



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS

AGOSTO DE 2014

Este informe fue posible gracias al apoyo del pueblo estadounidense a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido del documento es responsabilidad exclusiva de Tetra Tech ARD y no necesariamente refleja los puntos de vista de USAID o del gobierno de los Estados Unidos.



ARCC



African and Latin American
Resilience to Climate Change Project



Las siguientes personas contribuyeron a la elaboración de este informe: John Parker (Líder del Equipo), Kelly Miller (Jefa Adjunta del Proyecto), Dr. Luis A. Caballero Bonilla (Especialista en Ecohidrología), Rosa M. Escolán (Especialista en Medios de Vida), Edas Muñoz (Especialista en Áreas Protegidas), Alfonso del Río (Especialista en Fenología), Roberto Banegas (Especialista en Cadenas de Valor), Olman O. Rivera (Especialista en Gestión de Cuencas) y Dr. Anton Seimon, (Especialista en Climatología).

Fotografía de la portada: Producción de maíz en las laderas de Candelaria, Lempira. Fotografía de J. Parker, julio de 2012.

Tetra Tech ARD se encargó de elaborar esta publicación para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), mediante una Orden de Trabajo bajo el Contrato de Monto Indefinido “Prosperidad, Medios de Vida y Conservación de Ecosistemas” —PLACE (Contrato de USAID No. AID-EPP-I-00-06-00008, Orden de Trabajo AID-OAA-TO-11-00064).

Personas contacto en Tetra Tech ARD:

Patricia Caffrey

Jefa del Proyecto

Resiliencia al Cambio Climático en África y América Latina (ARCC)

Burlington, Vermont

Teléfono: 802.658.3890

Patricia.Caffrey@tetrattech.com

Anna Farmer

Gerente de Proyectos

Burlington, Vermont

Teléfono: 802-658-3890

Anna.Farmer@tetrattech.com

VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS

AFRICAN AND LATIN AMERICAN RESILIENCE TO CLIMATE CHANGE (ARCC)

AGOSTO DE 2014

TABLA DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	iii
RESUMEN EJECUTIVO	v
1.0 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROPÓSITO Y OBJETIVOS	1
2.0 HECHOS REVELADOS EN LA EVALUACIÓN INTEGRAL.....	8
2.1 EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	8
2.2 SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	27
2.3 SENSIBILIDAD DE LOS SISTEMAS SOCIALES.....	61
2.4 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN	78
2.5 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y EL SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS.....	85
3.0 RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN.....	86
3.1 VÍAS DE ADAPTACIÓN.....	86
3.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS Y OPCIONES DE ADAPTACIÓN SEGÚN CADA SUBCUENCA	89
4.0 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	92
5.0 LISTA DE ANEXOS	97
ANEXO I. GUÍA PARA LA CONDUCCIÓN DE GRUPOS FOCALES	97
ANEXO II. ANÁLISIS CLIMÁTICO	97
ANEXO III. PERFILES DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS.....	97
ANEXO IV. ANÁLISIS FENOLÓGICO	97
ANEXO V. ANÁLISIS DE LAS CADENAS DE VALOR	97
ANEXO VI. LISTA DE CONTACTOS —MISIÓN INICIAL DE DELIMITACIÓN Y GRUPOS FOCALES	97

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ARCC	Resiliencia al Cambio Climático en África y en América Latina (por sus siglas en inglés)
CODELES	Comités de Emergencia Local
CODEMS	Comités de Emergencia Municipal
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias de Honduras
DGRH	Comisión Permanente de Contingencias de Honduras
ENOS	El Niño/Oscilación del Sur
EV	Evaluación sobre la vulnerabilidad (o bien, VA por sus siglas en inglés)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FIC	Fundación para la Investigación del Clima
FIPAH	Fundación para la Investigación Participativa con Agricultores de Honduras
FtF	Iniciativa “Alimentar el Futuro” (FtF, por sus siglas en inglés)
GHCN	Red Histórica Global de Climatología (por sus siglas en inglés)
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal
ICPS	Índice de cobertura permanente de los suelos (o bien PLCI, por sus siglas en inglés)
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IEH	Instituto de Estudios del Hambre
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (por sus siglas en inglés)
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IPM	Índice de Pobreza Multidimensional (o bien MPI, por sus siglas en inglés)
IRI	Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (por sus siglas en inglés)
ITC	Instituto Tecnológico Comunitario
JAPOE	Junta Administradora de Aguas y Disposición de Excretas del Municipio de Jesús de Otoro

MEI	Índice Multivariado del ENOS (por sus siglas en inglés)
MODIS	Espectro-radiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (por sus siglas en inglés)
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (por sus siglas en inglés)
ONG	Organización no gubernamental
PIF	Programa de Investigación en Frijol
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PY	Psílido de la papa o paratrioza (por sus siglas en inglés)
RCP	Vías de concentración representativas (por sus siglas en inglés)
SAQ	Sistema agroforestal Quesungual
SSE	Sistemas socioecológicos (o bien SES, por sus siglas en inglés)
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
TRMM	Misión de Medición de Lluvias Tropicales (por sus siglas en inglés)
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (por sus siglas en inglés)
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
WEIA	Índice de Empoderamiento de las Mujeres en la Agricultura (por sus siglas en inglés)
ZC	Enfermedad denominada “zebra chip” en inglés —“hojuelas de cebra” o “mancha rayada de la papa”— (por sus siglas en inglés)

RESUMEN EJECUTIVO

OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

En el año 2014, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Proyecto Resiliencia al Cambio Climático en África y América Latina (ARCC) realizaron una evaluación en el occidente de Honduras sobre la vulnerabilidad de esta región frente al cambio climático, como respuesta a una solicitud de USAID/Honduras. El estudio representa un esfuerzo multidisciplinario para evaluar el impacto del cambio climático¹ y de la variabilidad afín² en los sistemas sociales y ecológicos en el occidente hondureño. La evaluación se centró en el Corredor Seco de la región y en los seis departamentos que reciben apoyo en el marco de la programación de la iniciativa “Feed the Future” (Alimentar el futuro —FtF, por sus siglas en inglés), a saber: Copán, Ocotepeque, Lempira, Santa Bárbara, Intibucá y La Paz.

Los objetivos trazados para esta evaluación fueron los siguientes:

- Comprender las tendencias históricas y las futuras proyecciones climáticas en el occidente de Honduras;
- Evaluar la forma en que las proyecciones climáticas repercutirán en los medios de vida y los ecosistemas de esta región; e
- Identificar respuestas de adaptación —tanto las que ya existen como las que posiblemente se puedan aplicar— para integrarlas a la programación de USAID, del gobierno de Honduras y de otros donantes en el occidente del país, a fin de fortalecer la resiliencia de los medios de vida y los ecosistemas frente al impacto climático.

MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

El marco investigativo de esta evaluación se basó en la definición de 2007 que empleó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de que la vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. En este contexto, la evaluación examina la vulnerabilidad climática a través del prisma de los sistemas socioecológicos, en la cual reconoce tanto la interacción como la interdependencia de los seres humanos con la naturaleza, al igual que el grado al que las personas y las comunidades dependen de los servicios de los ecosistemas para sus medios de vida. Los sistemas sociales se refieren a las personas, los hogares, las comunidades, los medios de vida, las instituciones y las redes que dan forma a la sociedad humana. Por su parte, los sistemas ecológicos se refieren a los recursos que componen el entorno natural, tales como la tierra, los recursos hídricos, los bosques y las cuencas.

¹ El cambio climático se refiere a la significativa variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente décadas o hasta más tiempo) (IPCC, 2013).

² La variabilidad climática se refiere a las variaciones estacionales naturales y a los ciclos de múltiples años (por ejemplo, El Niño-Oscilación del Sur [ENOS]) que genera períodos cálidos, frescos, húmedos o secos en diferentes regiones (IPCC, 2013). Estos eventos forman parte de la variabilidad natural y no representan un cambio climático.

El equipo a cargo de la investigación aplicó este marco investigativo a través de cinco componentes analíticos que aunque son distintos guardan una estrecha relación entre sí: el clima, los ecosistemas (incluidas la ecohidrología³ y las áreas protegidas), la fenología⁴, las cadenas de valor y los medios de vida, y las instituciones. Se ha logrado entrelazar estos componentes analíticos dentro de una evaluación integral para generar información con base en evidencia sobre la vulnerabilidad al cambio climático, con el propósito de informar tanto la programación de USAID como las decisiones en torno a la inversión.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN

La evaluación aplicó un enfoque con una combinación de métodos en los que se empleó la recopilación de datos primarios y secundarios a través de entrevistas con sujetos claves de información, tales como representantes de instituciones relevantes en el ámbito nacional, regional y local, al igual que mediante reuniones de grupos focales, los cuales incluyeron tanto a agricultores como a diversas instituciones locales en el occidente de Honduras. Cuando ello fue pertinente, el equipo a cargo de la investigación adoptó herramientas y metodologías analíticas empleadas durante la evaluación de la vulnerabilidad en el sur de Honduras, al igual que diversas metodologías aplicadas con anterioridad durante otras evaluaciones de vulnerabilidad frente al cambio climático que ha realizado el Proyecto ARCC en países tales como Uganda, Malawi y la República Dominicana.

El **análisis climático** evalúa las tendencias, las predicciones y los patrones relativos a la temperatura, al igual que la estacionalidad, las tendencias y las predicciones sobre las precipitaciones, y las principales perturbaciones climáticas en la región, tales como ciclones tropicales e incendios. Las medidas de alta resolución sobre las precipitaciones, provenientes del radar del satélite de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM, por sus siglas en inglés) y que abarcan el período comprendido entre 1998 y 2013, representan la base para las comparaciones subregionales y los análisis de las tendencias. Las caracterizaciones climáticas en el ámbito de los departamentos estudiados se desarrollaron a partir de las observaciones con calidad controlada de la Red Histórica Global de Climatología, en un formato que suministró el Banco Mundial y ampliadas mediante las observaciones de la TRMM. Asimismo, las tendencias de las temperaturas en el ámbito nacional y regional provienen de las series de datos fidedignos y de calidad controlada que elaboró el Proyecto *Berkeley Earth*. Se utilizaron las observaciones de las precipitaciones provenientes de la red de estaciones meteorológicas de la Dirección General de Recursos Hídricos —DGRH (un total de siete estaciones) para validar las observaciones de la TRMM que abarcaron el período entre 1998 y 2013. Las predicciones climáticas evaluadas para las temperaturas y las precipitaciones provienen de los hallazgos consensuados sobre las proyecciones para la región centroamericana que se incluyeron en el quinto informe de evaluación del IPCC.

³ La ecohidrología es un campo interdisciplinario que estudia las interacciones entre el agua y los ecosistemas (Zalewski et al. 1997). Los tres principios de la ecohidrología son: 1) uno hidrológico (la cuantificación del ciclo hidrológico de una cuenca); 2) uno de índole ecológica (procesos integrales a nivel de la cuenca de un río, los cuales determinan la capacidad de volumen de esa cuenca y los servicios de los ecosistemas); y 3) la ingeniería ecológica (la regulación de los procesos hidrológicos y ecológicos con base en un enfoque sistémico integrador).

⁴ La fenología es el estudio de fenómenos biológicos recurrentes y su relación con aspectos meteorológicos, tales como variaciones estacionales e interanuales del clima. Por lo general, se relaciona con el efecto que genera el clima en el momento en que suceden los eventos biológicos, tal como el primer surgimiento de capullos y hojas, o la fecha de las cosechas (Hermes, 2004).

El **análisis de los ecosistemas** evalúa la sensibilidad de los sistemas ecológicos en el occidente hondureño ante la variabilidad y el cambio climático. Esto se lleva a cabo a través de dos análisis interrelacionados: el primero sobre ecohidrología y el otro sobre las áreas protegidas. El primer análisis evalúa la cobertura del uso de la tierra, al igual que los distintivos geomorfológicos e hidrológicos de ocho subcuencas que representan las características sociales y ecológicas del occidente de Honduras. Para estas subcuencas, se calcula un índice de vulnerabilidad ecohidrológica, con base en una serie de variables relevantes de este tipo —tales como la cobertura permanente de los suelos y el potencial de producción hídrica— a fin de identificar subcuencas con el mayor grado de sensibilidad ecohidrológica ante las proyecciones climáticas de un aumento en la temperatura y de variabilidad en las precipitaciones. Por su parte, el análisis de las áreas protegidas evalúa su funcionamiento actual en la región occidental de Honduras con base en una revisión de bibliografía secundaria, entrevistas con sujetos claves de información y reuniones de grupos focales. En conjunto, ambos análisis ofrecen una comprensión más a fondo del grado al que los ecosistemas en el occidente hondureño podrían resultar afectados por los estreses y los choques climáticos.

El **análisis fenológico** se centra en los cultivos principales del occidente hondureño —café, maíz, frijol y dos cultivos hortícolas: papa y lechuga— para determinar la forma en que los cambios previstos en las lluvias y las temperaturas podrían repercutir en las condiciones necesarias para el ciclo de crecimiento de cada cultivo, al igual que en las plagas y las enfermedades que los atacan. Para determinar la sensibilidad del café, el maíz, el frijol, la lechuga y la papa ante la variabilidad y al cambio climático, el análisis fenológico tomó en cuenta lo siguiente: 1) rangos de las temperaturas y las precipitaciones necesarias para el desarrollo de cada uno de estos cultivos en el occidente hondureño; 2) proyecciones climáticas para la región occidental de Honduras, con base en los resultados del análisis climático; y 3) el posible impacto en el desarrollo de las plantas bajo estas condiciones climáticas previstas en diferentes etapas fenológicas.

Asimismo, se evaluó la sensibilidad de los sistemas sociales ante el cambio climático a través del análisis de las cadenas de valor y de los medios de vida. Al aplicar la metodología utilizada en la evaluación de la vulnerabilidad de Uganda ante el cambio climático, que también condujo ARCC, el **análisis de las cadenas de valor** empleó bibliografía secundaria, entrevistas con sujetos claves de información y reuniones de grupos focales, a fin de evaluar la sensibilidad de las cadenas de valor escogidas (café, maíz, frijol y horticultura) ante los cambios previstos en el clima y sus efectos a lo largo de estas cadenas. Por su parte, el **análisis de los medios de vida** es complementario y se relaciona estrechamente con el de las cadenas de valor. En este análisis se utiliza bibliografía secundaria y datos generados a partir de los grupos focales con agricultores e instituciones locales para evaluar la forma en que la variabilidad y el cambio climático repercuten directa e indirectamente tanto en los medios de vida agrícolas como no agrícolas. Para ampliar el índice de vulnerabilidad ecohidrológica, se calculó uno de vulnerabilidad socioecológica, el cual integra variables sociales relevantes para identificar subcuencas que sean socioecológicamente más sensibles a la exposición climática.

Se incorporó un **análisis institucional** a lo largo de diversos estudios de componentes específicos, como un medio para comprender el grado de sensibilidad y la capacidad de adaptación dentro de éstos. Este análisis —que utilizó información proveniente de sujetos claves de información y de reuniones de grupos focales con diversas instituciones ambientales y agrícolas relevantes, al igual que con agricultores del occidente del país— permitió adquirir una mejor comprensión sobre las respuestas de las instituciones regionales y locales que trabajan en esta zona para lograr la aplicación de medidas de adaptación, a fin de afrontar y responder de forma más eficaz a los choques y los estreses de origen climático.

Para esta evaluación, se realizaron las investigaciones de campo en dos fases: una **misión preliminar para delimitar el alcance del estudio**, la cual consistió en entrevistas con sujetos claves de

información de instituciones relevantes, y una **fase de evaluación de campo**, que incluyó una serie de reuniones de grupos focales con agricultores e instituciones locales.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS CLIMÁTICO

Después de un rápido aumento en las temperaturas por varias décadas, las cuales alcanzaron su punto máximo en 1998, la tendencia de éstas en el occidente hondureño ha permanecido casi neutral durante los últimos 15 años y ha mantenido altos valores de la línea de base, por encima de cualquier otro que se haya experimentado en varios cientos años. En el occidente hondureño, la variabilidad natural rige las tendencias de las temperaturas, tanto en períodos anuales como por décadas, mediante el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENOS). Usualmente, las fases opuestas del ENOS —El Niño y La Niña— ocasionan que las temperaturas mensuales sean entre 0,75 y 1,0 grado por encima o por debajo del promedio. Diversos modelos climáticos predicen que para el año 2050 las temperaturas habrán aumentado unos 2°C por el forzamiento de gases de efecto invernadero. Debido a la ausencia de fuertes eventos relacionados con El Niño desde finales de los años 90, no ha habido años excepcionalmente cálidos y por consiguiente surge la probabilidad de que se eleve la temperatura media en la línea de base si regresa una tendencia en la que predomine El Niño en las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico.

Durante los últimos 16 años se han observado tendencias muy variables en las precipitaciones de la región donde se ejecutó el estudio. En la zona de occidente, se ha producido un aumento extremadamente grande de las lluvias, que se ha maximizado alrededor de Ocotepeque (+35 mm/tendencia anual), lo cual contrasta con la zona al norte de Santa Bárbara, donde se observan ligeras disminuciones. Actualmente, las tendencias de las precipitaciones muestran aumentos sostenidos y fuertes en todas las estaciones, los cuales han venido ocurriendo durante las últimas décadas. No obstante, un análisis sobre la frecuencia y la intensidad de las lluvias reveló que este aumento podría obedecer a tormentas más intensas y no a la cantidad real de días con mayor precipitación. El consenso alcanzado en torno a los modelos del IPCC asevera de forma enfática que para mediados de siglo el clima regional se caracterizará por ser considerablemente más seco, con reducciones de entre el 10 y 20 por ciento de las precipitaciones para el año 2050. Cuando se toma en consideración el consenso de estos modelos sobre un calentamiento de casi 2°C para el mismo período, esto sugiere que para mediados de siglo, el occidente de Honduras podría transformarse en una región crítica con un estrés exaltado por el cambio climático, en comparación con otras áreas de Centroamérica y México. Debido a la probabilidad de que surjan condiciones más secas, resulta aún más urgente aprovechar el clima actual —más húmedo que el promedio— para emprender medidas de adaptación, tal como la reforestación de las cuencas.

En cuanto a los ciclones tropicales, si bien ha habido una baja frecuencia de estos fenómenos (1 o 2 por década), los mismos han sido de gran magnitud (hasta un 50 por ciento de las precipitaciones anuales en cinco días), lo cual ha repercutido en la región occidental de Honduras. Estos riesgos podrían ir en aumento debido a las aguas más cálidas de los mares, al igual que por una mayor duración de la temporada de huracanes. Aunque ya hay disponibles ciertas predicciones de modelos climáticos para los ciclones tropicales, éstas todavía son inconclusas en cuanto a la forma en que irá evolucionando la actividad de estos fenómenos en la región centroamericana. Al haber temperaturas más cálidas en la superficie del mar, tanto en las costas del norte como del sur, surgirán las condiciones propicias para que se desarrollen ciclones tropicales con más frecuencia que antes. Se espera que para finales de este siglo, con los ciclones tropicales también aumenten las precipitaciones en aproximadamente un 15-20 por ciento a medida que se calienta el clima, todo lo cual sugiere que aumentará el riesgo de inundaciones de gran magnitud.

Diversas evaluaciones satelitales sobre la quema de bosques desde 1996 sugieren que la variabilidad y las tendencias de las precipitaciones ejercen un grado considerable de control en el surgimiento de incendios. Para que este resultado —deducido a partir de un análisis en el ámbito nacional— pueda cuantificarse para el occidente de Honduras, habría que depurarlo a un nivel regional.

POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ECOSISTEMAS

Una reducción de entre el 10 y el 20 por ciento en la cantidad de lluvias y un aumento de entre 1,0 y 2,5°C en las temperaturas generarán un profundo impacto en los recursos hídricos de la región. Estos cambios exacerbarán e interactuarán con otras presiones antropogénicas que repercutirán en la calidad y la cantidad del agua, especialmente en lugares donde los índices de crecimiento demográfico son más altos, tales como en Santa Rosa de Copán, La Esperanza, Gracias, Ocotepeque, Marcala y Santa Bárbara. Entre los posibles efectos de las proyecciones climáticas —que como se mencionó anteriormente incluyen un aumento de entre 1,0 y 2,5°C en las temperaturas, al igual que una disminución de entre un 10 y un 20 por ciento de las lluvias— en los recursos hídricos se pueden mencionar los siguientes: una menor disponibilidad de aguas superficiales para el uso directo de las comunidades y las zonas urbanas, la agricultura y los procesos ecológicos; menores índices de recarga de las aguas subterráneas, lo cual podría repercutir en su afluencia durante la estación seca; la desaparición o al menos una tasa reducida de descarga de los manantiales, los cuales representan una importante fuente de suministro en las comunidades rurales del occidente de Honduras; un mayor uso del riego cuenca arriba, que podría dar origen a más competencia por los recursos hídricos y a posibles conflictos entre los usuarios; un menor grado de humedad de los suelos debido a mayores niveles de evaporación; y más contaminación hídrica, la cual podría generar efectos negativos en la salud humana y en los ecosistemas.

Los resultados de un análisis sobre la vulnerabilidad ecohidrológica revelaron que el Venado-Lempa es la subcuenca más sensible a la exposición climática en términos ecohidrológicos. A ésta le siguieron San Juan-Lempa, Palagua-Goascorán e Higuito. Asimismo, de las subcuencas escogidas para el estudio, el Venado-Lempa, San Juan-Lempa y Palagua-Goascorán presentan el menor potencial de producción hídrica. Por consiguiente, bajo las proyecciones climáticas sobre una mayor temperatura y una menor cantidad de lluvia, aumentarían las condiciones de estrés hídrico en estas subcuencas, ya que los efectos climáticos reducirían más las escasas fuentes de suministro de agua para los ecosistemas, los cultivos y el consumo humano. Con base en estos resultados, la subcuenca menos vulnerable en términos ecohidrológicos fue Grande de Otoro, la cual cuenta con la mayor cobertura permanente de los suelos, al igual que el mayor potencial de producción hídrica entre las ocho subcuencas escogidas. El alto nivel de cobertura permanente de los suelos que presenta Grande de Otoro y su alto potencial de producción hídrica revelan que esta subcuenca presenta una mayor habilidad para soportar el impacto de temperaturas más cálidas y menores precipitaciones.

Las 21 áreas protegidas que se encuentran en el occidente de Honduras conservan más del 13 por ciento de la vegetación natural de la región (es decir, la cobertura permanente de los suelos). Estas áreas han cumplido una función esencial en el aumento de la resiliencia frente a la variabilidad y al cambio climático de la región, al reducir el grado de vulnerabilidad ante las inundaciones, las sequías y otros problemas meteorológicos afines, al igual que al proteger a las personas contra eventos climáticos repentinos, y al apoyar a las especies para que se adapten a los patrones climáticos, pues ofrecen albergue y corredores migratorios.

Con base en las predicciones, el cambio climático en el occidente del país generará un impacto considerable en los ecosistemas naturales y en las áreas protegidas de esta región. Disminuirían las zonas aptas para tipos de bosques más frescos y húmedos —latifoliados, mixtos y pinares— y desaparecerían por completo las que son aptas para bosques nubosos. Este cambio daría origen a un profundo impacto en las áreas protegidas del occidente hondureño. Al menos 15 de estas áreas en esta región contienen

bosques nubosos, tales como Celaque, Opalaca, Montaña Verde, Puca, El Jilguero, Guajiquiro, Sabanetas, Montecillos, Mixcure, Volcán Pacayitas, El Pital, Montecristo Trifinio, Cerro Azul Copán y Montaña de Santa Bárbara. A su vez, los efectos climáticos en estos bosques repercutirían en el suministro de agua de miles de comunidades en el occidente hondureño que dependen de estas áreas protegidas y de los ecosistemas para obtener recursos hídricos.

POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS CULTIVOS

Los cultivos en los que se centró esta evaluación —café, maíz, frijol y dos cultivos hortícolas, lechuga y papa— se escogieron para el análisis debido a que son los que más se producen en la zona occidental de Honduras y revisten suma importancia para la seguridad alimentaria y los medios de vida de la región. El análisis fenológico reveló que todos los cultivos son vulnerables a los efectos proyectados del cambio climático en cuanto a un aumento en la temperatura y lluvias más variables y en menor cantidad.

Café: Los cambios en la regularidad de las lluvias y los períodos secos durante la floración del cafeto generan un impacto considerable en el desarrollo del fruto y del grano. El café arábigo es sensible al aumento de las temperaturas, especialmente durante la floración y el desarrollo del fruto. Se observa una alta probabilidad de que predomine la roya del café, especialmente bajo escenarios con mayores precipitaciones y temperaturas más cálidas de lo normal. Los brotes tienden a ocurrir después de experimentar períodos de lluvia, ya que la roya necesita agua para la germinación de las esporas.

Papa: La planta de la papa es susceptible tanto a las sequías como al exceso de agua en los suelos, y la mayoría de sus etapas vegetativas también son vulnerables a los fenómenos climáticos extremos. Debido al impacto del cambio climático, existe una alta probabilidad de que aumenten las plagas y enfermedades comunes que perjudican el cultivo, en especial el psílido de la papa (paratrioza o pulgón saltador) y el tizón tardío. De no controlarse con fungicidas, el tizón tardío puede destruir campos enteros de papa en tan sólo unos días.

Lechuga: La sequía o las lluvias excesivas generarán un impacto negativo en las etapas iniciales de la planta, especialmente en lo referente a la germinación y su aparición temprana, si se germinan las semillas en los campos. Sin embargo, el uso de almácigos y de invernaderos con mallas para producir los trasplantes es una práctica común en el occidente hondureño, lo cual permite que la lechuga sea menos vulnerable a los efectos climáticos en las etapas iniciales del desarrollo de la planta.

Maíz: Si bien el clima puede repercutir en todas las etapas de desarrollo del maíz, las fases más vulnerables son durante la germinación, la floración y la madurez fisiológica. La variabilidad en las precipitaciones y el aumento en las temperaturas incidirán negativamente en las etapas vegetativas y en la germinación del cultivo, al igual que en el crecimiento de las plantas jóvenes. Los prolongados períodos secos representan un grave problema para las plantas de maíz en sus etapas iniciales y éstas no sobreviven durante mucho tiempo si la sequía va acompañada de altas temperaturas. Es probable que las proyecciones climáticas sobre cambios en la regularidad de los patrones pluviales obliguen a los agricultores a modificar sus fechas actuales de cultivo y cosecha.

Frijol: Existe una probabilidad moderada de que disminuya la productividad del frijol debido a los cambios en las lluvias, especialmente durante las etapas vegetativas al inicio y en la aparición de la planta. En un escenario con un bajo nivel de humedad en los suelos, el frijol es más resiliente en comparación con otros cultivos y puede tolerar niveles de sequía o de saturación hídrica debido a precipitaciones adicionales. En algunos momentos de la floración, las lluvias excesivas pueden repercutir en la formación de la vaina y perjudicar su rendimiento.

POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS SISTEMAS SOCIALES

Los medios de vida en el occidente del país presentan un alto grado de sensibilidad frente a los efectos climáticos, ya que dependen predominantemente de la agricultura. Una reducción en la cantidad de lluvias de entre el 10 y el 20 por ciento y un aumento en las temperaturas de entre 1,0 y 2,5°C generarán efectos considerables en los medios de vida y en las cadenas de valor agrícola en el occidente de Honduras. Bajo este escenario, a continuación se plantean una serie de posibles efectos directos e indirectos de estos efectos climáticos en los principales sistemas de medios de vida y en las cadenas de valor de los cultivos estudiados.

Maíz y frijol. En el caso de la producción de granos básicos a lo largo de la región occidental de Honduras, a medida que los efectos climáticos reduzcan el rendimiento del maíz y del frijol, surgirán efectos indirectos en los medios de vida a través de un aumento en el precio de los cereales, el costo del forraje y el precio de la carne. A su vez, estos cambios darán origen a un menor consumo de cereales y de carne en los hogares. Además, el aumento de los productos básicos en el ámbito local generaría un deterioro en los elementos que entran en juego en la seguridad alimentaria de estos hogares (acceso, disponibilidad y utilización), todo lo cual repercutiría de forma negativa en la seguridad nutricional de las familias, especialmente de los niños. Una situación en la que exista una menor seguridad alimentaria por los efectos climáticos podría contribuir a un aumento en la delincuencia debido al robo de cultivos. El impacto del fenómeno de El Niño en el año 2014 representa un indicio sobre la forma en que los choques meteorológicos repercuten en las cadenas de valor del maíz y del frijol en el occidente de Honduras. Las lluvias irregulares y tardías han incidido negativamente en la producción de estos cultivos en la región. Estos cambios han provocado un aumento considerable en los precios, especialmente del frijol. Como respuesta, el gobierno está importando frijoles a través de la Suplidora Nacional de Productos Básicos (BANASUPRO), en un intento por estabilizar los precios. Si estas medidas no modifican las conductas de acaparamiento existentes, el gobierno está pensando en congelar los precios del frijol en los supermercados y los mercados locales.

Café. Se considera que el café es altamente vulnerable a la variabilidad y al cambio climático, tanto en términos de sus etapas fenológicas como a lo largo de su cadena de valor, por lo cual surge un alto nivel de vulnerabilidad en muchos hogares del occidente hondureño, cuyos medios de vida dependen de la producción del grano. Debido a que la variabilidad y el cambio climático repercuten en la calidad y la cantidad del café, disminuirá el ingreso familiar en el caso de los caficultores, lo cual a su vez reducirá el acceso de los hogares a los alimentos (la accesibilidad y la disponibilidad alimentaria, al igual que las preferencias de consumo de alimentos tanto de las personas en un plano individual como de los hogares). Debido a que muchas familias que participan en el sector cafetalero trabajan como jornaleros asalariados, una menor demanda pondría en riesgo la habilidad de estos hogares de satisfacer sus necesidades alimentarias. A raíz de una menor calidad y cantidad de café, se originarían consecuencias no sólo para los caficultores y los jornaleros asalariados, sino que esto también repercutiría en el empleo y en la generación de ingreso de muchos actores que conforman la cadena de valor del café. A su vez, estos efectos incidirían negativamente en la economía local y nacional de Honduras y disminuirían las exportaciones, por lo que el gobierno percibiría menos ingresos. Por ejemplo, el impacto de la roya en la producción de café durante el período 2012-2013 ocasionó pérdidas económicas que ascendieron aproximadamente a \$216 millones. En 2014, las familias pobres en el occidente de Honduras han recurrido a varias estrategias negativas atípicas de afrontamiento, puesto que una menor cosecha de café y una producción de granos básicos por debajo del promedio durante la denominada temporada de “primera” (mayo-agosto) han limitado sus ingresos y sus reservas de alimentos. A consecuencia de la roya del café, se prevé que las oportunidades de trabajo no calificado en Honduras disminuirán entre un 16 y un 32 por ciento, en comparación con el período 2011-2012. Estos hechos revelan el alto grado de sensibilidad de la cadena de valor del café frente a los choques meteorológicos, al igual que la magnitud del impacto en los medios de vida y la economía.

Horticultura. Una mayor temperatura, aunada a la variabilidad y los eventos pluviales extremos disminuirán la productividad de la horticultura en el occidente del país. Es probable, que esta tendencia, combinada con el alto grado de demanda de riego para diversos cultivos hortícolas, reduzca la viabilidad a gran escala de la horticultura como una opción de diversificación de los medios de vida en toda la región. Asimismo, los efectos climáticos en la producción hortícola incidirán de forma negativa en el empleo que se requiere en las zonas que generan estos cultivos en el occidente del país. Debido a que los productores hortícolas y los jornaleros asalariados en la región occidental de Honduras son más propensos a emigrar cuando las opciones laborales son limitadas, una menor producción hortícola debido a la variabilidad y al cambio climático podría dar origen a un escenario con un mayor movimiento migratorio hacia las zonas urbanas y especialmente hacia los Estados Unidos.

CAPACIDAD PARA ADAPTARSE A LA VARIABILIDAD Y AL CAMBIO CLIMÁTICO

Se puede definir la capacidad de adaptación como la habilidad de las personas e instituciones de prever, soportar y responder a la variabilidad y al cambio climático, al igual que de minimizar, hacer frente y recuperarse de sus efectos. Los agricultores en el occidente de Honduras han aplicado diversas prácticas para adaptarse a los cambios meteorológicos. Sin embargo, el grado y el ritmo al que se han ejecutado las medidas de adaptación e innovación todavía no están a la altura del reto que impone el cambio climático.

Las instituciones locales —públicas, privadas y de la sociedad civil— desempeñan una función esencial para ayudar a que las personas y las comunidades en el occidente hondureño resistan, se adapten y respondan a los choques y estreses climáticos. Algunas municipalidades, en especial en las que hay una fuerte presencia de organizaciones no gubernamentales (ONG) y proyectos financiados por diversos entes donantes, son más avanzadas en términos de la ejecución de acciones para abordar los riesgos climáticos. No obstante, en términos generales, las instituciones de gestión ambiental y agrícola en el occidente hondureño tienen una limitada capacidad humana, financiera y técnica para poder aplicar de forma eficaz medidas dirigidas a aumentar la resiliencia frente a la variabilidad y al cambio climático. Además, las instituciones locales en la región occidental del país han emprendido muy pocas acciones que se adaptan de forma específica a las vulnerabilidades identificadas en el análisis de evidencia sobre los efectos climáticos. El estudio de las entidades de gestión ambiental y agrícola en el occidente hondureño reveló tres grandes vacíos en las capacidades institucionales que obstaculizan su habilidad de aumentar eficazmente la resiliencia frente a los efectos climáticos:

- La falta de programas de investigación y extensión en el ámbito local debidamente adaptados a las zonas agroecológicas del Corredor Seco. En el occidente de Honduras, muy pocos esfuerzos se han centrado en las investigaciones agrícolas y ambientales y en las actividades de extensión en el ámbito local, adaptadas a la diversidad de las zonas agroecológicas de esta región. Se observó la ausencia de investigaciones e iniciativas de extensión centradas en el desarrollo de mejores variedades de maíz, frijol y café que sean más tolerantes al calor/las sequías y que se adapten a las condiciones del Corredor Seco. Además, hay pocas investigaciones e iniciativas de extensión dirigidas a abordar la gestión de los recursos naturales dentro de la agricultura, centrándose en prácticas que aumenten la resiliencia a los choques y los estreses climáticos en el Corredor Seco.
- **La información disponible es inadecuada para tomar decisiones sobre la adaptación en el ámbito local.** Hace falta contar con más datos e información para tomar decisiones fundamentales sobre la adaptación al cambio climático en el occidente de Honduras. En especial, se carece de información acerca de la hidrología, los suelos y el uso de la tierra. Nuestra investigación reveló que en los casos en que existe información, a menudo ésta se concentra en el ámbito nacional y no se comparte o no está a disposición de las instancias decisorias en el plano regional o municipal.

- El principal enfoque institucional es la respuesta en caso de desastres – no se hace suficiente énfasis en la gestión y la reducción del riesgo climático. Si bien las instituciones nacionales y regionales están dedicando esfuerzos para incorporar plenamente la gestión y la reducción del riesgo de desastres en el proceso general del desarrollo, estas labores todavía no se han traducido en acciones en el ámbito local dentro de la región occidental del país. Los Comités de Emergencia Municipal (CODEMS), los Comités de Emergencia Local (CODELES) y las actividades emprendidas en el ámbito comunitario continúan centrándose primordialmente en las respuestas posteriores a un desastre, en vez de hacerlo en acciones para aumentar la resiliencia comunitaria frente al riesgo climático.

Las fallas en las políticas y en la gobernabilidad son elementos subyacentes de las amenazas que enfrentan las áreas protegidas y menoscaban su capacidad para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Sólo 7 de las 21 áreas protegidas en la región cuentan con planes de gestión y ninguno de estos identifica estrategias, medidas, actividades o programas relativos a la adaptación al cambio climático. El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal (ICF) no cuenta con la presencia institucional necesaria en el campo ni con los recursos financieros para cumplir con su compromiso constitucional de gestionar o cogestionar las áreas protegidas de la región. También existe un grado limitado de sensibilización pública sobre la importancia de las áreas protegidas y un nivel insuficiente de coordinación entre los actores y las organizaciones que dependen de los beneficios de los ecosistemas que ofrecen estas áreas.

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Con base en una revisión integral de los hallazgos sobre el grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, se formuló una serie de recomendaciones y opciones, conjuntamente con cinco vías de adaptación, a saber: 1) generación, gestión y adquisición de conocimiento; 2) gestión de recursos hídricos resilientes; 3) conservación de ecosistemas críticos; 4) diversificación; y 5) gestión del riesgo. Estas cinco vías ofrecen una estrategia global y holística que integra la gestión sostenible de los suelos y del agua en los sistemas de producción y los paisajes, como forma de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y los medios de vida en el occidente de Honduras frente a la variabilidad y al cambio climático.

- **Vía de adaptación 1: Generación, gestión y adquisición de conocimiento.** Esta evaluación de la vulnerabilidad reveló una serie de vacíos significativos en la generación del conocimiento necesario para lograr que las decisiones que se tomen sobre la adaptación respondan al cambio climático en el Corredor Seco, al igual que para abordar la gestión y la coordinación de ese conocimiento y la posterior aplicación y aprendizaje por parte de las instancias decisorias. En este contexto, recomendamos el establecimiento de un “centro de conocimiento sobre el cambio climático” para la región del Corredor Seco, el cual serviría como un único punto para los datos y las investigaciones realizadas sobre el cambio climático en esta región. El centro ofrecería información y generaría un mayor grado de sensibilización sobre los efectos de este fenómeno y las respuestas de adaptación en el Corredor Seco, con el propósito de incidir en la toma de decisiones relativas a los esfuerzos intersectoriales de adaptación en la región. Existe la urgente necesidad de contar con esfuerzos participativos de investigación y extensión en el ámbito local, centrándose en prácticas de gestión hídrica climáticamente inteligentes, al igual que en una serie de prácticas agrícolas, tales como el uso de variedades de maíz, frijol y café que sean tolerantes al calor/las sequías, al igual que sistemas de suelos, silvicultura y actividades agroforestales que se adapten a las condiciones agroecológicas tan diversas del occidente hondureño.
- **Vía de adaptación 2: Gestión de recursos hídricos resilientes.** En esencia, la adaptación a los efectos del cambio climático en el occidente de Honduras requiere de una mayor resiliencia de los

recursos hídricos de esta región. Para lograrlo, las instancias decisorias deben tener acceso a información hidrológica confiable para poder tomar decisiones de gestión a la luz de un futuro climático incierto. Es necesario dedicar esfuerzos para mejorar la evidencia y la información sobre la calidad y la cantidad de los recursos hídricos en esta región, al igual que sobre intervenciones en las fincas y en el ámbito de las cuencas que protegen los recursos hídricos esenciales — en especial en las áreas superiores de recarga de las subcuencas— y aumentar de forma eficaz la resiliencia en las cuencas ante los efectos climáticos. Se deben explorar oportunidades para establecer mecanismos para el pago de servicios hidrológicos, a fin de crear incentivos para la gestión de las cuencas y la conservación de los recursos hídricos. Las actividades deberán dirigirse a aquellas subcuencas que desde una perspectiva ecohidrológica se consideran como las más vulnerables. En este sentido, el análisis ecohidrológico identificó a El Venado-Lempa, San Juan-Lempa, Higuito y Mocal-Lempa como las subcuencas con un mayor grado de vulnerabilidad.

- **Vía de adaptación 3: Conservación de ecosistemas críticos.** El aumento de la resiliencia de los ecosistemas críticos en el occidente de Honduras es un aspecto básico para reducir la vulnerabilidad frente a la variabilidad y al cambio climático, ya que estos ecosistemas son indispensables para ofrecer y proteger servicios básicos para las comunidades de la región, especialmente el suministro de agua, y para regular el clima local y los caudales hidrológicos. Las acciones emprendidas deben centrarse en la protección de las áreas que actualmente están forestadas, mientras al mismo tiempo se restauran otras que se han despejado, especialmente en las laderas empinadas. Es necesario dedicar esfuerzos más significativos para lograr una mejor gestión de las áreas protegidas y las zonas de amortiguamiento, y para incorporar plenamente las consideraciones climáticas en la gestión de estas áreas, ya que actualmente las instituciones y los planes de gestión no toman en cuenta el impacto climático. Para realizar esta labor, es necesario reforzar la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales actuales que protegen los hábitats, las cuencas, los suelos y las especies.
- **Vía de adaptación 4: Diversificación.** Los hogares en el occidente de Honduras dependen en gran medida de las actividades agrícolas que son inherentemente vulnerables a la variabilidad y al cambio climático. A medida que el clima en esta región va siendo más variable en el futuro, la agricultura tal como se practica actualmente será una opción cada vez menos viable como medio de vida para las familias rurales. La diversificación, tanto dentro como fuera de la agricultura, es un aspecto esencial para amortiguar el impacto climático y distribuir el riesgo financiero en los hogares. Es necesario dedicar esfuerzos considerables para identificar, desarrollar y fortalecer opciones diversificadas de medios de vida, tanto dentro como fuera de las fincas, que sean más resilientes a los choques y estreses climáticos. Entre las opciones de medios de vida climáticamente resilientes que podrían explorarse en las fincas se incluye la producción de marañón, mango, ciruela, madera, aguacate, cacao, ajonjolí y tamarindo. Las opciones de medios de vida climáticamente resilientes fuera de las fincas podrían incluir el ecoturismo o el turismo cultural relacionado con las áreas protegidas, la elaboración de artesanías y el procesamiento de productos agrícolas y forestales. Las remesas y los microcréditos podrían facilitar la diversificación de medios de vida fuera de las fincas y el desarrollo de microempresas rurales. La ampliación y el fortalecimiento de programas de educación vocacional para jóvenes aumentarían la diversificación de medios de vida, tanto dentro como fuera de las fincas.
- **Vía de adaptación 5: Gestión del riesgo.** Las instituciones locales en el occidente hondureño se han centrado principalmente en la respuesta en caso de desastres, sin prestar suficiente atención o adquirir mayor conocimiento sobre la gestión y la reducción de los riesgos climáticos. Es necesario dedicar esfuerzos en el ámbito municipal y comunitario en esta región de Honduras para aumentar las capacidades de las instituciones locales, en especial de los Comités de Emergencia Municipal (CODEMS) y los Comités de Emergencia Local (CODELES), a fin de reducir el riesgo de desastres

meteorológicos. Un elemento importante para mejorar la gestión del riesgo de desastres en el occidente de Honduras es fortalecer la red meteorológica y mejorar los vínculos entre los sistemas de alerta temprana y la información hidrometeorológica. Será necesario dedicar esfuerzos para aumentar el uso de herramientas para la evaluación de los riesgos climáticos, al igual que incrementar la información disponible para las instituciones locales, tanto en el ámbito municipal como comunitario, a fin de integrar las consideraciones climáticas en los procesos de planificación.

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 PROPÓSITO Y OBJETIVOS

En el año 2014, el Proyecto ARCC de USAID realizó una evaluación de la vulnerabilidad en el occidente de Honduras, como respuesta a una solicitud de la misión de USAID en este país centroamericano. Los objetivos trazados para esta evaluación fueron los siguientes:

- Comprender las tendencias históricas y las futuras proyecciones climáticas en la región occidental de Honduras;
- Evaluar la forma en que estas proyecciones climáticas repercutirán en los medios de vida y los ecosistemas de esta región; e
- Identificar respuestas de adaptación —tanto las que ya existen como las que posiblemente se puedan aplicar— que puedan integrarse a la programación de USAID en el occidente de Honduras, a fin de fortalecer la resiliencia de los medios de vida y los ecosistemas frente a los efectos climáticos.

