,8 t/ha; 34% por arriba de 0,8 t/ha, 14% inferiores a 0,3 t/ha y 12% sin registro de producción. Considerando el escenario B2, hacia 2050 se esperaría una menor precipitación acumulada anual regional de 1.580 mm y una mayor temperatura promedio anual de 25,6 °C. Dadas estas condiciones, 40% de los departamentos tendrían rendimientos en el rango medio, 25% superiores a 0,8 t/ha, y 22% por debajo de 0,3 t/ha. Hacia finales del siglo, los rendimientos de 47% de los departamentos podrían estar en el rango medio, solamente 18% superiores a 0,8 t/ha y 31% estarían por debajo de 0,3 t/ha, con condiciones climáticas imperantes de menor precipitación con un promedio regional de 1.250 mm y una temperatura promedio mayor de 27,1 °C.

MAPA 11
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, ESCENARIO B2,
PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100
 (En toneladas por hectárea)



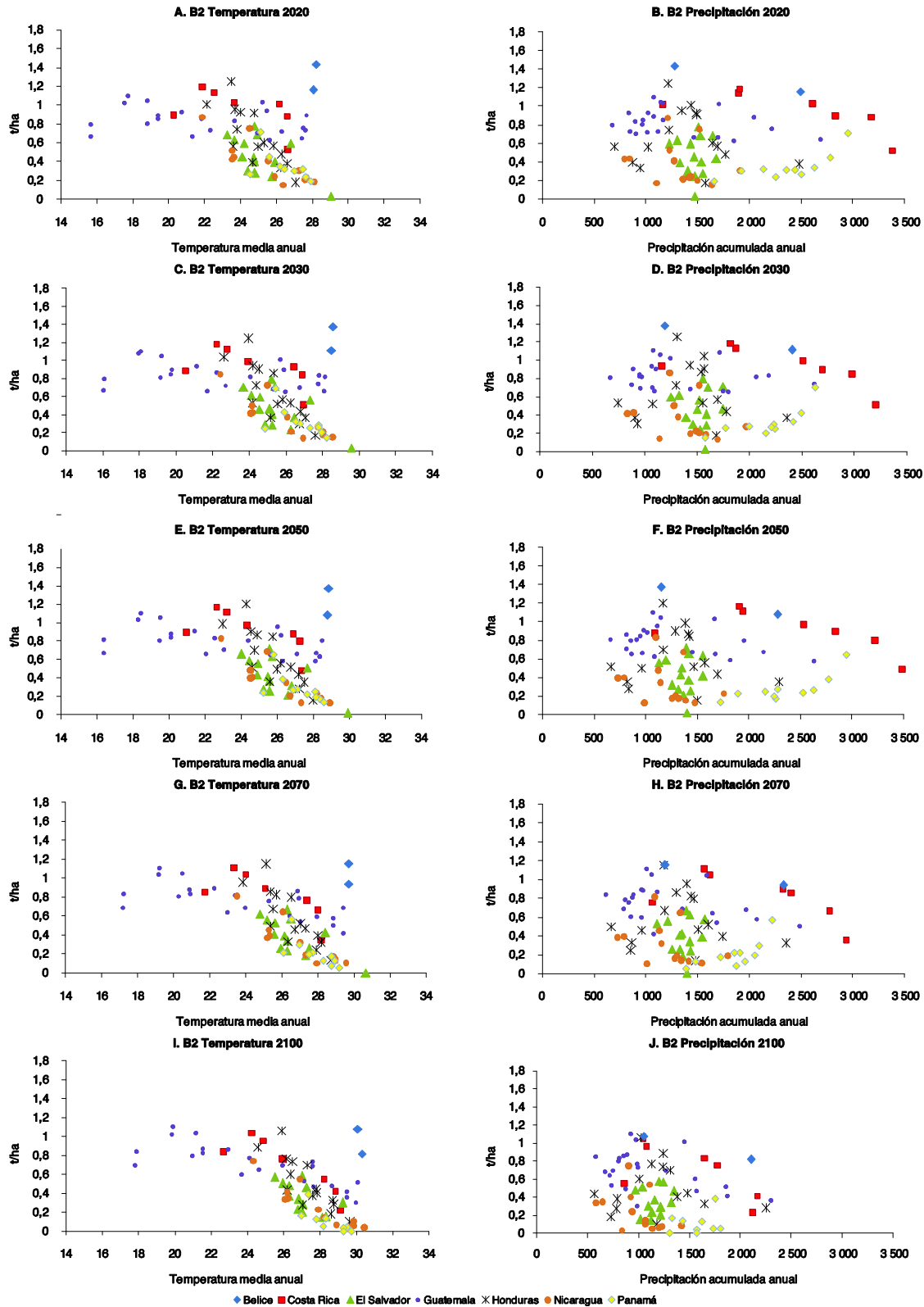
Fuente: Elaboración propia

MAPA 12
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, ESCENARIO A2,
PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100
(En toneladas por hectárea)



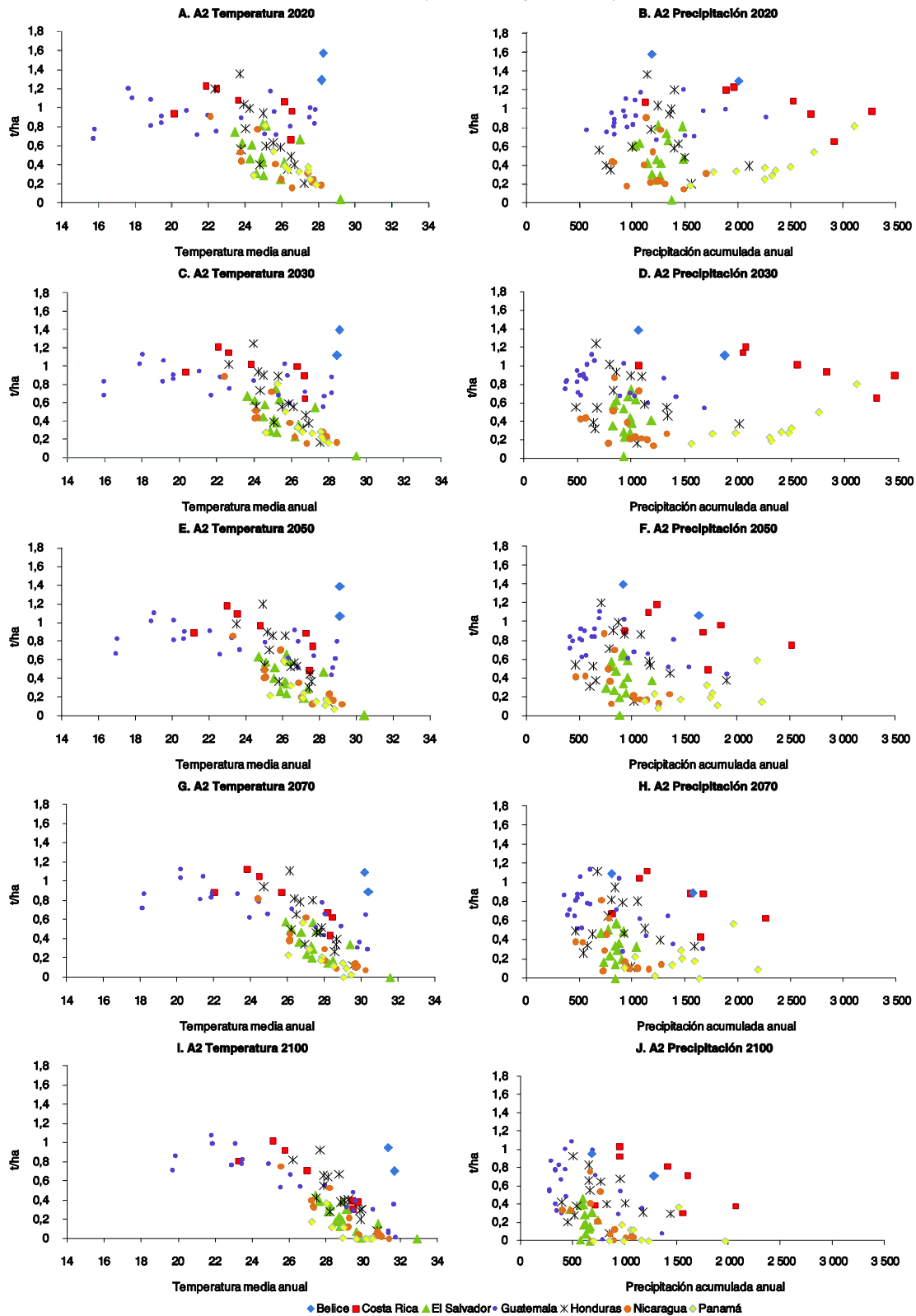
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 21
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, ESCENARIO B2,
PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100
(En toneladas por hectárea)



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 22
CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, ESCENARIO A2,
PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100
 (En toneladas por hectárea)



Fuente: Elaboración propia.

Considerando las condiciones climáticas en el escenario A2 para el corte 2050 (véase el gráfico 22) se estima que 45% de los departamentos experimentarían rendimientos en el rango medio de 0,3 t/ha a 0,8 t/ha, 30% con rendimientos superiores a 0,8 t/ha y 25% por debajo de 0,3 t/ha, ante un promedio de precipitación acumulada anual menor a 1.488 mm y una mayor temperatura promedio anual de alrededor de 24,9 °C. Hacia el final del siglo, 41% de los departamentos tendrían rendimientos entre 0,3 t/ha y 0,8 t/ha, solamente 16% superiores a 0,8 t/ha y 31% inferiores a 0,3 t/ha frente a un muy reducido promedio regional de precipitación de 844 mm y una temperatura promedio de 28,4 °C.

Algunos departamentos de Guatemala y Costa Rica mantendrían los rendimientos más altos hacia 2100 en ambos escenarios con un rango de temperatura de 20 °C a 24°C. Con niveles de temperatura superiores a ese rango, los rendimientos tienden a decrecer. Con la precipitación no hay un rango claro de máximos rendimientos ya que con el escenario B2 en general los rendimientos más altos se encontrarían en departamentos con precipitación entre 1.000 y 1.500 mm y bajo el escenario A2 se alcanzarían con menos de 1.000 mm. Por otro lado, los rendimientos más bajos se encontrarían en algunos departamentos de El Salvador, Nicaragua y Panamá. Se espera que hacia finales de siglo, bajo el escenario A2, algunos departamentos tengan rendimientos nulos.

