



ESTUDIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA

Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe

Graciela O. Magrin



NACIONES UNIDAS

CEPAL





Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe

Graciela O. Magrin



Este documento fue preparado por Graciela O. Magrin, con la colaboración de María I. Travasso, Consultoras de la Unidad de Cambio Climático de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y cuenta con el financiamiento de la Unión Europea, a través del Programa EUROCLIMA (CEC/14/001).

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son de la autora y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización.

Índice

Resumen	7
Introducción	11
I. Cambios observados y proyectados, impactos, vulnerabilidad.....	15
A. Cambios en el clima	15
B. Cambios en los ecosistemas y en el uso del suelo	16
C. Impactos y vulnerabilidad.....	19
1. Sector agropecuario	19
2. Recursos hídricos.....	21
II. Necesidades de adaptación	23
III. Opciones de adaptación	27
A. Adaptación basada en ecosistemas	28
B. Pago por servicios ecosistémicos	30
C. Opciones tecnológicas	34
1. Manejo de los cultivos	34
2. Mejoramiento genético	34
3. Cosecha del agua.....	35
4. Eficiencia en el uso del agua.....	36
D. Información.....	38
1. Pronósticos climáticos	40
2. Sistemas de alerta	40
3. Sistemas de innovación.....	41
E. Seguros	42
F. Selección de opciones de adaptación	43
IV. Oportunidades, limitantes y límites	45
A. Oportunidades.....	45
B. Limitantes	46
C. Límites.....	50
1. Adaptación transformativa.....	51
2. Adaptación inadecuada o mala-adaptación	51
V. Políticas.....	53

A.	Adaptación y mitigación	53
B.	Adaptación y gestión del riesgo de desastre	55
C.	Adaptación, mitigación y desarrollo	56
D.	Iniciativas que promueven la integración de las iniciativas climáticas.....	58
E.	Acciones gubernamentales.....	59
F.	Barreras y limitantes para el éxito de las iniciativas	62
VI.	Conclusiones y comentarios generales	67
	Bibliografía.....	71
Cuadros		
Cuadro 1	Opciones de adaptación	27
Cuadro 2	Ejemplos de pagos por servicios ecosistémicos financiados por los gobiernos de Centroamérica y América del Sur	31
Cuadro 3	Instrumentos e incentivos económicos que pueden ser aplicados a la Adaptación Basada en Ecosistemas	32
Cuadro 4	Proyectos CYTED: desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas	33
Cuadro 5	Oportunidades para la adaptación IPCC.....	45
Cuadro 6	Legislación vigente en países de América Latina y el Caribe	59
Cuadro 7	Algunas características de las Leyes o iniciativas políticas en varios países de la región.....	62
Recuadros		
Recuadro 1	Deforestación en la amazonía brasilera	17
Recuadro 2	Adaptación en el cultivo de café	20
Recuadro 3	Evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación: métodos <i>top-down</i> y <i>bottom-up</i>	24
Recuadro 4	Co-beneficios o beneficios adicionales de las medidas de adaptación	44
Recuadro 5	Reducción de vulnerabilidad y aumento de capacidad adaptativa	55
Recuadro 6	Políticas de ciencia y tecnología.....	57
Diagramas		
Diagrama 1	Esquema indicando cinco categorías de necesidades de adaptación.....	25
Diagrama 2	Esquema simplificado de una cadena de conocimiento con los diferentes eslabones en el sector agropecuario.....	39
Diagrama 3	Ejemplo de diferentes oportunidades para identificar e implementar opciones de adaptación	46
Mapas		
Mapa 1	Cambios proyectados (CMIP5 multi-modelos) en la temperatura promedio (izquierda) y las precipitaciones (derecha) para 2046-2065 y 2081-2100 bajo RCP2.6 y RCP8.5	16
Mapa 2	Zonas de deforestación (puntos rojos) y de reforestación (puntos azules) en América Latina	18

Glosario

Adaptación autónoma: la adaptación autónoma (ver glosario en la adaptación) se refiere a los ajustes realizados por los ecosistemas, incluidos sus componentes humanos, sin intervención externa, en respuesta a un entorno cambiante (Smit *et al.*, 2000.); también llamada "adaptación espontánea" (Smit *et al.*, 2007). En el contexto de los sistemas humanos a veces se llama "capacidad de enfrentar". La capacidad de adaptación autónoma es parte de la resiliencia (capacidad de recuperación), pero no es exactamente sinónimo (Walker *et al.*, 2004) (Ch4).

Adaptación Autónoma: la adaptación autónoma (o adaptación espontánea) consiste en los ajustes realizados por los ecosistemas y los humanos sin intervención externa y en respuesta a un entorno cambiante. En los sistemas humanos suele llamarse "capacidad de enfrentar". La capacidad de adaptación autónoma es parte de la resiliencia (capacidad de recuperación), aunque no es exactamente un sinónimo (Ch4). Todos los sistemas (sociales y ecológicos) tienen cierta capacidad de adaptación autónoma. Se infiere que los ecosistemas que han persistido durante mucho tiempo poseen alta capacidad de adaptación autónoma, al menos en relación a la variabilidad que se ha experimentado en el pasado. Un cambio ambiental más rápido que en el pasado o que sea acompañado por otros factores de estrés puede exceder la capacidad de adaptación previamente demostrada del sistema. Los mecanismos de adaptación autónoma de los organismos y ecosistemas consisten en cambios en: la fisiología; el comportamiento; la fenología (dentro del rango permitido por sus genes y la variedad de los genes en la población); la composición genética de las poblaciones; y la composición de la comunidad (a través de la migración o la extinción local) (Settele *et al.*, 2014).

Adaptación Planificada: la adaptación planificada o asistida consiste en una intervención deliberada con la intención de aumentar la capacidad del organismo/ecosistema/o sistema socio-ecológico para sobrevivir y funcionar en un nivel aceptable en presencia del cambio climático. La adaptación planificada en los sistemas naturales incluye una serie de acciones como: garantizar un hábitat adecuado y vías de dispersión; reducir los factores de estrés no climáticos; desplazar físicamente a los organismos y establecerlos en zonas nuevas. Entre las opciones de adaptación planificada en ecosistemas, "la adaptación basada en ecosistemas" integra el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en las estrategias de adaptación al cambio climático (véase el recuadro 1).