Esta evaluación representa un esfuerzo multidisciplinario para evaluar el impacto del cambio climático⁵ y la variabilidad afín⁶ en los sistemas sociales y ecológicos en el occidente de Honduras. Asimismo, la evaluación se centró en el denominado Corredor Seco de esta región y en los seis departamentos que reciben apoyo en el marco de la programación de la iniciativa “Feed the Future” (Alimentar el futuro — FtF, por sus siglas en inglés), a saber: Copán, Ocotepeque, Lempira, Santa Bárbara, Intibucá y La Paz. En el Gráfico 1 se ilustra el área que abarcó el estudio.

1.1.1 Estrategia de USAID sobre el cambio climático y el desarrollo

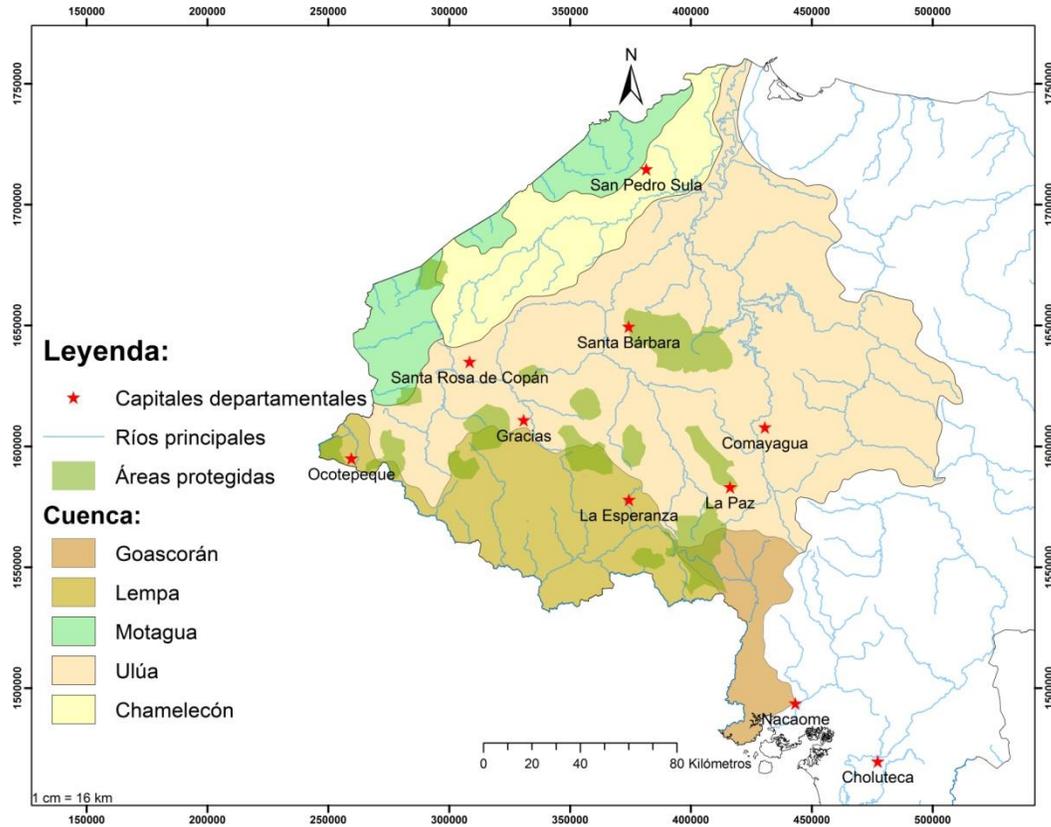
El propósito de la estrategia de USAID sobre el cambio climático y el desarrollo es “permitir que los países aceleren su transición a un desarrollo económico sostenible de bajas emisiones y resiliente al clima” (USAID, 2012, pág. 1). La estrategia destaca la importancia de la gestión de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad como elementos esenciales para aumentar la resiliencia de los sistemas sociales y ecológicos frente a la variabilidad y al cambio climático. Además, la estrategia estipula lo siguiente: “Muchos años de liderazgo en la conservación de la biodiversidad y la gestión de recursos naturales informan enfoques sensibles al clima para la planificación del uso de la tierra y la utilización sostenible de los recursos naturales, tales como los bosques y el agua. Reconociendo que este es un campo emergente y que las necesidades de adaptación variarán considerablemente según las

⁵ El cambio climático se refiere a la significativa variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente décadas o hasta más tiempo) (IPCC, 2013).

⁶ La variabilidad climática se refiere a las variaciones estacionales naturales y a los ciclos de múltiples años (por ejemplo, El Niño-Oscilación del Sur [ENOS]) que genera períodos cálidos, frescos, húmedos o secos en diferentes regiones (IPCC, 2013). Estos eventos forman parte de la variabilidad natural y no representan un cambio climático.

circunstancias locales, USAID apoyará... el fortalecimiento de las acciones para la conservación ambiental que protejan los ecosistemas de los que depende el desarrollo humano” (USAID, 2012, págs. 16–17). Uno de los “principios rectores” de la estrategia sobre el cambio climático y el desarrollo es *valorar los servicios de los ecosistemas*. Asimismo, la estrategia reconoce que mediante una gestión adecuada, estos ecosistemas generan una serie de servicios importantes, tales como alimentos, suministro de agua, control de la erosión y protección en caso de inundaciones, todo lo cual es fundamental para reducir los efectos del cambio climático.

GRÁFICO I. ÁREA DE ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN



Esta evaluación incorpora de forma integral datos climáticos históricos, proyecciones sobre el cambio climático, el grado de sensibilidad de los ecosistemas, características fenológicas de los cultivos principales y diversos vínculos de las cadenas de valor y los medios de vida, de forma tal que se pueda emprender un análisis general sobre la vulnerabilidad social y ecológica ante la variabilidad y el cambio climático, en el contexto de la vida cotidiana de los hogares en el occidente hondureño.

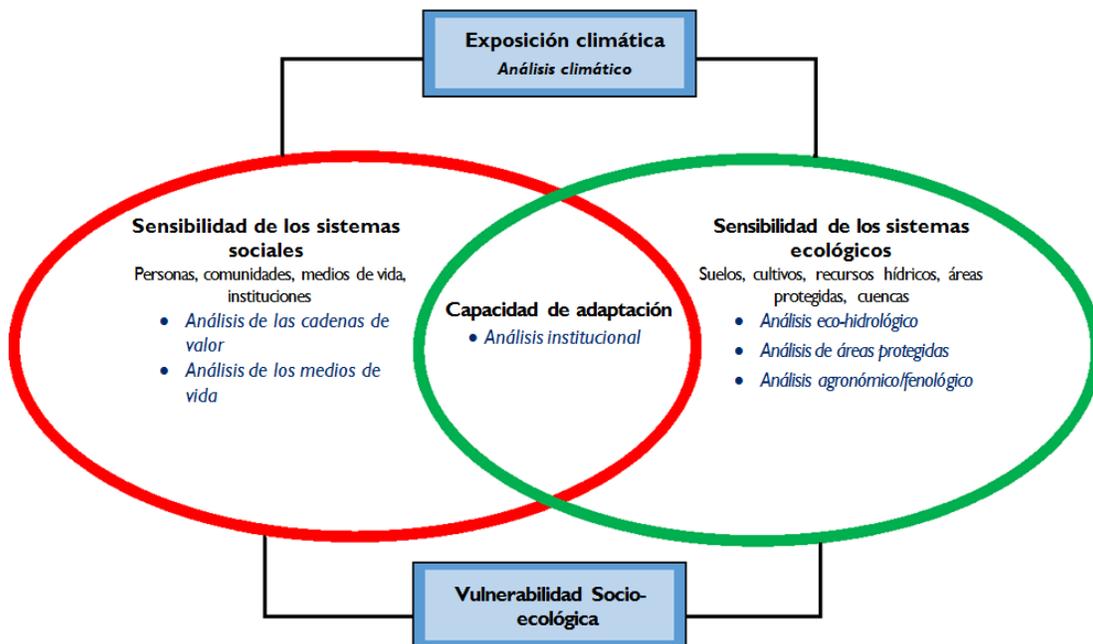
El informe está organizado en tres secciones. En la primera sección (introdutoria) se presenta el marco general de la investigación, se introducen los componentes analíticos y se ofrece un vistazo general de la metodología de la evaluación. En la segunda sección se presentan los hallazgos más importantes, los cuales se organizan según las variables principales de la vulnerabilidad: exposición al cambio climático, sensibilidad de los ecosistemas, los cultivos, las cadenas de valor y los medios de vida ante el cambio climático; y capacidad de adaptación de los hogares y las instituciones para responder a los efectos proyectados del cambio climático. Finalmente, la tercera sección incluye recomendaciones y opciones de adaptación basadas en una comprensión integral en torno al grado de exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación.

1.1.2 Marco de la investigación

El marco investigativo de esta evaluación se basó en la definición de 2007 que empleó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de que la vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación (IPCC, 2007). De forma similar a la evaluación de la vulnerabilidad realizada por USAID/ARCC en el sur de Honduras, este estudio examina la vulnerabilidad frente al cambio climático bajo el prisma de los sistemas socioecológicos (SSE), los cuales pueden definirse como sistemas integrales de los ecosistemas y la sociedad humana con una interdependencia y retroalimentación recíproca (*Resilience Alliance*, 2007). Al hablar de sistemas sociales se hace referencia a las personas, los hogares, las comunidades, los medios de vida, las instituciones y las redes que van dando forma a la sociedad humana. Por su parte, el sistema ecológico se refiere a los recursos que conforman el entorno natural, lo que incluye la tierra, los recursos hídricos, los bosques y las cuencas. El concepto de SSE reconoce tanto la interacción como la interdependencia de los seres humanos con la naturaleza, al igual que el grado al que las personas y las comunidades dependen de los servicios de los ecosistemas para sus medios de vida (Füssel y Klein, 2006; Ostrom, 2009; Smit y Wandel, 2006; Turner et al., 2003; Walker et al., 2004). Se ha aplicado este concepto como marco para las evaluaciones de la vulnerabilidad frente al cambio climático en una amplia variedad de contextos y regiones en todo el mundo (Fraser et al., 2011; Marshall et al., 2010).

El equipo a cargo de la investigación aplicó este marco a través de cinco componentes analíticos que aunque son distintos guardan una estrecha relación entre sí: el clima, los ecosistemas (incluidas las áreas ec hidrológicas y protegidas), la fenología, las cadenas de valor y los medios de vida, y las instituciones. Se logró entrelazar estos componentes analíticos dentro de una evaluación integral para generar información con base en evidencia sobre la vulnerabilidad al cambio climático, con el propósito de informar tanto la programación de USAID como las decisiones en torno a la inversión. El Gráfico 2 ilustra la forma en que calzan estos componentes analíticos en el marco socioecológico de la investigación.

GRÁFICO 2. MARCO SOCIOECOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN PARA LA EVALUACIÓN EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS



1.1.3 Metodología de la investigación

La evaluación aplicó un enfoque con una combinación de métodos en los que se emplearon datos primarios y secundarios existentes, al igual que la recopilación de datos primarios a través de entrevistas con sujetos claves de información y mediante reuniones de grupos focales. Cuando ello fue pertinente, el equipo a cargo de la investigación adoptó herramientas y metodologías analíticas empleadas durante la evaluación de la vulnerabilidad en el sur de Honduras, al igual que diversas metodologías aplicadas con anterioridad durante otras evaluaciones de vulnerabilidad frente al cambio climático que ha realizado el Proyecto ARCC en países tales como Uganda, Malawi y la República Dominicana.

El **análisis climático** ofrece una descripción de las características climáticas generales en la región occidental hondureña y evalúa las tendencias, las predicciones y los patrones relativos a la temperatura, al igual que la estacionalidad, las tendencias y las predicciones sobre las precipitaciones, y las principales perturbaciones climáticas en la región, tales como ciclones tropicales e incendios. El análisis se basa en los resultados obtenidos con anterioridad durante un estudio sobre la exposición climática en el sur de Honduras, pero esta vez se cambió el enfoque geográfico y se tomó en cuenta una climatología más continental que la que existe cerca de las zonas costeras. Las medidas de alta resolución sobre las precipitaciones, provenientes del radar del satélite de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM, por sus siglas en inglés) y que abarcan el período comprendido entre 1998 y 2013, representan la base para las comparaciones subregionales y los análisis de las tendencias. Las caracterizaciones climáticas en el ámbito de los departamentos estudiados se desarrollaron a partir de las observaciones con calidad controlada de la Red Histórica Global de Climatología, en un formato que suministró el Banco Mundial y ampliadas mediante las observaciones de la TRMM. Asimismo, las tendencias de las temperaturas en el ámbito nacional y regional provienen de las series de datos fidedignos y de calidad controlada que elaboró el Proyecto *Berkeley Earth*. También se utilizaron las observaciones de las precipitaciones provenientes de la red de estaciones meteorológicas de la Dirección General de Recursos Hídricos —DGRH (un total de siete estaciones) para validar las observaciones de la TRMM que abarcaron el período entre 1998 y 2013. Las predicciones climáticas evaluadas para las temperaturas y las precipitaciones provienen de los hallazgos consensuados sobre las proyecciones para la región centroamericana que se incluyeron en el quinto informe de evaluación del IPCC.

El **análisis de los ecosistemas** evaluó la sensibilidad de los sistemas ecológicos en el occidente hondureño ante la variabilidad y el cambio climático. Esto se llevó a cabo a través de dos análisis interrelacionados: el primero sobre ecohidrología⁷ y el otro sobre las áreas protegidas. El primer análisis evalúa la cobertura del uso de la tierra y las características geomorfológicas e hidrológicas de ocho subcuencas. Para propósitos de este estudio, las subcuencas escogidas cumplieron con los cuatro requisitos siguientes: 1) representan áreas primordiales de recarga para los ríos Ulúa, Lempa y Goascorán y por lo tanto son fuentes vitales para el suministro de agua en la región occidental de Honduras; 2) están en el centro del Corredor Seco y abarcan una variedad representativa de zonas con distintos medios de vida y tipos de ecosistemas; 3) ofrecen servicios esenciales de los ecosistemas a importantes centros de población en el occidente de Honduras; y 4) tienen el potencial de formar un corredor interconectado para la biodiversidad, tanto a lo largo de la línea divisoria de aguas como en las

⁷ La ecohidrología es un campo interdisciplinario que estudia las interacciones entre el agua y los ecosistemas (Zalewski et al. 1997). Los tres principios de la ecohidrología son: 1) uno hidrológico (la cuantificación del ciclo hidrológico de una cuenca); 2) uno de índole ecológica (procesos integrales a nivel de la cuenca de un río, los cuales determinan la capacidad de volumen de esa cuenca y los servicios de los ecosistemas); y 3) la ingeniería ecológica (la regulación de los procesos hidrológicos y ecológicos con base en un enfoque sistémico integrador).

áreas ribereñas, lo cual podría aumentar la resiliencia ecológica y la conservación de la diversidad biológica de la región. Las lecciones a partir de estas subcuencas se pueden aplicar a otras ubicadas en la región occidental del país. Para estas subcuencas, se calculó un índice de vulnerabilidad ecohidrológica, con base en una serie de variables relevantes de este tipo —tales como la cobertura permanente de los suelos y el potencial de producción hídrica— a fin de identificar subcuencas con el mayor grado de sensibilidad ecohidrológica ante las proyecciones climáticas de un aumento en la temperatura y de variabilidad en las precipitaciones. Por su parte, el análisis de las áreas protegidas evalúa su funcionamiento actual en la región occidental de Honduras con base en una revisión de bibliografía secundaria, entrevistas con sujetos claves de información y reuniones de grupos focales. En conjunto, ambos análisis ofrecen una comprensión más a fondo del grado al que los ecosistemas en el occidente hondureño podrían resultar afectados por los estreses y los choques climáticos.

El **análisis fenológico**⁸ se centra en los cultivos de interés para este estudio (café, maíz, frijol y horticultura) para determinar la forma en que los cambios previstos en las lluvias y las temperaturas podrían repercutir en las condiciones necesarias para el ciclo de crecimiento de cada cultivo, al igual que en las plagas y las enfermedades que los atacan. Entre los cultivos hortícolas escogidos para el análisis fenológico se incluyeron la papa y la lechuga puesto que, según se identificó durante las entrevistas con sujetos claves de información y en las reuniones de grupos focales, son los que se producen más comúnmente en la región occidental de Honduras. Para determinar la sensibilidad del café, el maíz, el frijol, la lechuga y la papa ante la variabilidad y el cambio climático, el análisis fenológico tomó en cuenta lo siguiente: 1) rangos de las temperaturas y las precipitaciones necesarias para el desarrollo de cada uno de los cultivos en esta región; 2) proyecciones climáticas para la región occidental de Honduras, con base en los resultados del análisis climático; y 3) el posible impacto en el desarrollo de las plantas bajo estas condiciones climáticas previstas en diferentes etapas fenológicas. El análisis supuso un estudio bibliográfico detallado mediante una revisión paritaria, al igual que la consulta de informes técnicos. Esto se complementó con la información recopilada durante las entrevistas con sujetos claves de información y las reuniones de grupos focales con diversos agricultores e instituciones.

Asimismo, se evaluó la sensibilidad de los sistemas sociales frente al cambio climático a través del análisis de las cadenas de valor y de los medios de vida. Al aplicar la metodología utilizada en la evaluación de la vulnerabilidad de Uganda frente al cambio climático, que también condujo el Proyecto ARCC, el **análisis de las cadenas de valor** empleó bibliografía secundaria, entrevistas con sujetos claves de información y reuniones de grupos focales, a fin de evaluar la sensibilidad de las cadenas de valor escogidas (café, maíz, frijol y horticultura) ante los cambios previstos en el clima y sus efectos a lo largo de estas cadenas. Por su parte, el **análisis de los medios de vida** es complementario y se relaciona estrechamente con el de las cadenas de valor. En este análisis se utiliza bibliografía secundaria y datos generados a partir de los grupos focales con agricultores e instituciones locales para evaluar la forma en que la variabilidad y el cambio climático repercuten directa e indirectamente tanto en los medios de vida agrícolas como no agrícolas. Para ampliar el índice de vulnerabilidad ecohidrológica, se calculó uno de vulnerabilidad socioecológica, el cual integra variables sociales relevantes para identificar subcuencas que sean socioecológicamente más sensibles a la exposición climática.

⁸ La fenología es el estudio de fenómenos biológicos recurrentes y su relación con aspectos meteorológicos, tales como variaciones estacionales e interanuales del clima. Por lo general, se relaciona con el efecto que genera el clima en el momento en que suceden los eventos biológicos, tal como el primer surgimiento de capullos y hojas, o la fecha de las cosechas (Hermes, 2004).

Se incorporó un **análisis institucional** a lo largo de diversos estudios de componentes específicos, como un medio para comprender el grado de sensibilidad y la capacidad de adaptación dentro de éstos. Este análisis —que utilizó información proveniente de los sujetos claves de información y de las reuniones de grupos focales con diversas instituciones ambientales y agrícolas relevantes, al igual que con agricultores del occidente del país— permitió adquirir una mejor comprensión sobre las respuestas de las instituciones regionales y locales que trabajan en esta zona para permitir la aplicación de medidas de adaptación, a fin de afrontar y responder de forma más eficaz a los choques y los estreses de origen climático.

Para esta evaluación, se realizaron las investigaciones de campo en dos fases: una **misión preliminar para delimitar el alcance del estudio**, la cual consistió en entrevistas con sujetos claves de información de instituciones relevantes, y una **fase de evaluación de campo**, que incluyó una serie de reuniones de grupos focales con agricultores e instituciones locales. Durante la misión preliminar de delimitación, el equipo a cargo de la evaluación llevó a cabo entrevistas con una amplia variedad de instituciones en el ámbito nacional, regional y local, las cuales son relevantes para abordar temas relativos al cambio climático, la agricultura/seguridad alimentaria, los recursos hídricos, las áreas protegidas y los medios de vida en el occidente hondureño. Las entrevistas con sujetos claves ofrecieron información cualitativa sobre el contexto institucional para la adaptación al cambio climático en la región, lo cual a su vez informó el análisis institucional y permitió que el equipo recopilara bibliografía y datos secundarios relevantes para sus componentes analíticos.

Durante la fase de evaluación de campo, el equipo llevó a cabo reuniones de grupos focales en ocho lugares distintos en cinco de las subcuencas escogidas para el estudio (véase el Cuadro 1). Tanto los lugares escogidos para estas reuniones como las subcuencas seleccionadas representan la diversidad social y ecológica de los seis departamentos que conforman la región occidental de Honduras. Tal como se planteó en páginas anteriores, se escogieron las subcuencas con base en cuatro criterios principales: 1) representan áreas primordiales de recarga para los ríos Ulúa, Lempa y Goascorán; 2) comprenden una variedad representativa de zonas con distintos medios de vida y tipos de ecosistemas dentro del Corredor Seco; 3) ofrecen servicios esenciales de los ecosistemas a importantes centros de población cuenca abajo; y 4) tienen el potencial de formar un corredor interconectado para la biodiversidad, tanto a lo largo de la línea divisoria de aguas como en las áreas ribereñas, lo cual podría aumentar la resiliencia ecológica y la conservación de la diversidad biológica de la región.

CUADRO 1. LUGARES DE LAS REUNIONES DE GRUPOS FOCALES Y SUS RESPECTIVAS SUBCUENCAS

Lugar de las reuniones de grupos focales	Subcuenca	Cuenca
La Florida, Opatoro (La Paz) San Antonio del Norte (La Paz)	Palagua	Goascorán
La Esperanza (Intibucá)	El Venado	Lempa
Jesús de Otoro (Intibucá) Marcala (La Paz)	Río Grande de Otoro	Ulúa
Tomalá (Lempira) Belén Gualcho (Ocotepeque)	Mocal	Lempa
San Marcos (Ocotepeque)	Higuito	Ulúa

Se realizaron dos reuniones de grupos focales por separado en cada uno de estos lugares: una con representantes de instituciones locales (municipalidades, asociaciones administradoras de agua, ministerios sectoriales, grupos de mujeres, etc.) y otra con un grupo agrícola en cada lugar escogido, en representación tanto de agricultores(as) que recibieron asistencia directa como de aquellos que no la

han recibido. A través de las reuniones de grupos focales con las instituciones locales se captó información sobre los medios de vida, diversos eventos climáticos, los recursos naturales y la capacidad institucional existente en el ámbito local para soportar, responder y recuperarse de los choques climáticos. Mediante las reuniones de grupos focales con los agricultores se determinó su percepción sobre los cambios relativos a los estreses climáticos y las respuestas correspondientes de adaptación. Estas reuniones ayudaron a explicar y a triangular los resultados de las revisiones documentales y los componentes analíticos. El Anexo I incluye las guías temáticas que se elaboraron para cada reunión de grupos focales, a fin de estructurarlas.

2.0 HALLAZGOS DE LA EVALUACIÓN INTEGRAL

Se define la vulnerabilidad en función de tres variables, a saber: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. En esta evaluación, se utilizan las definiciones siguientes para cada una de estas variables:

- Se define la **exposición** como la naturaleza y el grado al que los medios de vida y los ecosistemas en el occidente de Honduras están expuestos a variaciones climáticas significativas, tales como alteraciones en la cantidad y la distribución de las precipitaciones, la humedad y la frecuencia y la severidad de los eventos extremos, además de efectos de segundo orden en los vectores de las plagas y enfermedades, al igual que en otras comunidades bióticas.
- Se define la **sensibilidad** como el grado al que los medios de vida y los ecosistemas en el occidente de Honduras resultan afectados por los estreses y los choques climáticos. La sensibilidad vincula elementos relativos a la exposición con los sistemas socioecológicos integrales. Por ejemplo, esta evaluación analiza la forma en que la variabilidad y el cambio climático pueden repercutir en los ecosistemas, la hidrología, los cultivos y sus cadenas de valor, al igual que la manera en que los efectos inciden a su vez en los medios de vida de la región occidental del país.
- Se define la **capacidad de adaptación** como la habilidad de las personas e instituciones de prever, soportar y responder a la variabilidad y al cambio climático, al igual que de minimizar, hacer frente y recuperarse de sus efectos. Esta evaluación analiza la capacidad de adaptación de los agricultores y de las instituciones locales para adaptarse a los cambios experimentados en el sistema natural.

La presentación de los hallazgos de forma integral inicia con una descripción del grado de exposición al cambio climático en la Sección 2.1. Asimismo, en la Sección 2.2 el informe describe la sensibilidad al cambio climático, lo que incluye un análisis sobre el grado de sensibilidad de los ecosistemas, los cultivos estudiados (café, maíz, frijol y cultivos hortícolas principales), las cadenas de valor y los medios de vida. Con base en los resultados de este análisis, la Sección 2.3 (capacidad de adaptación) plantea la forma en que las personas y las instituciones en el occidente hondureño pueden soportar y adaptarse a los efectos climáticos previstos.

2.1 EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

2.1.1 Características climáticas generales del occidente hondureño

De forma similar a muchas zonas tropicales de las Américas, el ciclo climático anual a lo largo de la región occidental de Honduras presenta una estacionalidad fuertemente definida, caracterizada por una época lluviosa prolongada, la cual se extiende entre mayo y octubre, una estación seca con condiciones más frescas durante la noche entre noviembre y febrero, y condiciones secas y calurosas en marzo y abril. De cierto modo, el período canicular a mediados del verano —el cual se caracteriza por presentar menos precipitaciones en los meses de julio y agosto— es menos marcado que en otras áreas del istmo centroamericano. Los períodos ocasionales de humedad durante el invierno se relacionan con los frentes fríos que provienen del norte.

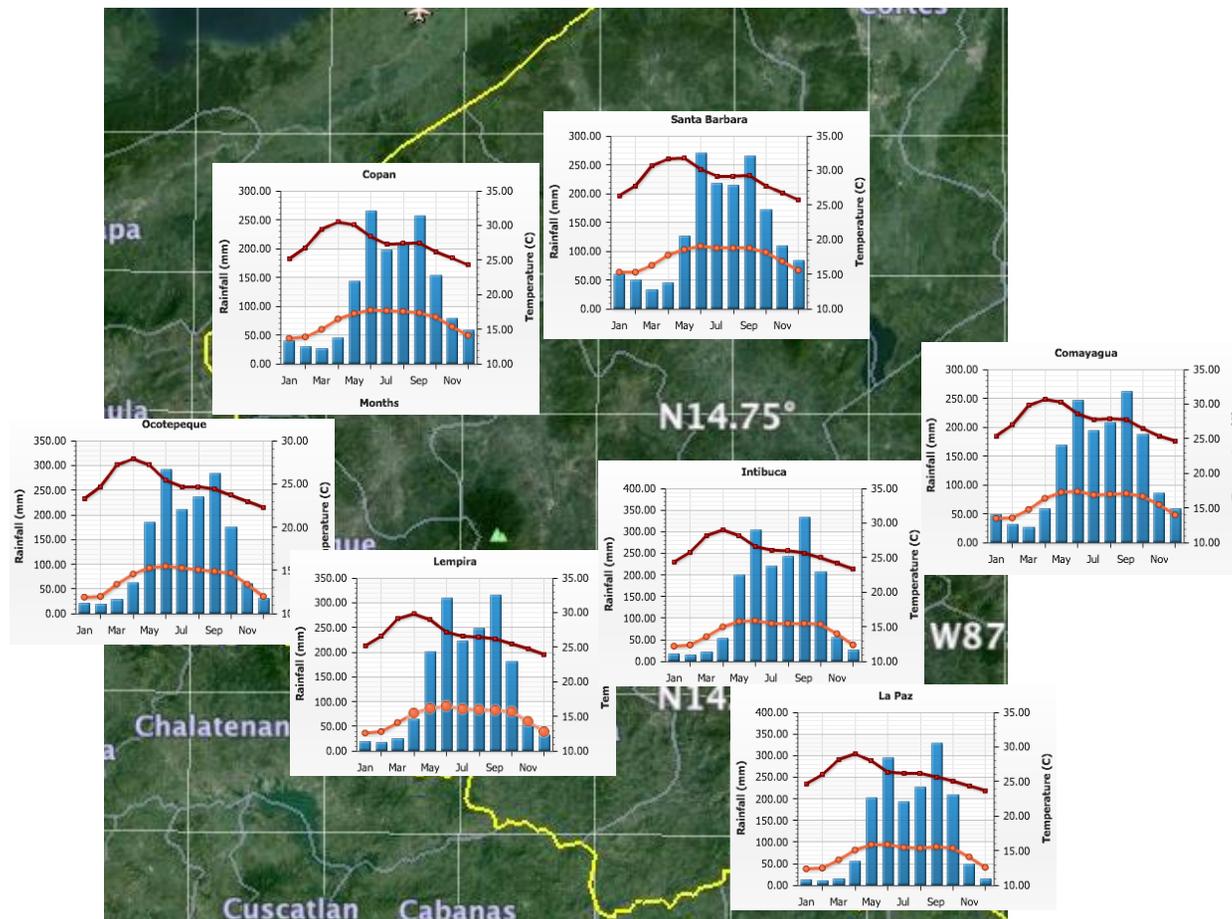
El Gráfico 3 ilustra el ciclo climático anual para las diferentes subregiones del occidente hondureño, lo cual permite efectuar una comparación de la temperatura estacional y los ciclos de las precipitaciones a lo largo de esta región. Tal como se muestra en este gráfico, la diferencia subregional más significativa es una mayor cantidad de lluvias en los departamentos del norte durante la época seca del invierno, en especial en diciembre y enero.

Entre las características en común que se observan en todas las áreas del occidente de Honduras se encuentran las siguientes:

- Una marcada alternación de estaciones secas y lluviosas con una duración similar aproximada;
- La bimodalidad de la temporada de lluvia, que alcanza su punto máximo en junio y setiembre;
- Temperaturas diarias máximas que alcanzan sus valores más altos en abril, antes del inicio de la temporada de lluvia;
- Condiciones considerablemente más frescas durante los meses de invierno; y
- Temperaturas mínimas cálidas y relativamente invariables durante las noches en la larga estación lluviosa.

La estacionalidad tan marcada de las lluvias no concuerda con los cambios correspondientes a las temperaturas de alta magnitud. Esta tendencia obedece a la ubicación de la región occidental de Honduras dentro de las latitudes tropicales, lo cual limita la incursión de masas de aire fresco provenientes del norte y los efectos moderadores de las aguas costeras del Pacífico y del Atlántico que flanquean el istmo centroamericano.

GRÁFICO 3. CLIMOGRAMAS TRAZADOS SEGÚN LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA APROXIMADA



Nota: Estos diagrama climáticos (climogramas) muestran ciclos anuales con temperaturas máximas (línea roja) y mínimas (línea naranja) y el total de las precipitaciones ((gráfico de barras) con resoluciones mensuales de las estaciones meteorológicas en cada uno de los departamentos de la región centro-occidental de Honduras. Las precipitaciones (expresadas en mm por mes, en el eje izquierdo de los gráficos) y las escalas de las temperaturas (expresadas en °C en los ejes de la derecha) varían según el lugar. Reproducido del documento del Banco Mundial (2013), con base en observaciones climatológicas de la Red Histórica Global de Climatología (GHCN, por sus siglas en inglés) (1998-2013).

En toda la región occidental de Honduras, las temperaturas varían de forma espacial, principalmente en función de la elevación y de la cobertura de los suelos en el ámbito local, y en menor grado, de la proximidad a la costa. En las regiones tropicales, en promedio, la temperatura disminuye unos 5 o 6°C por cada 1.000 metros más de elevación (IPCC, 2013). Por lo general, las zonas montañosas presentan una cobertura nubosa más extensa que los amplios valles y tienden a ser más boscosas. Estos dos factores entran en juego para suprimir las temperaturas máximas durante el día (IPCC, 2013). El Gráfico 3 muestra que las temperaturas más cálidas del ciclo anual suceden en abril, antes de las lluvias. Una cantidad considerable de precipitaciones que ocurran antes del inicio de la época lluviosa principal introducen humedad en los suelos y catalizan el crecimiento del follaje después de una larga estación seca. Estos factores actúan de forma conjunta para disminuir el calentamiento durante el día. Por su parte, ausencia de episodios de lluvia antes de la estación lluviosa crea condiciones especialmente estresantes para la mayoría de la biota y de los medios de vida relacionados con la agricultura, con días muy calurosos y secos hasta que por fin cae la lluvia (IPCC, 2013). El cambio de condiciones calurosas/secas a cálidas/húmedas también da origen a un cambio muy marcado en la posible evaporación, revirtiendo las fuertes pérdidas hidrológicas y promoviendo un rápido verdor del paisaje, a medida que inicia la temporada de siembra.

El tipo de superficie terrestre y la historia relativa al uso de los suelos también inciden en las temperaturas locales, puesto que el uso de la tierra ejerce un fuerte control en la forma en que se absorbe la energía solar entrante. En especial, la deforestación promueve un mayor calentamiento de la superficie terrestre, lo cual ocasiona temperaturas más altas durante el día, al igual que condiciones más secas (IPCC, 2013). Según la Evaluación de Recursos Forestales Mundiales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2005), entre 1990 y 2005, la deforestación redujo la cobertura boscosa de Honduras en aproximadamente el 37 por ciento (el cuarto porcentaje más alto de pérdidas en cualquier nación), lo cual en teoría tendría un alto grado de incidencia en las temperaturas y en las condiciones secas. Un efecto que resulta de la deforestación es el aumento del nivel de la base nubosa: una mayor temperatura reduce la humedad relativa, lo que ocasiona que las bases de las nubes convectivas se desarrollen en puntos de mayor altitud (Ray et al., 2006). Esto obedece al hecho de que la deforestación promueve un mayor calentamiento de la superficie terrestre y disminuye la evapotranspiración, y por consiguiente aumentan las temperaturas y se reduce la humedad de la masa de aire. Esto representa una preocupación importante en cuanto a los sistemas de los bosques nubosos que aún quedan en la región del estudio, ya que los cambios antropogénicos están incrementando la elevación de las condiciones climáticas que respaldan el bioma de estos bosques. Aun en puntos menos elevados, disminuirá la neblina en los bosques durante el día, ya que el ecosistema en general será más seco.

En el ámbito subregional, los altos relieves de la región, los prominentes accidentes geográficos y los múltiples tipos de superficies terrestres, tanto naturales como modificadas antropogénicamente, revisten gran importancia para organizar las circulaciones meteorológicas y la distribución de la humedad diariamente. Esta complejidad da origen a numerosas variaciones climáticas: las montañas son invariablemente más húmedas que los valles, las laderas orientadas hacia el norte y contra el viento son más propensas a recibir lluvias en el invierno debido a la incursión de frentes fríos, y los valles sin bosques tienden a presentar una menor cobertura nubosa y temperaturas más altas durante el día, entre otras.

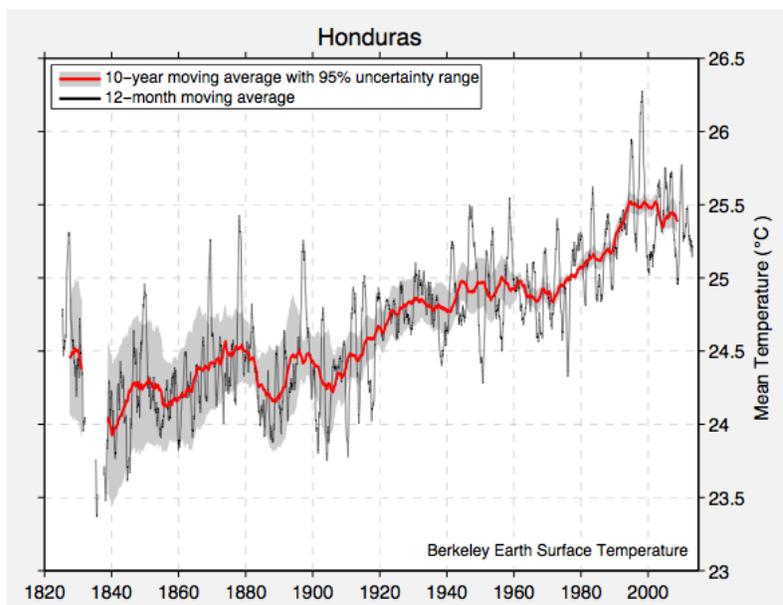
2.1.2 Predicciones y tendencias de las temperaturas

Tendencias actuales de las temperaturas

Al igual que la mayoría de las superficies terrestres en el ámbito mundial, la región occidental de Honduras ha experimentado más de un siglo de calentamiento, el cual se ha nivelado y hasta disminuido ligeramente después de haber alcanzado un punto máximo en 1998. Varias décadas de observaciones climatológicas en las estaciones meteorológicas en el occidente de Honduras muestran estos patrones en el marco de una variabilidad considerable año con año.

El Gráfico 4 muestra las tendencias de las temperaturas en el ámbito nacional, las cuales se derivan del Proyecto *Berkeley Earth*⁹. Estos datos muestran un aumento durante varias décadas en el transcurso de la última parte del Siglo XX, contrarrestado por un ligero revés después de un evento excepcionalmente cálido de El Niño en 1998. En términos generales, se prevé que esta sea una desviación temporal y el rápido calentamiento anterior se reanudará en su debido momento.

GRÁFICO 4. TENDENCIAS DE LAS TEMPERATURAS EN HONDURAS DURANTE LOS ÚLTIMOS 200 AÑOS, SEGÚN SE ESTABLECIERON EN EL PROYECTO TITULADO BERKELEY EARTH, CON BASE EN DATOS DE ESTACIÓN AJUSTADOS Y DE CALIDAD CONTROLADA



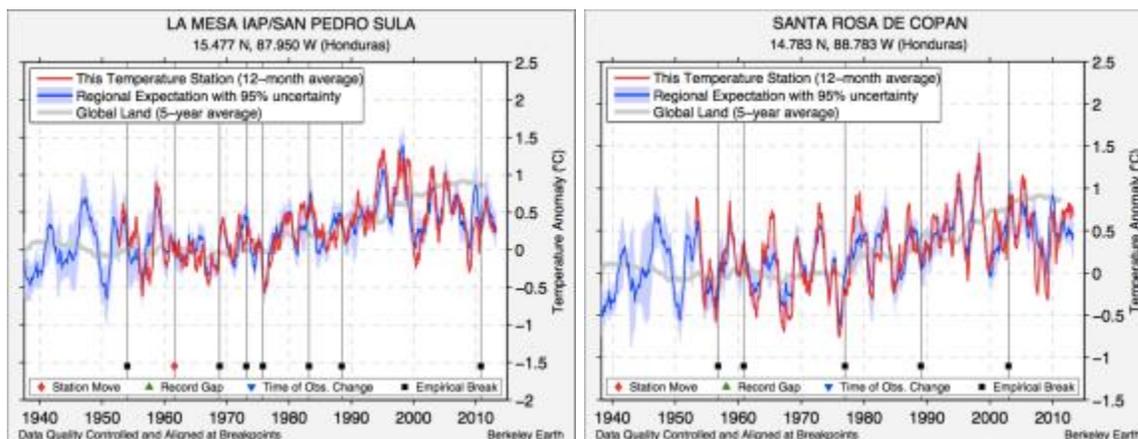
Fuente: Proyecto Berkeley Earth, 2013

Los datos de series temporales provenientes de dos estaciones meteorológicas en el occidente de Honduras —Copán y San Pedro Sula— demuestran que la magnitud de las anomalías interanuales de la temperatura, las cuales pueden ser hasta de 1,5°C, es de cierta forma mayor que la magnitud del calentamiento en la línea de base que se ha experimentado desde 1980 (aproximadamente 0,90°C). Esta

⁹ El Proyecto *Berkeley Earth* (www.berkeleyearth.org) ofrece una evaluación fidedigna y actualizada de las tendencias de las temperaturas, a partir de los registros corregidos y de calidad controlada de las estaciones climáticas. Los productos de su análisis se toman como base para diversos planteamientos de este estudio.

variabilidad interanual de la temperatura guarda una estrecha relación con la alternación de eventos de El Niño y La Niña, lo cual se refleja en la transferencia de calor de las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico tropical hacia la atmósfera.

GRÁFICO 5. DATOS DE ESTACIÓN AJUSTADOS Y DE CALIDAD CONTROLADA POSTERIOR A 1940, CON BASE EN LOS REGISTROS DEL PROYECTO BERKELEY EARTH PARA LA MESA/SAN PEDRO SULA (IZQUIERDA) Y SANTA ROSA DE COPÁN (DERECHA).

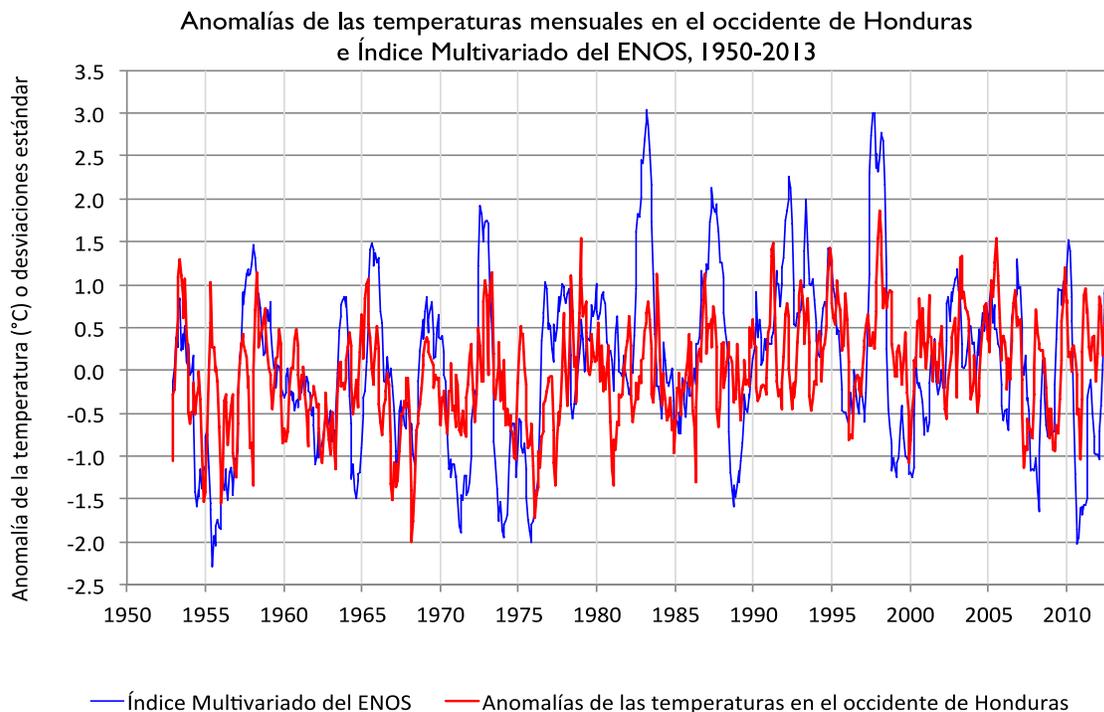


Nota: La temperatura media constante (que se muestra en rojo) se puede comparar con las tendencias regionales (en azul) y globales (en gris) para los períodos correspondientes. Fuente: Proyecto Berkeley Earth, 2013.