CONCLUSIONES Y EXPLORACIÓN DE OPCIONES DE RESPUESTA

La producción de café hace una contribución significativa a la economía de seis de los siete países de la región en los cuales representa una fuente importante de divisas, al ser uno de los principales productos de exportación, y de ingresos para numerosos productores y jornaleros, incluyendo aquellos que viven en pobreza. La planta de café se ve afectada en sus diferentes etapas de crecimiento por las condiciones ambientales, especialmente por la variación fotoperiódica, temperatura, lluvia y humedad. También, los eventos climáticos extremos y cambios inesperados en los patrones de estas condiciones influyen en su productividad y calidad del grano.

La mayor parte de la producción se destina a la exportación. En 2010 la región exportó alrededor de 85% de la cantidad producida. Sin embargo, la importancia del café dentro de la economía y del comercio se ha ido reduciendo a medida que las economías centroamericanas han diversificado su producción y exportaciones. En 2012 la participación del café dentro del comercio varió según el país: para el comercio de Honduras tiene mayor peso representando alrededor de 17% de las exportaciones, las cifras para los demás países son: Nicaragua 13%, Guatemala 8,5%, El Salvador 7%, Costa Rica 3,6% y Panamá 1%.

Se estima que en 2001, alrededor de 69% de los productores de café de Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua poseían menos de 3.5 hectáreas, representando 12% de la producción y 18% de la superficie sembrada (CEPAL, 2002). Para los hogares de bajos ingresos, especialmente en El Salvador, Honduras, Nicaragua y Guatemala, el trabajo relacionado con el café es una fuente importante de ingresos. La actividad emplea alrededor de 1.8 millones de personas al año en estos países. Estos ingresos son particularmente importantes para las familias con escasas oportunidades de diversificación en sus medios de vida y cultivos (FEWS NET 2014). Así, los actores del sector son factores clave para acciones de respuesta al cambio climático, pero al mismo tiempo son vulnerables a su impacto.

Los eventos climáticos extremos, incluyendo huracanes, tormentas tropicales, sequías y otros estragos del fenómeno El Niño-La Niña, han provocado pérdidas agrícolas cuantiosas en la región. Su impacto depende tanto de la vulnerabilidad de los cultivos como de los productores. El ciclo productivo se trastorna por cambios en el patrón de lluvia, intensidad de huracanes, alza de temperatura, mayor evapotranspiración y aridez y cambios en plagas y enfermedades. En el caso de los productores la vulnerabilidad está asociada a su situación socioeconómica, acceso a insumos y tecnología, disponibilidad de agua, fertilidad del suelo y nivel de organización, entre otros factores. El cambio climático está magnificando la exposición a condiciones adversas y empeorará su vulnerabilidad. Los efectos indirectos podrían incluir la pérdida de servicios de los ecosistemas como la regulación del clima y de los ciclos hídricos locales, la polinización y el control de plagas.

La sensibilidad del sector a cambios climáticos aparentemente menores se manifestó en el impacto del brote de roya que redujo la cosecha de café 2012-2013 entre 15% a 25% en relación con la producción de 2011-2012 (FEWSNET 2014, citando PROMECAFE), con probables impactos en los siguientes ciclos. Al comparar las exportaciones de café de Centroamérica del período julio-diciembre de 2013 con respecto al mismo período de 2012 se observa una reducción de 34% a nivel regional, 19% en Costa Rica, 17% en Guatemala, 50% en El Salvador, 55% en Honduras y 44% en Nicaragua.

Las emergencias provocadas por eventos extremos climáticos, como este brote de roya de 2012-2013 y la sequía de 2014, además de la tormenta tropical DT12E de 2011, han estado cada vez más presentes en la agenda regional. Frente a estas dos últimas amenazas, los Presidentes han decretado mandatos para el Sistema de Integración Centroamericana y declarado estados de emergencia en varios países. Las instituciones nacionales y regionales han preparado e implementado programas de respuesta inmediata. Al mismo tiempo, aumenta la consciencia de que estos fenómenos podrían estar relacionados de forma creciente con cambios climáticos globales provocados por las emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso del café y las poblaciones asociadas a su producción, hay múltiples canales de impacto del cambio climático, incluyendo los diversos efectos de eventos extremos, la progresiva alza de temperatura, cambios en los patrones de lluvias y en el nivel de aridez, impactos en los ecosistemas que contribuyen con servicios a la producción, además de cambios en las enfermedades que afectan la producción como la roya. Las poblaciones podrían experimentar mayor inseguridad alimentaria si se afectara la producción de alimentos en sus propias fincas y en su país o tengan menores ingresos para adquirirlos.

El análisis presentado en esta publicación parte del estudio de las tendencias históricas de producción y rendimiento del café, con datos proporcionados por las instituciones nacionales. La mayor producción en el período 2001-2009 se generó en 24 departamentos con volúmenes promedio entre aproximadamente 12,5 mil y 51,5 mil toneladas, incluyendo a Santa Rosa, Huehuetenango, Chiquimula, Suchitepéquez, Alta Verapaz, San Marcos, Guatemala y Chimaltenango en Guatemala; Santa Ana, Ahuachapán y La Libertad en El Salvador; El Paraíso, Copán, Comayagua, Santa Barbara, Lempira, Ocotepeque y La Paz en Honduras; Jinotega y Matagalpa en Nicaragua; y San José, Alajuela, Cartago y Puntarenas en Costa Rica. Así, se identifican regiones especializadas en la producción del café, como la zona fronteriza entre Guatemala, El Salvador y Honduras, el occidente de Guatemala, el centro norte de Nicaragua y el valle central de Costa Rica. En la costa del Atlántico la producción es menor o no se produce.

Los rendimientos de café alcanzaron un promedio regional de 0,9 t/ha en 2011, superior al promedio mundial de 0,79 t/ha, pero con una gran variación entre departamentos. Ahora bien, 32 departamentos reportaron rendimientos superiores al promedio mundial, coincidiendo en 14 casos con los mayores volúmenes. Los 32 departamentos son: Orange Walk y Toledo en Belice; San José, Heredia, Alajuela, Guanacaste, Puntarenas y Cartago en Costa Rica; San Salvador en El Salvador; Chiquimula, Sololá, El Quiché, Huehuetenango, Santa Rosa, Izabal, Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez, Jalapa, El Progreso, San Marcos, Totonicapán, El Peten, Chimaltenango y Suchitepéquez en Guatemala; Ocotepeque, Copán, Lempira, Intibucá y Comayagua en Honduras; y Jinotega y Matagalpa en Nicaragua. Sin embargo, los rendimientos mundiales crecieron de 0,48 t/ha a 0,79 t/ha en las últimas tres décadas, mientras que en Centroamérica solo se incrementaron 0,1 t/ha en el mismo período.

Tomando en cuenta las acotaciones a este tipo de análisis indicadas en el capítulo anterior, con el escenario B2 al corte de 2020, el rendimiento promedio de la región podría disminuir 6% con las siguientes variaciones entre los países: 4% en Honduras; 5% en Costa Rica; 6% en Guatemala; 7% en El Salvador y Nicaragua; 8% en Panamá y 14% en Belice. Hacia 2050, las reducciones estarían entre 10% en Guatemala hasta 27% en Panamá. Hacia 2100 con el escenario B2, los rangos del cambio porcentual de los rendimientos departamentales por país serían los siguientes: Belice entre -36% y -39%; Costa Rica entre -7% y -58%; El Salvador entre -20% y -100%; Guatemala entre +6% y -63%; Honduras entre -17% y -52%; Nicaragua entre -16% y -83% y Panamá entre -34% y -100%. En general se prevén grandes decrementos de los rendimientos, si bien en algunos departamentos del altiplano Guatemalteco el impacto será menor u inclusive positivo. En 2100 los países con menores rendimientos serían Panamá, El Salvador y Nicaragua.

En el escenario más pesimista (A2), la disminución de los rendimientos sería mayor que en B2. En 2020, la región podría experimentar una ligera mejora de 1% en los rendimientos, pero Belice y Nicaragua tendrían una disminución de 5%. Hacia 2050, el rendimiento regional promedio bajaría 18%, con variaciones de 9% en Honduras a 40% en Panamá. Hacia finales del siglo, la reducción del promedio regional sería de 48%, con variaciones que irían de 33% en Honduras a 83% en Panamá, la mayor disminución en la región. Panamá seguiría teniendo los menores rendimientos relativos, mientras Guatemala y Costa Rica tendrían los mayores al beneficiarse de las temperaturas más bajas en sus tierras altas. Los rangos de cambio en los rendimientos por país serían: Belice entre -44% y -47%; Costa Rica entre -9% y -65%; El Salvador entre -36% y -100%; Guatemala entre +9% y -98%; Honduras entre -22% y -58%; Nicaragua entre -15% y -98% y Panamá entre -30% y -100%.

En los diagramas 2 y 3 se ilustran los cambios con los resultados ordenados en tres rangos de rendimientos: i) altos (igual y más de 0,8 t/h, que es el promedio mundial actual); ii) medios (entre de 0,8 t/h y 0,3 h/t); iii) bajos (menores a 0,3 h/t). Como ya se mencionó, 32 departamentos (34% del total) registraron rendimientos iguales o superiores a 0,8 t/ha, principalmente los ubicados en las zonas altas de Costa Rica, Guatemala y Honduras, con un promedio de 1.000 msnm. Otros departamentos son parte del corredor seco, específicamente los del oriente y occidente de Guatemala, sur de Honduras, centro norte de Nicaragua y norte del valle central de Costa Rica.

Hacia 2050, este número de departamentos se reduciría a 24 (25%) en el escenario B2 y a 25 (26%) en el A2. En ambos escenarios se mantendrían los departamentos de Orange Walk y Toledo en Belice; Alajuela, Cartago, Guanacaste, Heredia y San José en Costa Rica; Chimaltenango, Chiquimula, El Quiché, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Sololá y Totonicapán en Guatemala; Comayagua, Copan, Intibucá, Lempira y Ocotepeque en Honduras; y Jinotega en Nicaragua, además de Izabal de Guatemala. Ocho departamentos bajarían al rango medio con B2: Puntarenas de Costa Rica; San Salvador de El Salvador; El Petén, El Progreso, Escuintla, Izabal y Suchitepéquez en Guatemala y Matagalpa en Nicaragua. Con A2, siete de ellos bajarían a este grupo, salvo Izabal.