Adaptación: la adaptación consiste en reducir riesgos y vulnerabilidades, buscando oportunidades y construyendo la capacidad de naciones, regiones, ciudades, sector privado, comunidades, individuos, y sistemas naturales para enfrentarse con los impactos climáticos; así como movilizar esa capacidad implementando decisiones y acciones (Tompkins *et al.*, 2010, Ch14).

Adaptación incremental: (incremental adaptation) (cambio gradual): acciones donde el objetivo principal es mantener la esencia y la integridad de lo existente: tecnología, institucional, gobernanza, valores, sistemas; como por ejemplo mediante ajustes en los sistemas de cultivo mediante nuevas variedades, cambios en las fechas de siembra, o aumentando la eficiencia de riego.

Adaptación transformativa: (transformational adaptation) busca cambiar los atributos fundamentales del sistema en respuesta al cambio climático actual o esperado, a menudo a una escala mayor y más ambiciosa que la adaptación incremental, incluye por ejemplo cambios en actividades de agricultura a ganadería, migraciones, y también cambios en nuestra percepción y paradigma sobre la naturaleza del cambio climático, adaptación, y su relación con otros sistemas humanos y naturales.

Capacidad adaptativa: es la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los eventos extremos), moderar los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades y enfrentar las consecuencias.

Resiliencia: es la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber perturbaciones, manteniendo la estructura básica y los modos de funcionamiento, la capacidad de auto-organización y la capacidad de adaptarse al estrés y el cambio.

Vulnerabilidad: es la predisposición de un sistema de ser adversamente afectado. Hasta el AR4 la vulnerabilidad se veía compuesta por tres elementos: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Sin embargo en el reporte SREX (IPCC, 2012) y en el informe AR5, la vulnerabilidad se enfoca sólo en la sensibilidad y la capacidad adaptativa, mientras que la exposición se incorpora dentro del concepto de riesgo (Ch14p6).

Necesidades de adaptación: se refiere a las circunstancias que requieren información, recursos, y acciones para garantizar la seguridad de la población y de los bienes/recursos en respuesta a los impactos climáticos. (Ch14).

Opciones de adaptación: el conjunto de medidas y estrategias disponibles y apropiadas para encarar las necesidades (Ch14).

Deficit de adaptación (adaptation deficit): es el gap entre el estado actual de un sistema y el estado que minimizaría los impactos adversos de las condiciones climáticas actuales y su variabilidad. Esto es esencialmente una inadecuada adaptación a las condiciones climáticas actuales. Algunos han sugerido que esto es a menudo parte de un gran déficit de desarrollo (Ch14).

Vulnerabilidad: “*la vulnerabilidad es la propensión o predisposición de un sistema de ser adversamente afectado*”, y depende de la sensibilidad y la capacidad adaptativa. A nivel macro se reconoce que la vulnerabilidad tiene determinantes biofísicas y socioeconómicas.

Resumen

La región de América Latina y el Caribe alberga ecosistemas únicos y una gran diversidad biológica. Abarca una variedad de gradientes eco-climáticos que se están modificando aceleradamente debido, en parte, a las iniciativas de desarrollo basadas en la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables. La producción agrícola, ganadera, y los cultivos bioenergéticos están en franco aumento debido, en gran parte, a la expansión de las fronteras agropecuarias y la deforestación. El uso del suelo y el cambio en la cobertura vegetal son los principales motores del cambio ambiental regional que afecta los ecosistemas, la biodiversidad, y promueve la degradación física y química de los suelos. La pobreza y la desigualdad están disminuyendo a un ritmo lento, pero aún existe un elevado y persistente nivel de pobreza en la mayoría de los países, especialmente en Centroamérica y el Caribe, a pesar del crecimiento económico de la última década. El desarrollo socioeconómico muestra un alto nivel de heterogeneidad y una distribución muy desigual del ingreso, situación que eleva la vulnerabilidad a las condiciones climáticas.

En la mayor parte del territorio se observó un aumento significativo de la temperatura, y un retroceso importante de los glaciares (tropicales, y extra tropicales) asociado al calentamiento global. Las precipitaciones aumentaron en el Sud-Este de América del Sur (SESA) (sudeste de Brasil, centro este de Argentina, Uruguay, y Paraguay), partes de Bolivia, noroeste de Perú y Ecuador; y disminuyeron en el centro-sur de Chile, el Nor-Este de Brasil (NEB), sur de Perú y parte de Centroamérica y México. En Centroamérica se observó un retraso gradual en el comienzo de la estación lluviosa. En todo el territorio se observó un aumento notable en la ocurrencia e intensidad de eventos climáticos extremos, especialmente lluvias muy intensas que favorecieron las inundaciones y los deslizamientos de tierra, huracanes de gran intensidad, y extremos de temperaturas cálidas, que generaron pérdidas humanas y económicas de envergadura. Para fines del siglo XXI se proyecta un aumento de temperatura cercano a los 2,5°C en Centroamérica con reducciones del 10% de la lluvia y reducción de las precipitaciones del verano. El calentamiento en América del Sur llegaría a los 4°C con reducción de las lluvias en la región tropical y aumentos (15-20%) en el SESA. También se espera que aumente la cantidad de noches y días cálidos y las lluvias intensas.

El impacto del cambio climático será considerable para los países de América Latina y el Caribe debido a su dependencia económica de la agricultura y los recursos naturales, la baja capacidad adaptativa de grandes segmentos de la población, y la ubicación geográfica de algunos países. A pesar de las incertidumbres y la variabilidad espacial, se espera que en el SESA la productividad agropecuaria incremente levemente o se sostenga por lo menos hasta mediados de este siglo, en la región central de Chile y el centro oeste de Argentina se esperan reducciones de productividad que no afectarían la

seguridad alimentaria; en el Noreste de Brasil, parte de la Región Andina y Centroamérica el cambio climático afectaría el rendimiento de los cultivos, las economías locales y comprometería la seguridad alimentaria. También se esperan desplazamientos en altitud y latitud de las zonas óptimas para el cultivo de especies relevantes como café, caña de azúcar, papa y maíz, entre otros. Además se espera un aumento en la presión de enfermedades y un probable incremento en el precio de los commodities que beneficiaría a algunos países pero perjudicaría a otros, especialmente a los sectores más pobres de las poblaciones. En el futuro se espera un aumento de la vulnerabilidad actual en términos de abastecimiento de agua en las zonas semiáridas y los Andes tropicales. Este hecho se vería exacerbado por el retroceso de los glaciares, la reducción de la precipitación y el aumento en la evapotranspiración en las zonas semiáridas. Este escenario afectaría sensiblemente la disponibilidad de agua para la producción de alimentos y demás usos.