Los datos del Proyecto *Berkeley Earth* sobre las temperaturas en la región occidental, incluidas en una serie temporal de anomalías mensuales de éstas, establecen una relación bastante sólida con el Índice Multivariado del ENOS (MEI, por sus siglas en inglés)¹⁰, tal como se muestra en el Gráfico 5. La estrecha relación entre temperaturas más cálidas y más frías que lo normal con eventos de El Niño y la Niña, respectivamente, a lo largo de la región occidental de Honduras permite identificar que los ecosistemas regionales han estado expuestos desde hace mucho tiempo a variaciones interanuales de las temperaturas, al igual que a cambios de éstas entre las estaciones. La tendencia hacia un calentamiento que se ha experimentado durante un siglo significa que los años más frescos durante la última década son comparables con los años más cálidos experimentados hace unos 75 o 100 años.

¹⁰ El Índice Multivariado del ENOS (MEI, por sus siglas en inglés) es a una herramienta de diagnóstico utilizada para caracterizar la respuesta combinada de la atmósfera y del océano ante la variabilidad del ENOS. Los lectores pueden obtener más información en su página de Internet: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>

GRÁFICO 6. SERIES TEMPORALES DE LA DESVIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS A PARTIR DE VALORES MEDIOS MENSUALES (EXPRESADOS EN °C, EN ROJO) Y EL ÍNDICE MULTIVARIADO DEL ENOS —MEI, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS (DESVIACIONES ESTÁNDAR, EN AZUL)

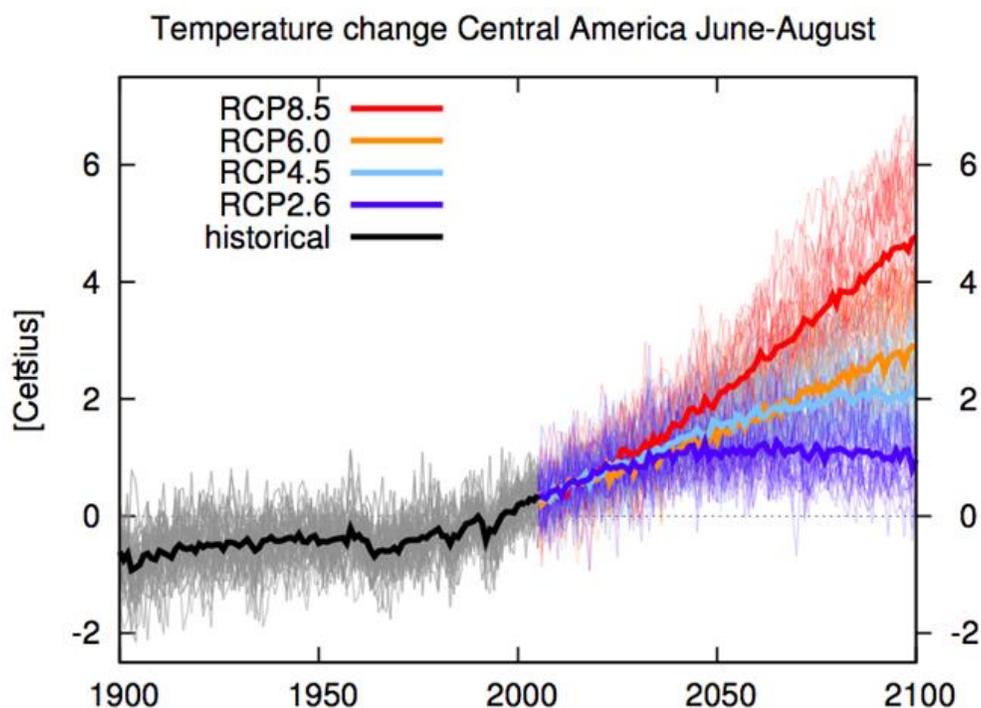


Nota: Se maximiza la correlación en $R=0.60$ cuando la temperatura rezaga el valor de MEI en uno o dos meses. Fuentes: Para los datos de las temperaturas, Proyecto Berkeley Earth, 2013, y para el MEI, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), 2014.

Predicciones relativas a las temperaturas en el occidente hondureño

Bajo un escenario de mayores concentraciones de gases de efecto invernadero, los modelos climáticos predicen que continuará la tendencia de calentamiento que durante décadas se ha presentado en el occidente del país (IPCC, 2013; Fundación para la Investigación del Clima [FIC]/Instituto de Estudios del Hambre [IEH], 2013). El Gráfico 7 ilustra las proyecciones de que para mediados de siglo la temperatura en la masa terrestre de Centroamérica, incluida la región occidental de Honduras, habrá aumentado entre 1,0 y 2,5°C bajo los cuatro niveles de emisiones evaluados en los estudios de modelización (IPCC, 2013). Esta situación sustenta una importante aseveración para la planificación a largo plazo en el occidente hondureño: **hay una certeza casi total de un calentamiento continuo hasta al menos el año 2050, y este seguirá generando temperaturas aún más altas.** Esta tendencia continuará independientemente de si se logran o no reducciones considerables en las emisiones de gases de efecto invernadero. Hasta el escenario más optimista (vías de concentración representativas [RCP, por sus siglas en inglés] 2.6), que presenta una disminución en la concentración de estos gases, coincide con este patrón.

GRÁFICO 7. SERIES TEMPORALES DE CAMBIOS EN LAS TEMPERATURAS PARA EL PERÍODO 1986-2005, PROMEDIADOS EN PUNTOS DE LA CUADRÍCULA TERRESTRE EN CENTROAMÉRICA PARA JUNIO-AGOSTO BAJO CUATRO DIFERENTES RCP



Nota: Las vías de concentración representativas (RCP, por sus siglas en inglés) son las diferentes trayectorias de las emisiones globales que utiliza el IPCC. Las líneas finas denotan simulaciones de los modelos, mientras que las líneas gruesas representan los valores medios multimodales. Fuente: Reproducido del Gráfico A1.25 del Grupo de Trabajo I del IPCC (2013), Anexo I.

2.1.3 Tendencias y predicciones relativas a las precipitaciones

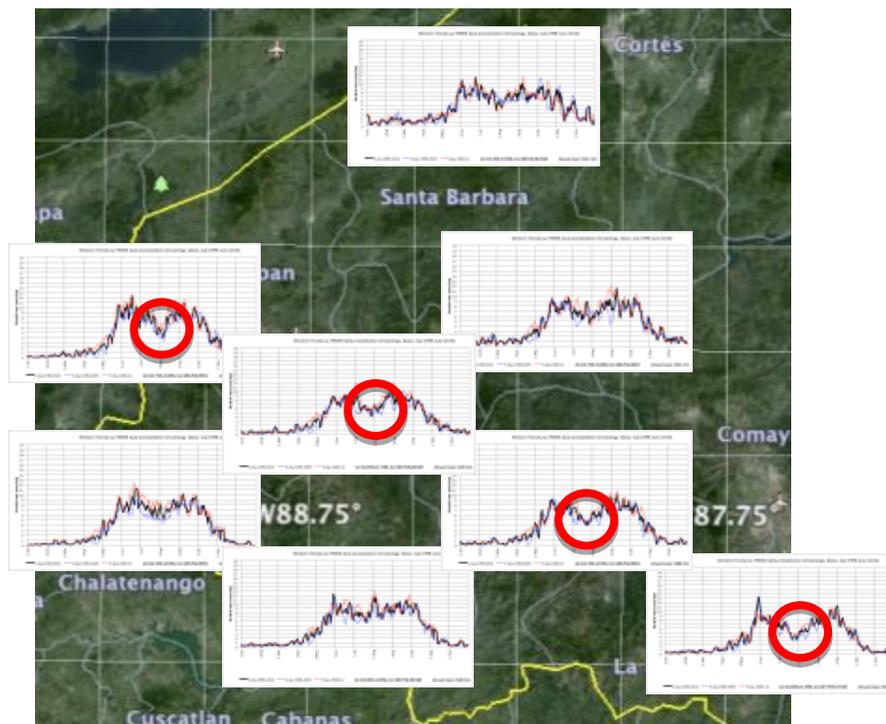
La variabilidad espacial de las lluvias en toda la región occidental de Honduras se organiza en torno al Corredor Seco, un amplio eje que se extiende localmente a lo largo del interior del istmo centroamericano, en el que las precipitaciones anuales son considerablemente más bajas que en la mayoría de las zonas costaneras, tanto al norte como hacia el sur. El Gráfico 8 muestra diferencias espaciales en las precipitaciones medias anuales en la región occidental de Honduras con base en pluviómetros y observaciones de un radar instalado en un satélite para el período comprendido entre 1998 y 2013. La mayoría de las cantidades totales de lluvia en el occidente de Honduras se sitúa entre los 1.350 y los 1.650 mm. Los climas más húmedos se encuentran tanto al norte como al sur, mientras que el Corredor Seco se caracteriza por sus condiciones más secas a lo largo de su eje, en dirección de oeste a este.

GRÁFICO 8. DIFERENCIAS ESPACIALES EN LAS PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES A LO LARGO DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DE HONDURAS



El Gráfico 9 de la página siguiente ilustra el ciclo anual de precipitaciones y las tendencias en el espacio, lo cual revela diferencias subregionales en las características de las lluvias a lo largo de la región occidental de Honduras. Los círculos rojos destacan la canícula de mediados de año en diversos puntos a lo largo del Corredor Seco, donde se experimentan disminuciones considerables en el índice de pluviosidad, en comparación con otras áreas tanto al norte como al sur. Tal como lo muestra el Gráfico 9, la canícula es más evidente a lo largo del eje del Corredor Seco.

GRÁFICO 9. CARACTERÍSTICAS ESPACIALES Y TEMPORALES DE LAS PRECIPITACIONES A LO LARGO DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DE HONDURAS



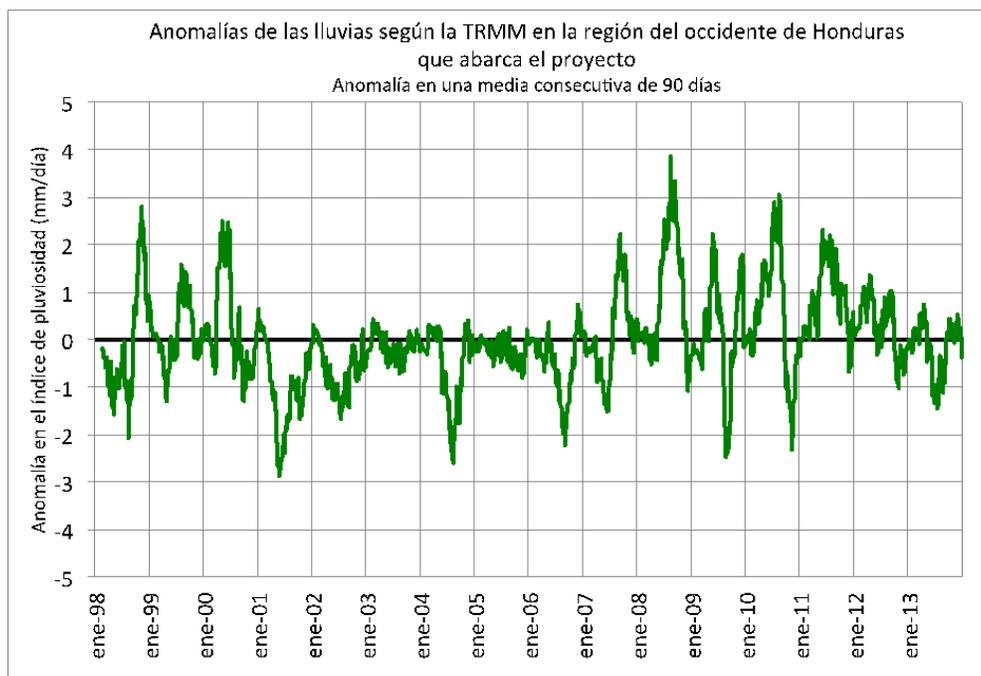
Nota: Los pluviogramas para ciertos píxeles de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales —TRMM, por sus siglas en inglés (cuadrícula de fondo, dimensiones espaciales de 27x27 km), expuestos según su distribución geográfica, revelan diferencias subregionales en las características espaciales y temporales de las lluvias a lo largo de la región occidental de Honduras. Los círculos rojos resaltan la canícula de medio año.

Anomalías de las precipitaciones relacionadas con sequías e inundaciones

En términos generales, las anomalías de las precipitaciones —ya sean desviaciones positivas o negativas de sus valores medios— se desarrollan y duran entre semanas meses, dando origen a condiciones estresantes de inundaciones y sequías. En el occidente hondureño, estos dos fenómenos tienden a ser expresiones de factores externos, tales como el ENOS al sur del Pacífico tropical y el comportamiento de las denominadas corrientes en chorro más hacia el norte a lo largo de Norteamérica.

La serie de datos regionales de la TRMM, trazados como una serie temporal de las desviaciones de las precipitaciones de las medias climatológicas diarias, ofrecen una descripción detallada tanto de las sequías como de las condiciones húmedas fuera de temporada para el período 1998-2013 (véase el Gráfico 10 de la página siguiente). Tanto los episodios de sequías como de inundaciones han sucedido reiteradamente durante este período, en el cual se destacan los años siguientes: 2001, 2004, 2009 y 2010 para las sequías, y 1998, 2000, 2008 y 2010 para los excesos de lluvia. El año principal de un evento de El Niño, 1998, de hecho se caracterizó por precipitaciones por debajo de lo normal hasta que se produjeron los diluvios que ocasionó el Huracán Mitch, los cuales originaron una abrupta transición de las sequías a las inundaciones más severas que se han registrado a la fecha. En cambio, la estación lluviosa de 2010 fue una de las más húmedas registradas, pero la misma finalizó de forma prematura, ocasionando una transición de rápida sucesión de las inundaciones a las sequías.

GRÁFICO 10. ANOMALÍAS EN EL ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DIARIA (MM AL DÍA)



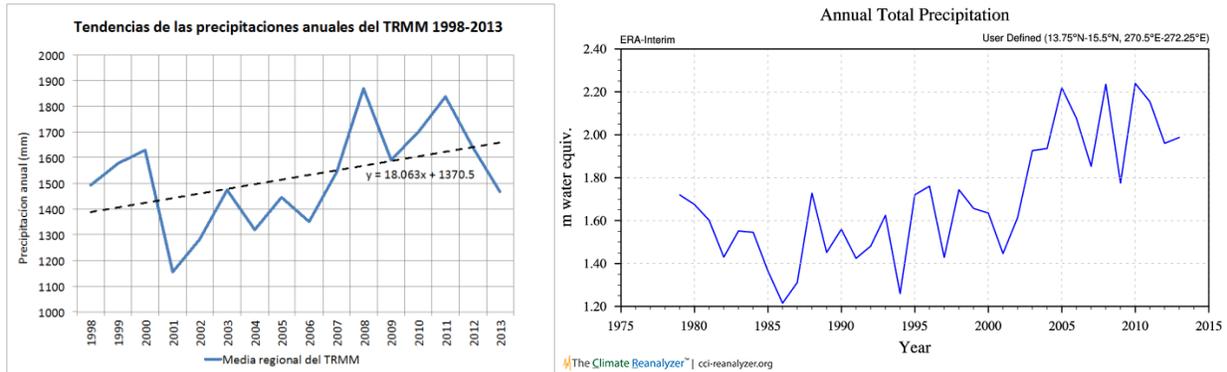
Nota: Las anomalías en el índice de pluviosidad diaria (mm/día) se evalúan con relación a las medias climatológicas diarias en los datos de la TRMM agregados para la región del occidente de Honduras que abarca este estudio para el período 1998-2013. Se presentan los datos como una media de 90 días, a fin de disminuir las variaciones en períodos más cortos.

Durante la fase de la evaluación de campo, una percepción en común que identificaron los participantes de los grupos focales —que las precipitaciones son menos confiables en la actualidad que en el pasado— obtiene el respaldo de estas observaciones. Entre 2001 y 2006 se experimentaron cuatro períodos significativos de aridez o sequía, con ninguna anomalía positiva que los compensara. Sin embargo, desde el año 2007, la rápida alternación de una humedad y una aridez excesivas han dado origen a un régimen climático altamente inestable que debió haber sido particularmente estresante para la agricultura de secano y otras actividades que dependen de los recursos hídricos.

Tendencias de las precipitaciones

Los datos originados a partir de las observaciones ofrecen sólidos indicios de que los regímenes pluviales estacionales están experimentando cambios extremadamente rápidos en la mayor parte de la región occidental de Honduras, con una marcada tendencia hacia condiciones más húmedas. Si bien todavía quedan por determinar los factores subyacentes de este comportamiento, los que son externos —tales como cambios en la circulación atmosférica a raíz de la variabilidad natural— y/o los efectos de origen antropogénico, al igual que los cambios en la superficie terrestre en un plano más local, podrían entrar en juego de forma individual o colectiva. El Gráfico 11 ilustra las observaciones de la TRMM para el período 1998-2013, las cuales muestran un aumento muy bien definido en las precipitaciones en el occidente de Honduras que en promedio alcanzan +18 mm/año. Una perspectiva más larga que data desde 1979 (parte derecha del Gráfico 11) —con base en la interpolación de pluviómetros y modelos globales de múltiples parámetros atmosféricos—, identifica que la tendencia reciente es una aceleración de la tendencia ascendente de las precipitaciones anuales a lo largo de la región, la cual fue aparente por primera vez a mediados de los años 90 (véase el Gráfico 11).

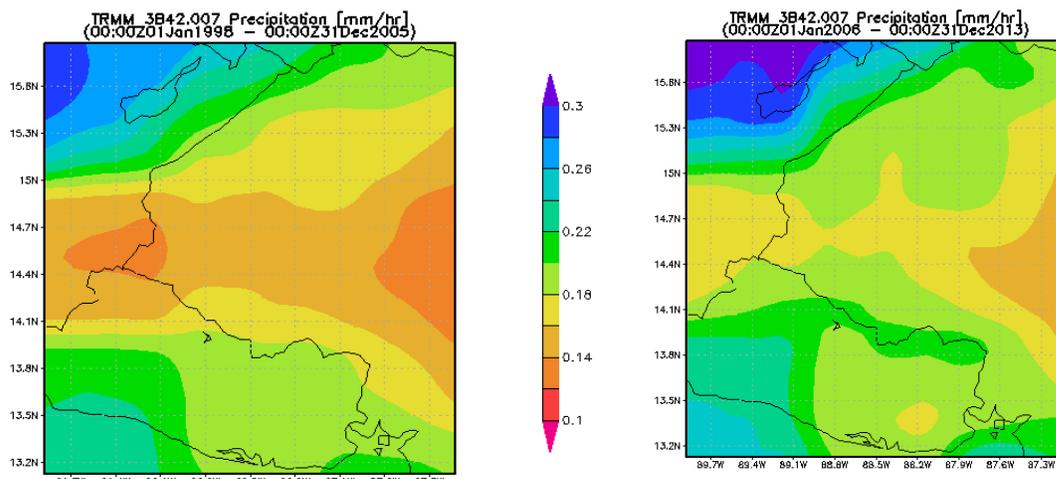
GRÁFICO 11. TENDENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE HONDURAS



Nota: La imagen de la izquierda muestra medidas de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM, por sus siglas en inglés) agregadas para la región del occidente de Honduras en el período 1998-2013. La imagen de la derecha describe las precipitaciones regionales para el período 1979-2013, tal como las desarrolló el Análisis Revisado Europeo (ERA, por sus siglas en inglés) —un análisis provisional atmosférico global revisado— del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio. La línea de regresión en el cuadro de la izquierda muestra que las precipitaciones han aumentado a una tasa media de 18 mm al año durante el período de observaciones de la TRMM. Fuentes: (izquierda) Datos de la TRMM de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio —NASA; (derecha) imagen obtenida mediante el uso de la herramienta “Climate Reanalyzer”, Instituto sobre el Cambio Climático, 2014.

El Gráfico 12 analiza la tendencia de un aumento en las precipitaciones en el occidente de Honduras al caracterizar la forma en que éstas se han experimentado geográficamente a lo largo de la región. La distribución geográfica de las lluvias mantiene el eje del Corredor Seco en una latitud aproximada de 14,5° N y aún así el índice pluviométrico aumenta marcadamente y llega a su punto máximo alrededor de la región fronteriza trinacional.

GRÁFICO 12. PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES SEGÚN LA TRMM PARA 1998-2005 (IZQUIERDA) Y 2006-2013 (DERECHA) EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE HONDURAS Y LAS ZONAS ADYACENTES DE EL SALVADOR Y GUATEMALA



Nota: Se muestra el índice de pluviosidad en mm por hora. Se debe multiplicar por 24 para convertir el índice a mm por día.

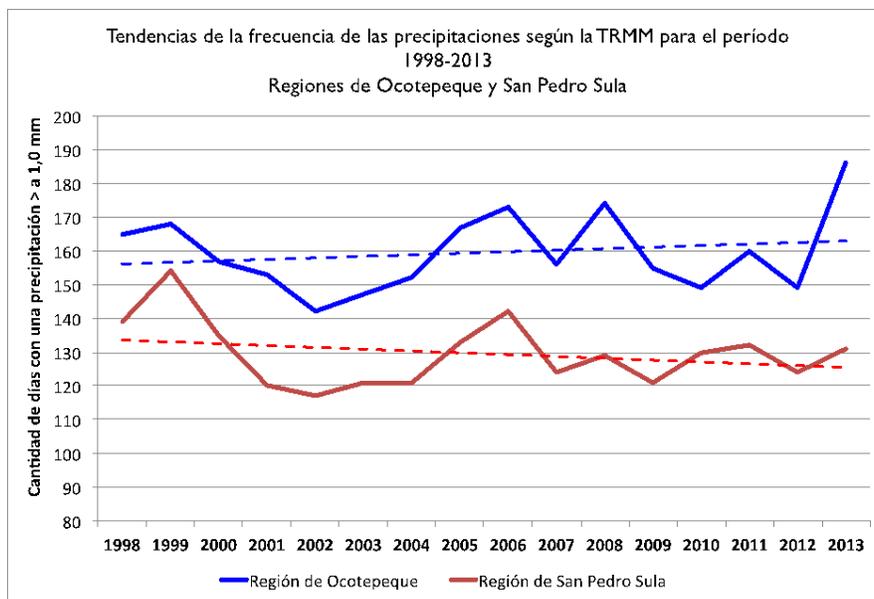
En el Gráfico 13 se mapea el cambio porcentual en el período de observación de la TRMM. Los cambios más significativos son los aumentos extraordinariamente grandes registrados en Ocotepeque y en algunas zonas cercanas de El Salvador y Guatemala. Las precipitaciones en esta región, que alcanzaron un promedio de 1.100 mm a finales de los años 90, ahora llegan a casi 1.650 mm, lo cual representa un aumento promedio de 35 mm al año. En cambio, a menos de 150 km al noreste, las lluvias en el norte de Santa Bárbara muestran una tendencia ligeramente negativa. Estos hallazgos sugieren que es probable que la ecología, la hidrología y las actividades humanas de la región existan en un estado de flujo dinámico, a medida que responden a los rápidos cambios de las condiciones hidrológicas de la línea de base y en especial en la parte suroccidental de la región en estudio, en la cual se observan los cambios más pronunciados.

GRÁFICO 13. MAGNITUD DE LOS CAMBIOS EN LAS PRECIPITACIONES (%) ENTRE 1998 Y 2013 SEGÚN LAS ESTADÍSTICAS DE REGRESIÓN ELABORADAS PARA CADA PÍXEL DE 27x27 KM DE LA TRMM, CON CASILLAS DE LA CUADRÍCULA COLOREADAS SEGÚN LA MAGNITUD, EN INCREMENTOS DEL 10 POR CIENTO



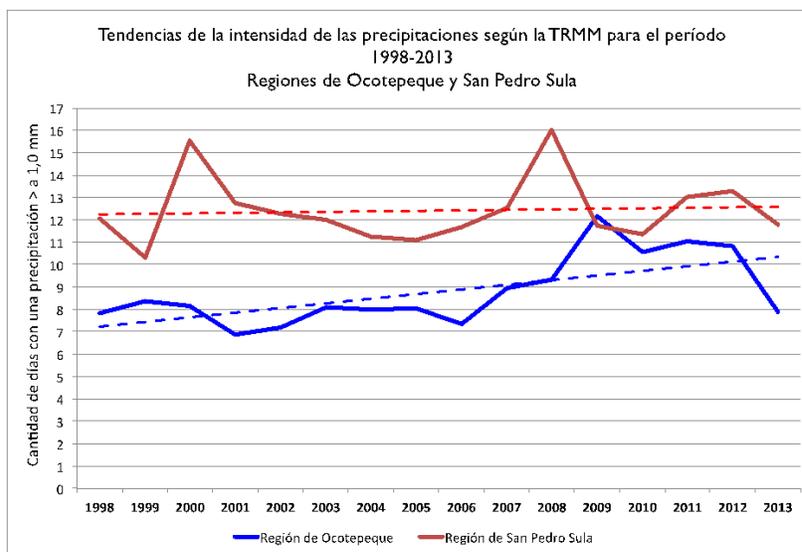
Sin embargo, un análisis sobre la frecuencia y la intensidad de las lluvias revela que el aumento en las precipitaciones podría obedecer a que los eventos relativos a las precipitaciones han sido más intensos, en vez de un aumento en la cantidad real de días de lluvia. Estos hechos podrían explicar en parte las percepciones de los agricultores de que están experimentando condiciones más secas, pero cuando llueve los episodios son más extremos. En la región más occidental, en los alrededores de Ocotepeque, donde se ha observado un incremento del 40 por ciento en las precipitaciones desde finales de los años 90, el número de días de lluvia sólo aumentó levemente (véase el Gráfico 14), pero la cantidad de lluvia en los días en que éstas ocurren muestra una fuerte tendencia ascendente (véase el Gráfico 15). En las observaciones satelitales durante un período de 16 años, este aumento llega a 3,2 mm en cada día de lluvia. Estas observaciones identifican una rápida intensificación del índice pluvial en esta parte del occidente de Honduras. Este resultado contrasta con las medidas de la TRMM para el norte de Santa Bárbara, cerca de San Pedro Sula, donde las lluvias han disminuido levemente en este período de 16 años. En esta área, la cantidad promedio en los días de lluvia muestra un leve incremento de 0,5 mm durante 16 años (véanse los Gráficos 14 y 15).

GRÁFICO 14. CANTIDAD DE DÍAS POR AÑO CON PRECIPITACIONES \geq A 1,0 MM EN LAS OBSERVACIONES SATELITALES DE LA TRMM EN 1998-2013 PARA LAS LLUVIAS EN LA REGIÓN DE OCOTEPEQUE (LÍNEA AZUL) Y EN LA REGIÓN DE SAN PEDRO SULA (LÍNEA ROJA)



Nota: Los conteos anuales se muestran con las líneas continuas, mientras que las tendencias a partir de la regresión lineal se muestran con líneas punteadas.

GRÁFICO 15. CANTIDAD PROMEDIO ANUAL DE LLUVIA (EN MM) EN DÍAS CON UNA PRECIPITACIÓN DE \geq 1,0 MM EN LAS OBSERVACIONES SATELITALES DE LA TRMM EN 1998-2013 PARA LAS LLUVIAS EN LA REGIÓN DE OCOTEPEQUE (LÍNEA AZUL) Y EN LA REGIÓN DE SAN PEDRO SULA (LÍNEA ROJA)



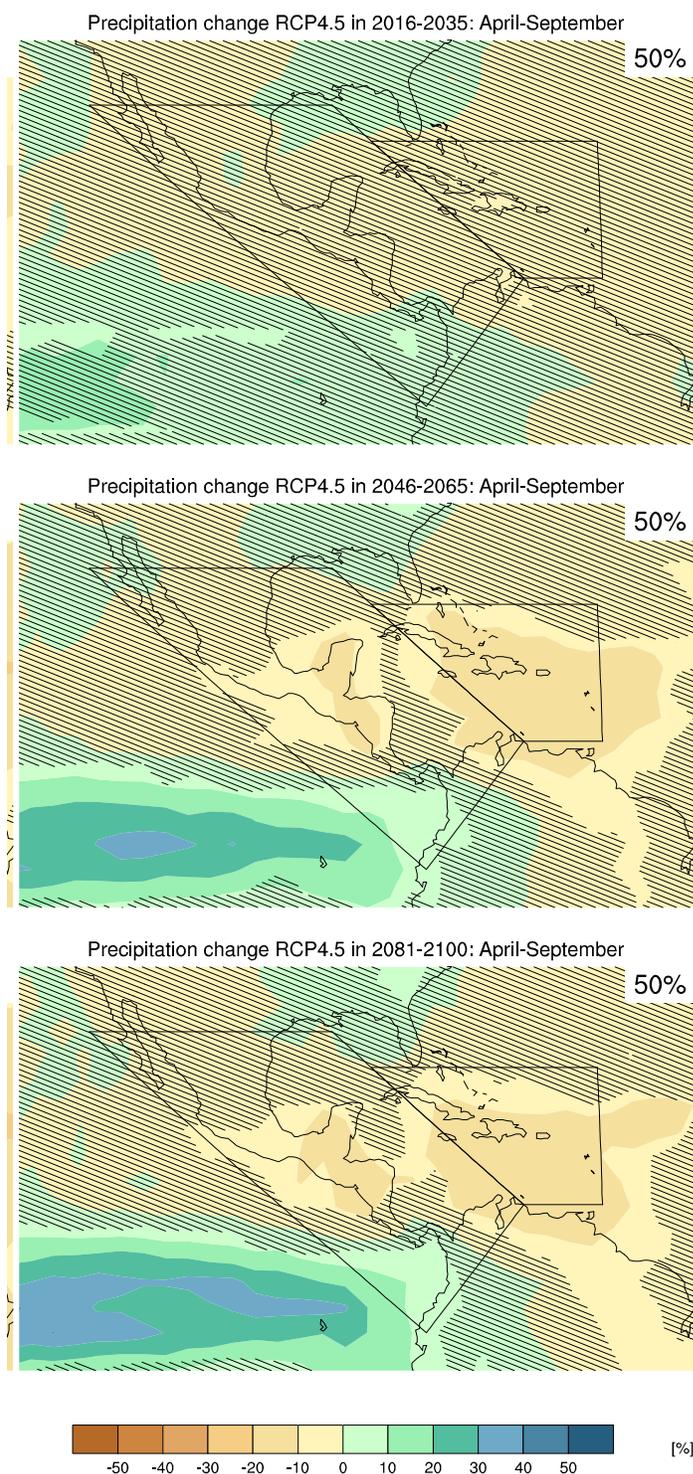
Nota: Los promedios anuales se muestran mediante las líneas continuas, mientras que las tendencias a partir de la regresión lineal se muestran con las líneas punteadas.

Cambios previstos en las precipitaciones totales y en su estacionalidad

Los recientes hallazgos del quinto informe de evaluación del IPCC sustentan sus proyecciones anteriores, las cuales señalan que para mediados de este siglo, habrá condiciones secas a largo plazo en toda Centroamérica, las cuales se maximizarán en la región occidental de Honduras y otras áreas adyacentes. Tal como lo muestra el Gráfico 16, hasta bajo un escenario de emisiones moderadas (RCP4.5), el cambio neto de las precipitaciones durante el período entre abril y setiembre serán de una magnitud de entre el 10 y el 20 por ciento para mediados de siglo (2046-2065), lo cual es más severo que las reducciones mostradas en la zona oriental de Nicaragua y el sur de México hacia el este y el oeste, respectivamente. Más cerca a la actualidad, para un período de 20 años centrado en el 2025, los cambios previstos (de 0 al 10 por ciento) en el occidente hondureño se sitúan dentro del rango actual de variabilidad (áreas sombreadas en el Gráfico 16), pero para 2046-2065, la aridez en estas áreas se sitúa fuera del rango actual de variabilidad.

Al tomarse de forma conjunta con el consenso de los modelos sobre casi 2°C of de calentamiento para el mismo período relativo al presente, estas predicciones sugieren que para mediados de siglo el occidente de Honduras podría transformarse en una región crítica con un estrés exaltado por el cambio climático, en comparación con otras áreas fuera de esta zona. Además, al tomar en consideración las recientes tendencias que muestran una mayor cantidad de lluvias en el occidente hondureño, estas predicciones significan que las precipitaciones sufrirían un revés considerable a lo largo de la región durante las próximas décadas.

GRÁFICO 16. MAPEO EN TORNO AL CONSENSO CON BASE EN MÚLTIPLES MODELOS SOBRE LOS CAMBIOS EN LAS PRECIPITACIONES PREVISTOS PARA LOS PERÍODOS 2016-2035 (ARRIBA), 2046-2065 (EN MEDIO) Y 2081-2100 (ABAJO) CON RESPECTO A 1986-2005 EN EL ESCENARIO RCP4.5



Nota: Para cada período de tiempo, se muestra el 50° percentil de la distribución de 42 simulaciones de modelos individuales utilizados en el quinto informe de evaluación del IPCC, lo cual incluye tanto la variabilidad natural como el margen diferencial de los inter-modelos. El sombreado denota áreas en las que las diferencias medias de 20 años en los percentiles son menores que la desviación estándar de la variabilidad natural actual de las diferencias medias de 20 años calculada por los modelos. Fuente: IPCC, 2014, tomado del Gráfico A1.27.

La función del ENOS en las tendencias de las temperaturas y las precipitaciones

El ENOS es un fenómeno que ocurre de forma natural en el occidente de Honduras, como resultado de las fluctuaciones de las temperaturas en la superficie del mar y los vientos a lo largo del Océano Pacífico ecuatorial. El Niño incide en las circulaciones atmosféricas y las precipitaciones en todo el mundo y sus efectos se sienten fuertemente en Centroamérica y el Caribe, incluida la región del occidente hondureño. Por lo general, durante los episodios de El Niño en esta región, se experimenta una menor cantidad de lluvias con relación al promedio, lo cual ocasiona un impacto considerable en la agricultura de secano y en la disponibilidad general del agua para consumo humano y los ecosistemas en el Corredor Seco. Durante los eventos de El Niño en el occidente del país, los granos básicos durante la primera época de siembra (mayo-agosto) resultan perjudicados durante sus etapas finales de desarrollo por una canícula prolongada que puede durar hasta más de 20 días adicionales bajo condiciones de El Niño (FEWS NET, 2014). Por lo general, la denominada época de postrema (agosto-diciembre) empieza con lluvias por debajo del promedio, lo cual retrasa las fechas de cultivo e interrumpe los calendarios de cosechas estacionales (FEWS NET, 2014).

Las proyecciones de los modelos climáticos en la región occidental de Honduras para el resto del Siglo XXI incluyen variabilidades interanuales de magnitud considerable debido a los patrones de las fases del ENOS, los cuales podrían tener más importancia que la acumulación de gases de efecto invernadero para dar origen a la variabilidad y las tendencias de la temperatura en los años venideros. El quinto informe de evaluación del IPCC asigna un “alto grado de confianza” a la probabilidad de que el ENOS permanecerá como la modalidad predominante en la variabilidad interanual en el transcurso de este siglo, por lo que la variabilidad comparable de las temperaturas año con año deberá continuar superpuesta en una tendencia general hacia el calentamiento, impulsada por la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera mundial (IPCC, 2013). Por consiguiente, se puede esperar que la variabilidad climática genere niveles especialmente altos de estrés termal e hidrológico en los años en que predomine El Niño, y se prevé que cada década traerá consigo un aumento en los niveles de este tipo de estrés. Las predicciones estacionales de las condiciones del ENOS antes de que se desarrollen deberán ser útiles para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia frente a riesgos relativos a las temperaturas en el occidente de Honduras, al igual que en otras partes. Actualmente, las predicciones estacionales de los cambios en la fase del ENOS demuestran un grado considerable de exactitud en un lapso de tiempo de tres a seis meses (Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad [IRI], 2013; para obtener más información, por favor visite www.iri.columbia.edu/climate/ENSO).

Ciclones tropicales

Si bien los ciclones tropicales (huracanes, tormentas y depresiones tropicales) son de baja frecuencia, estos fenómenos son de alto impacto y en promedio el occidente de país experimenta uno o dos por década. Su principal impacto en esta región proviene de eventos pluviales de gran magnitud, los cuales por lo general duran entre uno y tres días, registrados después que la tormenta principal se degrada, una vez que toca tierra. En general, la topografía accidentada del occidente hondureño interrumpe las circulaciones de los ciclones e inhibe localmente su formación. A pesar de tales factores favorables para promover esta protección, las experiencias del pasado con ciclones tropicales en su etapa de decadencia, tales como el Huracán Mitch en 1998 y el Fifi en 1974, demuestran el alto grado de vulnerabilidad del occidente de Honduras a las inundaciones severas, tras el paso de las tormentas del Caribe. El riesgo de experimentar ciclones tropicales podría aumentar en esta región, especialmente debido al calentamiento de los mares y a una mayor duración de la temporada de huracanes. Al haber temperaturas más cálidas en la superficie del mar, tanto en las costas del norte como del sur, surgirán las condiciones propicias para que se desarrollen más ciclones tropicales que anteriormente. Asimismo, las proyecciones del IPCC sugieren que los índices pluviales de una tormenta promedio serán de un ~15 por ciento más alto para finales de este siglo, lo cual significaría que los ciclones tropicales que

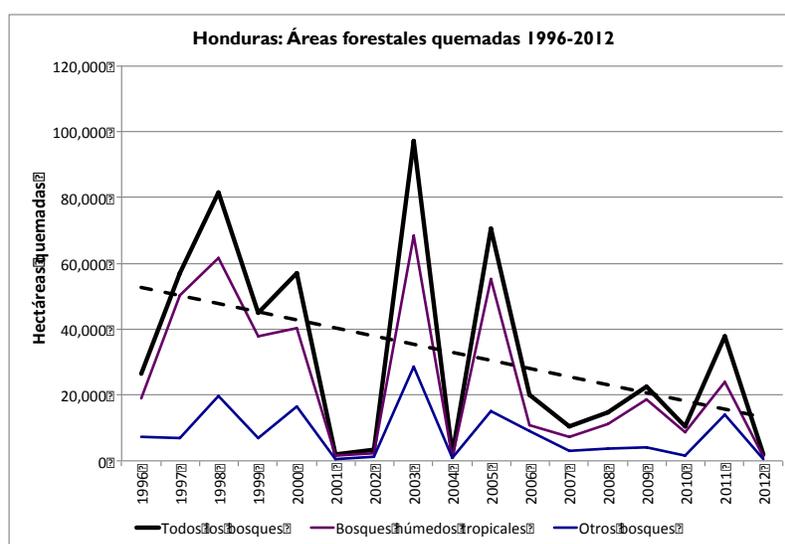
repercutan en la región registrarían impactos aún mayores que los actuales en cuanto a las inundaciones (IPCC, 2013). No obstante, todavía es necesario lograr un consenso científico en torno al tema del impacto del calentamiento por gases de efecto invernadero en el surgimiento de ciclones tropicales.

Incendios forestales

Durante milenios, los incendios, tanto naturales como de origen humano, han sido fundamentales para la ecología regional y continuarán siéndolo en el futuro. Ya sea que se inicien intencionalmente para despejar o regenerar las tierras agrícolas, o bien involuntariamente, las condiciones climáticas influyen en la intensidad y la magnitud de los incendios. Los datos departamentales sobre incendios forestales procedentes del IFC en lo que va del año (hasta finales de abril) indican que éstos han dañado más de 3.108 hectáreas en la región occidental del país. Esta cifra representa aproximadamente un 8 por ciento del total de hectáreas que han resultado afectadas por los incendios forestales en el ámbito nacional durante este año. El departamento de Intibucá presenta la mayor cantidad de hectáreas dañadas (1.393) mientras que en Copán se han suscitado el mayor número de incidentes de incendios forestales (un total de 50).

Las estadísticas en el plano nacional que se obtuvieron de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) permiten plantear una observación de primer orden sobre la posible correlación entre el surgimiento de incendios y el clima. La base de datos de la FAO contiene la extensión anual de las áreas quemadas dentro de las tierras forestadas para el período 1996-2012 (Gráfico 17). La época húmeda que inició en 2007 coincide con los respectivos índices bajos de quema y una menor variabilidad interanual que el período que le precedió y que abarcó una década. Con base en la información ofrecida, no se puede determinar qué tanto esta relación es pertinente para el occidente de Honduras. Sin embargo, la reducción del nivel de quemas experimentadas entre 2007 y 2012 guarda una alta correlación con mayores cantidades de lluvia durante ese mismo período. Por ello, la supresión de incendios naturales a raíz de un aumento en las precipitaciones podría formar parte de la realidad actual en la región occidental de Honduras. Pero es probable que al regresar a un patrón de menores lluvias (como lo predicen los modelos del IPCC) se revierta esta tendencia.

GRÁFICO 17. SERIE TEMPORAL DE LA COBERTURA BOSCOSEA QUEMADA ANUALMENTE EN TODO EL TERRITORIO HONDUREÑO, RECOPIADA A PARTIR DE DATOS SATELITALES PARA EL PERÍODO 1996-2012



Fuente: FAOSTAT

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ANALISIS CLIMATICO

Características climáticas generales en el occidente de Honduras

- Existe una fuerte estacionalidad con un ciclo anual que muestra cuatro temporadas distintas.
- La región occidental de Honduras se encuentra en el Corredor Seco del país, con una dirección de este a oeste y adyacente a Guatemala, con mayores precipitaciones en las zonas ubicadas tanto al norte como al sur.
- La temperatura guarda una estrecha relación con la elevación.
- Las montañas, los valles y el uso de la tierra son factores que controlan el comportamiento climático, lo cual crea variaciones subregionales complejas en las condiciones medias.

Tendencias de las temperaturas y predicciones de los modelos

- Después de un rápido aumento en las temperaturas por varias décadas, las cuales alcanzaron su punto máximo en 1998, la tendencia de éstas ha permanecido casi neutral durante los últimos 15 años, manteniendo altos valores en la línea de base, por encima de cualquier otro que se haya experimentado por cientos y probablemente miles de años.
- La variabilidad natural rige las tendencias de las temperaturas, tanto en períodos anuales como por décadas, mediante un fuerte control ejercido por ENOS. Usualmente, las fases opuestas del ENOS —El Niño y La Niña— ocasionan que las temperaturas mensuales sean entre 0,75 y 1,0 grado por encima o por debajo del promedio, respectivamente. En general, las temperaturas más frescas son beneficiosas y se relacionan con índices más bajos de evaporación, mientras que las condiciones más cálidas intensifican los estreses termales e hidrológicos, especialmente para los cultivos y otra vegetación, y parecen exacerbar los efectos de patógenos y plagas.
- El período de un clima más caluroso se presenta entre abril y mayo y finaliza con el inicio de la época lluviosa.
- Las predicciones de los modelos del IPCC para la región incluyen proyecciones que señalan que para mediados de siglo las temperaturas en la región centroamericana, incluido el occidente hondureño, habrán aumentado entre 1,0 y 2,5°C bajo los cuatro niveles de emisiones evaluados en los estudios de modelización.
- El IPCC asigna un alto grado de confianza a la probabilidad de que el ENOS permanecerá como la modalidad predominante en la variabilidad interanual a lo largo del siglo, por lo que la variabilidad comparable de las temperaturas año con año deberá continuar superpuesta en una tendencia general hacia el calentamiento, impulsada por la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera mundial.
- Debido a la ausencia de fuertes eventos relacionados con El Niño desde finales de los años 90, no ha habido años excepcionalmente cálidos. Por consiguiente, surge la probabilidad de que se eleve la temperatura media en la línea de base con el regreso probable (y posiblemente inminente) de un patrón en el que predomine El Niño en las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico.