Hacia 2100, el número de departamentos con rendimientos de 0,8 t/ha o más se reduce a la mitad del período histórico, 15 departamentos (16%) en B2 y 11 (12%) en A2. En ambos escenarios los departamentos que mantendrían este rango de rendimientos serían Orange Walk en Belice; Cartago, Heredia y San José en Costa Rica; El Quiché, Huehuetenango, Sacatepéquez, Sololá y Totonicapán en Guatemala; y Copán y Ocotepeque en Honduras. En B2 estarían, además de los ya enumerados, Chimaltenango, Guatemala y San Marcos en Guatemala, y Toledo de Belice. Así, nueve

departamentos adicionales al corte de 2050 pasarían al rango medio con B2: Alajuela y Guanacaste en Costa Rica; Chiquimula, Jalapa y Santa Rosa en Guatemala; Intibucá, Comayagua y Lempira en Honduras; y Jinotega en Nicaragua. Con A2 esta reducción afectaría a estos mismos departamentos y cuatro más: Toledo de Belice; Guatemala, San Marcos, Chimaltenango e Izabal de Guatemala.

El análisis sugiere que los departamentos del occidente de Guatemala y su límite con Honduras, además del valle central de Costa Rica, mantendrían mejores condiciones climáticas para el café en ambos escenarios, experimentando un rango de temperatura anual promedio de 20 °C a 26 °C, aun hacia 2100 con A2, con excepción de Orange Walk (31 °C), Toledo (32 °C) y Ocotepeque (28 °C). Con relación a la precipitación, el análisis no encuentra una asociación clara a nivel departamental. En el escenario B2, los rendimientos más altos se presentarían en los departamentos con precipitación anual promedio entre 1.000 mm y 1.500 mm. Bajo el escenario A2, algunos departamentos mantendrían rendimientos altos aun con lluvia entre 500 mm y 1.000 mm, con la salvedad de que las lluvias en las zonas cafetaleras de cada departamento pueden diferir del promedio.

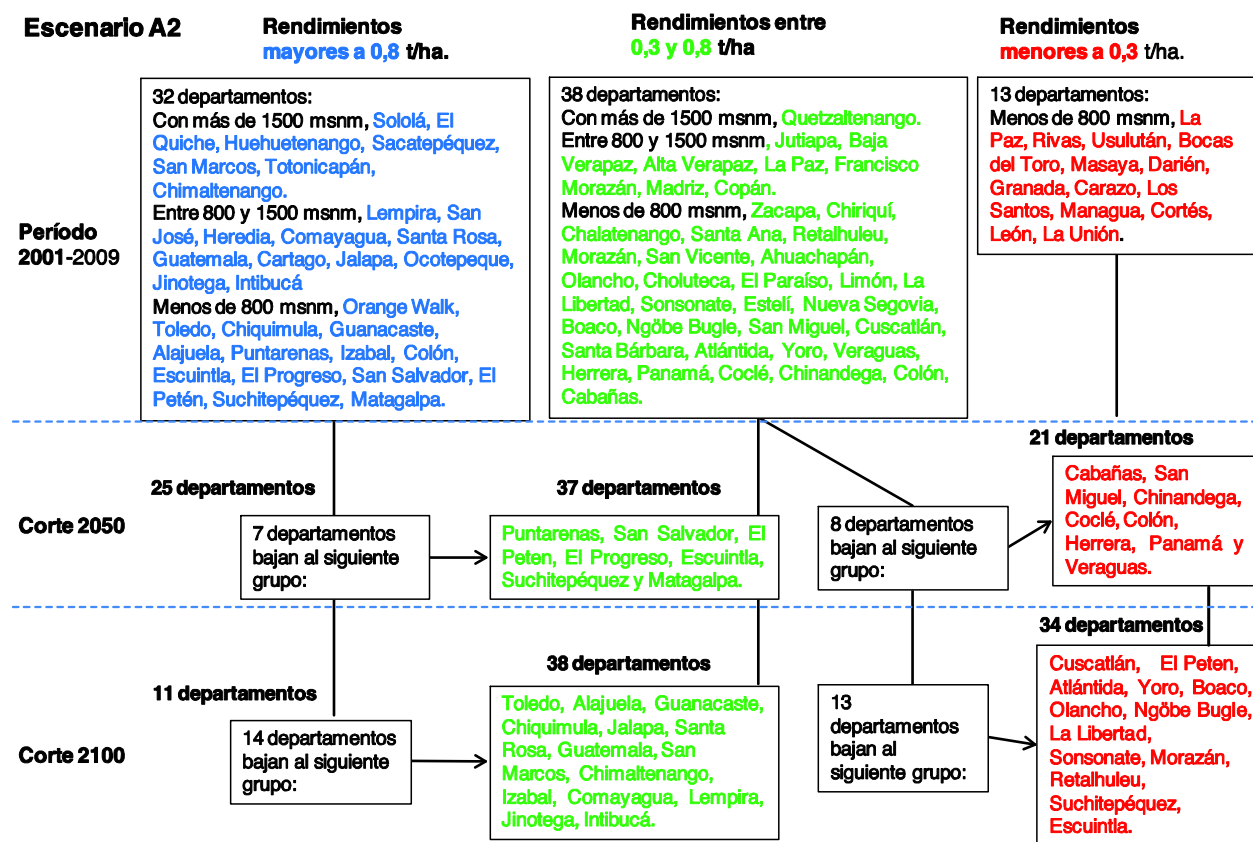
Un grupo de 38 departamentos (40% del total) registró rendimientos de entre 0,3 t/ha y 0,8 t/ha en la década de 2000. Están ubicados en El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, en departamentos con altitudes promedio por debajo de los 800 msnm, con excepción de siete: Quetzaltenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Jutiapa en Guatemala; La Paz y Francisco Morazán en Honduras; y Madriz en Nicaragua. Hacia 2050, el total de departamentos se mantendría en 38 (40%) con B2 y 37 (39%) con A2; pero su composición habría cambiado: con B2, ocho departamentos que están en el grupo de 0,8 t/ha o más entrarían al rango de rendimientos de 0,3 t/ha a 0,8 t/ha; con A2 serían siete departamentos. Al mismo tiempo, ocho departamentos pasarían al grupo de rendimientos menores a 0,3 t/ha con B2: Cabañas en El Salvador; Olancho en Honduras; Chinandega en Nicaragua y Coclé, Colón, Herrera, Panamá y Veraguas en Panamá. En el escenario A2, la única diferencia es que estaría San Miguel de El Salvador en lugar de Olancho de Honduras. Hacia 2100, habría 39 (41%) departamentos en este grupo de rendimientos medios con B2 y 38 (40%) con A2. Comparado con 2050, en B2 nueve departamentos adicionales pasarían a este rango desde el de altos rendimientos: Alajuela y Guanacaste de Costa Rica; Chiquimula, Jalapa y Santa Rosa en Guatemala; Intibucá, Comayagua, y Lempira en Honduras; y Jinotega en Nicaragua. Con A2 serían 14 departamentos más, incluyendo los mismos departamentos nombrados por B2 y: Toledo en Belice; y Guatemala, San Marcos, Chimaltenango e Izabal en Guatemala. En el caso de Panamá, la provincia de Chiriquí, donde se ubican las zonas de producción por excelencia de Boquete, Cerro Punta, Volcán y Río Sereno, pasarían de tener rendimientos de 0,75 t/ha en 2001-2009 a 0,65 t/ha con B2 y 0,59 t/ha con A2 a 2050. A 2100 Chiriquí, podría experimentar rendimientos de 0,38 t/ha en B2 y de 0,37 t/ha en A2; seguiría siendo la provincia con mayores rendimientos de Panamá.

Hacia finales del siglo, estos departamentos con rendimientos medios experimentarían temperaturas promedio anuales de 24 °C a 30 °C con B2 y de 23 °C a 32 °C con A2 (con excepción de Quetzaltenango con 18 °C con B2 y 20 °C con A2). Con relación a la precipitación, el análisis no demuestra una asociación clara a nivel departamental: con B2 los rendimientos medios se encontrarían en departamentos con un amplio rango de precipitación anual promedio, principalmente entre 500 mm y 1.500 mm, y con A2 entre 500 mm y 1.000 mm; con la salvedad de que las lluvias en las zonas cafetaleras de cada departamento pueden diferir del promedio.

En el período histórico, 13 departamentos (14% del total) registraron rendimientos inferiores a 0,3 t/ha, con un rango de altitud promedio de 0 msnm a 500 msnm (con excepción de Los Santos en Panamá, con 780 msnm) y un promedio de lluvia acumulada anual de 1.537 mm y una temperatura promedio de 26,2 °C. Este rango de rendimiento es equivalente al de los promedios actuales de

Ecuador, Ghana, Trinidad y Tobago y Nepal, entre otros. Hacia 2050, este número habría aumentado a 21 con B2 (22% del total), incluyendo a Cabañas, La Unión, La Paz y Usulután en El Salvador; Olancho y Choluteca en Honduras; Chinandega, Masaya, Carazo, Rivas, Granada, Managua y León en Nicaragua; y Colón, Veraguas, Herrera, Bocas del Toro, Coclé, Panamá, Darién y Los Santos en Panamá. Hacia finales de siglo, el número podría llegar a 29 departamentos (31% del total), sumándose Limón de Costa Rica; Cuscatlán y San Miguel en El Salvador; El Petén en Guatemala; Atlántida y Yoro en Honduras; Boaco en Nicaragua; y la comarca Ngöbe Buglé en Panamá. Estos departamentos experimentarían una temperatura promedio de 28,7 °C y un promedio de precipitación de 1.291 mm hacia el corte 2100.