Ante este panorama resulta evidente que se necesitarán acciones planificadas de adaptación para enfrentar los cambios ambientales relacionados no solo con el cambio del clima y los eventos climáticos extremos, sino también con el cambio en el uso del suelo y las propiedades de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) para preservar a los sistemas humanos y naturales. Es oportuno destacar que la región se enfrenta a importantes desafíos en términos de sostenibilidad ambiental y capacidad de adaptación al cambio climático debido a las características socio-económicas y agravadas por un déficit significativo en el desarrollo de infraestructura.

Las necesidades de adaptación abarcan un rango amplio de opciones que contemplan las necesidades físicas y ambientales, sociales, institucionales, de información y capacitación de recursos humanos, y de inclusión del sector privado en el proceso de adaptación. En la región es muy frecuente que al momento de planificar las intervenciones para disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático se piense en opciones específicamente dirigidas a reducir los impactos de eventos climáticos adversos como medidas tecnológicas (genotipos adaptados, tipos de labranza, conservación del agua, aumento en la eficiencia del uso de agua y fertilizantes, sistemas de riego más eficientes), de cambios de hábito (cambio en el calendario de siembra, uso de cultivos alternativos), de infraestructura (construcción de represas y defensas), y de transferencia del riesgo (seguros tradicionales, seguros indexados). Pero, generalmente, se ignoran las medidas que aumentan la capacidad adaptativa y reducen la vulnerabilidad subyacente relacionada con factores socioeconómicos (acceso a los recursos, disponibilidad de información y conocimientos), e institucionales.

En los últimos años se han sugerido diversas opciones de adaptación basadas en ecosistemas (restauración ecológica de ecosistemas; manejo comunitario de los recursos naturales; conservación y establecimiento de áreas protegidas; forestación y reforestación; reducción de incendios forestales y prescripción de quemas; corredores ecológicos; conservación de semillas y bancos de germoplasma; ordenamiento territorial adaptativo; sistemas agropecuarios diversos que integran el conocimiento indígena y local y el mantenimiento de la diversidad genética; manejo integrado del recurso hídrico, y pago por servicios ambientales entre otros) que ofrecen una visión más holística de la problemática climática y permiten integrar opciones de adaptación y mitigación, crear y fortalecer la capacidad adaptativa de las comunidades, favorecer la resiliencia de los ecosistemas y promover un desarrollo sostenible. Si bien estas opciones parecen muy promisorias para la región, aún no se cuenta con la experiencia suficiente ni los resultados necesarios para evaluar objetivamente las consecuencias sociales de este tipo de iniciativas. En este sentido es oportuno analizar cuidadosamente los efectos colaterales que puede tener cada medida para evitar conflictos no deseados.

Al momento de planificar la adaptación es importante analizar detalladamente las oportunidades, limitantes y límites, así como los beneficios adicionales que pueden brindar las medidas. Las oportunidades son los factores que facilitan la implementación de las opciones como la concientización ciudadana, la disponibilidad de herramientas de evaluación de riesgos, las capacidades humanas y financieras para llevar adelante las iniciativas, la buena gobernanza, y la capacidad de innovación. Cuanto mayor sea la disponibilidad de estos factores mayores serán las posibilidades de éxito de las opciones. Pero también existen limitantes y límites que frenan o impiden las posibilidades de adaptación. Varias limitantes o barreras identificadas en la región se relacionan

con la falta de información y conocimiento, e incluyen falta de información climática, falta de estudios de impactos y vulnerabilidad, falta de difusión adecuada de la información, falta de estudios integrados y multidisciplinarios, carencias en el conocimiento científico, y falta de investigación en capacidad adaptativa y conocimiento indígena-local. También existen limitantes económicas y financieras, sociales y culturales, y de gobernanza e institucionales. En América Latina y el Caribe es frecuente que el acceso a los recursos, la tenencia de la tierra, la falta de poder de las instituciones a cargo del tema climático, la debilidad y rigidez institucional, la escasa coordinación e interacción entre y dentro de las instituciones públicas y privadas, la falta de liderazgo, el cambio constante de responsables, la competencia interinstitucional por los fondos disponibles, el desentendimiento entre los técnicos e instituciones que trabajan en temas relacionados con adaptación y mitigación y la falta de contacto con los encargados de las negociaciones internacionales, limiten la implementación de medidas de adaptación.

También existen límites que impiden las posibilidades de adaptación con las opciones convencionales, es decir incrementando las acciones que normalmente se efectúan para enfrentar condiciones climáticas adversas. La desaparición de los glaciares en las regiones andinas, o la intensificación de las sequías en zonas con deficiencia de agua, pueden requerir acciones transformativas de adaptación que impliquen cambios en las costumbres o hábitos para enfrentar el problema. El cambio de cultivos o de las zonas de producción, así como el desplazamiento de comunidades son ejemplos de este tipo de acciones que, generalmente, tienden a ser resistidas en primera instancia.

La selección de las medidas de adaptación requiere una evaluación completa y acabada de las ventajas y desventajas de cada alternativa, considerando los posibles conflictos de interés entre sectores y las interacciones con otras medidas. Las evaluaciones multicriterio que consideran factores económicos, sociales y ambientales para ponderar el valor de una opción de adaptación resultan más completas y con menos posibilidades de cometer errores que conduzcan a un mala adaptación que las evaluaciones costo-beneficio que sólo tienen en cuenta las ventajas económicas de las opciones.

Los países de la región han avanzado en la incorporación de la protección ambiental en los procesos de toma de decisiones, en particular en términos de las instituciones ambientales y la legislación, pero todavía hay dificultades para incorporar eficazmente los temas ambientales en las políticas públicas pertinentes. Uno de los principales desafíos de la agenda climática en el sector agropecuario y forestal será lograr la articulación entre las políticas climáticas y las políticas de desarrollo, ordenamiento territorial y sectoriales. Al momento existen varias leyes asociadas al tema climático aunque con grandes dificultades para su real implementación y seguimiento. En varios países se observan contradicciones notables entre las políticas de regulación del uso del suelo y los incentivos para aumentar la productividad.