Tendencias de las precipitaciones y predicciones de los modelos

- Hay diferencias subregionales que se evidencian en la duración y la intensidad de la canícula, período en el cual se reduce la cantidad de lluvia. La canícula se experimenta más fuertemente a lo largo del eje este-oeste del Corredor Seco, y mucho menos hacia el norte y el sur.

- Durante los últimos 16 años se han observado tendencias muy variables en las precipitaciones de la región que abarca el estudio. Se observan aumentos extremadamente altos al oeste, maximizados alrededor de Ocotepeque (una tendencia de +35 mm/año), que contrastan con la región de Santa Bárbara, donde se observan leves reducciones.
- No obstante, con base en un análisis sobre la frecuencia y la intensidad de las lluvias en Ocotepeque y la región del norte de Santa Bárbara, se observa que en realidad no ha aumentado la cantidad de días de lluvia, sino que los eventos relativos a las precipitaciones han sido más intensos. Estos hechos podrían explicar en parte las percepciones de los agricultores de que en términos generales están experimentando condiciones más secas, pero cuando llueve los episodios han sido más extremos.
- En su mayor parte, las tendencias actuales y las predicciones de los modelos muestran indicios opuestos. El consenso alcanzado en torno a los modelos del IPCC asevera firmemente que para mediados de siglo el clima regional se caracterizará por ser entre un 10 y un 20 por ciento más seco.

Ciclones tropicales

- Si bien ha habido una baja frecuencia de estos fenómenos (1 o 2 por década), los mismos han sido eventos de gran magnitud (generando hasta un 50 por ciento de las precipitaciones anuales en cinco días). Los principales efectos a la fecha se han registrado a partir de sistemas muy fuertes en el Caribe que han tocado tierra en Honduras y Nicaragua, y que han originado fuertes aguaceros en el occidente hondureño.
- Estos riesgos podrían ir en aumento debido a las aguas más cálidas de los mares, al igual que por una mayor duración de la temporada de huracanes. Aunque ya hay disponibles ciertas predicciones detalladas de modelos climáticos para los ciclones tropicales, éstas todavía son inconclusas en cuanto la forma en que irá evolucionando la actividad de estos fenómenos en la región centroamericana. Al haber temperaturas más cálidas en la superficie del mar, tanto en las costas del norte como del sur, surgirán las condiciones propicias para que se desarrollen más ciclones tropicales que anteriormente.
- Se espera que para finales de este siglo, con los ciclones tropicales aumentarán las precipitaciones en aproximadamente un 15 al 20 por ciento, a medida que se calienta el clima, todo lo cual sugiere que también aumentará el riesgo de inundaciones de gran magnitud.

Incendios forestales

- Diversas evaluaciones satelitales sobre la quema de bosques desde 1996 sugieren que la variabilidad y las tendencias de las precipitaciones ejercen un grado considerable de control en el surgimiento de incendios. Para que este resultado —deducido a partir de un análisis en el ámbito nacional— pueda cuantificarse para la región occidental de Honduras, habría que depurarlo a un nivel regional.

2.2 SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

2.2.1 Sensibilidad de los ecosistemas al cambio climático

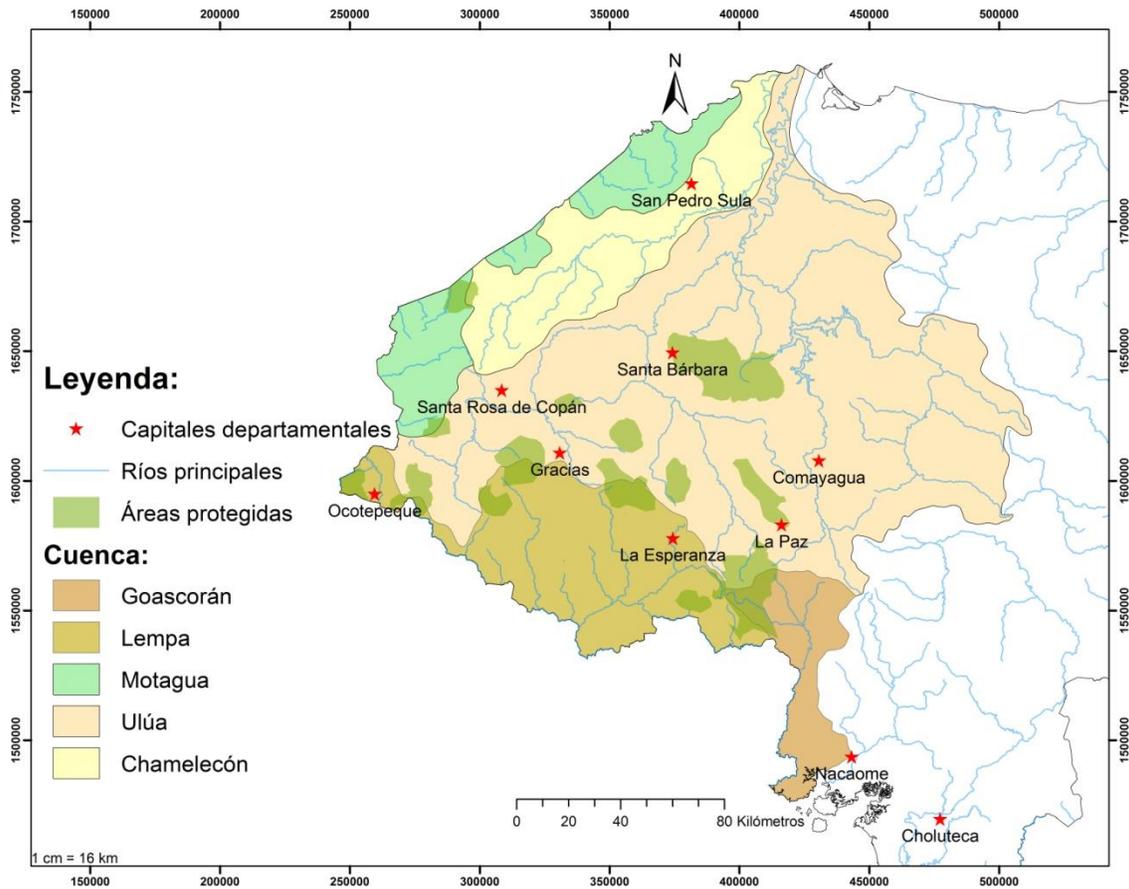
Esta sección expone la sensibilidad de los sistemas ecológicos en el occidente de Honduras ante la variabilidad y el cambio climático a través de dos análisis interrelacionados: uno de índole ecohidrológica y el otro sobre las áreas protegidas. El análisis ecohidrológico evalúa el uso/cobertura de los suelos, al igual que las características geomorfológicas e hidrológicas de diversas subcuencas relevantes en la región. Se calculó un índice de vulnerabilidad ecohidrológica para ocho de estas subcuencas, con base en

el análisis de una serie de variables de este tipo (tales como el índice de cobertura permanente de los suelos y el potencial de producción hídrica), con lo cual se permite adquirir conocimiento sobre la vulnerabilidad hidrológica de cada una de estas cuencas. Por su parte, el análisis de las áreas protegidas evalúa su funcionamiento actual en la región occidental de Honduras con base en una revisión de bibliografía secundaria, entrevistas con sujetos claves de información y reuniones de grupos focales. En conjunto, ambos análisis ofrecen una comprensión más a fondo del grado al que los ecosistemas en el occidente hondureño podrían resultar afectados por los estreses y los choques climáticos.

Análisis ecohidrológico

La hidrografía del occidente hondureño está compuesta por cinco cuencas ribereñas principales: Lempa, Goascorán, Motagua, Chamelecón y Ulúa. Los ríos Lempa y Goascorán desaguan en el Océano Pacífico, mientras que el Motagua, el Chamelecón y el Ulúa desembocan en el Atlántico (véase el Gráfico 18). En la región se encuentran las cabeceras de las cuencas del Lempa, el Motagua, el Chamelecón y el Ulúa. Asimismo, el Lempa, el Motagua y el Goascorán son ríos con cuencas transfronterizas que se comparten con El Salvador y Guatemala, respectivamente.

GRÁFICO 18. RÍOS Y CUENCAS PRINCIPALES EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS



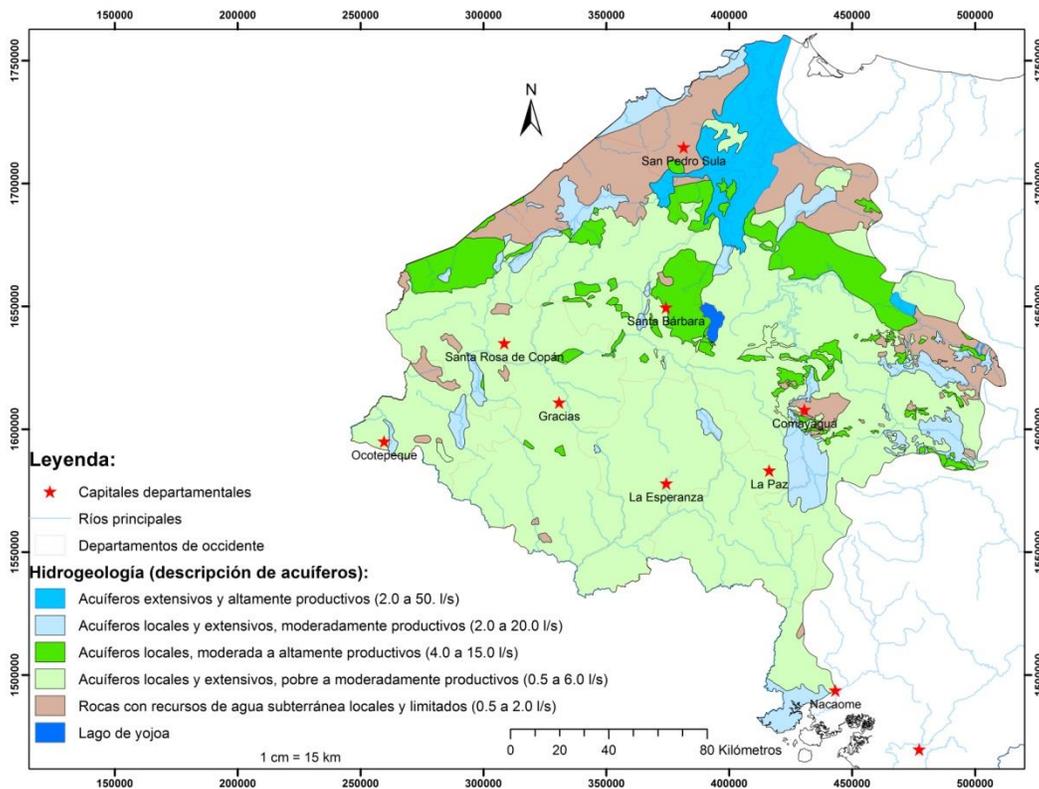
Recursos hídricos superficiales y subterráneos de las cuencas en el occidente de Honduras

En promedio la cuenca del Río Ulúa recibe 1.477 mm de precipitaciones anualmente y presenta una pérdida promedio de evapotranspiración real de 1.022 mm, lo cual da como resultado un potencial de 455 mm producción hídrica al año. El Río Goascorán recibe un promedio de 1.813 mm de

precipitaciones anuales y su evapotranspiración real alcanza los 1.099 mm, lo cual da como resultado un potencial de 713 mm de producción hídrica. Por su parte, el Río Lempa recibe un promedio de 1.804 mm de precipitaciones al año y su pérdida de evapotranspiración real es de 1.126 mm, por lo que su potencial de producción hídrica es de 678 mm (Bailaron et al., 2010).

En la cuenca del Río Ulúa se utiliza un promedio anual de 243 mm para recarga de las aguas subterráneas. En la cuenca del Goascorán, este valor es de 272 mm al año, mientras que en la cuenca del Río Lempa la cantidad anual es de 282 mm. Debido a que la región occidental de Honduras es predominantemente montañosa y el surgimiento de acuíferos depende en gran medida de la formación geológica y la topografía, se considera que las fuentes de aguas subterráneas son limitadas y que es probable que se presenten a lo largo de los ríos principales que cruzan los valles entre las montañas, los cuales se han formado por los depósitos de sedimento. Según el mapa hidrogeológico de Honduras, (DIAT/SANAA, 2004), las formaciones de acuíferos locales y de gran extensión están ubicadas predominantemente a lo largo de los arroyos en los valles de Jesús de Otoro, Sensenti y Quimistán. Tal como lo ilustra el Gráfico 19, existe un acuífero altamente productivo y de gran amplitud en la cuenca inferior del Ulúa. Sin embargo, existen recursos limitados de aguas subterráneas en las zonas superiores de captación del Lempa y del Goascorán.

GRÁFICO 19. UBICACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE LOS ACUÍFEROS EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS



Tal como se planteó en la Sección 2.1 sobre el análisis climático, diversos modelos predicen que para mediados de este siglo la región occidental del país se caracterizará por ser considerablemente más seca, lo cual irá acompañado de una tendencia general de calentamiento impulsada por la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Si bien la región se caracterizará por un clima más cálido y seco, se prevé que la intensidad de las lluvias aumentará considerablemente durante las tormentas

tropicales a medida que se calienta el clima, lo cual a su vez incrementará el riesgo de inundaciones de gran magnitud en la región. Estos cambios climáticos generarán un profundo impacto en los recursos hídricos del occidente del país. Estos efectos exacerbarán e interactuarán con otras presiones antropogénicas, todo lo cual repercutirá en la cantidad y la calidad del agua en la región, especialmente en los lugares donde se observan altos índices demográficos y de urbanización, tal como sucede en Santa Rosa de Copán, La Esperanza, Gracias, Ocotepeque, Marcala y Santa Bárbara. La degradación de los suelos debido a la expansión y la intensificación agrícola, y los frecuentes incendios forestales como consecuencia de condiciones más secas generarán más estrés en los recursos hídricos. Asimismo, diversos factores socioeconómicos tales como el crecimiento económico y los consiguientes cambios en los patrones de consumo de alimentos y las condiciones de los medios de vida en general, podrían generar aún más estrés en estos recursos. A continuación se plantean diversos efectos posibles en los recursos hídricos en el occidente hondureño, tomando en consideración las proyecciones climáticas identificadas en la Sección 2.1. Estos posibles efectos se basan en una revisión de bibliografía secundaria sobre el impacto climático en los recursos hídricos, lo cual se complementó con entrevistas con sujetos claves de información, reuniones de grupos focales y observaciones de campo.

Entre los posibles efectos en los recursos hídricos del occidente hondureño a partir de una reducción de entre el 10 y 20 por ciento de las precipitaciones y una mayor probabilidad de episodios de lluvias más intensas se incluyen los siguientes:

- Una menor cantidad de aguas superficiales disponibles para el uso directo de las comunidades y las zonas urbanas, las actividades agrícolas y los procesos ecológicos;
- Menores índices de recarga de las aguas subterráneas, lo cual podría repercutir considerablemente en sus caudales durante la estación seca y por consiguiente perjudicar la agricultura de riego, tanto actualmente como en el futuro;
- La desaparición, o al menos una tasa reducida de descarga de los manantiales, los cuales representan una importante fuente de suministro en las comunidades rurales;
- Menores caudales en las represas que actualmente generan y producirán electricidad en el futuro (tales como El Cajón y El Níspero), lo cual repercutiría en la fiabilidad del suministro de energía;
- Un aumento en el uso del riego cuenca arriba, lo cual podría dar origen a una mayor competencia por los recursos hídricos y a posibles conflictos entre los usuarios dentro del sector agrícola y/o entre las comunidades, según se observó durante las reuniones de grupos focales con agricultores e instituciones locales en cuanto a la realidad que actualmente se percibe en la subcuenca del Río Grande de Otoro; y
- Un mayor grado de contaminación hídrica (sedimentos, nutrientes, carbono orgánico disuelto, patógenos, plaguicidas, contaminación térmica y un menor contenido de oxígeno), debido a períodos más prolongados con menos afluencia de agua y a una mayor intensidad de las precipitaciones, con los consiguientes efectos en los ecosistemas, la salud humana, la fiabilidad de los sistemas hídricos y los costos operativos (IPCC, 2013).
- La intensificación de eventos de inundaciones, tales como desbordamientos de ríos, inundaciones repentinas y problemas similares en las áreas urbanas.

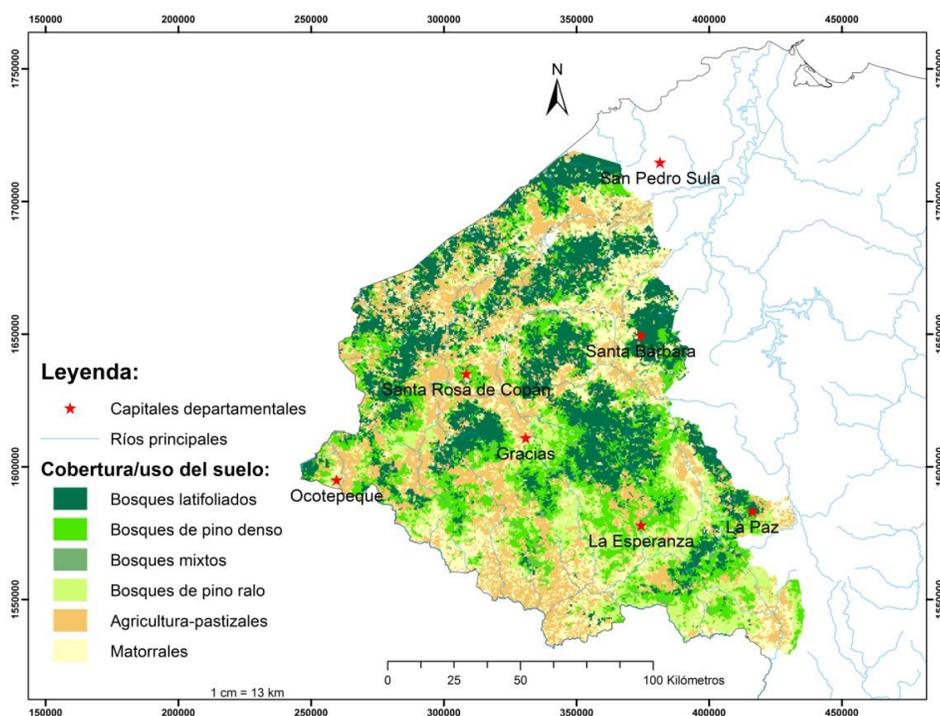
Entre los posibles efectos de un aumento en las temperaturas de entre 1,0 y 2,5°C se incluyen los siguientes:

- Un menor grado de humedad de los suelos debido a mayores niveles de evaporación;

- Más demanda de agua para riego debido a temperaturas más altas y mayores niveles de evaporación;
- Un incremento en el nivel de susceptibilidad a los incendios forestales; y
- Un mayor grado de contaminación hídrica debido a temperaturas más altas en los arroyos.

Para poder determinar la sensibilidad de las cuencas del occidente hondureño ante el impacto climático, es importante evaluar una serie de indicadores relevantes que conforman su vulnerabilidad ecohidrológica. La geomorfología (laderas medias de cuencas, de arroyos, etc.), la cobertura de los suelos y la producción hídrica repercuten en la cantidad, la calidad y la regularidad de los caudales de agua y representan un indicador de su vulnerabilidad ecohidrológica general y de su sensibilidad ante los efectos del cambio climático. Esto incluye un aumento en las temperaturas y la variabilidad e intensidad de las precipitaciones. El Gráfico 20 ilustra la cobertura y el uso de los suelos en la región occidental de Honduras, mediante el uso de las observaciones satelitales del Espectro-radiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS) para el año 2009, que son los datos más recientes disponibles sobre la cobertura y el uso de la tierra. El mapa identifica siete clases de cobertura y uso de los suelos en el occidente hondureño, a saber: zonas agrícolas intensivas (con riego), pastizales y zonas agrícolas de secano, áreas urbanas, bosques latifoliados, bosques mixtos, bosques de pino denso, bosques de pino ralo, masas de agua y matorrales.

GRÁFICO 20. COBERTURA Y USO DE LOS SUELOS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE HONDURAS, CON BASE EN DATOS MODIS



Fuente: Rivera, et al., 2011

El tipo de vegetación en una cuenca —es decir, la cobertura de los suelos— es el factor más importante que incide en su hidrología, debido a su efecto en la velocidad a la que las precipitaciones se infiltran en el suelo o se deslizan por la superficie. El índice de cobertura permanente de los suelos (ICPS o bien, PLCI por sus siglas en inglés) de una región —que representa el cálculo del porcentaje de la cobertura

permanente en un área determinada— mide el grado al que se han conservado los ecosistemas naturales en una región. Esta cobertura permanente está compuesta por vegetación que forma ecosistemas forestales naturales, cuyo grado de eficacia para permitir la infiltración es considerablemente mayor que en el caso de otros usos de la tierra, tales como campos de cultivo, pastizales, matorrales y zonas urbanas. La conversión de los bosques para otros usos de los suelos da origen a un cambio mediante el cual se pasa primordialmente de una infiltración a más que nada una escorrentía superficial (lo cual ocasiona caudales más rápidos y con puntos máximos más altos después de un episodio de lluvias), al igual que la disminución del caudal base en la estación seca (Grupta et al., 1974; Grupta et al., 1975; Bruijnzeel, 1989; Bruijnzeel, 2002). Esto puede utilizarse como indicador de la sensibilidad de una región ante los efectos climáticos, en especial durante eventos pluviales extremos y su variabilidad. En otras palabras, una región con una mayor cobertura permanente de los suelos puede mantener de forma más eficaz las funciones y los procesos a la luz de los choques y los estreses climáticos, y de este modo ser menos sensible a la exposición climática que otras regiones en las que se ha despejado la vegetación natural.

Las cuencas con un bajo porcentaje de cobertura permanente de los suelos están sujetas a un mayor grado de escorrentía superficial, a menores índices de infiltración y a menos caudales después de un episodio de lluvias. La disminución del caudal base persiste hasta llegar a la estación seca en estas cuencas. Un estudio de Hanson et al. (2004) reveló que en la cuenca del Río Talgua de Honduras, los índices de infiltración se redujeron hasta 100 veces cuando la cobertura de los suelos pasó de bosques primarios (con una tasa de infiltración de >840 mm/hr) a cafetales (89–109 mm/hr) y a pastizales con una gran cantidad de actividades de pastoreo de (8–11 mm/hr). Varios estudios recientes en dos cuencas experimentales con diferentes índices de cobertura de suelos —en este caso en áreas con bosques de pino, café de sombra y actividades agrícolas— sugieren que en áreas con suelos y climas similares, el porcentaje de la cobertura de la tierra incide directamente en la proporción entre la infiltración y la escorrentía directa. En la cuenca de Zapotillo, con un índice de cobertura permanente de los suelos del 59 por ciento, la escorrentía llegó a un 31 por ciento, mientras que en la cuenca aleña de Capiro, con una cobertura permanente de los suelos del 39 por ciento, se observó un índice de escorrentía del 39 por ciento (Bonilla Portillo y Garay, 2013).

Con base en un análisis de datos sobre la cobertura y el uso de los suelos provenientes de MODIS para el año 2009, la región occidental de Honduras presenta un índice de cobertura permanente de los suelos de un 60 por ciento, el cual puede considerarse que ese relativamente alto, especialmente si se compara con el de otras regiones del país¹¹. Tal como se muestra en el Cuadro 2, los bosques de pino (un 32 por ciento) y latifoliados (un 26 por ciento) son predominantes dentro de la cobertura permanente de los suelos en el occidente hondureño, mientras que la agricultura y los matorrales conforman el resto (el 40 por ciento). Los bosques latifoliados son una parte fundamental de los ecosistemas del occidente del país. Gran parte de estos bosques están ubicados en lugares de mayor elevación en la región (1.600 metros por encima del nivel del mar), los cuales conforman los bosques nubosos del occidente de Honduras, que son esenciales para los recursos hídricos de la zona. Las 21 áreas protegidas que se encuentran en el occidente —que equivalen al 13,3 por ciento de la superficie total de la región— representan una parte considerable de la cobertura permanente de los suelos en esta zona.

¹¹ El índice de cobertura permanente de los suelos para la región del sur de Honduras es de menos del 50 por ciento (Byers et al., 2014).

CUADRO 2. COBERTURA/USO DE LOS SUELOS EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS

Cobertura/ uso de los suelo	Área (km²)	Área (%)	Índice de cobertura permanente de los suelos (%)
Zonas agrícolas de riego	66	0,3	
Pastizales y zonas agrícolas de secano	5.061	23,1	
Áreas urbanas	6	0,0	
Bosques latifoliados	5.635	25,7	26
Bosques mixtos	439	2,0	2
Bosques de pino denso	4.070	18,5	19
Bosques de pino ralo	2.912	13,3	13
Masas de agua	86	0,4	
Matorrales	3.670	16,7	
Total	21.944	100,0	60

El Cuadro 3 de la página siguiente ofrece un análisis del ICPS por cada departamento en el occidente de Honduras. A pesar de que en términos generales esta región presenta una cobertura permanente de los suelos relativamente alta en comparación con otras, el ICPS varía considerablemente entre los distintos departamentos que conforman la región. Por ejemplo, los departamentos de Intibucá y La Paz muestran índices levemente mayores —el 67 y el 66 por ciento, respectivamente— mientras que los ICPS de Copán y Lempira son más bajos —el 51 y el 53 por ciento, respectivamente. Es importante observar que es probable que el alto índice de cobertura permanente de los suelos esté recibiendo una influencia positiva del efecto de la producción cafetalera, ya que este es un cultivo permanente que se siembra ampliamente a lo largo de la región occidental del país. No obstante, no es posible evaluar de forma precisa la magnitud de este efecto, ya que los datos existentes sobre la cobertura de los suelos no tratan al café de forma separada.

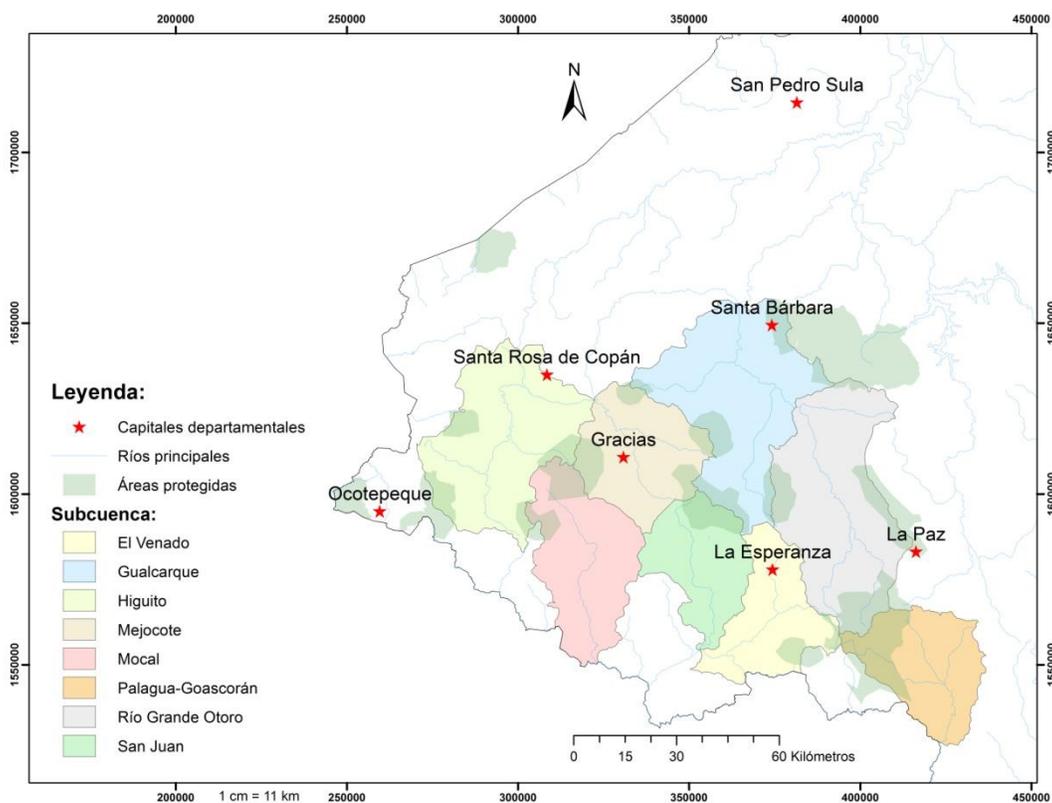
CUADRO 3. DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA PERMANENTE DE LOS SUELOS ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DEL OCCIDENTE DE HONDURAS

#	Departamento	Área (km ²)	Uso/cobertura permanente de los suelos (km ²)	Índice de cobertura permanente de los suelos (%)
1	Intibucá	3.127	2.102	67
2	La Paz	2.535	1.668	66
3	Ocotepeque	1.636	948	58
4	Santa Bárbara	5.013	2.786	55
5	Lempira	4.286	2.251	53
6	Copan	3.240	1.659	51
	Total	19.837	11.414	60

Análisis ecohidrológico de las subcuencas escogidas

Debido al tamaño de las cuencas en el occidente de Honduras, las cuales se extienden más allá de esta región, se escogieron ocho subcuencas para un análisis más a fondo como parte del estudio ecohidrológico: Río Mocal, San Juan y El Venado (ubicados en la cuenca del Río Lempa); Higuito, Mejocote, Gualcarque y Grande de Otoro (situados en la cuenca del Río Ulúa), y Palagua (en la cuenca del Río Goascorán). Estas subcuencas forman parte de las áreas superiores de recarga de las cuencas de los ríos Ulúa, Lempa y Goascorán. Tal como se mencionó anteriormente, se escogieron las subcuencas con base en los criterios siguientes: 1) representan áreas primordiales de recarga para estos tres ríos y por consiguiente son fuentes vitales para el suministro de agua en la región occidental de Honduras; 2) están ubicadas en el centro del Corredor Seco; 3) ofrecen servicios esenciales de los ecosistemas a importantes centros de población cuenca abajo en el occidente hondureño; y 4) tienen el potencial de formar un corredor interconectado para la biodiversidad, tanto a lo largo de la línea divisoria de aguas como en las áreas ribereñas, lo cual podría aumentar la resiliencia ecológica y la conservación de la diversidad biológica del occidente del país. Las lecciones de estas subcuencas también pueden aplicarse a otras ubicadas en esta región. El Gráfico 21 ilustra las subcuencas y muestra sus vínculos espaciales con las áreas protegidas de la zona.

GRÁFICO 21. SUBCUENCAS ESCOGIDAS

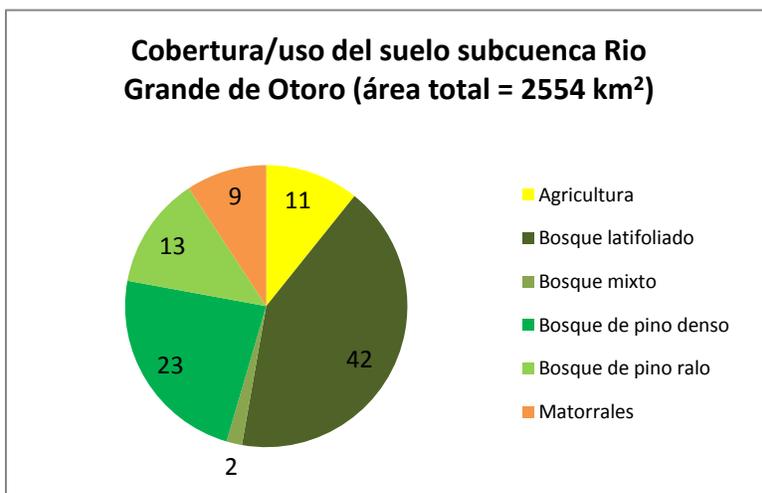


Descripción de las subcuencas

Las páginas siguientes incluirán una breve descripción de cada subcuenca, a fin de ofrecer el contexto del análisis de la vulnerabilidad ecohidrológica de éstas.

Grande de Otoro

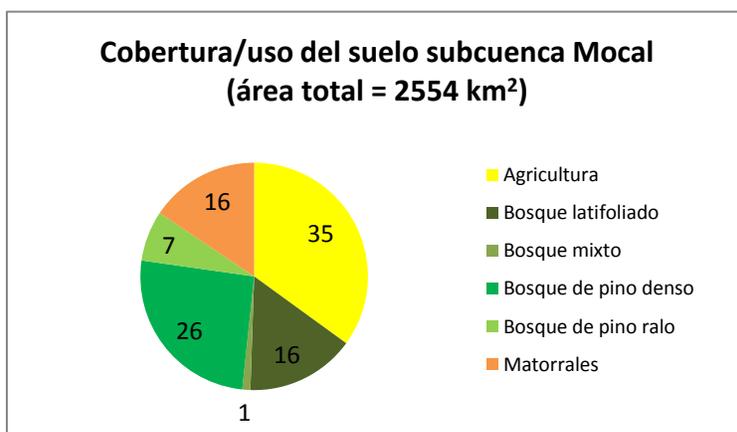
La subcuenca de Grande de Otoro es una de las áreas importantes de captación y un afluente de cabecera de la cuenca del Río Ulúa. Entre los arroyos principales de esta subcuenca se encuentran Santa Cruz y Grande de Otoro. Éstos desaguan desde importantes áreas protegidas dentro de la región, tales como Mixcure, El Jilguero, Guajiquiro, Montecillos y Cerro Azul. El cultivo del café es la actividad económica más importante en esta subcuenca, a lo cual le sigue la producción de granos básicos, tales como maíz, frijol y arroz. La subcuenca está extensamente forestada (el 80 de la cobertura de sus zonas forestales), en su mayoría con bosques latifoliados (un 42 por ciento). Asimismo, la subcuenca tiene un pequeño valle (Jesús de Otoro) en el que los agricultores cultivan predominantemente arroz, tanto de riego como de secano, y practican una ganadería extensiva. Su población aproximada es de 190.000 personas, lo cual represente una densidad demográfica de 97 habitantes por km². Los participantes de las reuniones de grupos focales identificaron la expansión de la producción del café como la causa de la deforestación, especialmente en la Reserva Biológica de Montecillos y las áreas superiores de recarga, lo cual ha dado origen a una mayor sedimentación. Los participantes de los grupos focales expresaron su preocupación por los efectos de las condiciones más secas que perciben en la disponibilidad de agua para la producción del arroz de riego.



*Café de sombra cultivado en la cuenca de Grande de Otoro.
Fotografía de L. Caballero, 2014.*

Mocal

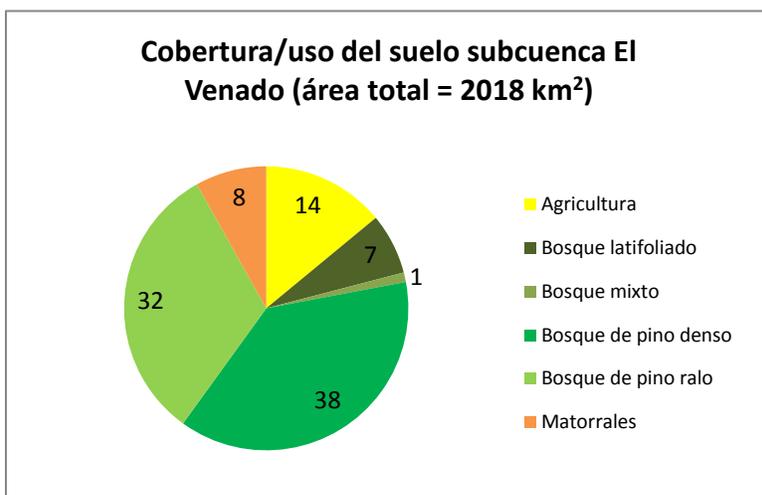
Mocal es uno de los afluentes más importantes del Río Lempa. Su zona superior de recarga está ubicada parcialmente en el Parque Nacional Celaque. Se observa un predominio de la agricultura y los barbechos (potreros) en el uso de la tierra y la cobertura permanente de los suelos es del 50 por ciento, los cuales están compuestos principalmente por bosques de pino denso (un 26 por ciento), latifoliados (un 16 por ciento) y de pino ralo (un 7 por ciento). La cuenca superior ha experimentado un alto nivel de transformación de los ecosistemas de los bosques naturales para establecer cafetales, maizales y campos de frijoles. Esta cuenca tiene una vulnerabilidad natural relacionada con la presencia de laderas pronunciadas (un promedio del 18 por ciento), lo cual significa que el agua es propensa a dejar el área de captación en un período corto de tiempo. Las tormentas de mayor intensidad podrían representar un riesgo considerable para la subcuenca del Mocal, lo cual a su vez podría aumentar el riesgo de erosión de los suelos y de que se produzcan aludes, al igual que efectos en la productividad de los cultivos y en la seguridad alimentaria.



Tierras comunales para la producción de maíz en la subcuenca del Mocal, en las afueras de Valladolid, Lempira. Fotografía de J. Parker, 2014.

El Venado

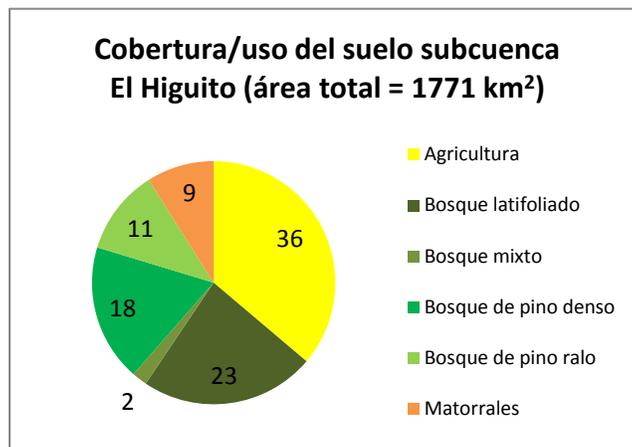
El Venado es otro afluente importante del Río Lempa. Casi la totalidad de esta subcuenca está ubicada en el área del Corredor Seco que se considera como “de alto riesgo de sequías”. La cobertura de los suelos dentro del Río Lempa está compuesta principalmente por bosques de pino denso (un 38 por ciento) y de pino ralo (un 32 por ciento), con una pequeña cantidad de bosques latifoliados en la zona de la cuenca superior. Las actividades agrícolas en la subcuenca se dirigen predominantemente a la producción de maíz, frijol y papas, al igual que a la ganadería. La densidad de población en esta subcuenca es de 79 habitantes por km². Los altos niveles de pobreza caracterizan esta zona, puesto que al menos diez de las comunidades más pobres del país se encuentran ubicadas en estas subcuenca (PNUD, 2013). Las fuentes de aguas superficiales son limitadas debido al alto grado de infiltración existente, especialmente en las partes superiores de la subcuenca, a lo largo de la línea divisoria de aguas.



Subcuenca El Venado. Fotografía de L. Caballero, 2014.

El Higuito

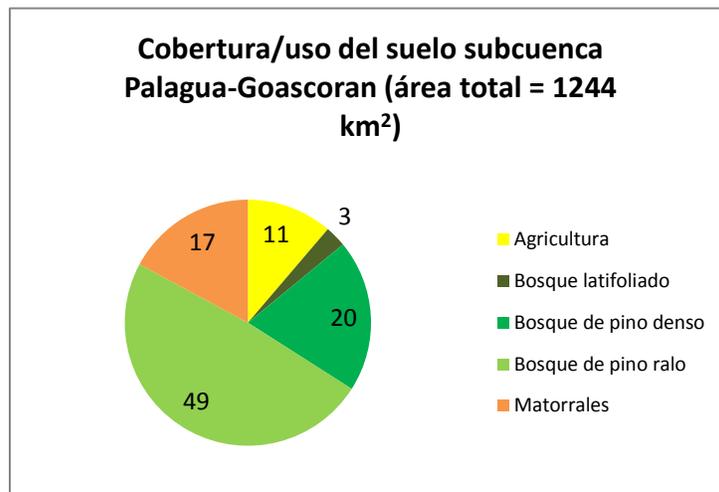
El Higuito es un afluente importante de la cuenca del Río Ulúa. La subcuenca abarca una superficie total de 1.771 km² con una cobertura de los suelos compuesta principalmente por bosques latifoliados (un 23 por ciento), de pino denso (un 18 por ciento) y de pino ralo (un 11 por ciento). Se calcula que 160.000 personas viven en esta subcuenca, cuya densidad de población es de 90 habitantes por km², la más alta entre todas las subcuencas escogidas para este estudio. Las actividades económicas principales se relacionan con la producción agrícola, especialmente el café, y con la ganadería, lo cual impulsa el comercio dentro de la región. Según las reuniones de grupos focales, la horticultura está adquiriendo más importancia en esta subcuenca, especialmente el cultivo de la papa, la cebolla y la lechuga. Estos productos hortícolas se generan principalmente para los mercados locales y algunos se venden en San Pedro Sula. Las observaciones de campo identificaron el hecho de que el suministro de agua en esta subcuenca es limitada, especialmente a lo largo del Valle de Sensenti, en el cual la mayoría de los arroyos estaban casi secos durante la estación no lluviosa. Los afluentes de cuatro áreas protegidas —Erapuca, Guisayote, Volcán Pacayita y Parque Nacional Celaque— desaguan en esta subcuenca. La cobertura permanente de los suelos es relativamente baja (un 54 por ciento) y se observan indicios de erosión en las tierras agrícolas, mientras que el transporte de sedimentos en los arroyos es relativamente alto. Esta sedimentación podría ir en aumento debido a una mayor frecuencia de episodios de lluvias altamente localizados y de gran intensidad.



*Producción de maíz en las laderas de la subcuenca de El Higuito.
Fotografía de L. Caballero, 2014.*

Palagua-Goascorán

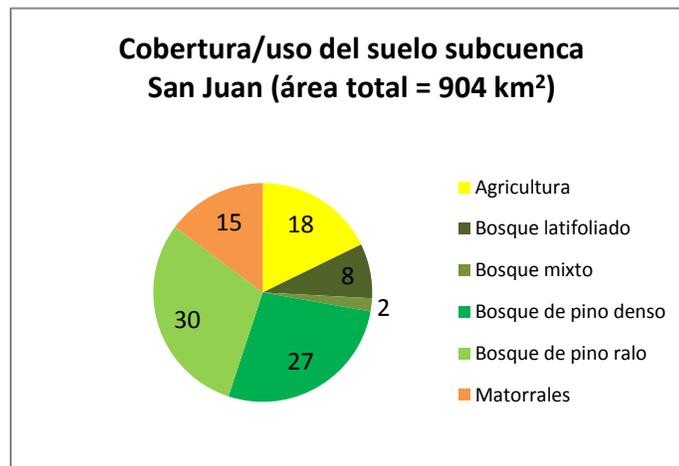
Palagua es el afluente de cabecera del Río Goascorán y desagua desde las áreas protegidas de El Jilguero y Guajiquiro. Esta subcuenca abarca una superficie total de 1.244 km² y la cobertura de sus suelos está compuesta principalmente por bosques de pino ralo (un 49 por ciento), de pino denso (un 20 por ciento) y latifoliados (3 por ciento). En esta zona, se llevan a cabo diversas actividades agrícolas en las laderas, especialmente para la producción de maíz, sorgo y frijón, pero también se practica cierto grado de agricultura comercial (ganadería y producción de granos básicos) en los valles pequeños. Se calcula que en esta subcuenca hay unas 44.000 personas y su densidad demográfica es de 43 habitantes por km². No hay grandes centros de población dentro de esta área y por consiguiente aunque los recursos hídricos son limitados, éstos no se encuentran bajo mucha presión debido al consumo humano. La subcuenca está ubicada en su totalidad dentro de la zona de alto riesgo de sequías del Corredor Seco y por consiguiente las proyecciones sobre un aumento en las temperaturas y menos precipitaciones ejercerán más estrés en la disponibilidad limitada del agua. Las observaciones de campo identificaron que las zonas superiores de la cuenca han perdido su capacidad de retención de agua debido a la erosión y durante las tormentas el caudal de los arroyos se eleva rápidamente.