DIAGRAMA 2
CENTROAMÉRICA: FLUJO DE DEPARTAMENTOS BAJO EL ESCENARIO A2 Y TRES GRUPOS DE RENDIMIENTOS, PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES 2050 Y 2100



Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA 3
CENTROAMÉRICA: LISTA DE DEPARTAMENTOS BAJO EL ESCENARIO A2 Y TRES GRUPOS DE RENDIMIENTOS, CORTES 2050 Y 2100

Escenario A2	Rendimientos mayores a 0,8 t/ha.	Rendimientos entre 0,3 y 0,8 t/ha	Rendimientos menores a 0,3 t/ha.
Corte 2050	<p>25 departamentos: Con más de 1500 msnm, Sololá, El Quiche, Huehuetenango, Sacatepéquez, San Marcos, Totonicapán, Chimaltenango. Entre 800 y 1500 msnm, Lempira, San José, Heredia, Comayagua, Santa Rosa, Guatemala, Cartago, Jalapa, Ocotepeque, Jinotega, Intibucá Menos de 800 msnm, Orange Walk, Toledo, Chiquimula, Guanacaste, Alajuela, Izabal, Colón.</p>	<p>37 departamentos: Con más de 1500 msnm, Quetzaltenango. Entre 800 y 1500 msnm, Jutiapa, Baja Verapaz, Alta Verapaz, La Paz, Francisco Morazán, Madriz, Copán. Menos de 800 msnm, Zacapa, Chiriquí, Chalatenango, Santa Ana, Retalhuleu, Morazán, San Vicente, Ahuachapán, Olancho, Choluteca, El Paraíso, Limón, La Libertad, Sonsonate, Estelí, Nueva Segovia, Boaco, Ngöbe Bugle, Cuscatlán, Santa Bárbara, Atlántida, Yoro, Puntarenas, San Salvador, El Peten, El Progreso, Escuintla, Suchitepéquez y Matagalpa.</p>	<p>21 departamentos: Menos de 800 msnm, La Paz, Rivas, Usulután, Bocas del Toro, Masaya, Darién, Granada, Carazo, Los Santos, Managua, Cortés, León, La Unión, Cabañas, San Miguel, Chinandega, Coclé, Colón, Herrera, Panamá y Veraguas..</p>
Corte 2100	<p>11 departamentos: Con más de 1500 msnm, Sololá, El Quiche, Huehuetenango, Sacatepéquez, Totonicapán. Entre 800 y 1500 msnm, San José, Heredia, Cartago, Ocotepeque Menos de 800 msnm, Orange Walk, Colón.</p>	<p>38 departamentos: Con más de 1500 msnm, Quetzaltenango, San Marcos, Chimaltenango. Entre 800 y 1500 msnm, Jutiapa, Baja Verapaz, Alta Verapaz, La Paz, Francisco Morazán, Madriz, Copán, Jalapa, Santa Rosa, Guatemala, Comayagua, Lempira, Jinotega, Intibucá. Menos de 800 msnm, Zacapa, Chiriquí, Chalatenango, Santa Ana, San Vicente, Ahuachapán, Choluteca, El Paraíso, Limón, Estelí, Nueva Segovia, Santa Bárbara, Puntarenas, San Salvador, El progreso, y Matagalpa, Toledo, Alajuela, Guanacaste, Chiquimula, Izabal,.</p>	<p>34 departamentos: Menos de 800 msnm, Olancho, La Paz, Rivas, Usulután, Bocas del Toro, Masaya, Darién, Granada, Carazo, Los Santos, Managua, Cortés, León, La Unión, Cabañas, San Miguel, Chinandega, Coclé, Colón, Herrera, Panamá y Veraguas. Cuscatlán, El Peten, Atlántida, Yoro, Boaco, Ngöbe Bugle, La Libertad, Sonsonate, Morazán, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla..</p>

Fuente: Elaboración propia

Con el escenario A2 en el corte 2050, 21 departamentos (22% del total) tendrían rendimientos inferiores a 0,3 t/ha, los mismos de la lista del escenario B2 para este corte, excepto que San Miguel de El Salvador estaría en lugar de Olancho de Honduras. Hacia final del siglo, 34 departamentos (36%) tendrían rendimientos menores a 0,3 t/ha. Éstos son los mismos que en B2, con excepción de Limón y Choluteca, y agregando La Libertad, Sonsonate y Morazán en El Salvador, Cortes en Honduras y Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla en Guatemala. Estos departamentos experimentarían una temperatura de 29,8 °C y un promedio regional de precipitación de 903 mm, y los de El Salvador y Nicaragua ya son parte del corredor seco, mientras que los de Panamá, Guatemala y Costa Rica no tienen gran altitud.

Los tres estudios nacionales de la serie *Coffee Under Pressure* del CIAT identifican cambios probables en aptitud para el cultivo del café en el escenario A2 a 2020 y 2050. Debido al aumento de temperatura, se estima una reducción de la aptitud de producción de las variedades arábicas en las zonas de poca altitud, con un probable desplazamiento de las zonas productivas a altitudes mayores, resultando en una altitud óptima de 1.600 msnm frente a los 1.200 msnm actuales. Los resultados también aportan información valiosa para ubicar zonas aptas dentro de departamentos específicos.

En El Salvador las áreas aptas estimadas para 2050 serían las zonas altas del occidente, incluyendo a Ahuachapán, Chalatenango y La Libertad, y las faldas de varios volcanes, aunque con un menor coeficiente de aptitud. En Nicaragua la aptitud se concentraría en el sur de Jinotega y algunas zonas altas de Nueva Segovia, Matagalpa, Madriz y Estelí. Las reducciones mayores serían las de Carazo y Managua. Esto es consistente con los resultados de las funciones de producción

departamentales que estiman para Jinotega rendimientos superiores a 0,8 t/ha en 2050, con altitud promedio de 790 msnm y con poco territorio dentro del actual corredor seco.

Finalmente, en Guatemala las mejores aptitudes en 2050 serían las de las zonas altas de Quetzaltenango, Suchitepéquez, Chimaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa, Jalapa y Huehuetenango. Las zonas con mayor pérdida de aptitud, hasta menos 30%, podrían ser Baja Verapaz, El Progreso, Chiquimula, Zacapa, Jutiapa (todas dentro del corredor seco actual), además de Santa Rosa e Izabal. El análisis de funciones de producción arroja mayores rendimientos en el Occidente de Guatemala, especialmente en Huehuetenango y Sololá (de 1,0 t/ha a 1,3t/ha) y en El Quiché, Totonicapán, San Marcos, Guatemala, Sacatepéquez, Chiquimula, Jalapa, Chimaltenango, Izabal y Santa Rosa, con rendimientos superiores a 0,8 t/ha y altitud promedio de 890 msnm a 2.500 msnm (con excepción de Izabal). Santa Rosa y Chiquimula mantendrían altos rendimientos, pero con posible pérdida de producción debido a que sus zonas de mayor altitud mantendrían buena aptitud, sin embargo la superficie dedicada a la producción del café en dichos departamentos se reduciría.

La mayoría de los resultados de estos dos estudios son consistentes. Es importante observar que el impacto menor o la mayor aptitud relativa de las tierras altas de la región no significan que aumentar la superficie de producción sea necesariamente una opción recomendable, aunque podría ser más factible con sistemas forestales tradicionales. Es necesario considerar aspectos como el uso apropiado del suelo para bosques y otros ecosistemas, la topografía accidentada, los riesgos de erosión y el cuidado de las cuencas hidrológicas, además del acceso a servicios productivos y sociales para los productores.

El sector cafetalero no solo se caracteriza por la variedad de tamaño de sus productores, sino también por la gran diversidad de sistemas de producción. En general, las variedades arábicas se cultivan en sistemas forestales y de policultivo tradicionales, mientras que las variedades robustas o híbridas se cultivan en sistemas más expuestos al sol. En el sistema tradicional, el cafeto se siembra debajo de capas más altas de plantas de bosque nativo que le proporcionan sombra. Los agricultores crearon el sistema de policultivo tradicional con la introducción de otras especies de árboles y plantas con usos maderables y no maderables o benéficos como fijadores de nitrógeno. Desde los años setenta, la promoción de sistemas de producción “tecnificada”, enfocada en el rendimiento del café exclusivamente, implicó cambios en el sistema productivo, con variedades comerciales híbridas, aumento de la densidad de la plantación y del uso de agroquímicos comerciales y la reducción de sombra en diversos extremos. Estos sistemas incluyen el policultivo comercial con una sola capa de sombra de diversas especies, la sombra especializada con una sola especie proveedora de sombra, y el monocultivo sin sombra. La diversidad de sistemas de producción, combinada con variaciones de suelo, altitud, inclinación, clima local, de conocimientos de los productores y disponibilidad de mano de obra, demanda flexibilidad y especificidad en las medidas de adaptación requeridas, de modo que sean compatibles con los intereses de los productores en los niveles locales.

Una estrategia para enfrentar los riesgos climáticos también tendrá que considerar los otros factores de riesgo que amenazan a esta tradición cafetalera: migración de la población rural y envejecimiento de los productores, violencia en algunas zonas rurales, falta de acceso a servicios necesarios para la producción y retención de mayor valor (extensión y desarrollo de variedades y prácticas sostenibles, organización, instalaciones de procesamiento y capacidades de mercadeo), además de servicios sociales y educativos para una mejor calidad de vida. Con honrosas excepciones, en la mayoría de los países el campo se ha descapitalizado y los programas de titulación de tierras,

extensión, reducción de pérdidas post cosecha, acceso a mercados y fortalecimiento de capacidades se han reducido. En algunos países, las tierras más frescas dedicadas al café son ocupadas por urbanizaciones nuevas, con su respectiva a revalorización por este uso.

Cualquier estrategia para responder a estos retos necesita basarse en el trabajo directo con los productores y el resto de los actores de la cadena de valor del café; igualmente, las acciones requeridas involucran diversos ministerios, no solo a los de agricultura y ambiente, sino comercio, hacienda, obras públicas y educación, entre otros; así como centros de investigación y de formación de técnicos y el sector de servicios financieros.

Actualmente hay notables esfuerzos en la región por desarrollar propuestas de adaptación, a menudo en colaboración entre académicos y productores, para identificar factores que contribuyen a la vulnerabilidad de los productores, a su capacidad de adaptación y áreas prioritarias de acción. Por ejemplo, para la serie de estudios CUP se realizaron consultas con productores sobre su sensibilidad y su adaptabilidad. Con respecto a la sensibilidad se evaluaron factores como variabilidad anual de rendimientos, medidas de conservación, fertilidad del suelo, acceso y disponibilidad de agua, tipo de acceso vial y transporte, migración, alimentación, salud y calidad de vivienda. Los resultados arrojaron un índice de alta sensibilidad en 49% de las familias entrevistadas en Guatemala, 40% en El Salvador y 22% en Nicaragua. Con respecto a la capacidad adaptativa, se exploraron factores como conservación y contaminación, infraestructura post-cosecha, acceso a crédito, tecnologías alternativas y mercados especializados, diversificación de fuentes de ingresos, participación en organizaciones, educación, conocimiento agro-ecológico y políticas públicas. Algunos factores característicos de una baja capacidad adaptativa son la poca diversificación de producción, especialmente en productos alimenticios y fuentes de ingreso de fuera de la finca, poco acceso a tecnologías de procesamiento y poca participación en organizaciones. Igualmente, se encontraron grandes variaciones en los factores de ambos índices entre comunidades participantes, lo cual refuerza la importancia de las estrategias de respuesta a nivel local (CIAT, 2012b, c y d, Baca et al 2014 y Rahn et al 2014; ver también de Melo, 2010).