El gran proceso de cambio que está atravesando la región requiere de políticas e intervenciones planificadas, coherentes, no contradictorias, y acorde a los objetivos de desarrollo. Es importante lograr una visión holística de la problemática aprovechando las capacidades desarrolladas para otros objetivos (como la gestión del riesgo de desastre), conectando el tema climático con las acciones de desarrollo, y promoviendo un ordenamiento ambiental y planificado del uso del territorio. En este sentido los gobiernos y las instituciones eficaces cumplen un rol clave para facilitar la planificación e implementación y representan la principal oportunidad o restricción para la adaptación. Es preciso que los gobiernos se informen adecuadamente, evalúen la conveniencia de las intervenciones, y decidan por sí mismos (según el contexto específico de cada situación particular) evitando las presiones que generan resistencia, desconfianza y desaceleran las acciones. En todos los casos es importante estudiar y entender adecuadamente las interacciones y las limitantes de la relación cambio climático-desarrollo ya que las decisiones y acciones de los gobiernos suelen ser amplias y abarcar más de un objetivo, entre ellos el cambio climático.

Introducción

América Latina y el Caribe es una vasta región que abarca algo más de 2.000 millones de has (Mha), 46 países (territorios dependientes y departamentos de ultramar) y más de 610 millones de habitantes. La región presenta gran diversidad geográfica y biológica y comprende un gradiente ecoclimático que va desde el desierto más seco del mundo (Atacama en Chile) hasta una de las regiones más húmedas del planeta (Choco en Colombia). La región alberga ecosistemas únicos y una biodiversidad privilegiada, contando con cinco de los diez países más ricos en términos de biodiversidad, (Brasil, Colombia, Ecuador, México y Perú albergan entre el 60 y el 70% de todas las formas de vida del planeta) y con la mayor extensión de selva tropical no fragmentada en la cuenca del río Amazonas. La región recibe cerca del 30% de la precipitación mundial y posee una tercera parte de los recursos hídricos renovables del mundo, contando con vastas cuencas como la del río Amazonas y el río de La Plata. Sin embargo, la distribución espacial y temporal de la precipitación es muy heterogénea y parte de la población tiene serias dificultades para acceder al agua.

La región también se caracteriza por su gran diversidad cultural y sus diferencias económicas. La riqueza cultural es el producto de numerosas influencias, incluidas culturas precolombinas, cultura colonial europea, la inmigración europea de los siglos XIX y XX, la inmigración asiática (chinos, coreanos y japoneses) y la introducción de esclavos desde África. La población indígena constituye una porción relevante con más de 650 pueblos concentrados principalmente en México, Bolivia y Guatemala, además de Ecuador, Perú, Colombia, Brasil, Chile, Argentina y algunos países de Centroamérica y el Caribe. En Bolivia la población indígena representa el 66% de los habitantes y en Guatemala el 40%. La población afro-descendiente también es muy importante en la región, especialmente en Brasil que cuenta con la segunda mayor población afro-descendiente en el mundo (UNFPA, 2013).

El desarrollo socioeconómico de América Latina y el Caribe se ha caracterizado por bajas tasa de crecimiento, alta volatilidad, alto nivel de heterogeneidad estructural y una distribución muy desigual del ingreso, que a lo largo del tiempo ha generado elevados y persistentes niveles de pobreza (45% en CA y 30% en SA para el año 2010), especialmente en las zonas rurales. Sin embargo, desde principio del siglo XXI la región experimentó un crecimiento robusto del PBI y una leve mejoría en los indicadores sociales. En 2010 el crecimiento del PBI América Latina y el Caribe anzó el 6,4% en SA y el 3,9% in CA. En el año 2012 se observaron las tasas de pobreza e indigencia más bajas de las últimas tres décadas. La tasa de pobreza bajó del 44% en 2002 a 28% en 2012, mientras que la indigencia pasó del 19 al 11% en el mismo período (CEPAL, 2013). Sin embargo, aún persiste un nivel inaceptable de pobreza en varios países y regiones; y una distribución muy desigual del ingreso (el 10% más rico de la población tiene un ingreso per cápita 17 veces mayor al del 40% más pobre) (CEPAL, 2010).

En las últimas décadas, la riqueza natural de América Latina y el Caribe se está modificando aceleradamente debido en parte a las iniciativas de desarrollo basadas en la explotación de los recursos naturales. La producción agrícola, ganadera, y de cultivos bioenergéticos está aumentando vertiginosamente como consecuencia de la expansión de las actividades agropecuarias en las áreas forestales. En el año 2005 la cubierta forestal de la región América Latina y el Caribe alcanzaba los 924 Mha (23% del área forestal mundial), con el 90% de áreas boscosas en América del Sur, el 9% en Centroamérica y México, y el 1% en el Caribe (FAO, 2006). Entre 2005 y 2010 el planeta perdió 5,58 Mha de bosques por año, de los cuales 3,94 Mha (70%) correspondieron a la región de América Latina y el Caribe, y 3,58 Mha a América del Sur (FAO, 2010).

En relación al clima, existe amplia evidencia de un aumento progresivo de la temperatura en casi todo el territorio, tendencias crecientes y decrecientes de las precipitaciones en varias regiones, acortamiento de la estación lluviosa, aumento en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, aumento en la frecuencia de huracanes severos, y aumento en el nivel medio del mar (Magrin *et al.*, 2014). Como consecuencia de ello se observó un retroceso significativo de los glaciares tropicales, y extra tropicales, y un aumento en la ocurrencia de inundaciones, deslizamientos de tierra, y sequías intensas que han generado pérdidas humanas y económicas de gran envergadura.

El uso del suelo, el cambio en la cobertura vegetal y el cambio del clima son los principales motores del cambio ambiental que actúan en forma sinérgica y afectan los sistemas humanos, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos en América Latina y el Caribe. La deforestación, asociada principalmente a la expansión de las actividades agropecuarias, ha exacerbado el proceso de degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el aumento de la vulnerabilidad de las comunidades expuestas a inundaciones, deslizamientos de tierra y sequías, tornando a los sistemas más vulnerables al cambio climático. Esta condición, junto a los elevados niveles de pobreza y desigualdad torna indispensable la implementación urgente de medidas que moderen los riesgos climáticos en los sistemas humanos y naturales.