Condiciones durante la estación seca en la subcuenca de Palagua-Goascorán. Fotografía de L. Caballero, 2014.

San Juan

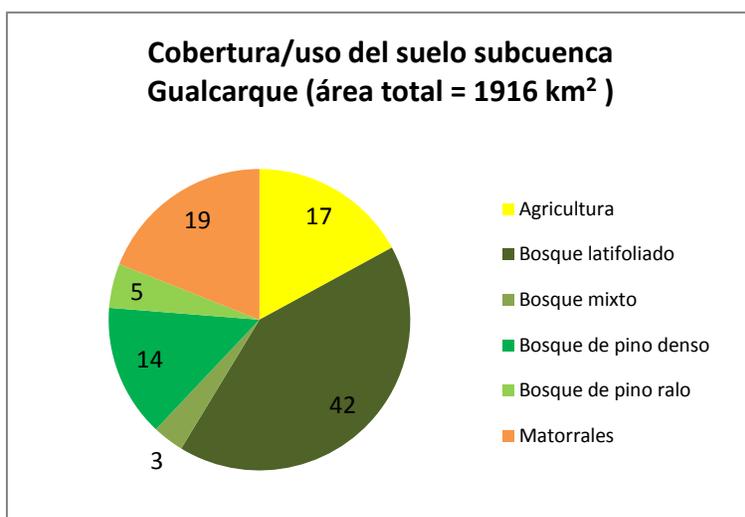
San Juan es una de las áreas importantes de captación y un afluente de cabecera del Río Lempa, el cual inicia desde la Reserva Biológica Opalaca. La cobertura de los suelos está compuesta primordialmente por zonas boscosas, en especial pinos densos (un 30 por ciento), pinos ralos (un 27 por ciento) y algunos bosques latifoliados (un 8 por ciento). En conjunto, la agricultura y los matorrales ocupan el 31 por ciento de los suelos. Hay aproximadamente 52.000 personas que viven en esta subcuenca y su densidad de población es de 58 habitantes por km². Los medios de vida dependen predominantemente de la agricultura. La labranza de subsistencia (la producción de maíz y frijol) y las remesas desempeñan un papel importante en las partes medias y bajas de la cuenca. El café es más común en la zona superior junto con algunos granos básicos y la ganadería (FEWS NET, 2014). Las observaciones de campo revelaron que los recursos hídricos superficiales son limitados en la subcuenca del San Juan, por lo que ésta es vulnerable a un mayor estrés hídrico bajo las proyecciones climáticas relativas a un aumento en las temperaturas y menores cantidades de lluvia. Según el mapa hidrogeológico de Honduras, se considera que las aguas subterráneas dentro de esta subcuenca son locales, extensivas y entre escasa y moderadamente productivas.



*Subcuenca del San Juan.
Fotografía de L. Caballero, 2014.*

Gualcarque

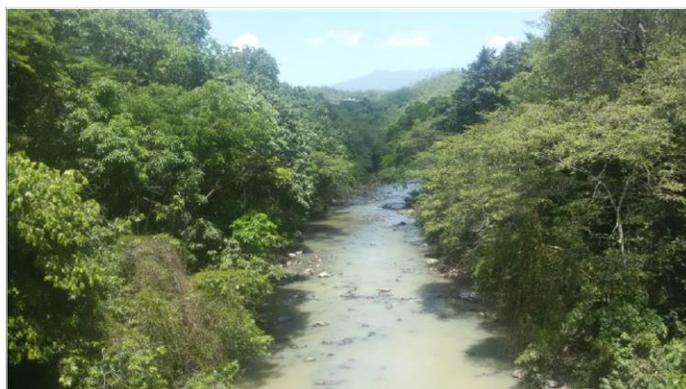
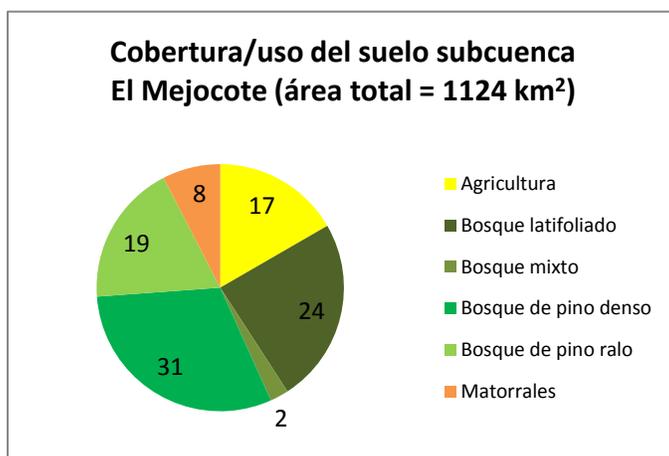
Gualcarque es una de las áreas importantes de captación y un afluente de cabecera del Río Ulúa. Entre los arroyos principales de esta subcuenca se encuentran Santa Cruz, Cumes y Grande de Otoro. Estos arroyos desaguan desde importantes áreas protegidas, tales como Mixcure, Opalaca, Montaña Verde y Puca. La subcuenca cuenta con una gran cantidad de bosques latifoliados (un 42 por ciento) y de pino denso (un 14 por ciento). El cultivo del café es la actividad económica más importante en esta zona, a la cual le sigue la producción de granos básicos y extensos pastizales para el ganado. Hay unas 190.000 personas que viven en la zona, cuya densidad de población es de 82 habitantes por km². Esta es una importante fuente hídrica para los usuarios cuenca abajo, lo que incluye grandes centros de población en Santa Bárbara y San Pedro, ubicados en la parte media y baja de la cuenca, respectivamente.



Sistemas de producción en las laderas de la subcuenca de Gualcarque. Fotografía de L. Caballero, 2014.

Mejocote

Mejocote es una de las áreas importantes de captación y un afluente de cabecera de la cuenca del Río Ulúa. Los arroyos principales de la subcuenca son Guacamara y Mejocote, los cuales reciben escorrentías y aguas de recarga de las áreas protegidas de Celaque, Opalaca, Montaña Verde y Puca. La cobertura del suelo está compuesta principalmente por bosques latifoliados (el 24 por ciento), de pino denso (el 31 por ciento) y de pino ralo (el 19 por ciento). En esta subcuenca viven aproximadamente 77.000 personas y su densidad demográfica es de 68 personas por km². El centro de población más grande es Gracias, que también es uno de usuarios principales del agua de esta subcuenca. Las actividades económicas más importantes se relacionan con el cultivo del café, al cual le sigue la producción de granos básicos al igual que extensos pastizales para el ganado. También está aumentando la importancia de la horticultura de riego, ya que se está promoviendo como parte de la generación de ingresos y las estrategias de los entes donantes y del gobierno hondureño para reducir la pobreza. Las observaciones de campo y las entrevistas con pequeños agricultores señalan que está aumentando la competencia por el agua y los agricultores se ven obligados a trasladarse a otros lugares cuenca arriba para hacer uso de nuevas fuentes hídricas. Según el mapa hidrogeológico del país, la subcuenca del Mejocote cuenta con recursos limitados de aguas subterráneas y el suministro hídrico proviene principalmente de los arroyos y de las aguas superficiales. Según se predice en las proyecciones climáticas, una menor cantidad de lluvias generaría una reducción en los índices de recarga de estos arroyos y manantiales.



Subcuenca de Mejocote. Fotografía de L. Caballero, 2014.

El Cuadro 4 presenta un análisis de la cobertura permanente de los suelos a lo largo de las subcuencas escogidas. Esta cobertura difiere considerablemente entre las ocho subcuencas incluidas en el estudio. Los valores más altos del ICPS se encuentran en Grande de Otoro y Mejocote, con un 80 y un 78 por ciento, respectivamente, mientras que los más bajos se presentan en el Río Lempa-Mocal y en Higuito, con un 45 y un 55 por ciento, respectivamente (véase el Cuadro 4).

CUADRO 4. COBERTURA PERMANENTE DE LOS SUELOS EN LAS SUBCUENCAS ESCOGIDAS EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS

Nombre de la subcuenca	Área total (km ²)	Cobertura permanente (km ²)	Cobertura no permanente (km ²)	Índice de cobertura permanente (%)
Grande de Otoro	3.445	2.756	689	80
Mejocote	1.124	852	272	78
Palagua-Goascorán	1.244	891	353	72
San Juan-Lempa	904	609	295	67
El Venado-Lempa	979	632	347	65
Gualcarque	1.916	1.225	691	64
Higuito	1.771	966	805	55
Mocal-Lempa	2.327	1.053	1.274	45

El análisis hidrológico más reciente (Balairon et al., 2010) para Honduras compara el potencial de producción hídrica de las ocho subcuencas escogidas. Tal como se expone en el Cuadro 5, hay dos resultados contrastantes sobre el potencial de producción hídrica entre las subcuencas del occidente hondureño: aquellas que desembocan en el Atlántico (Gualcarque, Río Grande de Otoro, Mejocote e Higuito) presentan aproximadamente un 45 por ciento más de potencial de producción hídrica que las que desaguan en el Pacífico (Mocal, San Juan, El Venado y Palagua-Goascorán).

CUADRO 5. BALANCE HÍDRICO ESTIMADO EN LAS SUBCUENCAS ESCOGIDAS EN EL OCCIDENTE HONDUREÑO, SEGÚN LOS DATOS DE BAILARON, 2010, Y BAILEY ET AL., 2007

Nombre de la subcuenca	Precipitación (mm/año)	Caudal total previsto (mm/año)	Potencial hídrico total (hm ³ /año)	Caudal promedio (m ³ /s)	Índice de potencial de producción hídrica (Hm ³ /km ² /año)
Grande de Otoro	2.078	438	1.509	48	0,44
Mejocote	1.646	238	268	8	0,24
Palagua-Goascorán	1.612	152	367	6	0,15
San Juan-Lempa	1.545	139	126	4	0,14
El Venado-Lempa	1.542	122	120	4	0,12
Gualcarque	2.050	443	849	27	0,44
Higuito	1.500	208	368	12	0,21
Mocal-Lempa	1.878	317	736	23	0,32

2.2.2 Vulnerabilidad ecohidrológica de las subcuencas escogidas

Con base en los resultados del análisis hidrológico y el estudio sobre la cobertura permanente de los suelos, se evaluó la vulnerabilidad ecohidrológica de las subcuencas, a partir del ICPS y el potencial de producción hídrica, a fin de presentar un índice de vulnerabilidad ecohidrológica para las subcuencas escogidas. Tal como se mencionó con anterioridad, se puede definir esta vulnerabilidad como el grado al que probablemente los ecosistemas y las funciones hidrológicas de una cuenca resulten perjudicados o perturbados por los estreses y/o choques climáticos. Se asumió que una subcuenca con una mayor cobertura permanente de los suelos (y por consiguiente un ICPS más alto) y un mayor potencial de producción hídrica (y por lo tanto menos estrés hídrico) será ecohidrológicamente menos vulnerable a la exposición climática. Al adaptar la metodología empleada en la evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático en el sur de Honduras, multiplicamos el ICPS y el potencial de producción hídrica para calcular la vulnerabilidad ecohidrológica de cada subcuenca. El Cuadro 6 presenta la vulnerabilidad ecohidrológica de cada una de estas subcuencas con base en las variables expuestas.

CUADRO 6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD ECOHIDROLÓGICA EN LAS SUBCUENCAS ESCOGIDAS

Nombre de la subcuenca	ICPS	Potencial de producción hídrica (Hm ³ /km ²)	Índice de vulnerabilidad ecohidrológica	Clasificación de la vulnerabilidad ecohidrológica
Grande de Otoro	0,80	0,44	0,352	8
Mejocote	0,78	0,24	0,187	6
Palagua-Goascorán	0,72	0,15	0,108	3
San Juan-Lempa	0,67	0,14	0,094	2
El Venado-Lempa	0,65	0,12	0,078	1
Gualcarque	0,64	0,44	0,282	7
Higuito	0,55	0,21	0,116	4
Mocal-Lempa	0,45	0,32	0,144	5

Los resultados de este análisis señalan que El Venado-Lempa es la subcuenca más sensible a la exposición climática en términos ecohidrológicos. A ésta le siguieron San Juan-Lempa, Palagua-Goascorán e Higuito. Asimismo, de las subcuencas escogidas para el estudio, el Venado-Lempa, San Juan-Lempa y Palagua-Goascorán presentan el menor potencial de producción hídrica. Por consiguiente, bajo las proyecciones climáticas sobre una mayor temperatura y una menor cantidad de lluvias, aumentarían las condiciones de estrés hídrico en estas subcuencas, ya que los efectos climáticos reducirían más las escasas fuentes de suministro de agua para los ecosistemas, los cultivos y el consumo humano. Con base en estos resultados, la subcuenca menos vulnerable en términos ecohidrológicos fue Grande de Otoro, la cual cuenta con la mayor cobertura permanente de los suelos, al igual que con el mayor potencial de producción hídrica entre las ocho subcuencas escogidas. El alto nivel de cobertura permanente de los suelos que presenta Grande de Otoro y su alto potencial de producción hídrica revelan que esta subcuenca presenta una mayor habilidad para soportar el impacto de temperaturas más cálidas y menores precipitaciones. No obstante, tal como se planteó con anterioridad, el escenario climático previsto de un aumento de entre 1,0 y 2,5°C en las temperaturas y una reducción de entre el 10 y el 20 por ciento en las precipitaciones, dará origen a una cantidad considerablemente menor de agua

disponible dentro de las subcuencas en la región occidental de Honduras y creará condiciones más estresantes para los ecosistemas, los cultivos, el ganado y las comunidades.

Si bien resulta difícil alterar la geomorfología de una cuenca (densidad de las corrientes, laderas de las cuencas, su forma y los suelos), se pueden emprender acciones para “gestionar los paisajes” dentro de las subcuencas en el occidente de Honduras, de forma tal que aumenten eficazmente su resiliencia ecohidrológica y mejoren su habilidad para hacer frente a la variabilidad y al cambio climático. Las acciones dirigidas a aumentar la resiliencia ecohidrológica en el occidente del país deberán centrarse en la gestión de las cuencas a través de una mayor cobertura permanente de los suelos al proteger la cobertura boscosa existente, mejorar la gestión de los suelos y del agua para aumentar los índices de recarga de las aguas subterráneas y de retención, e incrementar la productividad hídrica para las siembras a través de prácticas de gestión que logren más “cultivos por cada gota”. Una estrategia integral deberá centrarse en la creación de entornos productivos sostenibles y en la planificación del uso de los suelos en el ámbito regional, municipal y de las cuencas. La Sección 3.0 plantea más recomendaciones específicas y opciones de adaptación por cada subcuenca estudiada.

2.2.3 Análisis de las áreas protegidas

Las áreas protegidas desempeñan un papel fundamental para aumentar la resiliencia frente a la variabilidad y al cambio climático al reducir la vulnerabilidad a las inundaciones, las sequías y otros problemas inducidos por las condiciones meteorológicas, al igual que al apoyar a las especies para que se adapten a los patrones climáticos, pues ofrecen albergue y corredores migratorios (Monsourian et al., 2009). El Gráfico 22 ilustra espacialmente las áreas protegidas en el occidente del país. Hay un total de 21 en esta región y se clasifican según las categorías siguientes: parques nacionales (cuatro), reservas biológicas (siete) refugios de vida silvestre (cuatro), monumentos naturales (tres), monumentos culturales (uno), áreas de uso múltiple (una) y zonas de producción de agua (una) (véase el Anexo 3). Las áreas protegidas en el occidente de Honduras abarcan aproximadamente el 13,3 por ciento (2.650 km²) de la superficie total de la región y ofrecen hábitats de gran importancia, al igual que una serie de productos y servicios de los ecosistemas, los cuales son esenciales para los medios de vida. Tal como se planteó en páginas anteriores, estas áreas protegidas equivalen a una proporción considerable de la cobertura permanente de suelos en la región occidental. En el Anexo 3 se incluye un análisis de estas áreas, su categoría de gestión, una descripción de cada una y las instituciones principales que participan en su manejo.

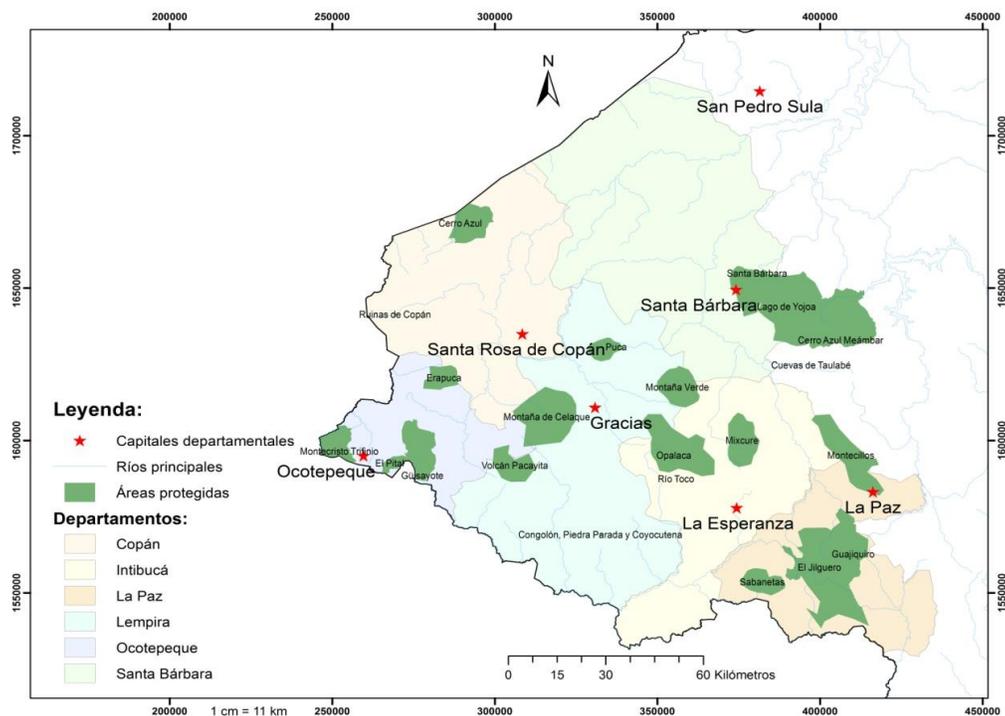
Las áreas protegidas en el occidente del país son fundamentales para la generación de productos y servicios de los ecosistemas para las comunidades de la región, lo cual incluye la prestación de servicios (alimentos, fibra y agua dulce), la regulación de éstos (factores climáticos, aire y agua), servicios de apoyo (biodiversidad, biomasa, captación de carbono, formación de suelos y retención de agua, etc.) y servicios culturales (belleza escénica) (Bezaury-Creel, 2009). Las áreas protegidas revisten especial importancia en el suministro de agua, al igual que en la regulación del clima local y los caudales hidrológicos. Por consiguiente, su funcionamiento incide considerablemente en la sensibilidad de los ecosistemas ante la variabilidad y el cambio climático. Por ejemplo, el área protegida de El Jilguero está diseñada para que funcione como una “zona de producción de agua”, a fin de suministrar importantes recursos hídricos a la Mancomunidad de Municipios Lencas de la Sierra de la Paz (MAMLESIP) y a 27 comunidades ubicadas en El Jilguero. Asimismo, el Parque Nacional Celaque abarca uno de los bosques nubosos más importantes de Honduras y suministra agua a más de 100 comunidades aledañas (Timms, 2007). Por su parte, la Reserva Biológica de Guajiquiro es de gran relevancia para la producción de agua. Se calcula que unas 50 comunidades en los municipios de Chinacla, Guajiquiro, Opatoro, San Pedro de Tutule, San José, Santa Ana y Santa María, Departamento de la Paz, dependen del agua que suministra esta área protegida. La Reserva Biológica de Montecillos también es importante para la producción

hídrica y regula las condiciones climáticas del Valle de Jesús de Otoro. Asimismo, la Reserva Biológica de Opalaca suministra agua a 45 comunidades ubicadas en esta área y a muchas otras que se encuentran en la zona de amortiguamiento. Esta reserva es un área de recarga muy importante para 13 microcuencas que desaguan en los ríos Lempa y Ulúa: por un lado las del Río Jagua, Río del Naranja, Río Conchagual, Río Negro, Río Zarco, Río Pacayal, Río Grande de Manazapa y Río Monquecagua, que desaguan en el Ulúa, y por otro las microcuencas del Río Gualamota, Río Toco, Río San Juan, Río Mangual y Río Azacualpa, que desembocan en el Río Lempa.

En las entrevistas con sujetos claves de información y en las reuniones de grupos focales se destacaron diversas amenazas considerables que están degradando las áreas protegidas en la región, las cuales están menoscabando su habilidad para ofrecer servicios de estos ecosistemas y reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático. La amenaza más significativa que enfrentan las áreas protegidas en el occidente hondureño es la expansión agrícola, impulsada principalmente por la ampliación de la producción de café y de cultivos de subsistencia (maíz y frijol), lo cual va aunado a los elementos subyacentes que generan pobreza rural y a las fallas en las políticas y la gobernabilidad. Por ejemplo, en la Reserva Biológica Sabanetas, la producción de café se ha ampliado hasta llegar a la zona central del área protegida, ya que los productores están buscando mejores microclimas para la producción de sus cultivos (House y Rivas, 2008). Los participantes en las reuniones de los grupos focales señalaron que el aumento en las temperaturas es un factor esencial para la expansión de la producción del café hacia zonas de mayor altitud y en las áreas protegidas. En la Reserva Biológica de Montecillos, la fragmentación de los hábitats debido a la expansión agrícola ha dado origen a una serie de perturbaciones considerables en los hábitats de las poblaciones autóctonas de flora y fauna. Según lo explicaron algunas de las personas entrevistadas, la Reserva Biológica de Montecillos “está experimentando una degradación acelerada debido a la falta de interés de las autoridades locales y nacionales, de la sociedad civil y del público en general”.

De las 21 áreas protegidas en el occidente de Honduras, sólo 7 cuentan con planes de gestión (Opalaca, Celaque, Puca, Guisayote, Montecristo, Trifinio, Cerro Azul Copan y Santa Bárbara). Un análisis de estos planes reveló que no hay estrategias, acciones, actividades o planes específicos relativos a la adaptación al cambio climático. El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal (ICF) ha logrado avances considerables en el desarrollo de herramientas metodológicas para la gestión de las áreas protegidas. Sin embargo, la institución no cuenta con la presencia institucional necesaria en el campo, ni mucho menos con los recursos financieros necesarios para cumplir con su compromiso constitucional de gestionar o cogerionar las áreas protegidas de la región occidental de Honduras.

GRÁFICO 22. UBICACIÓN DE LAS 21 ÁREAS PROTEGIDAS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE HONDURAS

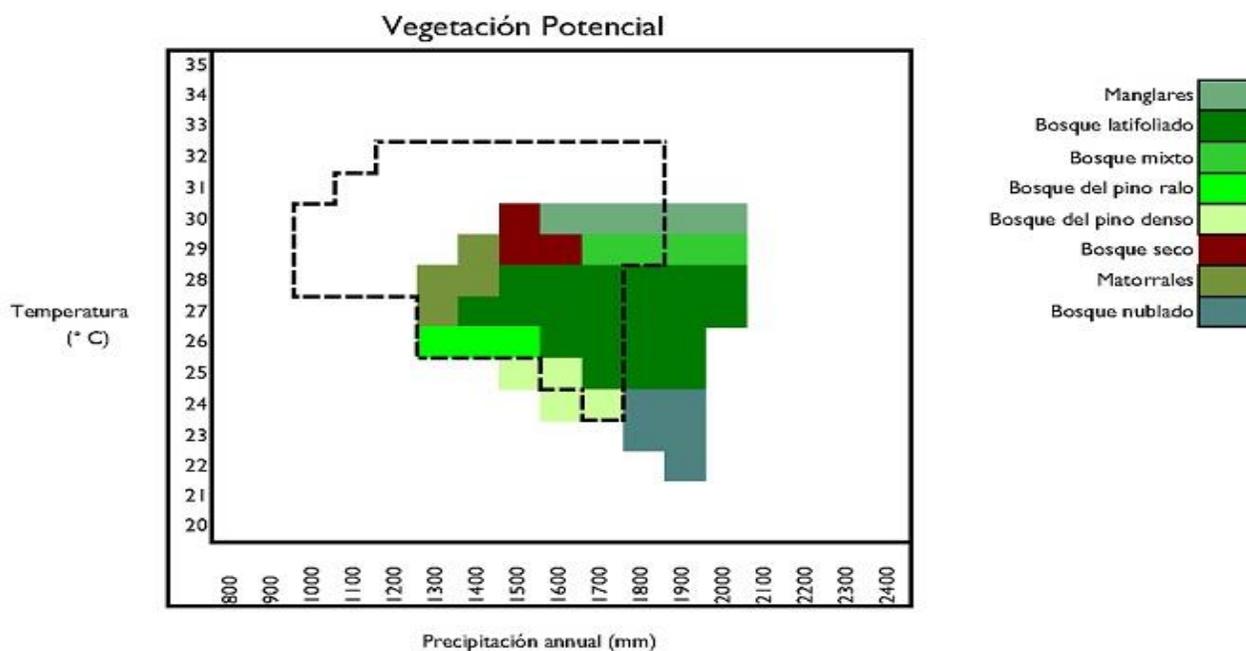


Las predicciones incluidas en el quinto informe de evaluación del IPCC bajo un escenario de altas emisiones (un aumento de +2 °C en las temperaturas y entre un 15 y un 20 por ciento de menos precipitaciones) generarán efectos considerables en los ecosistemas naturales y en las áreas protegidas del occidente hondureño. El Gráfico 23 ilustra un diagrama del rango climático que se elaboró para la evaluación de la vulnerabilidad en el sur de Honduras, a fin de mostrar la forma en que están distribuidos los ecosistemas naturales en el país con respecto a los niveles actuales de temperaturas y precipitaciones. Con frecuencia, los ecólogos utilizan las lluvias y las temperaturas para caracterizar el rango climático de las especies y los ecosistemas (Whittaker, 1975). Estos rangos describen las combinaciones de las temperaturas y las precipitaciones dentro de las que se encuentra una especie o un ecosistema. El diagrama del rango climático que se ilustra en el Gráfico 23 muestra la forma en que están distribuidos los ecosistemas naturales tanto en el sur como en el occidente de Honduras con respecto a los niveles actuales de temperaturas y precipitaciones. Las líneas punteadas del diagrama muestran la forma en que el rango climático ecológico cambiaría para el año 2050 si se materializan las predicciones del quinto informe de evaluación del IPCC bajo un escenario de altas emisiones (un aumento de +2 °C en las temperaturas y una reducción de -15 por ciento en las precipitaciones, lo que significa unos 200 mm menos que los niveles actuales).

Es probable que las condiciones climáticas fuera del área punteada en la parte derecha del diagrama —es decir, zonas con precipitaciones de más de 1.800 mm al año bajo el clima actual— desaparezcan de esta región. Bajo este escenario, disminuirían las zonas aptas para los tipos de bosques que son más frescos y húmedos —latifoliados, mixtos y pinares— y desaparecerían por completo las que son aptas para bosques nubosos. Esta situación daría origen a un profundo impacto en las áreas protegidas del occidente hondureño. Al menos 15 de estas áreas en la región contienen bosques nubosos, tales como Celaque, Opalaca, Montaña Verde, Puca, El Jilguero, Guajiquiro, Sabanetas, Montecillos, Mixcure, Volcán Pacayitas, El Pital, Montecristo Trifinio, Cerro Azul Copán y Montaña de Santa Bárbara. A su vez, los

efectos climáticos en estos bosques repercutirían en el suministro de agua de miles de comunidades en el occidente hondureño que dependen de estas áreas protegidas y de los ecosistemas para obtener recursos hídricos. Mientras que las zonas aptas para condiciones más frescas y húmedas disminuirían considerablemente, aumentarían las que presentan climas propicios para matorrales y bosques secos. El área de color blanco dentro de la parte punteada (encima y a la izquierda del rango climático actual) muestra la nueva combinación de temperaturas y precipitaciones que aunque actualmente no se observan en la región, surgirían en el futuro; es decir, el área de color blanco sería más seca y cálida que cualquier otra condición climática actual en el occidente de Honduras. De un total de 40 casillas en la cuadrícula que corresponden a los ecosistemas en la región occidental del país, se perderían 20 dentro del área ubicada en la sección del diagrama que representa la parte más fresca y húmeda, y una cantidad igual se trasladaría hacia la parte más cálida y seca. Este cambio equivale al 50 por ciento del rango climático de temperaturas y precipitaciones en el occidente del país. Estos cambios previstos repercutirían en el funcionamiento ecológico y por consiguiente en los productos y servicios que ofrecen estos ecosistemas (Grimm et al., 2013; Nelson et al., 2013).

GRÁFICO 23. RANGO CLIMÁTICO ACTUAL EN EL SUR Y EL OCCIDENTE DE HONDURAS Y CAMBIOS CON BASE EN EL ESCENARIO CLIMÁTICO DEL IPCC PARA 2050



Fuente: Equipo de evaluación (ARCC, 2013b). Los valores de las precipitaciones anuales de esta matriz se basan en las lluvias observadas vía satélite (Misión de Medición de Lluvias Tropicales —TRMM, por sus siglas en inglés) y validadas por medidas de origen puntual de las estaciones climáticas regionales. Se infieren las temperaturas a partir de la reducción estándar de éstas en función de la altura en los trópicos (una reducción de ~0,5 °C por un aumento de 100 metros en la elevación), con valores medios a largo plazo en las estaciones meteorológicas regionales que gestiona el Servicio Meteorológico Nacional y que ofrecen líneas de base de referencia. Los datos sobre el uso de la tierra se tomaron de Rivera et al., 2011.

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ANÁLISIS DE LOS ECOSISTEMAS

- Los cambios climáticos que se prevén para el occidente de Honduras generarán profundos efectos en los recursos hídricos de la región. A su vez, estos cambios exacerbarán e interactuarán con otras presiones antropogénicas que repercutirán en la calidad y la cantidad del agua, especialmente en lugares donde los índices de crecimiento demográfico son más altos, tales como en Santa Rosa de Copán, La Esperanza, Gracias, Ocotepeque, Marcala y Santa Bárbara. Entre los posibles efectos del cambio climático en los recursos hídricos se incluye una menor disponibilidad de las aguas superficiales, al igual que menores índices de recarga de las aguas subterráneas, menos caudales de los ríos y niveles reducidos del agua, un menor grado de humedad de los suelos, más demanda de agua para propósitos de riego, episodios más intensos de inundaciones y más contaminación hídrica.
- El índice de cobertura permanente de los suelos (ICPS), el cual mide el grado al que se han conservado los ecosistemas naturales en un área, difiere de forma considerable entre las subcuencas escogidas para el estudio. Los valores más altos del ICPS se encuentran en Grande de Otoro y Mejocote, con un 80 y un 78 por ciento, respectivamente, mientras que los más bajos se presentan en el Río Lempa-Mocal y en Higuito, con un 45 y un 55 por ciento, respectivamente.
- Un análisis sobre el potencial de producción hídrica, el cual ayuda a identificar el nivel de estrés hídrico en las subcuencas, presenta dos resultados contrastantes: las subcuencas que desembocan en el Atlántico (Gualcarque, Río Grande de Otoro, Mejocote e Higuito) presentan aproximadamente un 45 por ciento más de potencial de producción hídrica que las cuencas que desaguan en el Pacífico (Mocal, San Juan, El Venado y Palagua-Goascorán).
- Un análisis sobre la vulnerabilidad ecohidrológica, el cual integra los resultados del análisis del ICPS de las subcuencas y del potencial de producción hídrica, reveló que el Venado-Lempa es la subcuenca más sensible a la exposición climática en términos ecohidrológicos. A ésta le siguieron San Juan-Lempa, Palagua-Goascorán e Higuito. Estos significa que bajo las proyecciones sobre una mayor temperatura y una menor cantidad de lluvia, aumentarían las condiciones de estrés hídrico en estas subcuencas, ya que los efectos climáticos reducirían más las escasas fuentes de suministro de agua para los ecosistemas, los cultivos y el consumo humano. Con base en estos resultados, la subcuenca menos vulnerable en términos ecohidrológicos fue Grande de Otoro, la cual cuenta con la mayor cobertura permanente de los suelos, al igual que el mayor potencial de producción hídrica. Esto revela que la subcuenca presenta una mayor habilidad para soportar el impacto de temperaturas más cálidas y menores precipitaciones.
- Las 21 áreas protegidas que se encuentran en el occidente de Honduras conservan más del 13 por ciento de la vegetación natural de la región (es decir, la cobertura permanente de los suelos) y por consiguiente han contribuido considerablemente al ICPS de esta zona. Estas áreas cumplen una función esencial para aumentar la resiliencia frente a la variabilidad y al cambio climático de la región, al reducir el grado de vulnerabilidad ante las inundaciones, las sequías y otros problemas hídricos afines, al igual que al proteger a las personas contra eventos climáticos repentinos, y al apoyar a las especies para que se adapten a los patrones climáticos, pues ofrecen albergue y corredores migratorios.
- En las entrevistas con sujetos claves de información y en las reuniones de grupos focales se destacaron diversas amenazas considerables que están degradando las áreas protegidas en la región, en especial la expansión agrícola, tanto para cultivos de subsistencia (maíz y frijol) como para la producción cafetalera. Se identificó que el aumento en las temperaturas es el principal elemento impulsor de la expansión de la producción de café en zonas de mayor altitud y hasta en las áreas protegidas.
- Con base en las predicciones, el cambio climático en la región generará un impacto considerable en los ecosistemas naturales y en las áreas protegidas en el occidente del país. Disminuirían las zonas aptas para tipos de bosques más frescos y húmedos —latifoliados, mixtos y pinares— y desaparecerían por completo las que son aptas para bosques nubosos. Este cambio daría origen a un profundo impacto en

2.2.4 Sensibilidad de los cultivos al cambio climático

Esta sección examina la sensibilidad de diversos cultivos de gran importancia en el occidente de Honduras y de sus cadenas de valor (café, maíz, frijol y dos cultivos hortícolas, lechuga y papa) a través de un análisis fenológico. Se escogieron estos cultivos porque son los que más siembran los agricultores en el occidente del país, según se identificó en la revisión de bibliografía secundaria y en las reuniones de los grupos focales. Estos cultivos también son sumamente importantes para la seguridad alimentaria y de los medios de vida de esta región. Las secciones relativas al análisis fenológico, de las cadenas de valor y de los medios de vida ofrecen más información sobre la importancia de los cultivos. El análisis fenológico evalúa el posible impacto del cambio climático que se ha proyectado —específicamente cambios en las temperaturas y en las precipitaciones— en la productividad general de los cultivos de interés. Para determinar la sensibilidad del café, el maíz, el frijol, la lechuga y la papa frente a la variabilidad y al cambio climático, el análisis fenológico tomó en consideración lo siguiente: 1) rangos de las temperaturas y las precipitaciones necesarias para el desarrollo de cada uno de estos cultivos en el occidente hondureño; 2) proyecciones climáticas para la región occidental de Honduras, con base en los resultados del análisis climático; y 3) el posible impacto en el desarrollo de las plantas bajo estas condiciones climáticas previstas en diferentes etapas fenológicas. El análisis supuso un estudio bibliográfico detallado mediante una revisión paritaria, al igual que la consulta de informes técnicos. Esto se complementó con la información recopilada durante las entrevistas con sujetos claves de información y las reuniones de grupos focales con diversos agricultores e instituciones.

Análisis fenológico de los cultivos principales en la región occidental de Honduras

La agricultura es una tarea inherentemente arriesgada con una amplia variedad de factores bióticos y abióticos (incluido el clima) que interactúan de forma dinámica en distintas etapas del ciclo de crecimiento para determinar la productividad de un cultivo específico o de una temporada. Las alteraciones climáticas o meteorológicas no sólo repercuten en la productividad de los cultivos, sino que también inciden indirectamente en factores bióticos tales como enfermedades, plagas, vectores y maleza, creando así las condiciones propicias para favorecer o impedir el crecimiento y por consiguiente para originar efectos en el cultivo en cuestión.

Entre las variables meteorológicas que se sabe que alteran la fenología¹² y la productividad de los cultivos se incluyen el CO₂, la radiación, la temperatura, las características propias del cultivo, el agua, la maleza, las plagas, las enfermedades, los agentes contaminantes y los nutrientes. Estas variables —que con frecuencia reciben los efectos de diversos factores climáticos— desempeñan una función importante en los ciclos de vida de los cultivos y en su productividad en general. Este análisis fenológico se basa en la bibliografía, las investigaciones y los datos existentes para (1) adquirir un mayor conocimiento sobre las características fenológicas principales (las fenofases) de los cultivos que se han escogidos (2) comprender mejor la forma en que posiblemente estos cultivos responderán al cambio climático —específicamente a cambios en las temperaturas y las precipitaciones—; y (3) evaluar el posible impacto del cambio climático previsto en la productividad general de los cultivos escogidos. En este sentido, el análisis fenológico se centra en los cultivos de interés para esta evaluación, a saber: maíz, frijol, café y dos cultivos hortícolas, lechuga y papa.

¹² La fenología es el estudio de fenómenos biológicos recurrentes y su relación con aspectos meteorológicos, tales como variaciones estacionales e interanuales del clima. Por lo general, se relaciona con el efecto que genera el clima en el momento en que suceden los eventos biológicos, tal como el primer surgimiento de capullos y hojas, o la fecha de las cosechas (Hermes, 2004).

Al igual que todas las cosas vivientes, los cultivos disfrutan de una diversidad de condiciones propicias para su crecimiento y desarrollo en diferentes etapas de su ciclo de vida. Si bien los cultivos pueden continuar creciendo y produciendo bajo una variedad más amplia de condiciones óptimas, su productividad resulta afectada y algunos cultivos presentan una mayor resiliencia que otros frente a condiciones climáticas variables. Además, el impacto de las temperaturas o de las precipitaciones variables en la productividad de los cultivos es un elemento complejo que puede actuar de formas inesperadas y contradictorias. Por ejemplo, ciertas condiciones podrían favorecer la productividad de algunos cultivos, pero también fomentar el crecimiento y la proliferación de una enfermedad o plaga en particular, las cuales, si no se controlan, dañarán los cultivos y darán como resultado un menor grado de calidad y de rendimiento. A continuación, se resumen los efectos de los cambios en las temperaturas y las precipitaciones en cada cultivo de interés durante varias etapas de su ciclo de crecimiento. También se incluyen algunas de las plagas y enfermedades más problemáticas y que representan los riesgos principales para cada uno de los cultivos bajo estudio. El Anexo 4, que se refiere al análisis fenológico, resume estos efectos más detalladamente.

Café

El café representa el cultivo comercial más importante de Honduras (Guerrero, 2014). Todas las regiones visitadas cultivan café, aun aquellas zonas de menor altitud que son propensas a un contagio de roya y que son menos productivas. El uso de viveros para germinar las semillas y producir plantas jóvenes para trasplantarlas genera efectos positivos para proteger los cafetos contra los eventos climáticos extremos, ya que reduce la vulnerabilidad del cultivo en las etapas vegetativas de germinación de las semillas, surgimiento y elongación temprana de la planta. Los efectos climáticos y de las plagas y enfermedades en el café dependen de la calidad y de las prácticas culturales durante el cultivo. El trasplante de plantas jóvenes es una etapa particularmente vulnerable si las condiciones climáticas son desafiantes y hay un grado considerable de presión debido a las plagas y enfermedades, ya que los cafetos todavía son frágiles desde un punto de vista fisiológico/de su desarrollo y necesitan un período de adaptación a las nuevas condiciones. El inicio floral, la antesis, y en general la floración, son etapas fundamentales en el desarrollo de la planta. Se ha informado que la floración requiere una transducción de señales de tipo ambiental en la forma de 7-10 mm de agua poco tiempo después de un breve período de sequía. Las alteraciones en este equilibrio generan efectos negativos en la floración y el desarrollo de la planta, perjudicando tanto el rendimiento como la calidad del grano. Tanto el exceso de lluvia como una sequía prolongada representan obstáculos considerables para el desarrollo adecuado del fruto (Eakin et al., 2005).

La roya del café —la enfermedad más grave del cultivo en la región occidental de Honduras— es más predominante en puntos con una altura de menos de 1.700 metros (Avelino et al., 2004; Avelino et al., 2006). Mediante la información recopilada durante las reuniones de grupos focales, se identificó que actualmente los agricultores en el occidente hondureño se están trasladando a lugares más elevados para contrarrestar los problemas relativos a este hongo. Será necesario realizar más investigaciones para desarrollar variedades mejoradas que sean más resistentes a la roya y a los efectos climáticos de una mayor temperatura y la variabilidad de las precipitaciones (Eakin et al., 2006). Entre las variedades mejoradas más prometedoras para esta región se encuentran las que se conocen como Catimores, las cuales son más resistentes a la roya y muestran un rendimiento adecuado en lugares de menor altura y bajo condiciones de temperaturas más cálidas (Van der Vossen, 2009). En las reuniones de grupos focales se identificó que actualmente se están utilizando algunas variedades de Catimores, tales como Lempira e IHCAFE-90, a lo largo de la región occidental del país y se han sustituido algunas variedades tradicionales tales como Bourbon, Indio y Caturra. Algunas variedades de café arábigo, tales como Pacas y Catuai, todavía se están utilizando en La Esperanza y en Tomalá, a pesar de su bajo nivel de resistencia a la roya. Sin embargo, los agricultores explicaron que la alta calidad de estas variedades hace que merezca la pena tomar este riesgo.

Impacto del cambio climático en la productividad del café

Existe una probabilidad muy alta de que disminuya la productividad del café debido a los efectos del cambio climático, especialmente durante la floración y el desarrollo del fruto. Los cambios en la regularidad de las lluvias y los períodos secos en esa etapa de floración generan un impacto considerable en el desarrollo del fruto y del grano. Este escenario es posible puesto que las proyecciones climáticas para el occidente de Honduras señalan que habrá patrones pluviales más irregulares. Las variedades de café responden con sensibilidad al aumento en las temperaturas, específicamente durante la floración y el desarrollo del fruto. Las condiciones controladas durante la siembra y en las etapas vegetativas iniciales permiten que los cafetos sean considerablemente menos vulnerables a los cambios climáticos. Sin embargo, los eventos meteorológicos desfavorables en el trasplante temprano, en particular las sequías, perjudicaría en gran medida a la planta. Existe una probabilidad muy alta de una mayor prevalencia de la roya del café, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal.