Otro análisis relevante es el estudio de factibilidad de la implementación de seguros basados en índices climáticos para el cultivo de café en Honduras y Nicaragua, coordinado por CATIE. A partir de entrevistas con productores, el estudio identificó los riesgos climáticos que causan las mayores pérdidas: sequía y exceso de lluvia durante la floración, que causan menor o mayor crecimiento y llenado del grano. Por ejemplo, en la zona Pacífico Central de Nicaragua, lluvias mayores a 110 mm durante la floración causan pérdidas de 75% de la producción. Entre los limitantes a la producción se identificaron falta de acceso a financiamiento, bajo control de calidad del procesamiento de beneficio húmedo, inseguridad durante la cosecha y mal estado de las carreteras (CATIE, 2011).

Como 90% de la producción se exporta, la dinámica del mercado internacional también importa para el desarrollo de una estrategia. Este mercado se caracteriza por una oferta creciente, especialmente de la variedad robusta, y una demanda también creciente, particularmente en Asia. La producción mundial de la variedad arábica aun representa 60% del total, es más volátil pero consigue un precio en 79% mayor que las variedades robusta (promedio de los precios mensuales de los últimos 10 años). El comportamiento del precio también fue afectado por el colapso del Acuerdo internacional de café a finales de los ochenta, con su sistema de cuotas de exportación y reservas. El período posterior se ha caracterizado por precios más bajos y volátiles y picos altos relacionados con riesgos de oferta, especialmente de los grandes países productores, por extremos climáticos e incidencia de enfermedades.

La reducción y las fluctuaciones del precio internacional del café disminuyen el precio recibido por los productores a pie de finca. En la primera mitad de la década pasada, los bajos precios dificultaron a los productores tener ingresos necesarios para cubrir los gastos en mantenimiento y renovación de plantaciones y hasta para necesidades básicas en algunos casos, lo que provocó abandono de la producción cafetalera y/o migración temporal en búsqueda de ingresos suplementarios, en perjuicio de del mantenimiento y así de la producción del ciclo subsiguiente.

En las últimas décadas han surgido mercados “nicho” en la demanda internacional de café, donde se valoriza con mayores precios la producción de gran altura, de sombra, orgánica o de comercio justo (que busca el reconocimiento del derecho de las familias productoras a una mejor calidad de vida). Existen varios sistemas de certificación y comercialización especializados en la región que ofrecen alternativas al mercado normal, como los Certificados de *Rainforest Alliance* y *UTZ* y las marcas *Fairtrade International*. No obstante, estos sistemas requieren que los productores se organicen para producir con los requisitos de la certificación correspondiente, y periódicamente se reportan dificultades de colocar la producción certificada. La diferenciación emergente está asociada al “contenido carbónico”, indicador clave en el esfuerzo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En el comercio del café, esto podría generar riesgos y/o oportunidades comerciales para la región. Algunos países importadores realizan esfuerzos nacionales para reducir sus emisiones, por ende, están considerando medidas como un impuesto al contenido carbónico de las importaciones o pago de derechos por las emisiones de GEI de la producción, transporte y otras etapas del ciclo de vida de las mercancías. Esto puede implicar mayores costos para exportaciones y pérdida de competitividad.

Al mismo tiempo, esta tendencia puede traer oportunidades comerciales, dependiendo del desarrollo de sistemas de producción más limpios y bajos en carbono y/o más cercanos a los mercados, lo que reduce la contaminación asociada al transporte. Existen importantes esfuerzos para ampliar la capacidad de este tipo de producción en la región; en el sector cafetalero destacan los cultivos de sombra/alta calidad/orgánico, que pueden ser bien posicionados. Para que estos esfuerzos prosperen urge emprender programas para medir los contenidos carbónicos y la huella ecológica y crear la capacidad de la cadena de valor para aprovechar este cambio. Esto implica que los gobiernos presten atención a este tema de comercio agrícola en las negociaciones de la CMNUCC, en los foros de negociaciones de la OMC, incluyendo de propiedad intelectual, y en los tratados comerciales bilaterales, regionales e interregionales.

En este complejo contexto es recomendable impulsar estrategias adaptativas del sector café que sean incluyentes y sustentables y que combinen acciones de reducción de la pobreza con fortalecimiento de los medios de vida de la población cafetalera, con medidas para aumentar su resiliencia al cambio climático y su aprovechamiento de la probable transición a economías más sostenibles y bajas en carbono. El sector agropecuario es altamente vulnerable al cambio climático, pero también es el segundo emisor de gases de efecto invernadero y podría llegar a ser el primero en las próximas décadas. El sector cafetalero, no obstante, tiene ventajas que facilitarían una estrategia de adaptación combinada con desarrollo sostenible y bajo en emisiones de GEI. La región tiene experiencia acumulada en el sistema de producción de café bajo diferentes niveles de sombra, especialmente con modos orgánicos, y de procesamiento que minimiza el uso de agua y su contaminación y maximiza el uso de “deshechos”, experiencias que pueden ser parte clave de esta

respuesta. Se requerirá una visión estratégica para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos a nivel de finca y en la cadena de valor.

Las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en las plantaciones cafetaleras tecnificadas son las relacionadas con fertilizantes nitrogenados, pesticidas, combustible fósiles para maquinaria, metano generado en el tratamiento de desechos y aguas residuales y otras actividades como la ganadería. Las medidas para reducir estas emisiones pueden incluir el uso de insumos orgánicos y la captura de gas metano en biodigestores, tanto de las actividades de procesamiento como de la ganadería. Adicionalmente, la recuperación de capas de sombra puede mejorar el microclima y el efecto sumidero de carbono (ANACAFE, EFICO y *Rainforest Alliance*, 2012?, ver también Rikxoort et al 2014).

En el caso de producción orgánica, Rahn *et al.* (2013) identificaron un perfil de emisiones diferente, principalmente relacionado con producción y aplicación de material orgánico (composta), descomposición de material de los árboles de sombra, procesamiento para extraer la pulpa y fermentación y consumo de energía en el secado y el transporte. Los sistemas tradicionales y de policultivo tienen mayores efectos como sumideros de carbono y tienen menos externalidades negativas como contaminación de agua y erosión, y mayores efectos positivos para el clima local y la provisión de servicios ecosistémicos de polinizadores y controladores de plagas, los cuales son importantes para la adaptación. Los autores sostienen que la agroforestería con café podrán ser una opción de reforestación de tierras degradadas con beneficios de adaptación y mitigación. Otras medidas recomendadas incluyen biodigestores para el tratamiento de aguas de beneficios y como fuente de energía, con doble beneficio para el perfil de emisiones.

Van Rikxoort *et al.* (2014) analizaron los acervos de carbono y la huella carbónica en 116 fincas de café en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, México y Colombia, distinguiendo cuatro sistemas productivos: policultivo tradicional, policultivo comercial, monocultivo con sombra y monocultivo sin sombra. Encontraron que los sistemas de policultivo tradicional tienen acervos de carbono cuatro veces mayores que los de monocultivo sin sombra. En su análisis de la huella de CO₂e del café pergamino, los sistemas de policultivo registraron rangos menores que los de monocultivo, y la actividad con mayores emisiones resulta ser el procesamiento post cosecha. Recomiendan considerar tanto el efecto sumidero de los acervos de carbono como la huella carbónica en la cadena de valor para formular medidas amables al clima; sugieren enfocarse en tres áreas: conservación del acervo en la biomasa mediante la diversificación de las especies de árboles y evitando la deforestación dentro y fuera de la finca, reducción de emisiones por uso de fertilizantes y en el procesamiento del café mediante mejoras del beneficio húmedo y el uso de métodos secos.

Los programas enfocados a la adaptación podrían beneficiarse de medidas para mejorar la sostenibilidad, incluyendo cobeneficios de reducción de emisiones de GEI, como propone El Salvador en el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) para el desarrollo sostenible e incluyente del paisaje rural y en el Programa REDD Plus con enfoque de mitigación basada en la adaptación (MbA), en los cuales el sector cafetalero nacional puede jugar un papel clave (MARN, FCPF y UN-REDD, 2011). Los países que implementan NAMAs cafetaleros pueden afianzar la capacidad de reducción de emisiones atendiendo a los riesgos climáticos e integrando medidas de adaptación, como es el caso del NAMA Café de Costa Rica (MAG, MINAET, CATIE, IICA, GIZ e Icafe, 2012; ver también *Café Direct* y GTZ, 2008 y 2010).

La respuesta del sector agrícola y del café frente al cambio climático requerirá una estrecha coordinación de políticas con otros sectores para reducir la deforestación y proteger la biodiversidad y

el recurso del agua. Habrá que reconocer y considerar el potencial de expansión de experiencias que han fortalecido el bienestar de poblaciones asociadas al café con procesos productivos más sostenibles y fuentes de ingreso más diversificadas, como la agroforestería y el reconocimiento de su contribución a la protección de ecosistemas naturales, por ejemplo, con el pago por servicios ambientales.

Considerando que el sector agropecuario es el mayor consumidor de agua, cuya disponibilidad puede reducirse en la mayor parte de la región por el cambio climático y el incremento de la población, todo esfuerzo para aumentar la eficiencia del uso de este recurso es clave, incluyendo en la producción y el procesamiento del café. Programas para aumentar el acceso de poblaciones rurales dispersas a fuentes de energía renovable, como la solar, la eólica, el gas metano, la biomasa derivada de “deshechos” productivos y la generación hidroeléctrica de menor escala también son clave. Al respecto, la región cuenta con una Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, que se propone metas de inclusión y desarrollo sostenible del sector.