En los últimos años, especialmente a partir de la difusión del cuarto informe del IPCC en el año 2007, se ha notado una creciente toma de conciencia por parte de la sociedad civil y de las agencias gubernamentales sobre la amenaza que representa el cambio climático para los sistemas humanos y naturales de América Latina y el Caribe. En la mayor parte de los países han proliferado las reuniones técnicas e informativas (a nivel local, nacional, regional o internacional) sobre la temática. Las organizaciones internacionales han realizado múltiples esfuerzos para divulgar la problemática mediante artículos informativos, organización de eventos de difusión, capacitación de recursos humanos, elaboración de guías y metodologías para la acción, apoyo a la creación de redes de investigación, y creación de bases de datos regionales, entre múltiples acciones. Estas actividades ayudaron de manera indiscutible a la consideración de la temática dentro de los gobiernos nacionales, a la creación de instituciones para facilitar las acciones de intervención (ministerios de ambiente, comisiones de cambio climático, leyes de cambio climático), y a la implementación de proyectos y programas para vislumbrar los riesgos climáticos y las opciones de acción. En este momento se dispone de numerosas iniciativas pero aún hay escaso consenso sobre cómo desarrollar e implementar acciones efectivas de adaptación. Esto puede deberse a varios factores como la complejidad de la temática, la característica local de la adaptación y su dependencia del contexto espacial y temporal, los conflictos entre los intereses económicos y ambientales, y las grandes incertidumbres asociadas al futuro.

Existen varias iniciativas llevadas a cabo por los países de la región relacionadas con el cambio climático. Hasta el momento 18 países (no Anexo 1) —Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Guyana, Panamá, Paraguay, Perú, Suriname, Uruguay, y Venezuela— han presentado sus Comunicaciones Nacionales a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, 2012) donde se presentan las emisiones de GEI de los países y los estudios de evaluación de impactos y vulnerabilidad de los sectores potencialmente más afectados.

Los estudios de vulnerabilidad han ido evolucionando con el paso del tiempo. Durante la década de 1990 y comienzos del 2000 la mayor parte de las evaluaciones (incluidas en las comunicaciones nacionales y otros estudios) se han focalizado en el estudio de los riesgos climáticos (falta o exceso de agua, temperaturas elevadas, olas de calor, etc) y sus impactos sobre los sectores y actividades potencialmente más vulnerables (agricultura, recursos hídricos, salud humana). La mayor parte de las evaluaciones seguían el enfoque *top-down*, con el uso de escenarios climáticos a futuro (2040-2060-2080-2100) y herramientas de evaluación de impactos a nivel sectorial. Los estudios han puesto especial énfasis en el desarrollo de escenarios climáticos regionales a partir de los modelos de circulación global para disponer de información con mejor resolución espacial que contemple las posibles variaciones entre localidades, especialmente en países y regiones con relieve diverso. Los resultados de estos estudios incluyen variación estimada de la productividad (cultivos/forrajes/ganado) según el/los escenario/s climáticos utilizados, posibles medidas de adaptación para reducir los riesgos climáticos y análisis económico basado en el análisis costo-beneficio para identificar las opciones de adaptación más convenientes. Estos resultados poseen un elevado nivel de incertidumbre asociado a las proyecciones del clima, la bondad de las herramientas de evaluación de impactos, y la falta de consideración del potencial impacto de plagas, enfermedades y malezas sobre la producción.

Con el tiempo aparecieron estudios enfocados en la comprensión de las causantes directas y subyacentes de la vulnerabilidad actual basados en la participación activa de los sectores afectados y el análisis de indicadores socioeconómicos. Sin embargo, existe una carencia notable de estudios que relacionen las tendencias y variaciones observadas en el clima durante las últimas décadas, sus impactos sobre variables biológicas de relevancia (productividad, fenología, presión de plagas y enfermedades, calidad de alimentos) y las causantes de la vulnerabilidad y la baja capacidad adaptativa de vastos sectores de la población.

Desde mediados de la primera década del siglo XXI se produjo un acercamiento entre las comunidades científicas pertenecientes a la gestión de riesgos de desastre y la adaptación al cambio climático con el objetivo de buscar y entender los puntos de encuentro/desencuentro entre ambas comunidades. Finalmente, bajo el marco del IPCC se realiza un informe que incluye integrantes de ambas áreas de conocimiento y se publica en el año 2012 como un informe especial del IPCC bajo el nombre de Manejo del riesgo de eventos extremos y desastres para avanzar en la adaptación al cambio climático (conocido como informe SREX). En este informe se destacan avances en el conocimiento y entendimiento del problema, especialmente en lo relativo al aumento en la frecuencia de ocurrencia y la intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos; la fragilidad del sector agropecuario, especialmente los pequeños agricultores y los medios de vida rurales ante el aumento de los eventos extremos; la necesidad de atender las brechas de adaptación a las condiciones actuales del clima; y la necesidad de no demorar medidas de mitigación para evitar situaciones extremas y con bajas posibilidades de acción mediante la adaptación (IPCC, 2012; Alianza Clima y Desarrollo, 2012).

La finalidad de este documento es brindar información a los tomadores de decisiones sobre el estado del arte y las posibles medidas de intervención para enfrentar el cambio climático en el sector agropecuario y los medios de vida rurales de América Latina y el Caribe. El informe se centra en las necesidades, opciones y políticas de adaptación, y en el nexo entre adaptación-mitigación y desarrollo sostenible. Parte del texto está basado en varios capítulos de los últimos informes del IPCC (AR5), a los que se agregaron nuevas referencias y citas generalmente aparecidas con posterioridad a las publicaciones del IPCC. El contenido y la secuencia del informe obedecen al criterio de los autores para elaborar una síntesis que pueda resultar de interés a los gobiernos y la sociedad civil de la región de América Latina.