Impacto del cambio climático en las plagas y las enfermedades comunes que perjudican el café

- **Roya. *Hemileia vastatrix*.** Existe una probabilidad muy alta de una mayor prevalencia de la roya del café debido al cambio climático, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. Además, la roya podría haber desarrollado nuevas variedades con un mayor grado de adaptación y resistencia a los productos agroquímicos. Varios estudios de Avelino et al. (2004 y 2006) revelan que las temperaturas más cálidas en puntos más elevados y los cambios subsiguientes en los niveles de humedad han permitido que la roya emigre a regiones en las que antes no representaba un problema serio.
- **Broca del café. *Hypothenemus hampei*.** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia de la broca del café, especialmente bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. Un aumento en las lluvias a principios de la temporada puede dar origen a una mayor infestación de esta plaga.
- **Ojo de gallo. *Mycena citricolor*.** Existe una alta probabilidad de una mayor prevalencia del ojo de gallo, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. El ojo de gallo predomina más en zonas con una sombra excesiva.
- **Mal de talluelo. *Rhizoctonia solani*.** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia del mal de talluelo, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. El *Rhizoctonia* infesta partes subterráneas de la planta y le favorecen los largos períodos de clima húmedo. Los cafetos pueden ser muy susceptibles durante las etapas vegetativas iniciales.



Producción de café en la subcuenca de Higuito. Fotografía de L. Caballero, 2014.

Papa

La papa se adapta a temperaturas frescas y moderadas. En términos generales, el cultivo crece en lugares elevados (de más de 1.400 metros) y con temperaturas de entre 12 y 24°C. Las plantas son bastante vulnerables tanto al exceso de agua como a las sequías, especialmente durante la siembra y en las etapas vegetativas iniciales. Además, las plantas son susceptibles a las bajas temperaturas (es decir, a heladas inesperadas durante la temporada de cultivo). La papa necesita entre 500 y 1.200 mm de lluvias anuales para lograr un crecimiento total. Si la planta presenta un crecimiento deficiente, se perjudicará el desarrollo del tubérculo y por lo tanto la calidad y el rendimiento del cultivo. Si evidenció que la calidad de la papa en el occidente del país está limitada por el uso de semillas de mala calidad. Todas las variedades de papa en Honduras son extranjeras y con niveles variados de adaptación a las condiciones locales. La variedad más común en Ocotepeque y en Intibucá es la Bellini, seguida de Provento, las cuales son variedades holandesas. Anteriormente, se utilizaban otras variedades tales como Toyoca, Alpha, Atzimba y Colorada, pero se dejaron de cultivar debido a cambios en las preferencias de los consumidores, al igual que por una producción deficiente y/o un mayor grado de susceptibilidad a las plagas y enfermedades. La contaminación viral es una de las limitaciones más serias de las semillas de los tubérculos y esto obstaculiza el crecimiento de la planta debido a su mala salud. La papa es más resiliente en las últimas fases de su desarrollo, especialmente durante las etapas reproductivas.

En años recientes, una importante plaga denominada paratRIOZA (*B. cockerelli*) ha atacado este cultivo. Es posible que el ingreso de semillas contaminadas de papa al país haya sido la causa del surgimiento de esta plaga en Honduras. Todos los agricultores entrevistados estuvieron de acuerdo en que la paratRIOZA representa un grave problema para las regiones productoras de papa en el occidente hondureño. Esta plaga es capaz de transmitir dos serias enfermedades —la denominada “hojuela de cebra”, que también se le llama “mancha rayada de la papa” (zebra chip —ZC, en inglés) y el psílido de la papa (PY, por sus siglas en inglés)—. La ZC es una de las enfermedades contemporáneas más importantes de este cultivo y se adapta a temperaturas moderadas. Los episodios epidémicos de la plaga han estado relacionados con períodos prolongados de temperaturas frescas en la región. Las papas que contraen ZC no son aptas para ningún tipo de uso y todas las variedades del cultivo son susceptibles a esta plaga.

Impacto del cambio climático en la productividad de la papa

Existe una alta probabilidad de que disminuya la productividad de la papa en el occidente de Honduras debido a los efectos del cambio climático. La planta de la papa es susceptible tanto a las sequías como al exceso de agua en los suelos. La mayoría de las etapas vegetativas son vulnerables a las condiciones climáticas extremas, mientras que las etapas reproductivas y el desarrollo del tubérculo son más resilientes al cambio climático. Una temporada de lluvia más prolongada puede fortalecer el desarrollo de la planta, pero repercutirá en el estolón y en el proceso de llenado del tubérculo, por lo que se reducirá su rendimiento (Hijmans, 2003; Sanabria y Lhomme, 2013).

Impacto del cambio climático en las plagas y las enfermedades comunes que perjudican la papa

- **ParatRIOZA. *Bactericera cockerelli*, *ParatRIOZA cockerelli*.** Existe una alta probabilidad de una mayor prevalencia de la paratRIOZA en el occidente de Honduras debido al cambio climático, especialmente bajo condiciones de períodos largos y continuos de temperaturas cálidas (no calientes). La paratRIOZA es el agente causal de dos serias enfermedades de la papa y si no se controla de forma adecuada, perjudicará seriamente las áreas de producción (Buchman, et al., 2012; Munyaneza, 2012).
- **Tizón tardío. *Phytophthora infestans*.** Existe una muy alta probabilidad de una mayor prevalencia del tizón tardío, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. El tizón tardío de la papa es una devastadora enfermedad capaz de destruir totalmente los

campos de este cultivo (Turner, 2005). Bellini y Provento, que actualmente son las variedades que más se cultivan en el occidente de Honduras, son muy susceptibles al tizón tardío.

- **Mosca blanca. *Bermisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*.** Existe una probabilidad entre alta y moderada de una mayor prevalencia de la mosca blanca, especialmente bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal.
- **Virus del enrollamiento de la hoja de papa.** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia de este virus bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal, pues estas condiciones favorecen los vectores (áfidos). Esta es la enfermedad viral más seria de este cultivo, pero se puede evitar al utilizar semillas limpias y certificadas.



Sistema de producción de la papa. La Esperanza, Intibucá. Fotografía de L. Caballero, 2014.

Lechuga

Las etapas más vulnerables en la producción de la lechuga son cuando se trasplantan las plántulas en el campo y se les expone a cambios meteorológicos inesperados y/o a plagas y enfermedades. Debido a que la floración no es deseable, el mayor grado de vulnerabilidad se presenta durante las etapas vegetativas. Los requisitos de agua de la lechuga aumentan con la expansión del área de las hojas y cuando la planta alcanza su madurez. El engrosamiento de las hojas es importante para este cultivo y guarda una correlación directa con su absorción de agua. Las temperaturas frescas durante la noche también son otro elemento importante para el engrosamiento de las hojas. Las altas tasas de evapotranspiración (debido a las temperaturas más cálidas) disminuirán la calidad del cultivo, ya que la pérdida excesiva de agua perjudicará la biomasa total y la materia seca de la planta (Wheeler et. al., 1993). Los agricultores que participaron en las reuniones de grupos focales señalaron que en años recientes ha aumentado la prevalencia de infestación de babosas, lo cual ha ocasionado pérdidas considerables. Es probable que esto obedezca a un aumento en la humedad y en el exceso de lluvias. En algunos casos, se informó que estas infestaciones destruyeron campos enteros en una sola noche. Todas las etapas fenológicas de la lechuga son vulnerables a los ataques de las babosas. Otra plaga que perjudica seriamente la producción de lechuga en el occidente del país es la denominada gallina ciega, aunque es más dañina si la planta se infesta a principios de temporada, ya que esta plaga puede destruir el sistema de la raíz.

En las visitas de campo a lugares donde se produce lechuga en el occidente de Honduras se observaron diversas prácticas eficaces de gestión respaldadas mediante la prestación de asistencia técnica. Por

ejemplo, en Belén Gualcho, se han establecido sistemas de producción a través de la generación eficaz de semillas y el uso eficiente del agua por medio del riego por goteo y del uso de almácigos. Al sembrar semillas en almácigos, los agricultores logran reducir los efectos de los estreses bióticos y abióticos en las etapas iniciales del desarrollo de la planta, especialmente durante la germinación de la semilla, el desarrollo inicial de la raíz y la elongación de la planta. Los agricultores de Belén Gualcho también señalaron que el clima dicta la variedad que se utilizará. Por ejemplo, algunas veces se prefiere usar la variedad Avivan¹³, por su mayor tolerancia a temperaturas más bajas y a suelos con exceso de agua después de fuertes aguaceros. Otras variedades más resistentes son Crispino, Salinas Súper 59 y Cartagena.

Impacto del cambio climático en la productividad de la lechuga

Existe una probabilidad entre alta y moderada de una menor productividad de la lechuga en el occidente del país debido al impacto del cambio climático. Debido a que el desarrollo de la planta es más corto que otros cultivos, la lechuga puede rastrear más de cerca para observar cambios en las condiciones climáticas que repercutan en su crecimiento. Tanto el exceso de lluvias como las sequías perjudicarán la planta en sus etapas iniciales, especialmente durante la germinación y el surgimiento temprano, si las semillas se germinan en los campos. Sin embargo, el uso de almácigos y de invernaderos para producir los trasplantes es una práctica común en la región occidental de Honduras, la cual permite que la lechuga sea menos vulnerable a los efectos climáticos en las etapas iniciales del desarrollo de la planta.

Impacto del cambio climático en las plagas y las enfermedades comunes que perjudican la lechuga

- **Babosa, ligosa. *Sarasinula plebeian*.** Existe una probabilidad entre alta y muy alta de una mayor prevalencia de la babosa, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más frescas de lo normal. Los ataques de las babosas han aumentado en años recientes y los puntos de mayor elevación son los más afectados por el desarrollo de esta plaga. Las plantas son vulnerables a las babosas en todas las etapas de su desarrollo.
- **Gallina ciega. *Phyllophaga spp*.** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia de la gallina ciega, especialmente bajo escenarios de más humedad en los suelos y temperaturas más frescas de lo normal.
- **Nematodos. *Pratylenchus sp, Meloidognie sp, Radopholus spp*.** Existe una probabilidad entre moderada y baja de una mayor prevalencia de nematodos, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más frescas de lo normal. Es importante la rotación para reducir la contaminación de nematodos.

¹³ Los agricultores en el occidente de Honduras utilizan el nombre “Avivan” para referirse a esta variedad de lechuga. Este nombre podría derivarse de una variedad que se conoce más comúnmente como Aviram.



*Lechuga de riego por goteo, Belén Gualcho.
Fotografía de J. Parker, 2014.*

Maíz

El maíz es el cultivo básico principal en la región occidental de Honduras, seguido por el frijol. El clima puede repercutir en el maíz en todas las etapas de su desarrollo, pero las más vulnerables son la germinación, la floración y la madurez fisiológica. Debido a que el maíz necesita suelos con niveles adecuados de humedad, las etapas vegetativas iniciales de la ruptura de la latencia de semillas, la germinación de éstas, la elongación y otras fases de desarrollo son particularmente vulnerables al impacto climático. En especial, los períodos prolongados de sequía representan serios problemas para las etapas iniciales de los maizales (Tao y Zhang, 2011). Por ejemplo, las variedades de maíz que necesitan en promedio de 100 a 120 días de maduración requieren al menos entre 600 y 700 mm de lluvias en sus etapas vegetativas. Si la sequía va de la mano con altas temperaturas, las plantas no sobrevivirán por mucho tiempo. Las condiciones ideales de siembra para la germinación de las semillas se presentan cuando los suelos tienen suficiente humedad y las temperaturas se sitúan entre 15 y 30°C. Es importante tener presente que la sequía o las limitaciones prolongadas de agua repercutirían en las etapas fenológicas del maíz, tanto las fases vegetativas como reproductivas. En esta última, cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, muchos agricultores aplican la práctica conocida como “dobla”, que consiste en torcer el tallo para permitir que se sequen los granos y la mazorca. En esta etapa, la lluvia y un alto nivel de humedad permitiría que se desarrollen hongos y se pudriría el maíz.

Con base en la información recopilada a través de las reuniones de grupos focales, se puede afirmar que los agricultores en el occidente del país perciben que las lluvias se están retrasando cada vez más y son impredecibles en comparación con las condiciones que existían anteriormente, lo cual ha originado problemas para las decisiones relativas a la siembra. Por ejemplo, antes el 3 de mayo (fecha en que se celebra el Día de la Cruz) marcaba el inicio de la estación lluviosa. Sin embargo, los agricultores explicaron que ahora las lluvias empiezan en junio. Tradicionalmente, el calendario agrícola del maíz en el occidente del país se ha dividido en dos etapas: la época de “primera” a principios de mayo, y la de “postrera” durante las últimas dos semanas de octubre. Los agricultores señalaron que los patrones variables y más impredecibles de las lluvias en la región han limitado su habilidad de producir la segunda

ronda de maíz; es decir, la de postrera. La mayoría de las variedades que utilizan los agricultores son criollas, las cuales incluyen una gran cantidad de tipos que se adaptan a los entornos locales. No obstante, por lo general la calidad y la productividad de estas variedades son bajas (Hintze, et. al., 2003). Los agricultores de Tomalá, Marcala y San Antonio del Norte mencionaron que llegaron a utilizar en diferentes momentos las variedades de otras regiones (por ejemplo, de las zonas costeras); sin embargo, éstas se “degeneraron” después de unas cuantas temporadas. Es probable que esta degeneración haya obedecido a un alto grado de presión de las plagas/enfermedades, a un nivel limitado de adaptación a las condiciones locales y/o a la pérdida de la uniformidad genética debido a polinizaciones abiertas. Algunos productores comerciales utilizan un tipo de maíz híbrido en muy pequeña escala, pero el mismo necesita mayores insumos para obtener un buen rendimiento. Tanto durante las entrevistas con sujetos claves de información y las reuniones de grupos focales como en la bibliografía secundaria consultada se señaló que el cultivo de variedades tolerantes a la sequía es una de las necesidades más importantes que se perciben en cuanto a este cultivo (Monneveux, et al., 2006).

Impacto del cambio climático en la productividad del maíz

Existe una probabilidad moderada de una menor productividad del maíz debido a cambios en las precipitaciones y las temperaturas, especialmente durante las etapas vegetativas de germinación, al igual que en el surgimiento y el crecimiento de la planta joven. Sin embargo, este cultivo muestra una capacidad excepcional de adaptación en las últimas etapas de su desarrollo. Hay una probabilidad moderada de una menor calidad si se retrasa la cosecha y durante la etapa poscosecha, específicamente si las mazorcas están expuestas a condiciones húmedas. En otras etapas fenológicas, la combinación de calor y sequía puede repercutir significativamente en el desarrollo de la planta. Es probable que las proyecciones climáticas relativas a cambios en la regularidad de los patrones pluviales obliguen a los agricultores a modificar las fechas actuales de siembra y de cosecha. Un estudio reciente de Schmidt et al. (2012), el cual analizó los posibles efectos del cambio climático en los sistemas de maíz y frijol en Centroamérica, reveló que bajo condiciones de temperaturas más altas y una menor cantidad de lluvias, se perjudicará considerablemente el rendimiento de estos cultivos, con algunas variaciones regionales en cuanto a los niveles de pérdidas de su productividad.

Impacto del cambio climático en las plagas y las enfermedades comunes que perjudican el maíz

Cogollero del maíz. *Spodoptera Frugiperda*. Existe una probabilidad entre moderada y alta de una mayor prevalencia del cogollero en esta región, especialmente bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. Bajo un escenario de precipitaciones más altas durante la etapa de crecimiento, se podría evitar la prevalencia del cogollero en los suelos. La presencia de esta plaga en la tierra durante la siembra destruirá las plantas jóvenes, especialmente en la fase de germinación.

Gallina ciega. *Phyllophaga spp.* Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia de la gallina ciega, especialmente bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. Una mayor cantidad de lluvias al principio de la temporada evitará serias infestaciones de los suelos.

- **Pudrición de la mazorca, mazorca muerta. *Stenocarpella spp. Fusarium graminearum, Gibberella zae, Fusarium moniliforme.*** Existe una alta probabilidad de una mayor prevalencia de esta enfermedad, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. La exposición prolongada a las condiciones externas, especialmente un alto grado de humedad, aumentará la posibilidad de podredumbre y de la pérdida de calidad del cultivo.
- **Complejo mancha de asfalto. *Phyllachora maydis, Monographella maydis, Coniothirium phyllachorae.*** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia del complejo mancha de asfalto, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más frescas de lo normal.

- **Virus del achaparramiento del maíz. *Spiroplasma kunkelii*.** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia del virus, bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal, ya que estas condiciones favorecen el desarrollo del vector.



Producción de maíz en una ladera en las afueras de Candelaria, Lempira. Fotografía de J. Parker, 2012.

Frijol

El frijol es otro cultivo básico de gran importancia en la región occidental del país. Su modalidad es muy similar a la del maíz en términos de las prácticas y los calendarios agrícolas. La siembra del frijol se relaciona estrechamente con la del maíz durante la primera época de siembra. Al igual que el maíz, el frijol se utiliza principalmente para la seguridad alimentaria de los hogares y sólo una cantidad limitada de la cosecha se destina a propósitos comerciales. Otra parte de la cosecha se utiliza como semillas para la temporada siguiente. Tradicionalmente, la mayoría de la producción de frijoles (más del 50 por ciento) ha ocurrido durante la época de postrema. Este es un cultivo particularmente resistente bajo las condiciones climáticas y agroecológicas del occidente del país. Los agricultores de esta región cultivan variedades criollas que se adaptan a las condiciones propias del lugar, tales como suelos deficientes, períodos de sequía, lluvias erráticas, insumos agrícolas mínimos y la rotación del maíz. Sin embargo, de forma similar a este grano, las variedades de frijol son de bajo rendimiento y con frecuencia son susceptibles a las plagas y enfermedades. Las plantas de frijol necesitan menos agua que el maíz, aunque en sus etapas iniciales de desarrollo también son vulnerables si el período de sequía es muy prolongado y hay mucho calor. El sistema de la raíces de la planta del frijol ofrece una leve ventaja para captar agua de los suelos, en comparación con las raíces del maíz. Dos de los obstáculos bióticos más importantes para el frijol en el occidente hondureño son la gallina ciega y el virus del mosaico. La primera plaga es especialmente dañina durante las etapas iniciales del desarrollo de la planta pues puede destruir las raíces y evitar su desarrollo posterior.

Si bien la mayoría de los cultivos son con variedades tradicionales (Meza et al., 2013), los agricultores señalaron que se necesitan mejores variedades en términos de su resistencia a las plagas y enfermedades y a una mejor adaptación a las condiciones locales. Algunas de las principales variedades de frijol empleadas en el occidente del país son Lira, Tío Canela, Cuarentano y Seda. El frijol en esta región se ha beneficiado de los programas locales de reproducción y del desarrollo de nuevas variedades, las cuales han demostrado que es posible lograr avances significativos en este cultivo a través de esquemas simples de mejoramiento (Mather et al., 2003). En 1995, mediante el Programa de Investigación en Frijol (PIF) de la Escuela Agrícola Panamericana del Zamorano, se desarrolló la variedad mejorada Amadeus 77. Este

fue un simple cruce entre dos viejas variedades: Tío Canela 75 y DICTA 105. Amadeus 77 genera altos rendimientos, se adapta bien a las condiciones agroecológicas diversas, tolera el calor y presenta un alto grado de resistencia al virus del mosaico.

Impacto del cambio climático en la productividad del frijol

Existe una probabilidad moderada de una menor productividad debido a los cambios en las precipitaciones, especialmente durante las etapas vegetativas del inicio y surgimiento de la planta. Bajo un escenario de baja humedad en los suelos, el frijol es comparativamente más resiliente que otros cultivos y puede tolerar sequías moderadas, al igual que lluvias adicionales. Sin embargo, en algunos momentos de la floración, el exceso de lluvia puede repercutir en la formación de la vaina y reducir su rendimiento (McClean, et. al., 2011).

Impacto del cambio climático en las plagas y las enfermedades comunes que perjudican el frijol

- **Gallina ciega. *Phyllophaga spp.*** Existe una probabilidad moderada de una mayor prevalencia de la gallina ciega, especialmente bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. Una mayor cantidad de lluvias al principio de la temporada evitará serias infestaciones de los suelos.
- **Babosa, ligosa. *Sarasinula plebeian.*** Existe una probabilidad entre moderada y alta de una mayor prevalencia de la babosa, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más frescas de lo normal. Los ataques de las babosas han aumentado en años recientes, probablemente debido al aumento en las precipitaciones.
- **Gorgojo. *Zabrotes subfasciatus.*** Existe una alta probabilidad de una mayor prevalencia del gorgojo en el occidente de Honduras, especialmente bajo condiciones más húmedas y cálidas de lo normal en el lugar de almacenamiento. Los gorgojos son altamente destructivos de los granos de frijol y perjudican su comercialización.
- **Virus común del mosaico.** Existe una alta probabilidad de una mayor prevalencia, especialmente bajo escenarios de menos lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal. El virus común del mosaico es una de las enfermedades más importantes del frijol en Honduras.



Un agricultor en las afueras de Gracias, Lempira muestra los daños a los cultivos de frijol tras una tormenta. Fotografía de J. Parker, 2014.

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ANÁLISIS FENOLÓGICO

- Con base en un análisis fenológico del grado al que los efectos climáticos repercuten en los cinco cultivos escogidos, se observa que todos son vulnerables al impacto climático proyectado sobre mayores temperaturas y una cantidad menor y más variable de precipitaciones.
- Existe un potencial moderado de una menor productividad del maíz debido a los cambios en las precipitaciones y las temperaturas, especialmente durante las etapas vegetativas iniciales de germinación, al igual que en el surgimiento y el crecimiento de las plantas jóvenes. Sin embargo, el maíz muestra una extraordinaria adaptabilidad durante sus etapas posteriores de desarrollo.
- El frijol es comparativamente más resiliente que otros cultivos y puede tolerar sequías moderadas y lluvias adicionales. Existe un potencial moderado de una menor productividad de este cultivo debido a cambios en las precipitaciones, especialmente durante las etapas vegetativas al inicio y en la aparición de la planta. Existe una probabilidad entre moderada y alta de un aumento en la prevalencia de las enfermedades y plagas comunes que atacan el frijol, debido a un aumento en las temperaturas y a cambios en las precipitaciones.
- Existe una muy alta probabilidad de una menor productividad del café debido al impacto del cambio climático, especialmente durante la floración y el desarrollo del fruto. Los cambios en la regularidad de las lluvias y los períodos secos durante el desarrollo floral generan efectos considerables en el desarrollo del fruto y del grano. El café arábigo es sensible al aumento de las temperaturas, especialmente durante la floración y el desarrollo del fruto. Los eventos climáticos desfavorables en el trasplante temprano, en particular las sequías, perjudicaría en gran medida a los cafetos. Existe una probabilidad muy alta de una mayor prevalencia de la roya del café, especialmente bajo escenarios de más lluvias y temperaturas más cálidas de lo normal.
- Existe una alta probabilidad de una menor productividad de la papa en el occidente de Honduras debido al cambio climático. La planta del cultivo es susceptible tanto a las sequías como al exceso de agua en los suelos, y la mayoría de sus etapas vegetativas son vulnerables a los fenómenos climáticos extremos. Existe una alta probabilidad de que aumenten las plagas y enfermedades comunes que perjudican el cultivo, en especial el psílido de la papa (paratrioza o pulgón saltador) y el tizón tardío.

2.3 SENSIBILIDAD DE LOS SISTEMAS SOCIALES

2.3.1 Análisis de las cadenas de valor de los cultivos escogidos

El cambio climático no sólo repercute en el ciclo de vida de los cultivos, sino que también incide directa y/o indirectamente en toda la cadena de valor, desde las etapas previas a la producción hasta el almacenamiento poscosecha, la comercialización y el transporte. Por esta razón, un análisis adicional de las cadenas de valor ofrece una evaluación más integral sobre los efectos del cambio climático en los cultivos básicos de forma individual. Este tipo de análisis examina las interrelaciones y los vínculos entre todos los actores que participan en las distintas etapas de las cadenas de valor —desde el suministro de insumos hasta la producción, el procesamiento, la comercialización y el consumo final. Los atascos (“cuellos de botella”) pueden ocasionar ineficiencias que restringen el suministro, reducen el margen de rentabilidad para los productores y los procesadores, y dan origen a mayores costos para los consumidores.

Este análisis de las cadenas de valor profundiza en los hallazgos del estudio fenológico al examinar la forma en que el impacto climático incide en diversas etapas de las cadenas de los diferentes cultivos. En el Anexo 5 se presentan los resultados de un análisis detallado de las cadenas de valor de los cultivos de

interés: maíz, frijol y horticultura, al igual que un resumen de sus vulnerabilidades, estrategias existentes de adaptación, vacíos identificados y opciones actuales.

Por definición, los enfoques para las cadenas de valor se centran en un solo producto básico. Sin embargo, al abordar el riesgo general y el impacto del cambio climático, es importante tener en cuenta toda la situación de los medios de vida y de la seguridad alimentaria de los hogares en riesgo. La integración de las cadenas de valor es un aspecto fundamental para evaluar el panorama general del cambio climático y sus efectos en un sistema particular de producción, a fin de captar el potencial de adaptabilidad y sostenibilidad ambiental, al igual que para velar por que se originen beneficios económicos para todos los actores involucrados. Asimismo, es esencial tener presente que muchos actores de las cadenas de valor ofrecen servicios que atraviesan estas cadenas en un nodo particular. Además, diferentes aspectos de las cadenas de valor presentan posibles soluciones para abordar el riesgo del cambio climático —ya sea al prestar servicios de investigación, producción y distribución de insumos, o al brindar servicios de extensión, lograr la diversificación de la producción agrícola, realizar el manejo poscosecha u ofrecer conocimiento especializado en comercialización.

La siguiente sección resume brevemente los resultados obtenidos a partir del análisis de las cadenas de valor:

Café. Este es el principal cultivo comercial de Honduras, el cual cuenta con unos 106.000 productores y aproximadamente 272.000 hectáreas de cafetales (Instituto Hondureño del Café [IHCAFE], 2014). El cultivo es extremadamente importante en términos de producción y como fuente de empleo e ingresos por concepto de exportaciones. Para el período de cosecha 2011-2012, Honduras superó a Guatemala como el principal país productor de café en Centroamérica, pues generó 3,8 millones de bolsas de 60 kilogramos del producto. Asimismo, Honduras es el tercer país exportador de café en América Latina, después de Brasil y Colombia, y el sexto en el ámbito mundial. Los pequeños agricultores generan la mayor parte del café de este país, pues se calcula que su contribución asciende hasta un 95 por ciento de la producción total anual (Samayoa y Hernández, 2013). La cadena de valor del café en Honduras genera más de 1,2 millones de puestos de empleo, lo cual equivale a un 30 por ciento de la población total del país (IHCAFE, 2014). Las ganancias de temporada a partir de la cosecha del café son una fuente importante de ingresos para las familias pobres en el occidente de Honduras, con lo cual se originan corrientes migratorias laborales, tanto dentro de esta región como al otro lado de la frontera, en zonas donde se ofrezcan los mejores salarios (FEWS NET, 2014).

Durante la temporada de cosecha 2010-2011, el café representó el 40 por ciento del total de las exportaciones agrícolas y su venta contribuyó con el 27 por ciento del producto interno bruto agrícola (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2012). El occidente hondureño es una región productora de café sumamente importante para el país, ya que genera el 58 por ciento de la producción total. La mayor parte del café de esta zona se produce en los departamentos de Copán (23 por ciento), Santa Bárbara (22 por ciento), Lempira (20 por ciento), Ocotepeque (14 por ciento) y La Paz (13 por ciento) (IHCAFE, 2014). Existen grandes oportunidades para ampliar la cuota de mercado del café de especialidad en la región occidental del país, pues el 80 por ciento producido allí cumple con los requisitos para este tipo de café. No obstante, sólo el 10 por ciento se vende formalmente bajo esta categoría (*Feed the Future*, 2011).

Debido a que el café es un producto básico comercializado internacionalmente, la cadena de valor de este cultivo en el occidente de Honduras es una compleja red que supone la participación de una gran cantidad de actores en el ámbito nacional e internacional, tales como productores, intermediarios, procesadores, tostadores, distribuidores, exportadores e importadores. La complejidad y la magnitud de esta red significa que los estreses y choques climáticos —tanto dentro como fuera de Honduras— tienen la posibilidad de generar efectos significativos que repercuten a lo largo de la cadena de valor e inciden en los actores, todo lo cual da origen a un impacto considerable en la economía general del país.

Por ejemplo, los efectos de la roya en la producción de café durante el año 2012 y el 2013 generaron pérdidas económicas que ascendieron aproximadamente a \$216 millones (Rock, 2013). FEWS NET (2014) informó que en el año 2014 los hogares pobres han recurrido a varias estrategias negativas atípicas de afrontamiento, puesto que una menor cosecha de café y una producción de granos básicos por debajo del promedio durante la denominada temporada de “primera” (mayo-agosto) han limitado sus ingresos y sus reservas de alimentos. Además, las fluctuaciones de los precios globales del café arábigo, que han disminuido en casi un 60 por ciento desde que alcanzaron su punto máximo en abril de 2011, también han repercutido considerablemente en el ingreso doméstico de los productores de la región occidental del país. FEWS NET (2014) también informó que a consecuencia de la roya del café, se prevé que las oportunidades diarias de trabajo no calificado en Honduras disminuirán entre un 16 y un 32 por ciento, en comparación con el período 2011-2012. Estos hechos revelan el alto grado de sensibilidad de la cadena de valor del café frente a los choques meteorológicos, al igual que la magnitud del impacto en los medios de vida y la economía.

Maíz y frijol. El maíz es el principal cultivo básico de Honduras. Aproximadamente entre el 75 y el 80 por ciento de la producción anual se genera durante la primera temporada y el mayor volumen se cosecha en octubre y noviembre. En el occidente del país, los pequeños agricultores con menos de 2,5 hectáreas producen la mayor parte del maíz, principalmente para la seguridad alimentaria de los hogares. La producción de frijol en la región también busca satisfacer principalmente estas necesidades de las familias. (FEWS NET, 2013). Entre el 65 y el 75 por ciento de la producción anual se obtiene durante la segunda temporada del cultivo (de postrera), cuya cosecha se realiza entre noviembre y mediados de marzo. Dependiendo de la temporada y de la disponibilidad local de alimentos, se exporta informalmente maíz y frijol hacia El Salvador (WFP, 2005). Los mercados principales para estos dos cultivos en el occidente del país son La Esperanza, Gracias, Santa Rosa de Copán y Nueva Ocotepeque. En el ámbito local, los mercados de abastos para el frijol y el maíz están bastante fragmentados y ofrecen a la población local una producción que también es local. Muchos mercados en el occidente hondureño tienen vínculos limitados con los mercados regionales debido a una infraestructura vial inadecuada. En general, los agricultores de esta zona del país que tienen excedentes de producción de maíz y frijol los venden a las tiendas locales de los poblados, a los mayoristas rurales y a los intermediarios regionales.

La mayoría de las ventas se realiza con intermediarios regionales, los cuales compran la producción en las comunidades, especialmente en zonas más remotas cuyo acceso a los mercados es más difícil (Programa Mundial de Alimentos [WFP], 2005). El impacto del fenómeno de El Niño en el año 2014 representa un indicio sobre la forma en que los choques meteorológicos repercuten en las cadenas de valor del maíz y del frijol en el occidente de Honduras. Las lluvias irregulares y tardías han incidido negativamente en la producción de estos cultivos en la región. Estos cambios han provocado un aumento considerable en los precios, especialmente del frijol. Como respuesta, el gobierno está importando frijoles a través de la Suplidora Nacional de Productos Básicos (BANASUPRO), en un intento por estabilizar los precios. Si estas medidas no modifican las conductas de acaparamiento existentes, el gobierno está pensando en congelar los precios del frijol en los supermercados y los mercados locales (FEWS NET, 2014). Diversos estudios sobre choques climáticos anteriores en el occidente de este país han revelado que los hogares que resultan perjudicados tienden a modificar los patrones de consumo debido al impacto en los precios o a una menor disponibilidad de alimentos. Por ejemplo, después del Huracán Mitch, las semillas de frijol resultaron más dañadas que las del maíz, por lo cual los agricultores pasaron a consumir más este producto de forma temporal (de Barbentane Nagoda y Fowler, 2003).

Horticultura. La producción de hortalizas y frutas en el occidente hondureño ha venido en aumento, a medida que se amplían las oportunidades de los mercados en el ámbito nacional, regional e internacional. La producción hortícola representa una oportunidad para la diversificación de medios de vida en el occidente hondureño, más allá de la producción de subsistencia de frijol y maíz. Esencialmente,

hay tres tipos de productores de vegetales en Honduras: 1) productores domésticos, especialmente mujeres, que cultivan frutas y hortalizas en sus huertas familiares; 2) productores emergentes que venden sus excedentes en los mercados informales; y 3) productores más avanzados que pertenecen a organizaciones agrícolas y que ya han establecido vínculos de mercado. Entre las etapas principales de la cadena de valor hortícola se incluyen la producción, el almacenamiento y la comercialización. Si bien una mayor presencia de supermercados en esta región del país está creando nuevas oportunidades para la venta de productos frescos, los mercados locales tradicionales y los compradores en la etapa de procesamiento todavía representan las principales oportunidades de mercado para los productores hortícolas en el occidente hondureño.

Aunque la producción hortícola representa una opción para diversificar los medios de vida, la misma también es particularmente vulnerable al cambio climático, según se pudo documentar mediante el análisis fenológico. Dos de los principales cultivos en el occidente hondureño —la papa y la lechuga— presentan altas probabilidades de disminuir su productividad debido a los cambios en las temperaturas y a la variabilidad en las precipitaciones. Tal como se ilustra en el Cuadro 7, existen vulnerabilidades y riesgos climáticos considerables relacionados con la etapa de comercialización, transporte y exportación dentro de la cadena de valor hortícola.

En el cuadro siguiente se presenta una comparación básica entre los productos básicos escogidos, con base en el análisis de bibliografía secundaria —lo que incluyó, por ejemplo, documentos gubernamentales, informes técnicos, una revisión bibliográfica paritaria, entrevistas con sujetos claves de información, tales como representantes de instituciones relevantes que participan en actividades agrícolas en el occidente del país, y reuniones de grupos focales con agricultores e instituciones en ocho municipios. El cuadro compara las cadenas de valor de cinco cultivos con relación al nivel de importancia para los medios de vida, la seguridad alimentaria y las estrategias del país (prioridades estratégicas), al igual que con respecto a la integración y la comercialización de las cadenas de valor, y la vulnerabilidad que presentan ante el clima, las plagas y las enfermedades. El café muestra una alta posición en términos de su importancia nacional y para los medios de vida, pero ocupa un puesto más bajo en cuanto a la seguridad alimentaria. Tanto el maíz como el frijol tienen un alto grado de importancia para la seguridad alimentaria, los medios de vida y las prioridades estratégicas, pero ocupan una posición baja en el nivel de integración y comercialización en la cadena de valor. En cuanto a la papa, su nivel de importancia como prioridad estratégica es alto, pero ocupa un lugar intermedio en la seguridad alimentaria y los medios de vida. La lechuga tiene una relevancia intermedia dentro de las prioridades estratégicas y ocupa un puesto bajo en las categorías de seguridad alimentaria y medios de vida. En términos de la vulnerabilidad al clima y las enfermedades, el café y la papa presentan un alto grado en ambos aspectos, mientras que la lechuga tiene un grado entre alto y medio de vulnerabilidad, el del maíz es medio y el del frijol es bajo.

CUADRO 7. COMPARACIÓN GENERAL DE LOS ARTÍCULOS BÁSICOS

	Café	Maíz	Frijol	Papa	Lechuga
Nivel de prioridad estratégica	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio
Importancia para la seguridad alimentaria	Baja	Alta	Alta	Media	Baja
Importancia para los medios de vida	Alta	Alta	Alta	Media	Baja
Nivel de integración y comercialización de la cadena de valor	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Vulnerabilidad a las enfermedades	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
Vulnerabilidad al clima	Alta	Media	Baja	Alta	Media

En el Anexo 5 se incluye un análisis detallado de las cadenas de valor en la región occidental de Honduras para el café, el maíz, el frijol y los productos hortícolas. Con base en ese análisis, a continuación se presenta un resumen de los principales riesgos climáticos y vulnerabilidades en diferentes etapas de las cadenas de valor de cada cultivo. Estos hechos se basan en la revisión de bibliografía secundaria (documentos gubernamentales, datos e informes del IHCAFE, una revisión bibliográfica paritaria, informes de proyectos, etc.), lo cual se complementó con entrevistas con sujetos claves de información y reuniones de grupos focales con instituciones relevantes que participan en la producción de café en el occidente de Honduras, al igual que con diversos agricultores. Posteriormente, se presentaron estos hechos para obtener los comentarios de los grupos interesados durante varios talleres de validación celebrados con instituciones relevantes en los lugares donde se realizaron las reuniones de los grupos focales. En el Anexo 5 se incluye información más detallada sobre los riesgos climáticos y las vulnerabilidades de las diferentes etapas de las cadenas de valor. Se recomienda la conducción de un estudio en el futuro, a fin de analizar con más profundidad las implicaciones específicas de estos riesgos y vulnerabilidades en cada etapa de las cadenas de valor de estos cultivos.

CUADRO 8. COMPARACIÓN DEL GRADO DE RIESGO CLIMÁTICO Y DE VULNERABILIDAD EN LAS CADENAS DE VALOR DE CADA CULTIVO

Etapa de la cadena de valor	Vulnerabilidad	Café	Maíz	Frijol	Papa	Lechuga
Producción	Un aumento en las temperaturas amenaza las condiciones aptas para la producción	++	+++	+++	++	++
	Una disminución en la fertilidad de los suelos reduce el rendimiento y hace que el cultivo sea más vulnerable a los estreses climáticos	++	+++	+++	+++	+
	Una capacidad deficiente de los suelos para retener humedad aumenta la vulnerabilidad ante la variabilidad de las precipitaciones	++	+++	+++	++	+
	Las plagas y las enfermedades aumentan al elevarse las temperaturas	+++	+++	+++	+++	+++
	Hay escasez de material de siembra libre de enfermedades y las lluvias poco confiables exacerbaban esta situación	++	+++	+++	+++	0
Comercialización y valor agregado	Las altas temperaturas y las lluvias fuera de temporada promueven la putrefacción y amenazan la calidad	+++	++	+	+++	+++
	Los eventos meteorológicos reducen la oferta y repercuten en los precios locales	+++	+++	+++	+++	+
Transporte	Los eventos extremos de precipitaciones y las inundaciones repercuten en el estado de las vías de comunicación. Hay comunidades sin acceso a caminos. El transporte es más costoso y difícil	++	+	+	++	+++
Exportación	Los precios internacionales son cada vez más volátiles como consecuencia de los efectos del cambio climático en la oferta	+++	0	0	0	++
	Hay una creciente preocupación internacional sobre el hecho de que la huella de carbono amenaza la demanda de los productos de exportación	+++	0	0	0	+++
	Las altas temperaturas y las lluvias fuera de temporada repercuten en la calidad y amenazan la habilidad de cumplir con las normas de exportación	+++	0	0	+	+++

Símbolos: Impacto relativo del cambio climático en varios aspectos de la vulnerabilidad de cada cultivo: +++ Altamente vulnerable; ++ Moderadamente vulnerable; + Vulnerabilidad limitada; 0 No les afecta

2.3.2 Sensibilidad de los medios de vida al cambio climático

El análisis de los medios de vida se basa en información y datos secundarios recopilados en las visitas de campo a través de las reuniones de grupos focales. Esta sección se fundamenta en los resultados del análisis de las cadenas de valor, al igual que en el de los ecosistemas y los cultivos, ya que la dependencia

relativa de bienes y servicios procedentes de ecosistemas y cultivos específicos determina el impacto de la exposición al cambio climático en los medios de vida. En este contexto, se define la sensibilidad como el impacto que genera la exposición a la variabilidad y al cambio climático en tales medios de sustento. En el occidente hondureño, la relación entre el grado de exposición y la sensibilidad de estos medios es compleja. Tal como se planteó en secciones anteriores, el cambio climático repercute en las condiciones ecológicas, lo cual a su vez incide en los bienes y servicios de los ecosistemas y en la productividad de los cultivos. Estos efectos también repercuten en los sistemas de los medios de vida que siembran estos cultivos y que dependen de tales bienes y servicios —especialmente en el occidente de Honduras, puesto que la mayoría de los hogares de esta región tienen medios de vida que provienen de la agricultura y de los recursos naturales. El impacto que genera la exposición de estos medios ante la variabilidad climática puede surgir a través de estreses a más largo plazo, tales como cambios en la disponibilidad de la humedad y variaciones en la composición de las especies de plantas, o bien, choques a corto plazo, tales como episodios de tormentas extremas. Los medios de vida más vulnerables a estos eventos meteorológicos son aquellos que no pueden absorber y soportar un impacto inmediato, para después recuperarse sin sufrir daños irreversibles en su sistema.

Para evaluar la sensibilidad diferenciada de los medios de vida en el occidente de Honduras frente al cambio climático, esta sección inicia con un vistazo general de las condiciones demográficas y socioeconómicas de esta región por departamento. Después, se presenta un análisis de información cualitativa sobre los medios de vida, la cual se recopiló a través de las reuniones de grupos focales en distintos lugares de las subcuencas escogidas. También se plantean los impactos directos e indirectos de la variabilidad y del cambio climático en los sistemas principales de medios de vida en la región. Esta sección concluye con la integración de indicadores de la vulnerabilidad social en el índice de vulnerabilidad ecohidrológica de las subcuencas escogidas, a fin de establecer un índice general de vulnerabilidad socioecológica.

Condiciones demográficas y socioeconómicas básicas en la región occidental del país

El occidente de Honduras incluye seis departamentos que abarcan un total de 19.827 km², lo cual equivale aproximadamente al 18 por ciento de la extensión territorial del país. Se calcula que 1,7 millones de personas habitan en esta región, de las cuales más de 1 millón viven en condiciones de extrema pobreza. Los recursos naturales de la zona han estado bajo un creciente grado de presión debido a las tasas relativamente altas de crecimiento demográfico (un 2,2 por ciento al año) experimentadas durante los últimos 14 años. Esto ha dado origen a una densidad de población relativamente alta de 87 habitantes por km², en comparación con el promedio nacional de 74. El departamento de Copán presenta la densidad demográfica más alta —115 habitantes por km²— mientras que Intibucá y Lempira tienen los índices más bajos —74 y 75 habitantes por km², respectivamente (véase el Cuadro 9).