Actualmente, una parte de la producción se pierde o se degrada por falta de acceso a instalaciones para efectuar las primeras etapas de procesamiento del grano y para almacenamiento. Esto implica pérdidas de oportunidad de ingreso para los pequeños productores y desperdicio de los insumos naturales y esfuerzo humano utilizados. Asegurar estas facilidades a los pequeños productores puede permitirles mayor margen para negociar mejores precios y aumentar la eficiencia de la cadena total. Igualmente, capacitación y otros apoyos a estos productores para transitar a prácticas que utilicen los recursos en la misma finca para mejorar la calidad del suelo, reducir su degradación y reciclar “deshechos” para abonos orgánicos o energía, puede reducir el gasto en insumos comerciales y posiblemente mejorar su ingreso neto, especialmente si las medidas se vinculan con acceso a mercados con mejores precios o precios más estables (precios mínimos garantizados). Por esto, el esfuerzo y el conocimiento que ya tiene el pequeño productor deben ser complementados con servicios productivos y servicios sociales públicos.

El cambio climático podría considerarse un fenómeno que solamente nos afectaría en un futuro lejano, no atendible dadas las restricciones presupuestarias, profundizadas por la actual recesión global y las urgencias sociales y económicas existentes. Pero los crecientes impactos de eventos extremos y los cambios en la incidencia de plagas indican la necesidad de tomar medidas urgentes para responder a las pérdidas que ya azotan al sector cafetalero, y que pueden constituir los primeros pasos necesarios para avanzar con una estrategia de renovación y adaptación del sector a mediano plazo, con especial atención a los pequeños productores y considerando que las inversiones y los cambios tomarán tiempo para rendir frutos.

Con base en este análisis preparado por el GTCCGIR y la CEPAL y con contribuciones importantes de instituciones como CIAT, CATIE, CIRAD, PROMECAFE, ICAFE, FAO y GIZ, el GTCCGIR auspició una discusión técnica para generar una propuesta inicial de renovación y adaptación del sector cafetalero al cambio climático como insumo para una discusión más amplia en la región. La propuesta, presentada en la sección de Mensajes claves de esta publicación, abarca un conjunto de líneas de acción referentes al diálogo y trabajo con los pequeños productores, las cadenas de valor, la colección y el uso de datos climáticos, la diversificación de la producción y de los ingresos, el plan de emergencia de la roya, el desarrollo de una propuesta integrada de servicios productivos y sociales, de incentivos económicos y fiscales, de inversión en infraestructura rural, el fortalecimiento del sistema de certificación y de negociaciones comerciales, y el acceso al financiamiento.

BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

- Abarca S. (2013), «Resiliencia ante la vulnerabilidad por las variaciones climáticas», Documento para presentación en: Reunión de expertos sobre la integración de medidas de adaptación en planes nacionales de mitigación: una exploración técnica del NAMA Café de Costa Rica, 24 de octubre de 2013, CEPAL, Costa Rica.
- Adams, R., B. Hurd y J. Reilly (1999), «A review of impacts to US agricultural resources», Documento preparado para: The Pew Center on Global Climate Change.
- Adams, R. y otros (1988), «Implications of global climate change for western agriculture», *Western Journal of Agricultural Economics*, 13 (2): 348-356.
- Aguilar, E. y otros (2005), «Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003», *Journal of Geophysical Research*, vol. 110, N° D23.
- Alegre C., (1959), «Climats et cafeiers d'Arabie», *Agron. Trop.*, 14:23-58.
- Altamirano, J.A. (2012), *Influencia de la variabilidad climática sobre la producción de café (Coffea arabica L.) en Honduras*, Tesis para obtener el grado de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Alvim, P. de T. y T.T. Kozłowski (1977), *Ecophysiology of Tropical Crops*, Academic Press, Inc., New York. 502 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá) (2000), *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, Panamá, Panamá, Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).
- Asociación Nacional del Café (ANACAFE), EFICO Foundation, Rainforest Alliance (2012?), *Manual de Implementación del Módulo Clima*, basado en el Módulo clima de la red de agricultura sostenible.
- Arcila, J. (2007), «Crecimiento y desarrollo de la planta de café» en J. Arcila, F. Farfán, A. Moreno, L.F. Salazar y E. Hincapié *Sistemas de producción de café en Colombia*. En: Colombia ISBN: 0 ed: Blanecolor Ltda, v.2, p.21 - 60.
- Avelino J. (2013), *Efectos de la sombra sobre la roya anaranjada del café (Hemileia vastatrix)*, presentación, CIRAD/ IICA-PROMECAFE/CATIE, abril 2013, El Salvador.
- Avelino, J., R. Muller, A. Eskes, R. Santacreo y F. Holguín (1999), «La roya anaranjada del Cafeto: mito y realidad», en *Desafíos de la caficultura en Centroamérica* editores Benoit Bertrand y Bruno Rapidel, San José, Costa Rica, IICA-PROMECAFE, CIRAD, IRD, CCCR-Francia.
- Azhar, R. A., (1991), «Education and Technical Efficiency during the Green Revolution in Pakistan», *Economic Development and Cultural Change*, vol. 39, N° 3.
- Baca M., P. Läderach, J. Hagggar, G. Schroth y O. Ovalle, (2014), «An integrated framework for assessing vulnerability to Climate Change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica», *PLOS ONE*, Volumen 9.
- Baradas, M. W. (1994), *Crop requirements of tropical crops*. En: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York. pp. 189-202.
- Barquero M. (2013a), «Las variaciones climáticas en el incremento inusual de la Roya del Cafeto», *Revista Informativa*, Número 1, año 7, Icafe, Costa Rica.
- Barquero M. (2013b), «Análisis de variabilidad climática», Documento para presentación en: Reunión de expertos sobre la integración de medidas de adaptación en planes nacionales de mitigación: una exploración técnica del NAMA Café de Costa Rica, 24 de octubre de 2013, CEPAL, Costa Rica.
- BBC Mundo, (2011), *Cafetaleros en A. Latino "altamente vulnerables ante el cambio climático"*, entrevista de Alejandra Martins a Peter Läderach el 30 de junio de 2011.
- Benacchio S.S. (1982), *Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano*, FONAIAP-Centro Nacional de Investigación Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela.

- Bosselmann A.S. (2012), «Mediating factors of land use change among coffee farmers in a biological corridor», *Ecological Economics*, 80: 79–88.
- Briceño, J. A. y O. E. Arias (1992), «Desarrollo del cafeto (*Coffea arabica*). I. Crecimiento vegetativo y reproductivo de tres cultivares», *Agronomía Costarricense* 16(1): 125-130.
- Camargo, M. B. P. (2009), «The impact of climatic variability in coffee crop», artículo disponible en <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/ClimaticVariability/index.htm>. acceso en : 21/8/2013
- CCAD-SICA, (2010), *Estrategia Regional de Cambio Climático. Documento Ejecutivo*, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Noviembre.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo)/SICA (Sistema de la Integración Centroamericana), UE (Unión Europea)-PREVDA (Programa Regional para la Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental), (2011), *Atlas Centroamericano para la Gestión Sostenible del Territorio*, 1era. Edición, San Salvador, El Salvador.
- Camargo, A.P. y M.B.P. Camargo, (2001), *Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil*. Bragantia, Campinas, v.60, n.1, p. 65-68.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) (2011) Estudio de factibilidad para la implementación de seguros basados en Índices climáticos en el cultivo de café en Honduras y Nicaragua, Proyecto ATN/MT 9354_RG FIDES, BECIE, BM, mayo.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), CIRAD (Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo), PROMECAFE (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura) (2013), *Compilado sobre medidas de control de la roya del Cafeto*, Julio 2013
- CBI (Centre for the Promotion of Imports from developing countries) (2012), *Cafés Especiales En Honduras*, Análisis Cadena de Valor, Rotterdam, Holanda.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2013), Informe de la reunión de expertos sobre la integración de medidas de adaptación en planes nacionales de mitigación: una exploración técnica del NAMA Café en Costa Rica, San José, Costa Rica, 24 de octubre, 2103, LC/MEX/L.1129 (SEM.217/2).
- _____ (2002a), Centroamérica: El impacto de la caída de los precios del café, LC/MEX/L.517, México, D.F.
- _____ (2002b), Uso de instrumentos económicos para la gestión ambiental en Costa Rica, LC/L.1735-P/E, Santiago de Chile.
- CEPAL y CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano/ Sistema de la Integración Centroamericana) (2013a), *Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica*, LC/MEX/L.1123, México, D.F.
- CEPAL y CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano/ Sistema de la Integración Centroamericana) (2013b), *Gestión integral de riesgo y seguros agropecuarios en Centroamérica y la República Dominicana: Situación actual y líneas de acción potenciales*, LC/MEX/L.1122, México, D.F.
- CEPAL, COSEFIN (Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana), CCAD/SICA (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo/ Sistema de Integración Centroamericana), UKAID (UK Department for International Development) y DANIDA (Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca) (2012a), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis 2012*, LC/MEX/L.1076, México, D. F.
- CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012b), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Impactos potenciales en los patrones intraanuales y espaciales del clima. Serie técnica 2012*, LC/MEX/L.1073, México, D.F.
- CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Impactos potenciales en la aridez y los meses secos*, LC/MEX/L.1074, México, D.F.
- CEPAL, CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa de El Salvador), MARN ES (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador), COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Dos casos de impactos potenciales en la generación de hidroelectricidad*, LC/MEX/L.1070, México, D.F.
- CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011), *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Reporte Técnico 2011*, Organización de las Naciones Unidas, CEPAL, LC/MEX/L.1016, México, D.F.
- CEPAL/DFID (UK Department for International Development) (2009), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Informe de factibilidad*, LC/MEX/L.897, México, D.F.