I. Cambios observados y proyectados, impactos, vulnerabilidad

A. Cambios en el clima

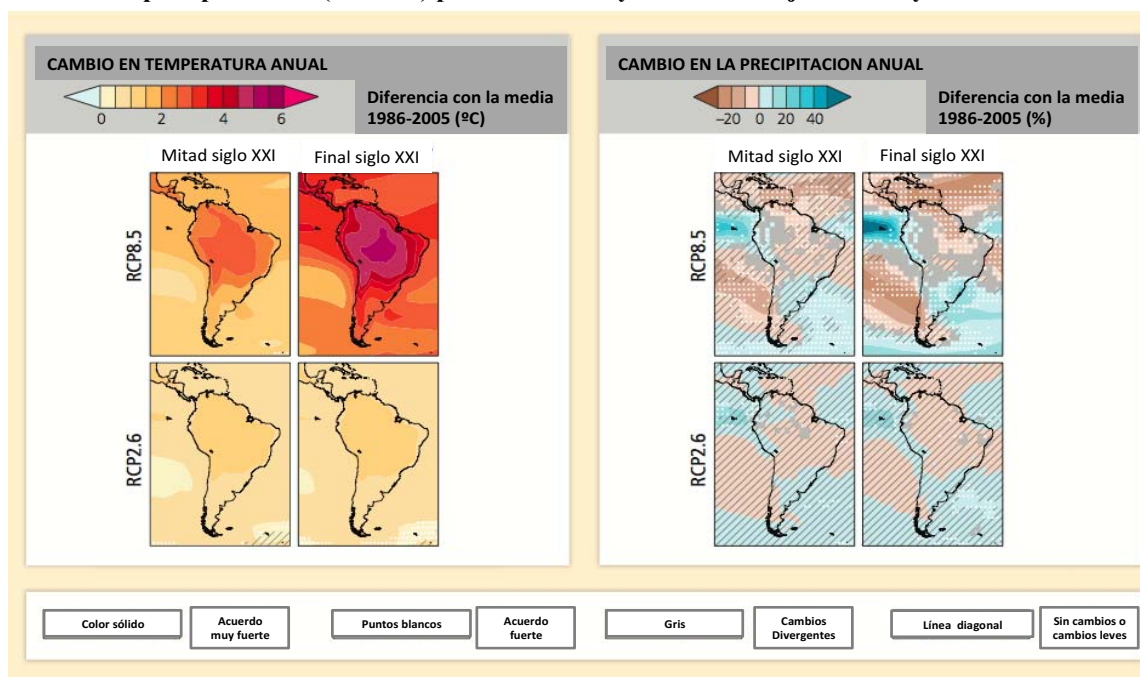
En el último resumen para responsables de políticas del IPCC (IPCC, 2013) se confirma que el cambio climático es advertido en todo el planeta y que el calentamiento del sistema climático es inequívoco. Desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. El informe sostiene que la atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado hasta niveles sin precedentes desde hace, por lo menos, 800.000 años.

En la región de América Latina y el Caribe se registró un aumento de 0,5°C a 3°C de la temperatura media entre 1901 y 2012, con los mayores incrementos observados en la zona tropical de América del Sur. También se observó un aumento gradual de las lluvias en el sur este de América del sur, en el norte de América del Sur, y en las zonas costeras de Perú y Ecuador. Por el contrario, se observaron reducciones de las precipitaciones en gran parte de Chile, el norte de Argentina, el sur de México y parte de Centroamérica. En Centroamérica también se observó un progresivo retraso en la época de lluvias, un aumento en la variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones, y un aumento de las lluvias intensas al comienzo de la estación. Desde mediados del siglo XX, especialmente a partir de la década de 1970, se observó un derretimiento acelerado de los glaciares, especialmente los intertropicales que perdieron entre el 20 y el 50% de su masa de hielo (IPCC, 2012; IPCC, 2013; Magrin *et al.*, 2007, 2014).

También existe amplia evidencia (citada en los informes IPCC, 2012; IPCC, 2013; Magrin *et al.*, 2007, 2014) sobre un aumento significativo en la ocurrencia e intensidad de eventos climáticos extremos que generaron pérdidas humanas y económicas de gran envergadura. En varios países aumentó notablemente la frecuencia de ocurrencia de lluvias torrenciales que desembocan en inundaciones y deslizamientos de tierra. En la mayor parte de la región las temperaturas nocturnas (mínimas) registraron la mayor tasa de calentamiento, mientras que el aumento de las temperaturas diurnas (máximas) ha sido más moderado (Skansi *et al.*, 2013). En los últimos años se observaron eventos record de episodios de sequías e inundaciones, con grandes impactos sobre el sector agropecuario y las economías locales. En un trabajo reciente (Wang *et al.*, 2014) se indica que las áreas propensas a sequías crónicas (ubicadas en América del Sur, el sur de Europa, y el este de Asia) se han incrementado notablemente, pasando de 16,2% en 1902-1949 a 41,1% en 1950-2000. En la región del Caribe el número de huracanes pasó de 15 y 9 en las décadas de 1980 y 1990 a 39 huracanes en el período 2000-2009, aumentando especialmente la ocurrencia de huracanes de mayor intensidad (IPCC, 2012).

Las proyecciones climáticas derivadas del CMIP5 (RCP8.5) para fin del siglo XXI estiman para Centroamérica un calentamiento medio de 2,5°C (rango 1,5°C a 5,0°C), reducción del 10% en las precipitaciones medias anuales (rango -25% a +10%) y disminución de la lluvia durante el verano. En América del Sur se proyecta un calentamiento medio de 4°C (rango 2°C a 5°C) con reducciones del 15% en las precipitaciones en la región tropical al este de los Andes, y aumentos del 15% al 20% en SESA y otras regiones (véase el mapa 1). Además, es muy probable que ocurra un aumento en el número de noches y días cálidos en toda la región. Por último, se espera un aumento de las precipitaciones intensas en SESA y un aumento de los períodos secos en el noreste de América del Sur (Magrin *et al.* 2007, 2014).

Mapa 1
Cambios proyectados (CMIP5 multi-modelos) en la temperatura promedio (izquierda) y las precipitaciones (derecha) para 2046-2065 y 2081-2100 bajo RCP2.6 y RCP8.5



Fuente: IPCC- AR5, Capítulo 27 (Magrin *et al.*, 2014), pp 1513. Para mayor detalle consultar la fuente original.

Nota: Las denominaciones empleadas en este mapa y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

B. Cambios en los ecosistemas y en el uso del suelo

En la región de América Latina y el Caribe el uso del suelo y el cambio en el uso del suelo son factores claves de la degradación ambiental que exacerban los impactos negativos del cambio climático. Desde hace algunos años el recuso suelo está sufriendo presiones crecientes para usos competitivos como producción ganadera, cultivos para alimentación humana, y biocombustibles entre otros (Magrin *et al.*, 2014).