CUADRO 9. CONDICIONES DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS BÁSICAS EN LA REGIÓN

Nombre del departamento	Área (km ²)	Población (2001)	Población estimada (2013)	Densidad de población (habitante/km ²)	IDH (2009)	IPM	
						(2001)	(2009)
La Paz	2.525	156.560	201.540	80	0,635	0,62	0,42
Santa Bárbara	5.013	342.054	440.326	88	0,623	0,57	0,43
Copan	3.240	288.766	371.728	115	0,616	0,59	0,46
Ocotepeque	1.636	108.029	139.066	85	0,615	0,57	0,48
Intibucá	3.127	179.862	231.536	74	0,601	0,65	0,56
Lempira	4.286	250.067	321.911	75	0,587	0,67	0,61
Total	19.827	1,325.338	1,706.107	86	0,613	0,61	0,49

Nota: Los cálculos del total de la población para el año 2013 se basan en las tasas reales de crecimiento de 2000-2010. Fuentes: World Population Review. La cobertura/uso de los suelos es con base en los datos de MODIS. Clasificación de la cobertura de los suelos. Rivera, et al., 2009. Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2014.

Las condiciones socioeconómicas en el occidente del país presentan altos niveles de sensibilidad ante la exposición climática, debido a la situación de extrema pobreza, los niveles de malnutrición, la falta de un acceso adecuado a las vías de comunicación y a la distancia relativamente larga (tiempo que se demora en llegar) con los mercados de consumidores (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias [IFPRI], 2013). La pobreza se ha generalizado en esta región, ya que todos los departamentos de occidente presentan las tasas más altas del país, en comparación con el promedio nacional relativo a la pobreza. Intibucá y Lempira son los departamentos con los porcentajes más altos de personas que viven bajo estas condiciones: el 56 y el 61 por ciento, respectivamente. Los departamentos de occidente también presentan la mayor incidencia de desnutrición crónica de los niños. Tanto en Lempira como en Intibucá casi la mitad de éstos (el 48 por ciento) presentan esta situación crónica. A estos departamentos le siguen La Paz con un 39 por ciento, y Copán con un 31 por ciento.

La encuesta de referencia del IFPRI con hogares que se realizó en el marco del Proyecto ACCESO de USAID reveló que el 95 por ciento de las familias dentro de la muestra depende de la leña como su fuente principal de combustible (IFPRI, 2013). Casi el 30 por ciento de los hogares de la muestra no tenía acceso al agua potable (IFPRI, 2013).

Con base en los datos consultados en el Índice de Desarrollo Humano (IDH)¹⁴ de 2012, en la región occidental de Honduras, el IDH promedio es de 0,613, el cual es levemente más bajo que el promedio

¹⁴ El Índice de Desarrollo Humano (IDH) del PNUD es un indicador compuesto que consta de tres dimensiones: educación, salud e ingresos. Según el PNUD, el IDH está diseñado para servir como marco de referencia, tanto para el desarrollo

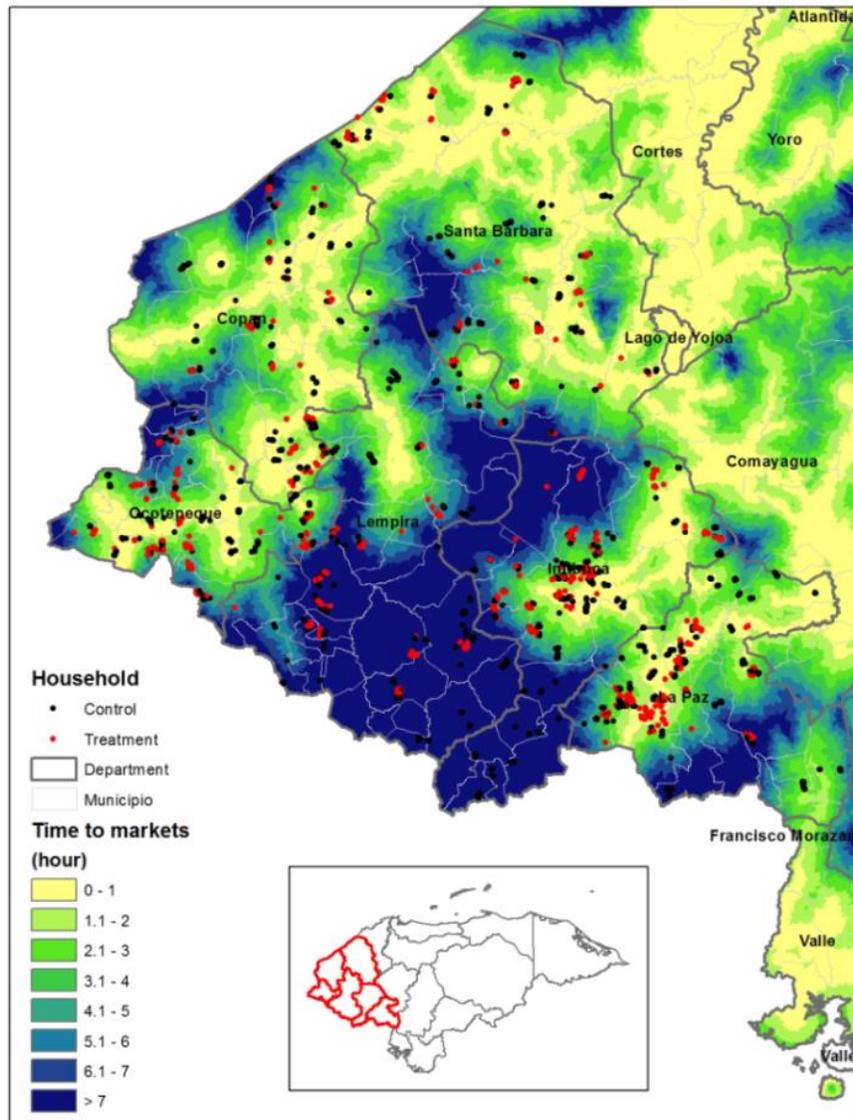
nacional de 0,632 (PNUD, 2013). Cuando se compara el IDH por departamento, de los seis que conforman la región, cinco se sitúan levemente por debajo del promedio nacional de 0,632. En ese sentido, La Paz es el único departamento que presenta un IDH un poco más alto que el promedio del país. Posiblemente, esta diferencia obedezca al hecho de que este departamento tiene una larga tradición como productor de café de especialidad de alta calidad y la mayoría de las comunidades de caficultores tiene un acceso adecuado a las vías de comunicación con Marcala y Jesús de Otoro, que son los principales centros económicos de la zona.

Las remesas desempeñan una función importante en el ingreso doméstico y la seguridad alimentaria de muchas familias en el occidente de Honduras, ya que representan entre el 25 y el 60 por ciento de los ingresos de los hogares (ACDI-VOCA, 2013). En este contexto, si bien el sur de La Paz carece de más oportunidades económicas, las remesas ejercen una influencia positiva en esta zona (ACDI-VOCA, 2013). La economía de Lempira e Intibucá también recibe una fuerte influencia de las remesas; sin embargo, los medios de vida de estos departamentos dependen predominantemente de la producción de granos básicos. En las entrevistas con sujetos claves de información y en las reuniones de grupos focales se señaló que hay una tendencia a recibir mayores transferencias después de que ocurre algún desastre natural, lo cual destaca el papel de las remesas como mecanismo de afrontamiento de los hogares para responder a los choques climáticos.

La falta de una red vial mantenida adecuadamente dificulta que los productos agrícolas lleguen hasta los mercados y que se pueda ofrecer precios competitivos. El acceso de las zonas del sur de Lempira e Intibucá a las vías de comunicación es muy limitado y se dura más de seis horas para llegar a los mercados, lo cual repercute considerablemente en el desarrollo empresarial vinculado a la agricultura (IFPRI, 2013). Esto se ilustra en el Gráfico 24, el cual muestra un análisis del tiempo que demoran los hogares en el occidente del país para llegar a los centros más cercanos de mercados, con base en la encuesta de referencia del IFPRI con hogares que se realizó en el marco del Proyecto ACCESO de USAID (IFPRI, 2013). Los participantes en las reuniones de grupos focales señalaron que con frecuencia los fuertes aguaceros afectan el transporte e incrementan el tiempo que se requiere para acceder los mercados.

social como económico (PNUD, 2013a). En el caso de la salud, el indicador cuantitativo es la esperanza de vida, mientras que para la educación se utilizan dos indicadores cuantitativos: el valor medio de los años de escolaridad para adultos de 25 años y los años previstos de escolaridad para niños en edad escolar. El componente sobre el nivel de vida se mide a través de ingreso nacional bruto per cápita. El IDH establece valores límites de referencias (denominados “goalposts” en inglés), tanto mínimos como máximos, para cada dimensión y posteriormente muestra dónde se sitúa una población determinada con relación a estos valores, expresados entre 0 y 1.

GRÁFICO 24. ANÁLISIS DEL TIEMPO QUE NECESITAN LOS HOGARES EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS PARA LLEGAR A LOS CENTROS MÁS CERCANOS DE MERCADOS



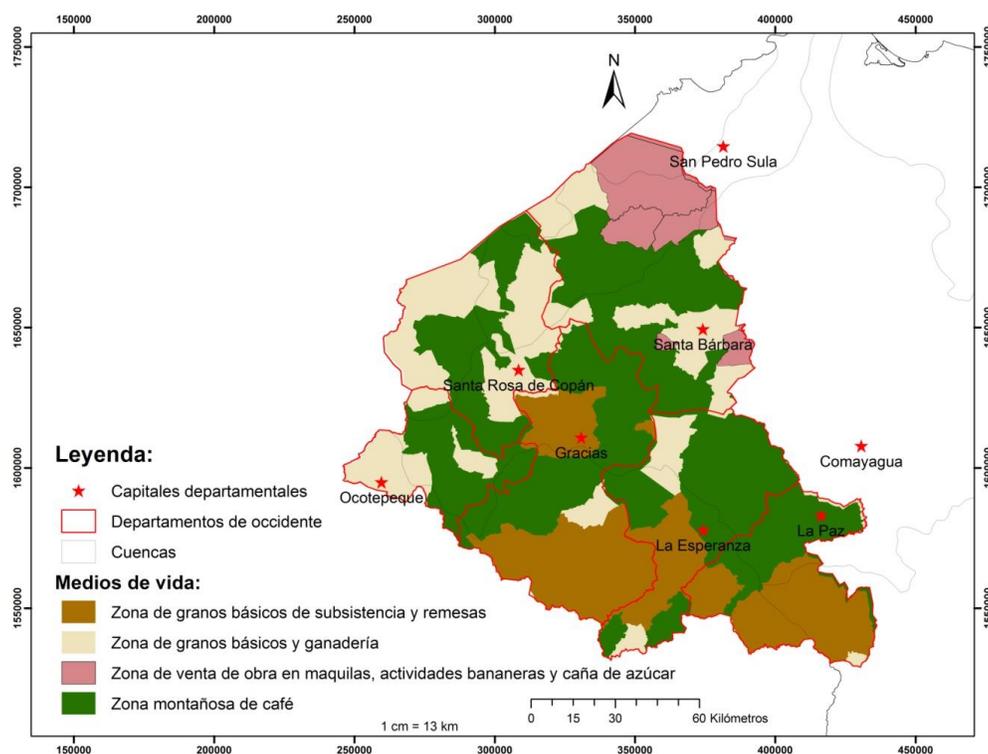
Source: IFPRI, 2013

Perfil de los medios de vida en el occidente de Honduras

Según los datos del censo más reciente, los hombres de entre 15 y 49 años de edad que viven en los departamentos de la región occidental del país se dedican primordialmente a la agricultura como medio de vida (INE, 2013). Su participación varía considerablemente, desde un 50 por ciento en Santa Bárbara hasta un 82,7 por ciento en Lempira, mientras que el promedio de todos los seis departamentos de la región es del 67 por ciento. También se observa un alto grado de participación de las mujeres en las actividades agrícolas, desde un 17,3 por ciento en Santa Bárbara hasta un 45,2 por ciento en Lempira. El IFPRI (2014) evaluó elementos relativos al empoderamiento de las mujeres en el occidente de Honduras mediante la aplicación del denominado Índice de Empoderamiento de las Mujeres en la Agricultura (WEIA, por sus siglas en inglés), el cual es una herramienta de medidas compuestas que permiten observar el control de las mujeres en aspectos fundamentales de la vida familiar, la comunidad y la economía. El análisis reveló que el 68,5 por ciento de las mujeres incluidas en la muestra se encuentra bajo la clasificación de “desempoderadas”, en comparación con un 39,9 por ciento de los hombres. Este índice también calculó el nivel de desigualdad dentro de los hogares que cuentan tanto con un hombre como con una mujer, mediante la aplicación del Índice de Paridad de Género (IPG). Se reveló que el 58 por ciento de estos hogares no mantiene un grado adecuado de igualdad de género.

La bibliografía secundaria consultada y la información recopilada a través de las reuniones de grupos focales identificaron al maíz y al frijol, y en un menor grado al sorgo, como los granos básicos principales que cultivan los hogares para su nutrición y seguridad alimentaria. El cultivo que es más rentable y que impulsa la economía es el café, al cual le siguen productos hortícolas, en especial la lechuga y la papa. El Gráfico 25 ilustra las zonas de los principales medios de vida según las áreas geográficas, divididas en cuatro: 1) maíz, frijol y remesas; 2) maíz, frijol y ganado; 3) mano de obra remunerada; y 4) café (FEWS NET, 2014).

GRÁFICO 25. ZONAS DE LOS MEDIOS DE VIDA EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS



Las reuniones de grupos focales que se llevaron a cabo en ocho zonas distintas de cinco subcuencas permitieron recopilar información sobre los perfiles de los medios de vida de cada uno de estos lugares y de las subcuencas, tal como se ilustra en el Cuadro 10. En éste se enumeran las actividades principales de los medios de vida presentes en cada lugar, según lo señalaron los participantes de los grupos focales, los cuales representaron a varias instituciones relevantes y a los agricultores. Los medios de vida en negrita son los que se consideraron como los más importantes dentro de cada lugar. Esta información complementa los datos secundarios sobre el hecho de que el café, el maíz y el frijol, y en menor grado, los productos hortícolas, representan las actividades predominantes de los medios de vida en el occidente del país.

CUADRO 10. MEDIOS DE VIDA EN CADA SUBCUENCA

Municipio	Departamento	Subcuenca	Medios de vida
La Florida, Opatoro	La Paz	Zona superior de Palagua-Goascorán	Café, maíz, frijol y producción doméstica de frutas (naranja, mango, limón, aguacate, banano, zapote y anona)
San Antonio del Norte	La Paz	Zona inferior de Palagua-Goascorán	Maíz, frijol y sorgo Ganadería Venta de servicios (alimenticios, mecánicos, de carpintería, de soldadura, de albañilería y de transporte) Extracción de arena y roca para construcción Construcción y venta de baldosas y bloques Productos forestales (leña y madera para techos) Remesas
La Esperanza	Intibucá	Zona superior de El Venado-Lempa	Café, maíz, frijol, papa , repollo, lechuga, brócoli, zanahoria y coliflor Comercio agrícola Ganadería Productos forestales (pino, encino, roble y carbón) Turismo y artesanías
Marcala	La Paz	Zona superior del Río Grande de Otoro	Café Servicios de transporte Microfinanzas Remesas Maíz y frijol Ganadería Microempresas Servicios profesionales para instituciones gubernamentales y proyectos Construcción
Jesús de Otoro	Intibucá	Zona inferior del Río Grande de Otoro	Arroz, café, maíz y frijol , productos hortícolas (tomate, chile y sandía) Remesas Ganadería Silvicultura Árboles frutales Carpintería, microempresas, comercio informal
Belén Gualcho	Ocatepeque	Zona superior de Mocal-Lempa	Cultivos hortícolas, café, maíz y frijol , comercio (insumos agrícolas y alimentos)
Tomalá	Lempira	Zona inferior de Mocal-Lempa	Maíz y frijol , café Ganadería Cultivo de tule Jabón Dulce de panela
San Marcos	Ocatepeque	Zona superior de Higuito-Ulúa	Café , cultivos hortícolas, maíz y frijol Extracción de arena y roca para construcción, apicultura, ganadería, agroindustria, reciclaje, turismo rural Producción de frutas (piña, plátano y aguacate) Fabricación de ladrillos

Impacto del cambio climático en los medios de vida

Se llevaron a cabo reuniones de grupos focales para identificar en detalle las percepciones institucionales y de los agricultores sobre el impacto de la variabilidad y del cambio climático en los medios de vida. Durante los últimos 20 años, los agricultores han identificado tres tendencias climáticas principales en la región:

- **Lluvias impredecibles.** Los agricultores perciben que tanto el inicio de la estación lluviosa como la duración de la época de cultivo ya no son confiables. Tampoco se puede predecir el inicio y la duración de la canícula.
- **Variabilidad y temperaturas extremas.** Los agricultores también perciben que hay un aumento general en las temperaturas de la región, al igual que variaciones extremas de éstas.
- **Severos eventos meteorológicos.** Los agricultores señalaron de que hay lluvias más fuertes que en el pasado, pero también son de menor duración. Además, hay vientos más fuertes y granizadas más severas.

En gran medida, el análisis climático (véase la Sección 2.1) fundamenta las percepciones anteriores. Este análisis identificó temperaturas más altas y sostenidas, al igual que la intensificación de los índices pluviales en algunas partes de esta región. Los agricultores consideran que el impacto directo de estas tendencias y de los eventos climáticos incluye una menor productividad y rendimiento de los cultivos, la pérdida de sembradíos a causa de las tormentas, fluctuaciones en las temperaturas (particularmente con respecto a los cultivos hortícolas), el inicio tardío de la temporada de lluvias y la ausencia de la canícula (lo cual perjudica especialmente los cultivos de maíz y frijol) y una mayor incidencia de plagas y enfermedades. A continuación se exponen los posibles efectos de la sensibilidad de los medios de vida en el occidente del país frente a la variabilidad y al cambio climático.

Tal como se describió en la Sección 2.1 sobre el análisis climático, según las predicciones del IPCC para el occidente de Honduras, esta región podría experimentar un calentamiento de hasta 2°C y un cambio neto en las precipitaciones de entre un -10 y un -20 por ciento para el año 2050. Es probable que para mediados de siglo, el occidente del país se haya transformado en una región crítica con un estrés exaltado por el cambio climático. Tomando en consideración este escenario, a continuación se presentan los posibles efectos directos e indirectos de estos cambios climáticos en los principales sistemas de medios de vida de esta región.

Maíz y frijol. En cuanto a la producción de granos básicos, lo cual se observa a lo largo de toda la región occidental, debido a que el impacto climático repercute en el rendimiento del maíz y del frijol, surgirán efectos indirectos en los medios de vida a través de un aumento en el precio de los cereales, el costo del forraje y el precio de la carne. A su vez, estos cambios darán origen a un menor consumo de cereales y de carne en los hogares. El aumento de los precios y una menor cantidad disponible de productos básicos deteriorarían los elementos que entran en juego para la seguridad alimentaria de los hogares (acceso, disponibilidad y utilización), todo lo cual repercutiría de forma negativa en la seguridad nutricional de las familias, especialmente de los niños. Una situación en la que exista una menor seguridad alimentaria por los efectos climáticos podría contribuir a un aumento en la delincuencia debido al robo de cultivos.

Café. Tal como se planteó anteriormente, se considera que el café es altamente vulnerable a la variabilidad y al cambio climático, tanto en términos de sus etapas fenológicas como a lo largo de su cadena de valor, por lo cual surge un alto nivel de vulnerabilidad en muchos hogares del occidente hondureño, cuyos medios de vida dependen de la producción del grano. Debido a que la variabilidad y el cambio climático repercuten en la calidad y la cantidad del café, disminuirá el ingreso familiar en el caso de los caficultores, lo cual a su vez reducirá el acceso de los hogares a los alimentos (la accesibilidad y la

disponibilidad alimentaria, al igual que las preferencias de consumo de alimentos tanto de las personas en un plano individual como de los hogares). Debido a que muchas familias que participan en el sector cafetalero trabajan como jornaleros asalariados, una menor demanda pondría en riesgo la habilidad de estos hogares de satisfacer sus necesidades alimentarias. A raíz de una menor calidad y cantidad de café, se originarían consecuencias no sólo para los caficultores y los jornaleros asalariados, sino que esto también repercutiría en el empleo y en la generación de ingreso de muchos actores que conforman la cadena de valor del café. A su vez, estos efectos incidirían negativamente en la economía local y nacional de Honduras y disminuirían las exportaciones, por lo que el gobierno percibiría menos ingresos.

Horticultura. Una mayor temperatura, aunada a la variabilidad y los eventos pluviales extremos disminuirán la productividad de la horticultura en el occidente del país. Es probable que esta tendencia, combinada con el alto grado de demanda de riego para diversos cultivos hortícolas, reduzca la viabilidad a gran escala de la horticultura como una opción de diversificación de los medios de vida en toda la región. Asimismo, los efectos climáticos en la producción hortícola incidirán de forma negativa en el empleo que se requiere en las zonas que generan estos cultivos en el occidente del país. Debido a que los productores hortícolas y los jornaleros asalariados en la región occidental de Honduras son más propensos a emigrar cuando las opciones laborales son limitadas, una menor producción hortícola debido a la variabilidad y al cambio climático podría dar origen a un escenario con un mayor movimiento migratorio hacia las zonas urbanas y especialmente hacia los Estados Unidos.

2.3.4 Vulnerabilidad socioecológica de las subcuencas escogidas

Para ampliar el análisis de la vulnerabilidad ecohidrológica de las subcuencas escogidas (tal como se detalla en la Sección 2.2.2), integramos diversas variables relevantes (densidad de población, nivel de pobreza e IDH) para presentar un índice general de vulnerabilidad socioecológica en estas subcuencas.

Para cada subcuenca, se calculó la densidad de población del año 2013 con base en los datos del censo de 2001 en el ámbito municipal y una tasa de crecimiento del 2,25 por ciento anual (*World Population Review*). Asimismo, se calculó la proporción del área que cada municipio comparte dentro de cada subcuenca y se multiplicó por la población estimada para el año 2013 en el ámbito municipal. Este resultado ofrece información sobre la contribución relativa de cada municipio a la población total calculada para cada subcuenca. Después se dividió la cifra estimada de esta población entre el área de la subcuenca para calcular la densidad demográfica. En cuanto al índice de pobreza, éste se calculó como un promedio de todos los municipios que comparten alguna parte de la subcuenca.

Asumimos que la densidad de población y el índice de pobreza generan un efecto negativo en la vulnerabilidad de la subcuenca; en otras palabras, los valores más altos contribuyen a aumentar el grado de vulnerabilidad. En cuanto al IDH, se asumió que sus niveles más altos (por ejemplo, mejor educación, servicios de salud e ingresos) contribuyen a un menor grado de vulnerabilidad, ya que las personas están mejor preparadas con recursos socioeconómicos para soportar y recuperarse de los choques inducidos por el clima (por ejemplo, sequías e inundaciones) y pueden invertir estos recursos para mejorar el capital que reducirán su grado de vulnerabilidad (por ejemplo, plantar árboles en las laderas y reubicarse hacia áreas menos propensas a las inundaciones).

Por consiguiente, se dividió el producto de la densidad de población y del índice de pobreza entre el IDH para calcular la vulnerabilidad social de cada subcuenca. Más específicamente, una subcuenca con una alta densidad de población, un alto índice de pobreza y un bajo IDH sería más vulnerable socialmente con base en las condiciones demográficas y socioeconómicas.

Para calcular la vulnerabilidad socioecológica general de las subcuencas, se dividió el índice de vulnerabilidad social entre el índice ecohidrológico. El Cuadro 11 presenta los resultados de la

vulnerabilidad socioecológica de cada subcuenca con base en estas variables. Según estos resultados, se clasificaron las subcuencas en términos de su vulnerabilidad socioecológica frente al cambio climático. Un valor de 1 es el grado más alto y uno de 8 es el más bajo de vulnerabilidad socioecológica.

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ANÁLISIS DE LOS MEDIOS DE VIDA

- Las condiciones socioeconómicas en el occidente de Honduras presentan altos niveles de sensibilidad a la exposición climática, caracterizada por la extrema pobreza, la desnutrición, y la falta de un acceso adecuado a los caminos y a los mercados de consumidores.
- Los medios de vida en el occidente hondureño también son altamente sensibles a los efectos climáticos, ya que dependen primordialmente de la agricultura, en especial del maíz, el frijol, el café y en menor grado de algunos cultivos hortícolas.
- Los agricultores perciben que el clima ha generado un fuerte impacto en sus medios de vida durante los últimos 20 años, especialmente debido a lluvias impredecibles, mayores variaciones extremas de las temperaturas y aguaceros más fuertes pero de más corta duración.
- Los agricultores perciben que entre los principales efectos directos de estos eventos meteorológicos en sus medios de vida se incluyen una menor productividad de los cultivos, la pérdida de sembradíos y una mayor incidencia de plagas y enfermedades.

Debido a que el café es el producto básico más sensible al cambio climático, es probable que los medios de vida que dependen de su producción —no sólo en el caso de los productores, sino a lo largo de toda la cadena de valor— sean los más perjudicados por los efectos climáticos.

- El impacto climático en los medios de vida que dependen de la producción de maíz y frijol generará efectos directos en su productividad y otros indirectos tales como un aumento en el precio de los granos, el costo del forraje y el precio de la carne, todo lo cual deteriorará los elementos que entran en juego para la seguridad alimentaria de los hogares.
- Es probable que el cambio climático disminuya la productividad de la horticultura, lo cual se combina con una mayor demanda de riego por parte de diversos cultivos de este tipo. Es probable que debido a esto se reduzca la viabilidad de la producción a gran escala a lo largo de la región. Podría surgir un mayor movimiento migratorio hacia las zonas urbanas y los Estados Unidos, debido a que las oportunidades de empleo para los productores hortícolas y los jornaleros asalariados son limitadas.
- Para ampliar el análisis de la vulnerabilidad ecohidrológica, se integraron diversas variables relevantes (densidad de población, nivel de pobreza e IDH) para presentar un índice general de vulnerabilidad socioecológica en las subcuencas escogidas. Con base en este análisis, El Venado-Lempa es la subcuenca más sensible a la exposición climática en términos socioecológicos. A ésta le siguen San Juan-Lempa, Higuito y Mocal-Lempa. Por su parte, la subcuenca con una menor vulnerabilidad socioecológica es Grande de Otoro.

CUADRO 11. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIOECOLÓGICA DE LAS SUBCUENCAS ESCOGIDAS

Subcuenca	Vulnerabilidad social (÷)				Vulnerabilidad ecológica	=	Clasificación relativa al a vulnerabilidad socioecológica
	Densidad de población (h/km ²)	Índice de pobreza	IDH	Índice de vulnerabilidad social	Índice de vulnerabilidad ecohidrológica	Índice de vulnerabilidad socioecológica	
Grande de Otoro	97	0,402	0,647	60,27	0,352	171	8
Mejocote	68	0,474	0,596	54,08	0,187	289	5
Palagua-Goascorán	43	0,405	0,635	27,43	0,108	254	6
San Juan-Lempa	58	0,454	0,576	45,72	0,094	487	2
El Venado-Lempa	79	0,446	0,620	56,83	0,078	729	1
Gualcarque	82	0,399	0,623	52,51	0,282	186	7
Higuito	90	0,331	0,610	48,84	0,116	422	3
Mocal-Lempa	66	0,461	0,587	51,83	0,144	360	4

Los resultados de este análisis revelan que la subcuenca de El Venado-Lempa es mucho más vulnerable en términos socioecológicos a la exposición climática. A ésta le siguen San Juan-Lempa, Higuito y Mocal-Lempa. El Venado-Lempa presenta una alta densidad de población, niveles relativamente altos de pobreza y el potencial más bajo de producción hídrica entre todas las subcuencas seleccionadas. Bajo las proyecciones climáticas sobre un aumento en las temperaturas y menos precipitaciones, es probable que El Venado-Lempa experimente condiciones de estrés hídrico extremo (debido precisamente a la capacidad muy limitada de producción hídrica que presenta, al igual que a su alta densidad demográfica), mientras que los sistemas sociales tendrán una habilidad limitada para soportar y adaptarse a estos efectos debido a la alta incidencia de la pobreza. Es posible que surja un escenario similar en San Juan-Lempa, ya que esta subcuenca también presenta niveles más altos de pobreza y un bajo potencial de producción hídrica. Si bien Higuito tiene los índices más bajos de pobreza entre las subcuencas escogidas, esta zona presenta una de las densidades de población más altas y la menor cobertura permanente de los suelos. La combinación de estos dos elementos en Higuito significa que la base de los recursos de la subcuenca se encuentra bajo un considerable grado de estrés, el cual se exacerbará debido a los efectos climáticos. En especial, los episodios de lluvias más intensas podrían ocasionar efectos sociales y ecológicos significativos en Higuito debido a su baja cobertura permanente de los suelos y a su alta densidad de población. Mocal-Lempa presenta niveles relativamente altos de pobreza, al igual que entre los niveles más bajos del IDH y del ICPS entre estas subcuencas. Por consiguiente, las comunidades de esta zona tienen una habilidad limitada para soportar los efectos climáticos debido a los altos niveles de pobreza existentes y a un desarrollo social y económico limitado, mientras que sus sistemas ecológicos son altamente sensibles a la exposición climática debido a un bajo grado de cobertura permanente de sus suelos.

Aunque todas las subcuencas estudiadas son vulnerables al aumento de las temperaturas y a una menor cantidad de precipitaciones, las cuales también son más variables, la que presenta un menor grado de vulnerabilidad con base en estos resultados es Grande de Otoro. A esta subcuenca le siguen Gualcarque y Palagua-Goascorán. Si bien Grande de Otoro presenta la densidad demográfica más alta de todas las subcuencas escogidas, en esta zona se observan índices de pobreza relativamente más bajos y niveles más altos del IDH, además del ICPS y del potencial de producción hídrica más altos en todas estas subcuencas. Por ello, es probable que las comunidades de esta zona tengan una mayor capacidad para soportar el impacto climático debido a mejores condiciones de los medios de vida, mientras que los

altos niveles de cobertura permanente de los suelos y de potencial de producción hídrica indican que sus sistemas ecológicos pueden amortiguar más eficazmente el impacto de las temperaturas más altas y de una menor cantidad de lluvia.

2.4 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN

Se puede definir la capacidad de adaptación como la habilidad de las personas e instituciones de prever, soportar y responder a la variabilidad y al cambio climático, al igual que de minimizar, hacer frente y recuperarse de sus efectos. Las personas y las comunidades con una mayor capacidad de adaptación son menos vulnerables y puede soportar de forma más eficaz los estreses y los choques climáticos. Las instituciones locales facilitan y mejoran la habilidad de las personas, las comunidades y los ecosistemas para adaptarse al cambio climático. Esta sección evalúa la capacidad de adaptación de los agricultores y las instituciones en el occidente del país, para que puedan ajustarse a los cambios en el sistema natural a consecuencia de la variabilidad y del cambio climático.

2.4.1 Capacidad de adaptación de los agricultores

Mediante las reuniones de grupos focales con agricultores se identificaron respuestas de adaptación que se han llevado a cabo para ajustarse a los cambios que han repercutido en la agricultura en el transcurso del tiempo (tanto climáticos como no climáticos). El clima ha desempeñado un papel directo e indirecto en muchos de los elementos que impulsan estos cambios, especialmente con relación a los vínculos existentes entre la exposición climática, la degradación de la tierra, una mayor evaporación de la humedad de los suelos, la proliferación de plagas y enfermedades, y una menor disponibilidad del agua. Con base en el análisis de la frecuencia de las respuestas de los agricultores participantes, el Cuadro 12 identifica una serie de prácticas de adaptación, las cuales se han aplicado en gran medida, o al menos en parte, debido a factores climáticos. Este cuadro también enumera la frecuencia con la que los agricultores han adoptado estas prácticas.

En ese sentido, si bien los agricultores están aplicando algunas prácticas importantes de adaptación, es evidente que el grado y el ritmo al que se han ejecutado tales medidas y la innovación todavía no están a la altura del reto que impone el cambio climático. Algunas prácticas importantes han logrado una adopción a gran escala, tal como el uso de silos metálicos para el almacenamiento poscosecha del maíz, lo cual ha reducido considerablemente las pérdidas durante esa etapa. Sin embargo, ha habido una adopción limitada de prácticas para la gestión de los recursos naturales, especialmente de los suelos y del agua, los cuales son esenciales para aumentar la resiliencia en las fincas tanto frente a las sequías como a los fuertes aguaceros. Asimismo, los agricultores que participaron en los grupos focales revelaron que la tenencia insegura de la tierra y la falta de asistencia técnica son factores importantes que inhiben una adopción más generalizada de estas prácticas. Los agricultores sin un acceso seguro a la tierra tienen un incentivo limitado para invertir en la gestión de los recursos naturales a largo plazo.

CUADRO 12. PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN Y FRECUENCIA DE SU APLICACIÓN

Prácticas de adaptación	Frecuencia de su aplicación
Selección y adopción de variedades locales que sean más resistentes a las sequías y a las plagas/enfermedades	+++
Adopción de riego por goteo	+
Adopción de la práctica de cero quema, a fin de abordar problemas de erosión de los suelos y degradación de la tierra	+
Cambios en las fechas de siembra. Ya no se hace el 3 de mayo (como era antes), sino que ahora se espera hasta junio o julio	+++
Adopción de silos de metal para el almacenamiento poscosecha del maíz	+++
Diversificación de medios de vida, tanto dentro como fuera de las actividades agrícolas	+
Plantaciones de alta densidad en el caso del maíz, el frijol y el café	+++
Conservación de los suelos (curvas a nivel, siembras contra las laderas, barreras vivas)	+
Sistemas de cero labranza	++
Creación y participación en las cajas rurales	+++
Actividades agrícolas protegidas (uso de invernaderos, etc.)	+
Investigaciones participativas bajo un modelo de agricultor a agricultor, a fin de identificar y aprender prácticas de gestión que reduzcan el impacto de las sequías y de los fuertes aguaceros	+
Movimientos migratorios	++
Creación de los Comités de Emergencia Local (CODELES)	+++
Almacenamiento comunitario de granos	+
Sistemas agroforestales	+
<i>Símbolos: +: Adoptadas con menos frecuencia; ++: Adoptadas con cierto grado de frecuencia +++: Adoptadas ampliamente.</i>	

Hay varias fuentes principales de innovación y difusión de estas prácticas de adaptación. Los agricultores destacaron tres de estas fuentes: 1) la experimentación agrícola; 2) las ONG; y 3) las empresas privadas.

- **Experimentación agrícola.** Los agricultores mencionaron su propia experimentación como una fuente fundamental de innovación para las prácticas de adaptación, especialmente para la selección de variedades locales que sean más resistentes a los factores climáticos, al igual que en lo referente a técnicas y decisiones para la siembra. Además de su experimentación en un plano individual, con frecuencia los agricultores han observado las prácticas de sus vecinos y después han tomado decisiones sobre la adopción de ciertas variedades, al igual que de prácticas de gestión con base en el éxito (o el fracaso) de éstas en las parcelas vecinas.
- **ONG.** Aunque el grado varía según la ONG, éstas ofrecen asistencia técnica en el occidente de Honduras. Por ejemplo, durante muchos años, Belén Gualcho ha recibido asistencia intensiva y sostenida en el área de horticultura, mientras que Tomalá ha recibido un grado mucho menor de ayuda externa. Los agricultores identificaron la asistencia técnica externa como un factor esencial en la introducción de prácticas que han contribuido a amortiguar el efecto de los estreses y los choques climáticos, especialmente en lo que se refiere a la introducción de variedades nuevas y mejoradas, prácticas de gestión (por ejemplo, conservación de suelos y prácticas agroforestales), la gestión de plagas y la adopción de insumos agrícolas (por ejemplo, fertilizantes y plaguicidas). A pesar del impacto positivo que en términos generales ha generado la asistencia técnica externa, los agricultores mencionaron algunos problemas con los agentes de extensión de las ONG,

especialmente los que provienen de lugares fuera de esta región, ya que a menudo no están familiarizados con el contexto agroecológico de zonas específicas y promueven prácticas de gestión y variedades que no son aptas ni se adaptan a las condiciones locales. En las reuniones de grupos focales con agricultores se identificó el hecho de que en general hace falta asistencia técnica, en especial con relación a prácticas de gestión de los suelos en las fincas y de los recursos hídricos.

- **Empresas privadas.** Los agricultores —particularmente aquellos a cargo de operaciones que se orientan más a los negocios— citaron a las empresas privadas como una fuente importante de innovación para las variedades mejoradas de semillas, información sobre la regularidad y la aplicación de insumos agrícolas (por ejemplo, fertilizantes y plaguicidas), el acceso a los mercados y la obtención de equipo mecanizado para aumentar la eficacia de las operaciones agrícolas.



Lechuga de riego por goteo en Belén Gualcho. Fotografía de L. Caballero, 2014.

Los agricultores también citaron varias fuentes de difusión de las tecnologías y prácticas. No es de sorprenderse que entre estas se mencionaran las que son de agricultor a agricultor, de las ONG a los agricultores y de las empresas privadas a los agricultores. En este sentido, durante las reuniones de grupos focales, se identificó la difusión de conocimiento e información sobre prácticas de adaptación de agricultor a agricultor como un medio esencial para facilitar la adopción generalizada de las prácticas que reducen el impacto de los choques y los estreses climáticos.

Quizás la práctica de adaptación más exitosa en el occidente del país sea el sistema agroforestal conocido como Quesungual (SAQ o bien QSMAS, por sus siglas en inglés), el cual representa una innovación para la gestión integral de los suelos y los recursos hídricos, pues ofrece una alternativa para la agricultura de roza y quema. El sistema se basa en la siembra de maíz, sorgo y frijol mediante el uso de una técnica de cero labranza, con prácticas de roza y cubrimiento de los suelos (Fernández et al., 2005). Se ha informado que más de 5.000 agricultores en la zona suroccidental de Honduras han adoptado el sistema, con una mayor concentración en el sur del departamento de Lempira, en los municipios de Candelaria, Mapulaca, Tomalá y Tambla (Ayarza y Welchez, 2008). En la década de los años 80, como parte del Programa Lempira Sur, los técnicos en extensión de la FAO descubrieron que los agricultores del poblado de Quesungual practicaban una técnica de roza y cubrimiento de los suelos (“tapado”), en vez de la práctica tradicional de quemar la vegetación que se corta después de despejar los terrenos. Esta técnica permitía que el material orgánico se descompusiera, con lo cual se conservaba de forma eficaz la humedad de los suelos (“agua verde”), mientras al mismo tiempo se añadían nutrientes al terreno. Los agricultores del poblado de Quesungual también practicaban el intercalado de árboles dentro del sistema. Esta práctica ayudaba a reducir la erosión de los suelos, lo cual era (y continúa

siendo) un problema significativo de los ecosistemas agrícolas en el occidente de Honduras. Se mejoró la eficacia de este sistema al someterlo a prueba en las fincas y al compartir conocimiento e información agrícola entre los agentes de extensión y los agricultores locales.



Un agricultor que ha adoptado el SAQ muestra el material orgánico que hay en los suelos en las afueras de Candelaria, Lempira. Fotografía de J. Parker, 2012.

Las fincas que han adoptado este sistema han mostrado un aumento del 100 por ciento en el rendimiento de los cultivos. En el caso del maíz este aumento ha sido de 1.300 kilogramos por hectárea, mientras que para el frijol ha sido de unos 475 kilogramos por hectárea. (Castro et al., 2009). El SAQ también ha demostrado que es muy resiliente a la variabilidad y a los choques climáticos, permitiendo así que los cultivos resistan períodos prolongados de sequías, al igual que fuertes aguaceros. Durante los eventos climáticos extremos de El Niño en 1997 y las inundaciones severas que originó el Huracán Mitch al año siguiente, se reportaron pérdidas mucho menores de cultivos de los agricultores que estaban empleando el sistema Quesungual (Ayarza y Welchez, 2008). La resiliencia del SAQ obedece primordialmente a la cobertura de los suelos, la cual aumenta la retención de humedad durante períodos prolongados de sequías, mientras que también reduce el impacto de las lluvias torrenciales en los cultivos. El sistema representa un excelente ejemplo de las prácticas de adaptación que pueden ser resilientes frente a los choques y los estreses climáticos, mientras aumentan de forma simultánea la productividad agrícola y mejoran los medios de vida de los agricultores.

Diversas investigaciones sobre el SAQ han mostrado que en los municipios con un mayor grado de adopción del sistema, los agricultores habían logrado la tenencia de sus tierras, participado en grupos comunitarios y obtenido asistencia técnica (Parker, 2011). En el caso de aquellos agricultores que no recibieron asistencia en las comunidades que presentaban un mayor grado de aplicación del SAQ, éstos adoptaron la innovadora técnica después de observar los beneficios obtenidos en las fincas vecinas. Otro aspecto en común en las comunidades con un alto grado de adopción de este sistema fue la presencia de un grupo heterogéneo y bastante amplio de actores —tales como organizaciones internacionales, ministerios sectoriales, agentes de extensión, ONG, gobiernos municipales, grupos comunitarios y agricultores— que promovían de forma colectiva la innovación. Los promotores locales dentro de las instituciones locales, especialmente en los gobiernos municipales y los grupos comunitarios, desempeñaron un papel muy activo en el fomento de esta innovación y en la prestación de incentivos para su adopción— tanto en la forma de “recompensas” (asistencia técnica a los agricultores que adoptaban esta práctica) como de “castigos” (tales como ordenanzas municipales que imponían una

multa a los agricultores que practicaran la quema). Por otra parte, en las comunidades con un bajo grado de adopción del SAQ, la tenencia de la tierra era insegura, la participación en grupos comunitarios era mínima y muy pocos agricultores habían recibido asistencia técnica. A diferencia de las comunidades con un alto grado de adopción del SAQ, una red mucho menor y más homogénea de actores se encargaron de promover la innovación y las instituciones locales no contaban con promotores.

Las lecciones aprendidas a partir de la aplicación del SAQ demuestran que es necesario contar con un entorno propicio para aumentar la capacidad de las instituciones locales y catalizar la adopción generalizada de prácticas entre los agricultores, a fin de resistir y responder a la variabilidad y al cambio climático en el occidente del país. Debido a que los beneficios de muchas prácticas de gestión que aumentan la resiliencia frente a los choques y los estreses climáticos no son inmediatos, el hecho de contar con una tenencia segura de la tierra es esencial para facilitar su adopción generalizada. Los agricultores arrendatarios que cambian de parcelas cada cierto tiempo tienen pocos incentivos para invertir en medidas a más largo plazo para aumentar la resiliencia. Asimismo, es importante contar con un alto nivel de capital social, en la forma de participación activa en los grupos comunitarios, ya que esto permite que los agricultores tomen acciones colectivas mientras ayudan a difundir conocimiento e información sobre las prácticas de adaptación dentro de un grupo más amplio. En aquellas comunidades donde los agricultores tienen una participación limitada en los grupos comunitarios y las asociaciones, se puede obstaculizar el aprendizaje social y la difusión de información, y por lo tanto limitar la adopción de las prácticas. Además, es fundamental contar con una red diversa de actores para crear un 'sistema de innovación' que permita catalizar el desarrollo y la promoción de nuevas prácticas e ideas, al igual que la integración de conocimiento científico y tradicional. Finalmente, y quizás sea el elemento más importante, es esencial que existan instituciones locales y promotores en este ámbito, especialmente dentro de los gobiernos municipales, para contar con liderazgo y aumentar el nivel de confianza entre los promotores de la innovación y los agricultores, mientras al mismo tiempo se crean incentivos para su adopción.