- Chou, E., y L. Lau, (1987), «Farmer Ability and Farm Productivity: A Study of Farm Households in the Chiangmai Valley, Thailand», Report No. EDT 62, Education and Training Department, Operations Policy Staff, World Bank
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (2012a), «Escenarios del Impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en México», proyecto CUP (Coffee Under Pressure), colaboradores Catholic Relief Services (CRS), Green Mountain Coffee Roaster (GMCR), Maya Vinic, Cochip y Michizá.
- _____ (2012b), «Escenarios del Impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en El Salvador», proyecto CUP (Coffee Under Pressure), colaboradores PROMECAFE, Catholic Relief Services (CRS), apecafe, PROCAFE, FUNDESYRAM y COMUS.
- _____ (2012c), «Escenarios del Impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en Nicaragua», proyecto CUP (Coffee Under Pressure), colaboradores Catholic Relief Services (CRS), FUNICA, Central de Cooperativas Cafetaleras del Norte (cecocafen), Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Aroma de Café (CECOSEMAC), PRODECOOP, Cooperativa 5 de Junio – Padre Fabretto y CECOSPROCAES.
- _____ (2012d), «Escenarios del Impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en Guatemala», proyecto CUP (Coffee Under Pressure), colaboradores Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), PROMECAFE, Catholic Relief Services (CRS), Asociación Nacional del Café (ANACAFE), Green Mountain Roaster (GMCR), APECAFARM, Asociación Campesina Puchuteca Chimaltenango (ASOCAMPO), ACODEROL y Asociación de Productores de Café (APCASA).
- CICAFFE (Centro de Investigación en Café) (2011), *Guía Técnica para el Cultivo del Café*, Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE).
- Clarence-Smith W. (2003), «The Coffee Crisis in Asia, Africa, and the Pacific, 1870-1914», en: W. Clarence-Smith y Steven Topik, (Eds.), *The global coffee economy in Africa, Asia and Latin America, 1500-1989*, Cambridge UK: New York: Cambridge University Press.
- COHEP (Consejo Hondureño de la Empresa Privada), Perfil Sectorial, Café de Honduras, Situación Actual y Perspectivas Mayo 2013
- d'Areny A. (2004), «Las enfermedades del café», *FórumCafé* No. 16, Marzo 2004
- de Melo, Elías (2010), Principios generales y modelo valorativo del grado de vulnerabilidad-adaptabilidad a cambio climático en fincas cafetaleras, CATIE, septiembre.
- DaMatta F. y N. Rodríguez (2007), «Producción Sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica», *Agronomía Colombiana*, vol. 25, No.1, Bogotá.
- Darwin, R., M. Tsigas, J. Lewandrowski y A. Ranases (1995), «World agriculture and climate change. Economic adaptations», *Agricultural Economic Report* N° 703, Washington: US Department of Agriculture, Economic Research Service, junio.
- DEPN (2013), *Economía política del café guatemalteco*, Departamento de Estudios de Problemas Nacionales “Rafael Piedrasanta Arandi”, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Díaz-Ambrona, C., R. Gigena y C. Mendoza (2004), *Global climate change and food security for small farmers in Honduras*, 4th International Crop Science Congress, Australia.
- Dinar, A., R. Mendelsohn, R. Evenson, J. Parikh, A. Sanghi, K. Kumar, y otros. (eds.) (1998), *Measuring the impact of climate change on Indian agriculture*, Technical Paper No. 402. World Bank, Washington D.C., USA.
- Easterling, W. E. y otros (2007), «Food, fibre and forest products. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability» ML y otros (eds.), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Parry, págs. 273–313.
- Easterling, W. E., P. R. Crosson, N. J. Rosenberg, M. S. McKenney, L. A. Katz y K. M. Lemon (1993), «Agricultural Impacts of and Responses to Climate Change in the Missouri-Iowa-Nebraska-Kansas Region», *Climatic Change*, 24(1-2), 23-62.
- El Mundo (2013), *OIC: cosecha 13/14 sería la más baja en 33 años por roya*, El Salvador, <http://elmundo.com.sv/214189>
- FAO y PMA (2014), *Declaración Conjunta FAO-PMA: Preocupa la situación provocada por la grave sequía que afecta Centroamérica*, Panamá, 20 de agosto de 2014.
- FEWS NET (Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna), RUTA (Unidad Regional para el Desarrollo Sostenible CAC) y PROMECAFE (2014), *Ingresos de productores y jornaleros del café se reducirán por segundo año consecutivo. Informe Especial Centroamérica*, febrero 2014.
- Fleischer, A., I. Lichtman y R. Mendelsohn (2007), «Climate change, irrigation, and Israeli agriculture: Will warming be harmful?», Policy Research Working Paper, N° 4135, Banco Mundial.

- Fournier L. (1987), «El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: un enfoque agronómico y ecofisiológico», *Agronomía Costarricense*, 12(1): 131-146.
- Fournier, L. y J. di Stefano (2004), «Variaciones climáticas entre 1988 y 2001 y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en ciudad Colón de Mora», *Agronomía Costarricense*, 28 (001): 101-120, Costa Rica.
- Frohmann A. y X. Olmos (2013), *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*, LC/L.3775, CEPAL y Cooperación Española, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Garza, J., (2011), *El AdA: El Libre Comercio con Europa y la producción de café en Centro América*, SETEM Catalunya, Barcelona, abril.
- Gay, C. y otros (2004), «Impactos potenciales del cambio climático en la agricultura: escenarios de producción de café para el 2050 en Veracruz», México, *Climatic Change*, vol.79.
- GTZ y CaféDirect, 2010, *How can small-scale coffee and tea producers adapt to climate change?*, Public Private Cooperation "AdapCC", April 2010.
- GTZ y CaféDirect, 2008, *Estrategia de la adaptación al cambio climático para productores cafetaleros en el Perú*, Cooperación Pública-Privada "AdapCC", 5 de junio 2008.
- Haggar J y K. Shepp (2011), *Coffee and Climate Change. Desk study: impacts of Climate Change in four Pilot Countries of the Coffee and Climate Initiative*, University of Greenwich.
- Hall C. y H. Pérez Brignoli (2003), *Historical Atlas of Central América*, University of Oklahoma. Press Norman.
- Harmeling, S. y D. Eckstein (2013), «Global Climate Risk Index 2013», *Germanwatch* [en línea] <<http://www.germanwatch.org/start/english.htm>>.
- Hsiao, C. (2003), *Analysis of Panel Data*, 2nd edition, Cambridge: Cambridge University Press (Econometric Society monograph no. 34).
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica), (2013), *Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica*, San José, Costa Rica.
- IHCAFFE (Instituto Hondureño del Café) (2001), *Evolución de la actividad cafetalera en Honduras en los últimos 20 años*, Tegucigalpa, Honduras.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2009), *La contribución del IICA al desarrollo de la agricultura y las comunidades rurales*, Guatemala, Informe anual 2009.
- IICA-PROMECAFFE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y la Modernización de la Caficultura) (2013), *La crisis del café en Mesoamérica. Causas y respuesta apropiadas*, Junio 2013.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica)/MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica) (2000), *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Costa Rica*, Costa Rica, Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio de Ambiente y Energía.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2014), «Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, y L.L. White (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- _____ (2011), «Summary for policymakers», en: *Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.K., Allen, S., Tignor, M. and P.M. Midgley (eds)], Cambridge University Press.
- _____ (2007), *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*, Cambridge University Press.
- _____ (2001a), *Cambio Climático 2001: informe de síntesis*, Cambridge University Press.
- _____ (2001b), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

- _____ (2001c), *Climate change 2001: Mitigation*, Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- _____ (2000), «Climate Change 2000: IPCC Special report on emissions scenarios. A special report of IPCC Working Group III», Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA (US), Environmental Molecular Sciences Laboratory (US).
- Jha, S., C.M. Bacon, S.M. Philpott, V.E. Mendez, P. Laderach y R.A. Rice (2014), «Shade coffee: Update on a disappearing refuge for biodiversity», *BioScience*, 64(5).
- Jury, M. R. (2011), «Long-Term Variability and Trends in the Caribbean Sea», *International Journal of Oceanography*, Volume 2011, Article ID 465810, 9 pages, Hindawi Publishing Corporation.
- Kane, S., J. Reilly y J. Tobey, (1991), «Climate Change: Economic Implications for World Agriculture», *Agricultural Economic Report No.647*, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington D.C
- Kreft S. y D. Eckstein, (2013), «Global Climate Risk Index 2014», *Germanwatch* [en línea] <<http://www.germanwatch.org/start/english.htm>>.
- López K. (2013), «OIC: la roya afecta 74% de café en ES», en *La prensa Grafica*, publicado el 22 de mayo de 2013, El Salvador, <http://www.laprensagrafica.com>.
- López de Carballo, K., (2012), «Orígenes del café. El café de El Salvador», *La Prensa Gráfica*, San Salvador.
- Macías N. (2012), *Principales enfermedades del cultivo del cafeto*, Instituto Hondureño del café.
- Maddison, D., M. Manley y P. Kurukulasuriya (2007), *The impact of climate change on African agriculture. A Ricardian approach*, Policy Research Working Paper, 4306, Banco Mundial.
- MAF (Ministry of Agriculture and Fisheries) y Government of Belize, (2003), *The National food and agriculture policy. No farmer=No food*, Abril 2003, Belice.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador), (2012), *Estrategia Ambiental de adaptación y mitigación al cambio climático del sector agropecuario, forestal y acuícola*, El Salvador.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica), MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica), CATIE, IICA, GIZ e ICAFE, (2012), NAMA Café: una herramienta para el desarrollo bajo en emisiones.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala) (2013), *Información de la roya del café*, Guatemala.
- Magrin, G. y otros (2007), *Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ML Parry, OF Canziani, JP Palutikof, PJ van der Linden y CE Hanson (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Marcolan y otros (2009), *Cultivo dos Cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia*, Sistemas de Produção 33, Brasil.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua) (2010a), *Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático – Plan de Acción 2010-2015*, Managua, Nicaragua.
- _____ (2010b), presentación: *Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático – Plan de Acción 2010-2015*, Managua, Nicaragua.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador), (2013), *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, presentación del Ministro Herman Rosa Chávez, San Salvador, 22 de abril de 2013.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador), (2011), *Readiness Preparation Proposal for El Salvador, Version 6, Forest Carbon Partnership Facility and UNREDD*, noviembre 23.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala) (2001), *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Guatemala.
- McCook, S. (2009), «La roya del café en Costa Rica: epidemias, innovación y medio ambiente, 1950-1995», *Revista Historia*, Escuela de Historia de la Universidad Nacional y Centro de Investigación Históricas de América Central de la Universidad de Costa Rica, No. 59-60, enero-diciembre, pp. 99-117.
- McCook, S. (2003), «Global Rust Belt»; en: W. Clarence-Smith y Steven Topik, (Eds.), *The global coffee economy in Africa, Asia and Latin America, 1500-1989*, Cambridge UK: New York: Cambridge University Press.
- Mellor, J.F., y B.F. Johnston (1984), «The world food equation: interrelations among development, employment and food consumption», *Journal of Economic Literature* 22(2), 531-74
- Mendelsohn, R. y otros (2007), «Climate and rural income», *Climatic Change*, 81:101-118.