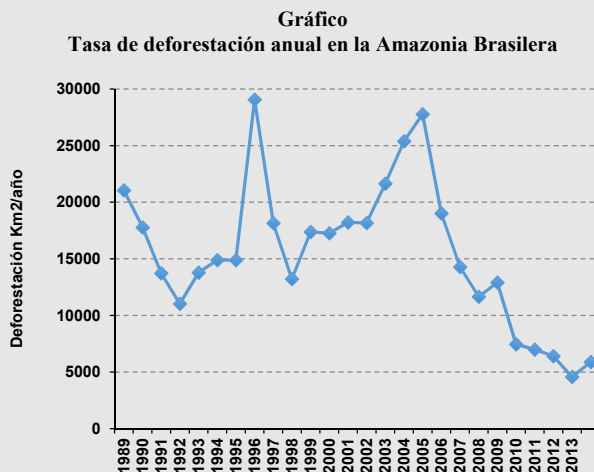
Deforestación: entre 2005 y 2010 la región de Centroamérica y América del Sur ha perdido 38.300 km² de bosques por año (69% de la deforestación mundial). Los países con mayor deforestación en orden decreciente fueron Brasil, Bolivia, Venezuela, Argentina, Honduras, Nicaragua, y Guatemala. Sin embargo, en algunos países (Costa Rica, El Salvador, Panamá, Chile y Uruguay) la cobertura forestal mostró una leve tendencia a la recuperación (Magrin *et al.*, 2014). Es destacable la reducción de la deforestación en la amazonía brasilera como consecuencia de medidas de acción planificadas

(véase el recuadro 1). En un trabajo más reciente se informa que entre 2001 y 2010 la región de América Latina y el Caribe perdió 179.405 Km² de vegetación leñosa (resultante de 541.835 km² deforestados y 362.430 km² reforestados) (véase el mapa 2), y que las pérdidas más importantes ocurrieron en América del Sur —especialmente en Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia— que fueron responsables del 80% del total deforestado en América Latina y el Caribe durante ese período (Aide *et al.*, 2013).

Recuadro 1 Deforestación en la amazonía brasilera

La cuenca del río Amazonas contiene la selva tropical más extensa del mundo, cuenta con el 20% de la biodiversidad vegetal y animal del planeta y es muy rica en recursos hídricos. Desde hace algo más de cuatro décadas la rápida deforestación asociada al desarrollo de la amazonía convirtió a la región en uno de los sectores críticos del cambio ambiental del planeta. Ya se han observado cambios locales relacionados con los ciclos del agua, el carbono y los nutrientes y la composición atmosférica. Desde principios de este siglo se viene alertando que la deforestación en la amazonía podría conducir a cambios en el clima capaces de transformar el ecosistema en vegetación tipo sabana. La deforestación local y el aumento del cambio climático antropogénico podría llevar a la selva amazónica a cruzar un umbral crítico (*tipping point*) a partir del cual cualquier perturbación menor podría alterar substancialmente el sistema.

Desde 1998 este ecosistema es cuidadosamente monitoreado por satélites (INPE, 2011, disponible en: http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2013.htm) y los resultados se informan a las autoridades nacionales. En el año 2004 el gobierno de Brasil establece un plan de acción para la prevención y el combate de la deforestación en la amazonía legal. Las tasas de deforestación, que habían alcanzado uno de los picos máximos en 2004 (27.772 km²), comenzaron a declinar lentamente hasta llegar a 4.571 km² en 2012, y 5.891 km² en 2013 (véase el gráfico). Esta notable reducción en la deforestación surge como resultado de una serie de políticas para controlar la deforestación ilegal, en particular el establecimiento y refuerzo de las áreas protegidas. Actualmente las áreas protegidas (territorios indígenas, áreas estrictamente protegidas, y áreas con manejo sustentable) cubren el 54% de la selva remanente en el Amazonas (Soares-Filho y otros, 2010).



Fuente: Elaboración propia en base a la información de INPE, 2011.

La expansión de la red de áreas protegidas ha planteado un paradigma de conservación centrado en mantener la biodiversidad y dejar grandes bloques de bosque que actúan como "barreras verdes" a la deforestación. Además, estas áreas permiten sostener los medios de vida tradicionales, mantener el equilibrio clima-vegetación y los regímenes hidrológicos, y ayuda a la prevención de los incendios forestales. Sin embargo, es preciso disponer de recursos financieros en tiempo y forma para continuar con la expansión de las áreas protegidas en regiones bajo amenaza inmediata. Para lograr la conservación del bioma amazónico se requerirá también de iniciativas de conservación dirigidas a los propietarios de las tierras privadas mediante por ejemplo: i) el fomento de mercados agrícolas y forestales que valoren las condiciones ambientales y sociales, ii) el ordenamiento del uso del territorio para prevenir la expansión de la agroindustria y la ganadería, iii) la intensificación del monitoreo y las capacidades de las agencias del gobierno, y iv) mediante incentivos económicos y técnicos que ayuden a cumplir con el código forestal del país (Soares-Filho y otros, 2010).

Fuente: Filho y otros, 2010.

Mapa 2 Zonas de deforestación y de reforestación en América Latina



FIGURE 1. The distribution of hotspots of deforestation and reforestation relative to the ten major biomes in Latin America and the Caribbean as proposed by Olson et al. (2001). Included in the legend are the original biome names, the names used in this study, and the area of each biome based on municipality boundaries, as calculated for this study. Each dot represents one of the 2513 municipalities that had a significant change in woody vegetation over the 10-year period (2001–2010).

Fuente: Aide *et al.*, 2013.

Nota: Las denominaciones empleadas en este mapa y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

^a Puntos rojos: zonas de deforestación.

^b Puntos azules: zonas de reforestación.

Degradación de ecosistemas y reducción de servicios ecosistémicos: la deforestación, la producción agropecuaria y la minería están causando una severa degradación ambiental y una notable reducción de los servicios ecosistémicos. Algunas de las zonas más afectadas por la expansión de las fronteras agropecuarias en ecosistemas forestales frágiles incluyen: los bordes de la selva amazónica en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú; y los Andes tropicales, incluyendo los Páramos. Durante este siglo, la deforestación y las emisiones globales de GEI pueden provocar que la selva amazónica traspase un umbral crítico (*tipping point*) a partir del cual cualquier perturbación menor puede alterar cualitativamente el sistema. Varios modelos proyectan reducción de lluvias, altas temperaturas y escasez de agua, lo que puede conducir a una sustitución abrupta e irreversible de la selva amazónica por vegetación tipo sabana. La "sabanización" de la región amazónica podría tener un impacto a gran escala sobre el clima, la biodiversidad, y las comunidades de la región. Aunque, la posibilidad de que este escenario se produzca sigue siendo un tema abierto y con grandes incertidumbres. Otros ecosistemas como los pastizales, las sabanas, y los matorrales, están más amenazados aún que los bosques, debido en parte a los incendios, el sobrepastoreo, y la expansión de la agricultura. En la región del Río de la Plata la superficie de praderas disminuyó notablemente entre 1985 y 2004, debido a la expansión de cultivos anuales, principalmente la soja (Magrin *et al.*, 2014).