Capacidad de adaptación de las instituciones agrícolas y de gestión ambiental

Existe una amplia variedad de instituciones locales y regionales que desempeñan un papel importante para ayudar a los hogares y las comunidades del occidente de Honduras a prever, soportar y responder a la variabilidad y al cambio climático. Se pueden clasificar estas instituciones en tres categorías, a saber:

- **Instituciones públicas**, incluidas las municipalidades, las mancomunidades y los ministerios sectoriales (por ejemplo, el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal [ICF], la Comisión Permanente de Contingencias de Honduras [COPECO], etc.)
- **Instituciones de la sociedad civil**, tales como las juntas de agua, los Comités de Emergencia Local (CODELES), las cajas rurales (que funcionan como bancos comunitarios), las escuelas vocacionales (tal como el Instituto Tecnológico Comunitario [ITC]), las universidades y las ONG.
- **Instituciones del sector privado**, incluidas las cooperativas agrícolas, al igual que los proveedores de servicios de extensión y de insumos.

Las entrevistas con sujetos claves de información y las reuniones de grupos focales con representantes de instituciones locales y regionales que centran sus labores en la agricultura y la gestión ambiental en La Esperanza, Marcala, San Antonio del Norte, San Marcos de Ocotepeque, Tomalá, Belén Gualcho y Jesús de Otoro revelaron que éstas tienen conocimiento sobre las amenazas que impone el cambio climático y la necesidad existente de adaptarse. Sin embargo, las instituciones cuentan con capacidades y recursos humanos, financieros y técnicos limitados para poder aplicar eficazmente medidas que aumenten la resiliencia frente a la variabilidad y al cambio climático. En el cuadro 13 se incluye una lista de las acciones y las intervenciones que están llevando a cabo estas entidades para responder al impacto

climático (según las perciben las propias instituciones). Tal como se puede observar en el cuadro, en la región occidental de Honduras, las instituciones agrícolas y de gestión ambiental están emprendiendo medidas importantes para responder a los efectos climáticos. Sin embargo, sólo algunas de estas acciones se ajustan de forma tal que aborden el riesgo climático y por lo general no se basan en evidencia e información sobre efectos específicos del clima. Algunas municipalidades, en especial en las que hay una fuerte presencia de ONG y proyectos financiados por diversos entes donantes, son más avanzadas en términos de la ejecución de acciones. Por ejemplo, Belén Gualcho —que durante mucho tiempo ha recibido apoyo de proyectos financiados por diversos donantes y de la ONG Aldea Global— está realizando evaluaciones de la vulnerabilidad y del riesgo, organizando su CODEL y estableciendo sistemas de alerta temprana. Asimismo, Jesús de Otoro —que ha obtenido un alto grado de apoyo de la Fundación para la Investigación Participativa con Agricultores de Honduras (FIPAH)— está llevando a cabo investigaciones sobre prácticas agrícolas de adaptación, desarrollando un plan en la microcuenca de Santa Cruz para aumentar su grado de adaptación, e instalando estaciones meteorológicas.

CUADRO 13. ACCIONES EMPRENDIDAS POR INSTITUCIONES LOCALES AGRÍCOLAS Y DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA RESPONDER A LOS EFECTOS CLIMÁTICOS (SEGÚN LAS PERCIBEN LAS PROPIAS INSTITUCIONES)

Municipio	Acciones emprendidas por instituciones locales para responder a los efectos climáticos (según las perciben las propias instituciones)
La Esperanza	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitaciones comunitarias sobre el cambio climático • Gestión forestal y protección de las zonas de captación • Asistencia técnica para la gestión de los recursos hídricos
Marcala	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación de las zonas degradadas y de captación • Establecimiento de viveros • Capacitación para la gestión integral de los recursos hídricos • Monitoreo comunitario de los bosques • Prácticas para la conservación de los suelos y riego por goteo
San Antonio del Norte	<ul style="list-style-type: none"> • Educación juvenil • Reforestación de las zonas de captación • Monitoreo comunitario de los bosques
San Marcos de Ocotepeque	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de tecnologías y prácticas agrícolas • Gestión forestal y medidas de conservación • Financiamiento agrícola • Capacitación de agricultores en temas relativos a la adaptación

Municipio	Acciones emprendidas por instituciones locales para responder a los efectos climáticos (según las perciben las propias instituciones)
	<ul style="list-style-type: none"> • Planes de gestión de cuencas • Riego por goteo
Tomalá	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de juntas de agua • Establecimiento de viveros forestales • Delimitación de microcuencas • Organización comunitaria • Coordinación interinstitucional • Microfinanzas
Belén Gualcho	<ul style="list-style-type: none"> • Organización del CODEM y del CODEL • Evaluaciones de la gestión del riesgo y la vulnerabilidad • Sistemas de alerta temprana • Reforestación y gestión forestal • Construcción de invernaderos • Recolección de agua
Jesús de Otoro	<ul style="list-style-type: none"> • Investigaciones participativas sobre prácticas de adaptación agrícola • Aplicación de planes de gestión del riesgo • Plan de adaptación en la microcuenca de Santa Cruz • Actividades agroforestales y diversificación en las fincas • Identificación de grupos vulnerables • Instalación de estaciones meteorológicas

Además de una débil capacidad humana, técnica y financiera para responder a las amenazas de la variabilidad y del cambio climático, nuestro análisis de las instituciones agrícolas y ambientales en el occidente hondureño reveló tres brechas significativas en las capacidades institucionales que obstaculizan su habilidad para aumentar de forma eficaz la resiliencia frente al impacto climático:

- La falta de programas de investigación y extensión en el ámbito local debidamente adaptados a las zonas agroecológicas del Corredor Seco. Tanto las reuniones de grupos focales como las entrevistas con sujetos claves de información revelaron que en la región occidental del país muy pocos esfuerzos se han centrado en las investigaciones agrícolas y ambientales y en las actividades de

extensión en el ámbito local, adaptadas a la diversidad de las zonas agroecológicas de esta región. La mayoría de las investigaciones ambientales se realiza fuera de la región —por ejemplo, en los centros de la Escuela Agrícola Panamericana del Zamorano y la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Se observó la ausencia de investigaciones e iniciativas de extensión centradas en el desarrollo de mejores variedades de maíz, frijol y café que sean más tolerantes al calor/las sequías y que se adapten a las condiciones del Corredor Seco. Además, hay pocas investigaciones e iniciativas de extensión dirigidas a abordar la gestión de los recursos naturales dentro de la agricultura, centrándose en prácticas que aumenten la resiliencia frente a los choques y los estreses climáticos en el Corredor Seco. Una salvedad es el programa de investigación participativa de la FIPAH en torno a diversas prácticas agrícolas de adaptación. Este es un modelo que podría ampliarse paulatinamente a lo largo de toda la región.

- **La información disponible es inadecuada para tomar decisiones sobre la adaptación en el ámbito local.** Hace falta contar con más datos e información para tomar decisiones fundamentales sobre la adaptación al cambio climático en el occidente de Honduras. En especial, se carece de información acerca de la hidrología, los suelos y el uso de la tierra. Nuestra investigación reveló que en los casos en que existe información, a menudo ésta se concentra en el ámbito nacional y no se comparte o no está a disposición de las instancias decisorias en el plano regional o municipal. También se observan vacíos en cuanto a la capacidad de las instancias decisorias para interpretar y analizar esta información, a fin de poder tomar decisiones climáticamente inteligentes.
- El enfoque institucional ha sido la respuesta en caso de desastres; no se hace suficiente énfasis en la gestión y la reducción del riesgo climático. Si bien las instituciones nacionales y regionales están dedicando esfuerzos para incorporar plenamente la gestión y la reducción del riesgo de desastres en el proceso general del desarrollo, estas labores todavía no se han traducido en acciones en el ámbito local dentro de la región occidental del país. Los Comités de Emergencia Municipal (CODEMS), los CODELES y las actividades emprendidas en el ámbito comunitario continúan centrándose primordialmente en las respuestas posteriores a un desastre, en vez de hacerlo en acciones para aumentar la resiliencia comunitaria frente al riesgo climático.

2.5 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y EL SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS

Tal como se planteó en el análisis sobre las áreas protegidas, éstas desempeñan un papel fundamental para aumentar la resiliencia ecológica frente a la variabilidad y al cambio climático en el occidente de Honduras. Estas áreas constituyen más del 13 por ciento de la superficie total de la región, son fuentes importantes para el suministro de agua de las comunidades, regulan el clima local y los caudales hidrológicos, y representan una herramienta importante para mantener la cobertura permanente de los suelos. Sin embargo, hay diversas amenazas significativas que están degradando el funcionamiento ecológico de las áreas protegidas de la región, especialmente la expansión agrícola para la producción del café y la labranza de subsistencia. Estas amenazas están menoscabando la habilidad de las áreas protegidas para reducir el grado de vulnerabilidad de la región frente al cambio climático.

Las fallas en las políticas y en la gobernabilidad son elementos subyacentes de las amenazas existentes en el occidente del país. Sólo 7 de las 21 áreas protegidas en la región cuentan con planes de gestión y ninguno de estos identifica estrategias, medidas, actividades o programas relativos a la adaptación al cambio climático. El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal (ICF) no cuenta con la presencia institucional necesaria en el campo ni con los recursos financieros para cumplir con su compromiso constitucional de gestionar o cogestionar las áreas protegidas de la región. También existe un grado limitado de sensibilización pública sobre la importancia de las áreas protegidas y un nivel insuficiente de coordinación entre los actores y las organizaciones que dependen de los beneficios de los ecosistemas que ofrecen estas áreas.

3.0 RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

El equipo encargado de esta evaluación revisó los principales hallazgos sobre el grado de exposición y sensibilidad, al igual que acerca de la capacidad de adaptación existente. Con base en estos resultados, el equipo elaboró una serie preliminar de recomendaciones y opciones que se pueden agrupar en cinco vías de adaptación: generación, gestión y adquisición de conocimiento; gestión de recursos hídricos resilientes; conservación de ecosistemas críticos; diversificación; y gestión del riesgo. Estas cinco vías ofrecen una estrategia global y holística que integra la gestión sostenible de los suelos y del agua en los sistemas de producción y los paisajes, como forma de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y los medios de vida en el occidente de Honduras frente a la variabilidad y al cambio climático. Primero se ofrece un vistazo general de cada vía de adaptación con actividades ilustrativas generales. Posteriormente, se incluyen opciones de adaptación y recomendaciones más detalladas y específicas para cada subcuenca, con base en las cinco vías de adaptación planteadas.

3.1 VÍAS DE ADAPTACIÓN

Vía de adaptación I: Generación, gestión y adquisición de conocimiento. La evaluación de la vulnerabilidad reveló una serie de vacíos significativos en la generación del conocimiento necesario para lograr que las decisiones que se tomen sobre la adaptación respondan al cambio climático en el Corredor Seco, al igual que para abordar la gestión y la coordinación de ese conocimiento y la posterior aplicación y aprendizaje por parte de las instancias decisorias. Existe una urgente necesidad de contar con esfuerzos investigativos y de extensión en el ámbito local debidamente adaptados a las condiciones agroecológicas tan diversas en el occidente hondureño. Las actividades de extensión y las investigaciones deberán centrarse primordialmente en una agricultura climáticamente inteligente —con énfasis en el desarrollo de mejores variedades locales que sean más resistentes a las temperaturas y las lluvias extremas—, al igual que en la identificación conjunta con los agricultores y la diseminación eficaz de prácticas de gestión que aumenten la resiliencia del maíz, el frijol, el café y la horticultura frente a los choques y los estreses climáticos. Las investigaciones sobre una agricultura climáticamente inteligente y las correspondientes actividades de extensión deberán complementarse con otros esfuerzos investigativos y de extensión que se centren en profundizar la comprensión sobre la exposición y el cambio climático, a través de una mejor calidad, disponibilidad, y comunicación de información sobre el clima. Entre las actividades ilustrativas que respaldan la generación, gestión y adquisición de conocimiento se pueden mencionar las siguientes:

- Establecer un “centro de conocimiento sobre el cambio climático” para la región del Corredor Seco, el cual serviría como un único punto para los datos y las investigaciones realizadas sobre el cambio climático en esta región. El centro ofrecería información y generaría un mayor grado de sensibilización sobre los efectos de este fenómeno y las respuestas de adaptación en el Corredor Seco, con el propósito de incidir en la toma de decisiones relativas a los esfuerzos intersectoriales de adaptación en la región.
- Respalda las actividades de extensión y de investigaciones participativas sobre una agricultura climáticamente inteligente. Se deben establecer programas locales en el occidente de Honduras, a fin de mejorar variedades de maíz, frijol y café para que toleren más calor/sequías. Se deberán llevar a

cabo estos esfuerzos participativos junto con los agricultores, los agentes de extensión y encargados de las investigaciones, a fin de identificar de forma conjunta y aumentar paulatinamente la adopción de prácticas de gestión de los suelos y del agua en las fincas. Estas iniciativas deberán basarse en modelos existentes de investigación participativa en la región, tal como el programa de la FIPAH sobre prácticas de adaptación y los éxitos que ya se han logrado, al igual que en el sistema agroforestal Quesungual.

- Crear bancos genéticos de cultivos, centrándose en el maíz, el frijol, el café y la papa. Se deberá establecer este tipo de bancos para mantener la diversidad genética de los cultivos, tanto en variedades viejas como modernas, criollas y silvestres. Se debe emplear germoplasma para fortalecer los programas de mejoramiento y emprender proyectos de desarrollo, conjuntamente con las universidades locales, el gobierno de Honduras, las contrapartes internacionales y las ONG.
- Respalda la generación de conocimiento sobre silvicultura y sistemas agroforestales. Los programas deberán promover su adopción —incluidos los árboles frutales y los productos maderables— como opciones de medios de vida resilientes al clima.
- Mejorar la información climática, al igual que su recopilación, análisis, acceso, disseminación y comunicación.
- Investigar, desarrollar y aumentar las variedades mejoradas que sean climáticamente inteligentes, las prácticas de gestión de cultivos, recursos naturales, plagas y enfermedades.
- Establecer bancos de germoplasma para variedades resistentes.
- Hacer partícipe al sector privado en programas para desarrollar variedades mejoradas y el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC), a fin de disseminar información climática y meteorológica en el ámbito local.
- Desarrollar programas de investigación sobre silvicultura y actividades agroforestales, tales como árboles frutales y productos maderables, y determinar la resiliencia climática de estas opciones de medios de vida.

Vía de adaptación 2: Gestión de recursos hídricos resilientes. En esencia, la adaptación a los efectos del cambio climático en el occidente de Honduras requiere de una mayor resiliencia de los recursos hídricos de esta región. Para lograrlo, las instancias decisorias deben tener acceso a información hidrológica confiable para poder tomar decisiones de gestión a la luz de un futuro climático incierto. Es necesario dedicar esfuerzos para mejorar la evidencia y la información sobre la calidad y la cantidad de los recursos hídricos en esta región, al igual que sobre intervenciones en las fincas y en el ámbito de las cuencas que aumentan de forma eficaz la resiliencia de éstas frente al impacto climático. Las actividades deberán dirigirse a aquellas subcuencas que se consideran como las más vulnerables desde un punto de vista ecohidrológico. En este sentido, el análisis de estos aspectos identificó a El Venado-Lempa, San Juan-Lempa, Higuito y Mocal-Lempa como las subcuencas más vulnerables. Entre las actividades ilustrativas para aumentar la resiliencia de los recursos hídricos en la región occidental del país se encuentran las siguientes:

- Mejorar la calidad, la cantidad, el acceso y el monitoreo de información hidrológica y su disseminación en las instancias decisorias locales. Es necesario realizar esfuerzos para fortalecer las actividades de monitoreo de la calidad y la cantidad hídrica que ejecutan las juntas de agua en el ámbito local. Asimismo, es necesario dedicar esfuerzos para aumentar las capacidades de estas juntas, a fin de aumentar el monitoreo y mejorar la información sobre la afluencia de agua, la protección de las fuentes, los medidores y la facturación.

- Proteger los recursos hídricos principales a través de actividades de gestión de las cuencas y de reforestación, especialmente en las áreas superiores de recarga de las subcuencas.
- Identificar y aplicar prácticas de gestión de los suelos y los recursos hídricos con los agricultores, a fin de reducir el nivel de evapotranspiración, de escorrentía y de erosión de los suelos, al igual que mejorar la gestión de la humedad de éstos (“agua verde”).
- Explorar opciones para el pago de servicios hidrológicos, basándose en el ejemplo de la Junta Administradora de Agua y Excretas del Municipio de Jesús de Otoro (JAPOE).
- Respalda la adopción de riego por goteo y de recolección de agua, según sea pertinente.

Vía de adaptación 3: Conservación de ecosistemas críticos. El aumento de la resiliencia de los ecosistemas críticos en el occidente de Honduras es un aspecto básico para reducir la vulnerabilidad frente a la variabilidad y al cambio climático, ya que éstos son indispensables para ofrecer y proteger servicios básicos para las comunidades de la región, especialmente el suministro de agua, y para regular el clima local y los caudales hidrológicos. Las acciones emprendidas deben centrarse en la protección de las áreas que actualmente están forestadas, mientras al mismo tiempo se restauran otras que se han despejado, especialmente en las laderas empinadas. Es necesario dedicar esfuerzos considerables a la plena incorporación de las consideraciones climáticas en la gestión de las áreas protegidas, ya que actualmente las instituciones y los planes de gestión no toman en cuenta el impacto climático. A continuación se presentan algunas actividades ilustrativas:

- Proteger los bosques naturales que aún quedan y restaurarlos en las cuencas superiores, especialmente en las laderas empinadas que se han despejado para pastizales o para el cultivo de granos básicos. Estas actividades deben utilizar especies autóctonas de árboles.
- Integrar la adaptación y la resiliencia al cambio climático en los planes de gestión de las áreas protegidas.
- Llevar a cabo una campaña de comunicación e incidencia para educar a los ciudadanos sobre la importancia de las áreas protegidas, los vínculos entre el cambio climático y los ecosistemas, las leyes relativas a la conservación y sus derechos.
- Mejorar la gestión de las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas e identificar opciones alternativas de medios de vida para las comunidades que viven en esas zonas.
- Aumentar el grado de aplicación de las leyes y reglamentos ambientales actuales que protegen los hábitats, los bosques, las cuencas, los suelos y las especies.
- Mejorar las comunicaciones y el grado de colaboración entre las agencias nacionales, las instituciones de cogestión, las municipalidades y las comunidades, a fin de aumentar la aplicación de las leyes y los reglamentos, al igual que para mejorar el proceso de monitoreo en el ámbito local.

Vía de adaptación 4: Diversificación. Los hogares en el occidente de Honduras dependen en gran medida de las actividades agrícolas que son inherentemente vulnerables a la variabilidad y al cambio climático. A medida que el clima en esta región va siendo más variable en el futuro, la agricultura tal como se practica actualmente será una opción cada vez menos viable como medio de vida para las familias rurales. La diversificación, tanto dentro como fuera de la agricultura, es un aspecto esencial para amortiguar el impacto climático y distribuir el riesgo financiero entre los hogares. Es necesario dedicar esfuerzos considerables para identificar, desarrollar y fortalecer opciones diversificadas de medios de vida, tanto dentro como fuera de las fincas, que sean más resilientes a los choques y estreses climáticos. Las siguientes son algunas de las actividades ilustrativas propuestas:

- Identificar y fortalecer opciones de medios de vida en las fincas que sean más resilientes al impacto climático, tales como la producción de marañón, mango, ciruela, madera, aguacate, cacao, ajonjolí y tamarindo. También se debe fortalecer y/o desarrollar mercados para estos productos.
- Identificar y fortalecer opciones de medios de vida fuera de las fincas que sean más resilientes al impacto climático, tales como el ecoturismo o el turismo cultural relacionado con las áreas protegidas, la elaboración de artesanías y el procesamiento de productos agrícolas y forestales. Las remesas y los microcréditos podrían facilitar la diversificación de medios de vida fuera de las fincas y el desarrollo de microempresas rurales.
- Establecer nuevos programas de educación vocacional dirigidos a la juventud y respaldar los que ya existen, a fin de apoyar la diversificación de medios de vida, tanto dentro como fuera de las fincas, en áreas tales como agricultura, silvicultura, gestión del agua, procesamiento poscosecha, turismo ecológico y cultural, establecimiento de microempresas y desarrollo de capacidades empresariales. Estos programas deberán basarse en modelos exitosos de proyectos vocacionales para los jóvenes, tales como el Instituto Comunitario Tecnológico (ITC) en Candelaria y Tomalá, Lempira.

Vía de adaptación 5: Gestión del riesgo. Las instituciones locales en el occidente hondureño se han centrado principalmente en la respuesta en caso de desastres, sin prestar suficiente atención o adquirir mayor conocimiento sobre la gestión y la reducción de los riesgos climáticos. Es necesario dedicar esfuerzos en el ámbito municipal y comunitario en esta región de Honduras para aumentar las capacidades de las instituciones locales, especialmente los CODEMS y los CODELES, a fin de reducir el riesgo de desastres meteorológicos. Entre las actividades ilustrativas se pueden mencionar las siguientes:

- Fortalecer la red meteorológica en el occidente de Honduras y mejorar los vínculos entre la información hidrometeorológica y los sistemas de alerta temprana.
- Aumentar el grado de adopción de herramientas e información disponible para la evaluación del riesgo climático, tanto en las instituciones locales como en el ámbito municipal y comunitario, a fin de integrarlas en los procesos de planificación.
- Desarrollar las capacidades de la COPECO, los CODEMS y los CODELES en cuanto a la reducción del riesgo de desastres y sus respuestas el surgimiento de éstos, lo que incluye la planificación de contingencias, la movilización comunitaria y las comunicaciones. Es necesario capacitar y aumentar las capacidades de los CODELES, sobre todo en cuanto al riesgo comunitario y la evaluación de la vulnerabilidad, al igual que el desarrollo de planes locales de contingencia que tengan en cuenta los riesgos climáticos.
- Identificar y mejorar infraestructura que esté en riesgo (caminos, puentes, viviendas, bodegas de granos, etc.) Se deben tener en cuenta consideraciones de índole climática en el desarrollo y la ubicación de nueva infraestructura. Además, es necesario dedicar esfuerzos para la identificación de infraestructura existente en los municipios que sea vulnerable a los efectos climáticos.
- Mejorar los bancos de semillas y el almacenaje de granos en el ámbito municipal y comunitario.

3.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS Y OPCIONES DE ADAPTACIÓN SEGÚN CADA SUBCUENCA

3.2.1 San Juan

Las opciones de adaptación climática para aumentar la resiliencia en la subcuenca de San Juan deberán centrarse en su protección, especialmente de la Reserva Biológica Opalaca y sus alrededores. La

diversificación del café con árboles frutales y maderables también ayudará a aumentar la capacidad de retención hídrica de los suelos. Se necesitan actividades de extensión para introducir tecnologías e innovaciones climáticamente inteligentes a fin de aumentar la productividad agrícola del maíz y el frijol. Esto incluye variedades mejoradas de tales cultivos para que sean más resistentes a las sequías, la gestión integrada de plagas, un mayor acceso a los recursos hídricos y una gestión más adecuada de éstos, tanto con relación al agua “verde” (humedad de los suelos), como al agua “azul” (de la superficie), y una mejor gestión de la fertilidad de los suelos. Si bien aún no se cuenta con ningún estudio al respecto, las observaciones de campo señalan que la recolección de agua podría ser una opción para ofrecer riego suplementario durante breves períodos de sequías que surjan en la estación lluviosa. Debido a que las remesas desempeñan un papel importante para las familias y la economía en la subcuenca de San Juan, se deben explorar oportunidades para emplearlas como parte de mecanismos de financiamiento para un desarrollo a largo plazo.

3.2.2 Gualcarque

Debido a la importancia de Gualcarque como zona de captación hídrica, las opciones prioritarias de adaptación climática deberán centrarse en la protección eficaz de la cobertura permanente de sus suelos, especialmente en las áreas protegidas de Puca, Opalaca, Montaña Verde y Mixcure. Se puede lograr este propósito al fortalecer la capacidad de los encargados de su gestión conjunta y al hacer partícipes a los gobiernos locales y las organizaciones comunitarias en la protección de servicios de los ecosistemas que se derivan de estas áreas. Será necesario emprender actividades de extensión para aumentar la productividad agrícola a través de prácticas climáticamente inteligentes, lo que incluye una mejor gestión de los suelos y del agua, mejores variedades resistentes a las sequías, la gestión integrada de plagas y apoyo al procesamiento del café para evitar la contaminación hídrica. Debido a una mayor demanda de productos frutales, especialmente en el mercado de San Pedro Sula, se debe promover la producción de frutas para aumentar la cobertura permanente de los suelos en la subcuenca, especialmente en las laderas que son vulnerables a la erosión. De esta forma, se protegería más las futuras inversiones en represas cuenca abajo (algo que ya se está planificando para el control de inundaciones, para propósitos de riego y para la generación hidroeléctrica en el Río Ulúa).

3.2.3 Mejocote

Las opciones de adaptación climática para aumentar la resiliencia en la subcuenca de Mejocote deberán centrarse en una mayor gobernabilidad local en las áreas protegidas y en el aumento de la productividad tanto de los suelos como de los recursos hídricos. Asimismo, es necesario promover la gestión del agua y de los suelos para reducir el riesgo de erosión y la consiguiente contaminación de las fuentes de agua. Se debe evitar la construcción de caminos en terrenos empinados y suelos vulnerables, a fin de evitar derrumbes y más fuentes de contaminación en esta subcuenca de gran importancia.

3.2.4 Grande de Otoro

El análisis de la vulnerabilidad ecohidrológica determinó que esta subcuenca es la menos vulnerable ante el cambio climático debido a su alto porcentaje de cobertura permanente de los suelos y su potencial relativamente alto de producción hídrica. Sin embargo, debido a la expansión del arroz de riego en esta subcuenca y al consiguiente incremento en la demanda de agua, está aumentando la competencia entre sus usuarios en el valle y la parte superior de cuenca. Las opciones de adaptación climática para aumentar la resiliencia en esta subcuenca deberán centrarse en aumentar la gobernabilidad local de los recursos hídricos, a fin de establecer mecanismos contables del agua que sean más confiables. También es necesario mejorar el monitoreo hidrológico para orientar un uso más eficaz del agua. Se deben emprender actividades de extensión con los productores de arroz en el valle para aumentar su productividad.

3.2.5 Mocal Lempa

Los sistemas de producción de maíz y frijol en Mocal Lempa presentan un bajo grado de productividad debido a la falta de aplicación de mejores técnicas (gestión de los suelos y del agua, mejores semillas, productos agroquímicos, etc.) Existe una diversificación limitada de los medios de vida en la subcuenca, aunque las plantaciones de café se están ampliando en la zona superior de captación. Actualmente, el riego es limitado, pero ya hay planes en la municipalidad de Tomalá de promover la construcción de pequeñas represas para la generación hidroeléctrica (35 MW) y para propósitos de riego agrícola en los valles. Las posibles medidas de adaptación climática deberán centrarse en aumentar la gestión de “agua verde” a través de la aplicación de mejores prácticas agrícolas (gestión de los suelos y del agua). Se deberá promover la diversificación de los cultivos, especialmente de árboles frutales, y actividades agroforestales para aumentar la cobertura permanente de los suelos. Se identificó que la tenencia de la tierra es una de las limitaciones principales para la adopción generalizada de prácticas de gestión de los recursos naturales en esta subcuenca. Para los pequeños agricultores de la zona, es común cultivar maíz y frijol en tierras comunales, lo cual obstaculiza la gestión de los suelos a más largo plazo. Se deberán explorar opciones para abordar asuntos relativos a la tenencia de la tierra en la subcuenca, ya que ésta representa un obstáculo para aumentar la resiliencia frente al cambio climático.

3.2.6 El Venado Lempa

Las estrategias para la adaptación climática deberán centrarse en aumentar la retención hídrica de los suelos a través de la promoción de mejores prácticas agrícolas. Debido a un porcentaje relativamente alto de suelos bajo su cobertura forestal, la gestión comunitaria de los bosques podría representar una posible fuente de ingresos, si ésta se planifica de forma adecuada. Algunos sistemas pequeños de riego podrían ser una opción suplementaria. Otra alternativa podría ser la recolección de agua en los llanos y cerros ondulantes, los cuales son comunes a lo largo de los caminos entre La Esperanza y San Juan, Lempira. En las reuniones de grupos focales se expresó la necesidad de contar con mejores variedades de maíz, frijol y papa.

3.2.7 Higuito

Las opciones prioritarias para la adaptación climática en Higuito deberán centrarse en lograr una mayor cobertura permanente de los suelos a través de la protección de los bosques existentes, la promoción de actividades agroforestales y la incorporación de árboles frutales. Los sistemas de producción deben integrar prácticas climáticamente inteligentes, lo que incluye la gestión de los suelos y el agua, a fin de aumentar la retención de “agua verde”. Durante las reuniones de grupos focales, los agricultores también expresaron la necesidad de contar con servicios de extensión, a fin de ofrecerles asistencia técnica para lograr mejores variedades, la gestión integrada de plagas, un riego más eficaz, el uso apropiado de productos agroquímicos y mejores mecanismos de financiamiento.

3.2.8 Palagua-Goascorán

La variabilidad y el cambio climático podrían repercutir en la producción animal y de los cultivos, lo cual originaría la escasez de alimentos. Según las observaciones de campo durante nuestras visitas, las áreas superiores de la cuenca han perdido parte de su capacidad de retención hídrica. Asimismo, las escorrentías son más frecuentes y los caudales suben rápidamente después de una tormenta. Con base en la información recopilada mediante las reuniones de grupos focales, una estrategia de adaptación al cambio climático deberá centrarse en mejorar el acceso y la gestión del agua desde el Río Goascorán. Hay diversas áreas importantes a lo largo de las planicies aluviales con el potencial de que se puedan regar. Finalmente, tanto en el caso de la agricultura como para la producción animal, existe la necesidad de lograr una mayor conservación de los suelos y de los recursos hídricos.

4.0 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). 2014. Índice Multivariado del ENOS. Consultado en: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei>
- Avelino J, Zelaya, H., Merlo, A., Pineda, A., Ordoñez, M. y Savary, S. (2006). The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. *Ecological Modelling* 197(3-4): 431-447.
- Avelino, J., Willocquet, L. y Savary, S. (2004). Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant Pathology*, 53(5): 541-547.
- Ayarza, M. y Álvarez, Welchez, L. (2008). Drivers affecting the development and sustainability of the Quesungual Slash-and-Mulch Agroforestry System (QSMAS) on Hillsides of Honduras, Comprehensive Assessment Bright Spots Final Report.
- Bailey, M., Meerman, J., Vásquez, M. y Parish, A. (2007). Rapid Assessment of Anthropogenic Impacts on Selected Transboundary Watersheds of the Mesoamerican Barrier Reef Systems (MBRS) Region. Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano (MBRS), Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y Universidad de Tufts.
- Balairon, Pérez L., Álvarez Rodríguez, J., Borrel Brito, E. y Delgado Sánchez, M. (2010). Balance Hídrico de Honduras. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEZ y Secretaría de Recursos Naturales (SERNA).
- Banco Mundial. (2013). Climagramas de la Red Histórica Global de Climatología (GHCN). Consultados en: <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm>
- Berkeley Earth Project. (2013). Consultado en: <http://www.berkeleyearth.org/>
- Brogan, K., McGuinness, E. y Álvarez, E. (2013). Assessment of remittances in Honduras: The Role of Remittances Along the Corredor Seco. ACIDI/VOCA.
- Bruijnzeel, L.A. (1989). (De)forestation and dry season flow in the tropics: A closer look. *Journal of Tropical Forest Science* 1: 229-243.
- Bruijnzeel, L.A. (2002). Hydrological impacts of converting tropical montane cloud forest to pasture, with initial reference to northern Costa Rica. Project Memorandum Form, Project No. R7991. Programa de Investigación Forestal del Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido, Aylesford, UK, 60 páginas.
- Buchman, J.L., Fisher, T.W, Sengoda, V.G. y Munyaneza, J.E. (2012). "Zebra Chip Progression: From Inoculation of Potato Plants with *Liberibacter* to Development of Disease Symptoms in Tubers." *American Journal of Potato Research*, 89.2: 159-168.
- Byers, B., Miller, K., Buff, J., Caballero Bonilla, L.A., Escolán, R.M., Muñoz, E., Rivera, O.O., Seimon, A. y Vásquez, D.P. (2013). Vulnerabilidad y resiliencia frente al cambio climático en el sur de Honduras. Programa de USAID para la Resiliencia al Cambio Climático en África y en América Latina.
- Castro, A., Rivera, M., Ferreira, O., Pavón, J., García, E., Amezquita, E., Ayarza, M., Barrios, E., Rondon, M., Pauli, N., Baltodano, M.E., Mendoza, B., Welchez, L.A., Cook, S., Rubiano, J., Johnson, N. y

- Rao, I. (2009). Is the Quesungual System an Option for Smallholders in Dry Hillside Agro-Ecosystems? Challenge Program for Water and Food.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2012. Honduran 2012-13 Coffee Exports. Consultado en: http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Coffee%20Annual_Tegucigalpa_Honduras_5-9-2012.pdf
- División de Investigación y Análisis Técnico (DIAT/SANAA). (2004). Oficina de Desarrollo de Ultramar (British Geological Survey) e Instituto Geográfico Nacional (IGN). Mapa Hidrogeológico de Honduras, versión digital.
- Eakin, H., Tucker, C. M. y Castellanos, E. (2005). Market shocks and climate variability: The coffee crisis in Mexico, Guatemala, and Honduras. *Mountain Research and Development*, 25(4): 304-309.
- Eakin, H., Tucker, C. y Castellanos, E. (2006). Responding to the coffee crisis: A pilot study of farmers' adaptations in Mexico, Guatemala and Honduras. *The Geographical Journal*, 172: 156-171.
- Feed the Future. (2011). Honduras: FY 2011-2015 Multi-Year Strategy. Gobierno de los Estados Unidos. Consultado en: http://feedthefuture.gov/sites/default/files/country/strategies/files/HondurasFeedtheFutureMultiYearStrategy_Public_2011-11-17_FINAL.pdf
- Fernández, L., Navarro, E. y Flores, G. (2005). El Sistema Agroforestal Quesungual: Una opción para el manejo de suelos en zonas secas de ladera, Honduras.
- Fundación para la Investigación del Clima e Instituto de Estudios del Hambre (FIC-IEH) (2012). Bridging the gap between climate science and development impact. Consultado en: http://www.ficlima.org/wp-content/uploads/2013/03/Bridging_gap_climate_change-and-development_practice_FIC_IEH.pdf
- Füssel, H.-M. y Klein, R.J.T. (2006). Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75: 301-329.
- Grimm, N.B., Chapin III, F.S., Bierwagen, B., González, P., Groffman, P.M., Luo, Y., Melton, F., Nadelhoffer, K., Pairis, A., Raymond, P.A., Schimel, J. y Williamson, C.E. (2013). The impacts of climate change on ecosystem structure and function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(9): 474-482.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2007). Cuarto informe de evaluación del IPCC. Consultado en: www.ipcc.ch
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2013). Quinto informe de evaluación del IPCC. Consultado en: www.ipcc.ch
- Grupta, R. K., Mishra, P.R., Mittal, S.P. y Singh, K. (1975). Effect of different land treatments on water yield in the Siwalik-Chandigarh, páginas 15-17. En Annual Report 1975. Central Soil and Water Conservation Research and Training Institute, Dehradun, India.
- Grupta, R. K., Mishra, P.R., Shankar, P., Kaushal, R.C. y Sajwan, S.S. (1974). Studies on the effect of different land treatments on water yield in the Siwalik Chandigarh. En Annual Report 1974, páginas 18-21. Central Soil and Water Conservation Research and Training Institute, Dehradun, India.

- Guerrero, J. (2011). "A Prince of the Coffee Bean --- Honduras Becomes Central America's Top Producer, Helping to Fuel its Economy." *Wall Street Journal*, Eastern edition ed. 29 de julio de 2011. Web. 23 de julio de 2014.
- Hermes, D.A. (2004). Using Degree-Days and Plant Phenology to Predict Pest Activity. Universidad Estatal de Ohio.
- Hijmans, R.J. (2003). "The Effect of Climate Change on Global Potato Production." *American Journal of Potato Research*, 80.4: 271-279.
- Hintze, L. H., Renkow, M. y Sain, G. (2003). "Variety Characteristics and Maize Adoption in Honduras." *Agricultural economics: the Journal of the International Association of Agricultural Economists*. 29.3: 307-317.
- House, P. y M. Rivas. (2008). Elaboración de un análisis de vacíos biofísicos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras (SINAPH): Informe Final. DIBIO/TNC/WWF, Honduras. Junio de 2008. 94 páginas.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). (2014). Informe Estadístico (25 de Junio 2014).
- Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI). (2013). Seasonal Climate Forecasts. Consultado en: <http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/seasonal-climate-forecasts/>
- Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). (2013). Evaluation of Feed the Future Intervention, ACCESO-Honduras, Preliminary Baseline Results.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013). Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDESA), 2011-2012. Secretaría del Despacho de la Presidencia de Honduras, Secretaría de Salud, BID, USAID, UNICEF.
- Instituto sobre el Cambio Climático. (2014). Climate Reanalyzer. Consultado en: <http://cci-reanalyzer.org/>
- Mansourian, S., Belokurov, A. y Stephenson, P.J. (2009). The role of forest protected areas in adaptation to climate change. *Unasylva*: 231/232 (60).
- Marshall, N.A., Marshall, P.A., Tamelander, J., Obura, D., Malleret-King D. y Cinner, J.E. (2010). A Framework for Social Adaptation to Climate Change: Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries. Gland, Suiza. UICN.
- Mather, D.L., Bersten, R., Rosas, J.C., Viana Ruano, A., Escoto, D. (2003). "The Economic Impact of Bean Disease Resistance Research in Honduras." *Agricultural economics: the Journal of the International Association of Agricultural Economists*, 29.3: 343-52.
- McClean, P.E., Burrridge, J., Beebe, S., Rao, I. M. y Porch, T. G. (2011). Crop improvement in the era of climate change: An integrated, multi-disciplinary approach for common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Functional Plant Biology FPB*, 38(12): 927-933.
- Meza, N., Rosas, J.C, Martín, J.P. y Ortiz, J.M. (2013). "Biodiversity of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) in Honduras, Evidenced by Morphological Characterization." *Genetic resources and crop evolution*. 60.4: 1329-1336.
- Monneveux, P., Sánchez, C., Beck, D. y Edmeades, G.O. (2006). "Drought Tolerance Improvement in Tropical Maize Source Populations: Evidence of Progress." *Crop Science*, 46.1: 180-191.

- Munyaneza, J.E. (2012). "Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and Management." *American Journal of Potato Research*, 89.5: 329-50.
- Nelson, A. y Chomitz, K.M. (2004). The Forest-Hydrology-Poverty Nexus in Central America: An Heuristic Analysis. World Bank Policy Research Working Paper 3430. Octubre de 2004.
- Nelson, E.J., Kareiva, P., Ruckelshaus, M., Arkema, K., Geller, G., Girvetz, E., Goodrich, D., Matzek, V., Pinsky, M., Reid, W., Saunders, M., Semmens, D. y Tallis, H. (2013). Climate change's impact on key ecosystem services and the human well-being they support in the US. *Frontiers. Ecology and the Environment* 11(9): 483-493.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). Global Forest Resources Assessment. Consultado en: <http://www.fao.org/forestry/32006/en/>
- Ostrom, Elinor. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325: 419-422.
- Parker, J. (2011). Can Integrated Land and Water Management Strengthen Agriculture's Resilience to Climate Change? Lessons Learned from Southwestern Honduras. *IDEAS Journal: International Development, Environment, and Sustainability*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2013). Índice de Desarrollo Humano. Consultado en: <http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi/>
- Programa Mundial de Alimentos (PMA). (2005). Honduras: Market Profile for Emergency Food Security Assessments. Diciembre de 2005.
- Ray, D. K., Nair, U.S. Lawton, R.O., Welch, R.M. y Pielke, R.A. (2006). Impact of land use on Costa Rican tropical montane cloud forests: Sensitivity of orographic cloud formation to deforestation in the plains. *J. Geophys. Res.*, 111, D02108.
- Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna (FEWS NET). (2014). Honduras Livelihood Zone Descriptions. Marzo de 2014.
- Resilience Alliance. (2007). Assessing and managing resilience in social-ecological systems. Consultado en: http://www.resalliance.org/index.php/resilience_assessment
- Samayoa, S. y Hernández, E. (2012). Small Coffee Producers in Honduras Reduce their Carbon Footprint. SNV International. Consultado en: www.snvworld.org/.../hn_footprint_reduction_small_coffee_producers.pdf
- Sanabria, J., y J. P. Lhomme. "Climate Change and Potato Cropping in the Peruvian Altiplano." *Theoretical and Applied Climatology*, 112.3-4 (2013): 683-695.
- Smit, B. y J. Wandel. (2006). Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16: 282-292.
- Subbarao, K. V., Hubbard, J. C. y Schulbach, K. F. (1997). Comparison of lettuce diseases and yield under subsurface drip and furrow irrigation. *Phytopathology*, 87(8): 877-883.
- Tao, F. y Zhang Z. (2011). "Impacts of Climate Change as a Function of Global Mean Temperature: Maize Productivity and Water use in China." *Climatic Change* 105.3-4: 409-32.
- Timms, B. (2007). Renegotiating peasant ecology: Responses to relocation from Celaque National Park, Honduras. Universidad de Indiana. Tesis doctoral.

- Turner, B.L. II, Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luerse, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A. y Schiller, A. (2003). A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. *PNAS* 100(14): 8074–8079.
- Turner, R. S. (2005). After the famine: Plant pathology, phytophthora infestans, and the late blight of potatoes, 1845-1960. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 35(2): 341-370.
- USAID. (2012a). Climate Change and Development: Clean Resilient Growth: USAID Climate Change and Development Strategy. Enero de 2012.
- Van Der Vossen, H.A.M. (2009). "The cup quality of disease resistance cultivars of Arabica coffee (Coffea Arabica)." *Experimental Agriculture*, 45.3: 323-332.
- Walker, B.; Holling, C. S.; Carpenter, S. R. y Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2): 5.
- Wheeler, T R; Hadley, P; Morison, JIL; Ellis, R H. (1993). "Effects of Temperature on the Growth of Lettuce (Lactuca Sativa L.) and the Implications for Assessing the Impacts of Potential Climate Change." *European Journal of Agronomy*, 2.4: 305-311.
- Whittaker, R.H. (1975). *Communities and ecosystems*. Segunda edición. Nueva York: Macmillan.

5.0 LISTA DE ANEXOS

ANEXO I. GUÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE GRUPOS FOCALES

ANEXO II. ANÁLISIS CLIMÁTICO

ANEXO III. PERFILES DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

ANEXO IV. ANÁLISIS FENOLÓGICO

ANEXO V. ANÁLISIS DE LAS CADENAS DE VALOR

ANEXO VI. LISTA DE CONTACTOS — MISIÓN INICIAL DE DELIMITACIÓN Y GRUPOS FOCALES

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

1300 Pennsylvania Avenue, NW

Washington, D.C. 20523

Tel: (202) 712-0000

Fax: (202) 216-3524

www.usaid.gov