- Mendelsohn, R., A. Dinar y A. Sanghi (2001), «The effect of development on the climate sensitivity of agriculture», *Environment and Development Economics*, 6:85-101.
- Mendelsohn, R., W. Nordhaus y D. Shaw (1994), «The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis», *American Economic Review*, 84:753-771.
- Méndez V.E., C.M. Bacon, M. Olson, K.S. Morris, y A. Shattuck, (2010), «Agrobiodiversity and shade coffee smallholder livelihoods: A review and synthesis of ten years of research in Central America», *Professional Geographer* 62: 357–376.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica) (2000), *Primera Comunicación Nacional ante la convención marco de Cambio Climático*, Gobierno de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica) (2009), *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. San José, Costa Rica: Editor Calderón y Alvarado S. A.
- MINAG/DGCA/SENAMHI (2012), *Manual de Observaciones Fenológicas*, Lima-Perú Octubre 2012, N° de páginas 99
- MINEC (Ministerio de Economía de El Salvador) (2004), *Tratado de Libre Comercio Centroamérica-Estados Unidos*, Documento explicativo, San Salvador, Enero de 2004.
- MINEC (Ministerio de Economía de El Salvador) y RREE (Ministerio de Relaciones Exteriores de El Salvador) (2013), *Acuerdo de asociación: Ofreciendo oportunidades para el Desarrollo. Documento explicativo del Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea*. San Salvador.
- MNRE (Ministry of Natural Resources and the Environment), (2008), *Government of Belize Policy on Adaptation to Global Climate Change*, Belice.
- Molua, E. y C. Lambi (2007), *The economic impact of climate change on agriculture in Cameroon*, Policy Research Working Paper, N° 4364, Banco Mundial.
- Monaco L. C. (1977), *Consequences of the Introduction of Coffee Rust [hemileia Vastatrix] into Brazil*, Annals of the New York Academy of Sciences (USA), 57-71.
- Mora, J. y otros (2010), *Guatemala: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.963, CEPAL, México, D. F.
- Mora N. (2008), *Agrocadena de café*, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Huetar Norte, Costa Rica.
- Moraga P. y otros (2011), «Arboles de sombra e intensidad del cultivo afectan el rendimiento de café (Coffea arabica L.) y la valoración ecológica en Masatepe, Nicaragua», *La Calera Revista Científica*, Vol. 11 No.17, pag. 41-47.
- Muschler R.G., (2001). «Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica», *Agroforestry Systems* 85: 131 – 139.
- Nagy, G. y otros (2006), «Understanding the potential impact of climate change and variability in Latin America and the Caribbean», estudio preparado para el Stern Review on the Economics of Climate Change, HMT (Her Majesty Treasury).
- Ordaz, J. y otros (2010a), *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.972, CEPAL, México, D. F.
- _____ (2010b), *El Salvador: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.969, CEPAL, México, D. F.
- _____ (2010c), *Honduras: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.965, CEPAL, México, D. F.
- Organización Internacional del Café (2013a), *Informe sobre el brote de la roya del café en Centroamérica y plan de acción para combatir la plaga*, 13 de mayo de 2013.
- _____ (2013b), *Anuario de la OIC 2011-2012. Retrospectiva*.
- Phillips J.R., & Marble, R.P., (1986), "Farmer Education and Efficiency: A Frontier Production Func. Review 5, no. 3: 257-64.
- Pinto H. y E. Assad (2008), *Global warming and the new Geography of Agricultural production in Brazil*, British Embassy.
- PRODUCE (Fundación Produce Chiapas A.C.) e ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Chipas), (2003), *Programa estratégico de necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología del Estado de Chiapas*, abril, 2003, México.
- Rahn E., P. Läderach, M. Baca, C. Cressy, G. Schroth, D. Malin, H. van Rikxoort y J. Shriver (2013), «Climate change adaptation, mitigation, and livelihood benefits in coffee production: where are the synergies?», *Mitigation Adaptation Strategies Global Change*.
- Ramírez, D. (2011), *Productividad agrícola de la mujer rural en Centroamérica y México*, LC/MEXL.1049, México, D.F., 51pp.

- Ramírez, D., J. L. Ordaz y J. Mora (2010a), *Istmo Centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.924/Rev.1, México, D.F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- ____ (2010b), *Belice: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.962, CEPAL, México, D. F.
- ____ (2010c), *Nicaragua: efectos del cambio climático sobre la agricultura*, LC/MEX/L.964, CEPAL, México, D. F.
- Reforma (2014), “Es sequía en CA crisis humanitaria: ONU”, Reuters, 29 de Agosto 2014, México, D.F.
- Reilly, J., N. Hohmann, y S. Kane (1994), «Climate Change and Agricultural Trade: Who Benefits, Who Loses?», *Global Environmental Change* 4(1), pp.24-36.
- Reeves, R. G. y T. Vilanova (1948), «Estudio preliminar acerca del crecimiento periódico de los cafetos», *Café de El Salvador*, 18, pag. 1085-1092.
- Retana J.A. (2013), “Tendencias del clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica”, Documento para presentación en: Reunión de expertos sobre la integración de medidas de adaptación en planes nacionales de mitigación: una exploración técnica del NAMA Café de Costa Rica, 24 de octubre de 2013, CEPAL, Costa Rica.
- Rice R. (1996), *Sun versus shade coffee: trends and consequences*, Seminar on coffee and the environment 27 y 28 de mayo de 1996, Held at the International Coffee Organization, Londres, Inglaterra.
- Rice R. (1990), *Transforming Agriculture: The case of coffee leaf and coffee renovation in southern Nicaragua*, PhD Dissertation, University of California, Berkeley.
- Rice P.D., y J. McLean, (1999). *Sustainable Coffee at the Crossroads*. Consumer's Choice Council.
- Rosenzweig, C., y A. Iglesias (eds.) (1994), «Implications of climate change for international agriculture: crop modeling study» p. 94-103. July. Environmental Protection Agency (EPA), Washington D.C., U.S.A.
- Rosenzweig, C. y M. Parry (1994), «Potential impact of climate change on world food supply», *Nature*, vol. 367, N° 6459.
- Roux G., y C Camacho (1992) , Caracterización de la cadena del café en Guatemala. <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/98.pdf>
- Ruiz J.A. y otros (2009), *Evaluación de la vulnerabilidad y propuesta de medidas de adaptación a nivel regional de algunos cultivos básicos y frutales ante escenario de cambio climático*, INE, SEMARNAT, INIFAP y SAGARPA, Guadalajara, Jalisco.
- Samper M. (1999), «Trayectoria y viabilidad de las caficulturas centroamericanas en: Bertrand B, Rapidel B. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, Costa Rica: IICA, PROMECAFE: CIRA: IRD: CCCR.FRANCIA, 1999.
- Schlenker, W., W. Hanemann y A. Fischer (2006), «The impact of global warming on US agriculture: An econometric analysis of optimal growing conditions», *The Review of Economics and Statistics*, 88 (1): 113–125.
- SELA, (2012), “El Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) y la Seguridad Alimentaria”, presentación de Julio Calderón Arrieta, Secretario Ejecutivo del CAC en la XXIII Reunión de Directores de Cooperación Internacional de América Latina y el Caribe. Cooperación Regional en el Ámbito de la Seguridad Alimentaria, Ciudad de Belice, Belice, 1-2 Octubre de 2012 en: http://www.sela.org/attach/258/default/Di_11-12_CAC-Consejo_agropecuario_centroamericano.pdf
- Sergenson, K. y B. L. Dixon (1998) “Climate change and agriculture: The role of farmer adaptation, Capítulo 3, The Economics of Climate Change, R. Mendelsohn y J. Neumann, eds., Cambridge University Press, Cambridge.
- SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente), *Estrategia Nacional de Cambio Climático Honduras. Síntesis para tomadores de decisión*, colaboración de GTZ, PNUD y GEF, Honduras.
- Sivakumar, M. y C. Valentín (1997), «Agroecological zones and the assessment of crop production potential», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, vol. 352, N° 1356.
- Staver C, F. Guharay, D. Monterroso, y R.G.Muschler (2001), «Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: Shade-grown coffee in Central America», *Agroforestry Systems*, 53: 151–170.
- Stern, N. (2007), «The economics of climate change», *The Stern Review*, Cambridge University Press, Reino Unido.
- Terjung, W. H., D. M. Liverman y J. T. Hayes (1984), «Climate change and water requirements for grain corn in the North American plains», *Climatic Change*, 6: 193-220.
- Trenberth K. y D. Stepaniak (2001), «Indices of El Niño Evolution», *Journal Climate*, No.14, pag.1697-1701.
- van Rikxoort H., G. Schorth, P. Laderach y B. Rodriguez (2014), «Carbon footprints and carbon stocks reveal climate-friendly coffee production», *Agronomy for Sustainable Development*.

- Vargas G. E. (1992), *Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes*, Santa Fé de Bogotá: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".
- Warrick, R. A. (1984), «The possible impacts on wheat production of a recurrence of the 1930's drought in the great plains», *Climatic Change*, 6: 5-26.
- WMO (World Meteorological Organization) (1983), *Guide to Climatological Practices*, Segunda edición, WMO-No. 100, Geneva.
- Xie, M., U. Kuffner y G. Le Moigne (1993), *Using Water Efficiently, Technological Options*, Technical Paper 205. World Bank, Washington D.C.

BASES DE DATOS

- SIAGRO (Sistema de Información Agropecuaria) (2013), <http://www.cepal.org>
- CEPALSTAT (Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas de CEPAL) (2013), http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp
- FAOSTAT (División de Estadísticas de la FAO) (2013), <http://faostat.fao.org/>



Esta publicación es un producto del programa de trabajo conjunto que tienen la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y los Ministerios de Agricultura de los países miembros del Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), y coordinado con su Secretaría Ejecutiva (SECAC) y su Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo.

Sede Subregional de la CEPAL en México
Edificio Corporativo MCS
Av. Miguel de Cervantes Saavedra #193, piso 12
Col. Granada, Del. Miguel Hidalgo CP11520, México, DF, México
Tel. (52 55) 4170-5600 Fax. (52-55) 5531-1151
www.cepal.org/mexico/cambioclimatico

Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)
Final Bulevar Cancillería, Distrito El Espino, Ciudad Merliot
Antiguo Cuscatlán La Libertad, El Salvador, Centroamérica
Tel. (503) 2248-8800 Fax. (503) 2248-8899
www.sica.int