Pérdida de biodiversidad: las especies vegetales están declinando rápidamente en CA y SA. El cambio en el uso del suelo ha generado seis "hotspots" de biodiversidad que presentan elevadas pérdidas de hábitats y altos niveles de endemismo en las especies: Mesoamérica, Chocó-Darién-Ecuador Occidental, Andes tropicales, centro de Chile, bosque atlántico brasileño, y el Cerrado brasileño. La conversión de los ecosistemas naturales es la principal causa inmediata de pérdida de biodiversidad y ecosistemas en la región. En el Amazonas, el riesgo estimado de extinción de especies, sin tener en

cuenta el posible impacto del cambio climático, varía entre 5% y 9% para el 2050 con una reducción de hábitat del 12-24% al 30% para el 2030. En el noroeste de México el aumento en la severidad de las sequías tornaría cada vez más vulnerables a los ecosistemas, incluyendo muerte de la vegetación. Mientras que el aumento de las sequías en la selva tropical cambiaría la estructura y la distribución, favoreciendo las especies caducifolias. En Centroamérica y América del Sur se observa el mayor porcentaje de la acelerada extinción mundial de las especies de anfibios, mientras que Brasil se encuentra entre los países con la mayor cantidad de especies de pájaros y mamíferos amenazadas de extinción. En el este de México, el aumento de temperatura provocó desplazamientos hacia mayores altitudes y hacia el norte de plantas, mamíferos, aves, lagartos, y alteró la distribución de las especies de insectos. Además, las sequías de severidad y duración inusual provocaron la muerte regresiva de los bosques (Magrin *et al.*, 2007, 2014; Romero Lankao *et al.*, 2014).

Degradación del suelo: la degradación del suelo es un proceso importante que compromete grandes extensiones en América Latina. Entre 1982 y 2002 las superficies adicionales degradadas alcanzaron el 16,4% del territorio en Paraguay, 15,3% en Perú, 14,2% en Ecuador. Guatemala presenta la mayor proporción de tierras degradadas de Centroamérica (58,9% del territorio); seguida por Honduras (38,4%) y Costa Rica (29,5%) (Magrin *et al.*, 2014).

Expansión de monocultivos y alteraciones del balance de agua: en los últimos años, el cultivo de soja se ha expandido notablemente en América del Sur, tornándose cada vez más importante en la producción agrícola del sud este de América del Sur. En varios sitios la conversión del paisaje puede alterar sustancialmente el balance de agua, dando como resultado alteraciones locales y regionales del clima. Los ecosistemas más alterados por la expansión del cultivo de soja se ubican en Brasil (Mato Grosso y Cerrados), y en la selva Chaqueña (Bolivia, Paraguay, Argentina y Brasil). En varios lugares de Argentina la expansión de la soja fue favorecida por el aumento de las lluvias registrado en las últimas décadas. La palma de aceite, otro cultivo usado para biocombustibles, está muy vinculada a la reciente deforestación en Centroamérica y la zona tropical de América del Sur. La deforestación asociada a la Palma es mucho menor que la asociada a la soja, pero es considerable para algunos países, y se espera que siga en aumento por la demanda creciente de biocombustibles. Los principales productores de aceite de palma son Colombia y Ecuador, seguido por Costa Rica, Honduras, Guatemala y Brasil. Brasil tiene el mayor potencial de expansión, ya que cerca de la mitad de la Amazonia es adecuada para el cultivo de palma de aceite. La producción de palma de aceite también está creciendo en la región amazónica de Perú, donde el 72% de las nuevas plantaciones se han expandido hacia zonas boscosas. Es muy posible que en los próximos años este proceso de expansión continúe, aun con cambios tecnológicos que promuevan la intensificación de la producción, debido al incremento en la demanda mundial de alimentos y biocombustibles y al probable aumento del precio de los *commodities* (Magrin *et al.*, 2014).

Ante este panorama, resulta necesario y urgente considerar las acciones legales y las políticas adecuadas para mantener bajo control este proceso de cambio de gran escala.

C. Impactos y vulnerabilidad

1. Sector agropecuario

El impacto del cambio climático será considerable para los países de América Latina y el Caribe debido a su dependencia económica de la agricultura y los recursos naturales, la baja capacidad adaptativa de grandes segmentos de la población, y la ubicación geográfica de varios de los países. Las evaluaciones de los impactos del cambio climático sobre la producción agrícola y la seguridad alimentaria muestran gran variabilidad espacial y elevado nivel de incertidumbre, sin embargo se han identificado algunas regiones con comportamientos consistentes: El sud este de América del Sur que podría incrementar o sostener la productividad hasta mediados de este siglo; la región central de Chile y el centro oeste de Argentina donde se esperan reducciones de productividad; y el NE de Brasil, parte de la Región Andina y Centroamérica donde el cambio climático afectaría el rendimiento de los cultivos, las economías locales y la seguridad alimentaria (Magrin *et al.*, 2014).

Sud este de América del Sur: en el sud este de América del Sur (Parte de Argentina, Uruguay, sur de Brasil y parte de Paraguay) la productividad media de los cultivos de verano, especialmente la soja, y de algunas pasturas podría sostenerse o incrementarse levemente hasta mediados de siglo, aunque la intensificación en la ocurrencia de eventos extremos (especialmente sequías e inundaciones) provocaría gran variabilidad interanual de la producción. El calentamiento y el aumento de las lluvias favorecería el desplazamiento de algunos cultivos hacia el sur y el oeste de la región, como el cultivo de café que podría llegar hasta Uruguay y el norte de Argentina, y los cultivos de granos y oleaginosas que se extenderían hacia la Patagonia y el centro de Argentina.

Chile y centro oeste de Argentina: el aumento de la temperatura, la reducción de las horas de frío y la reducción de la disponibilidad de agua (menor precipitaciones y reducción de los glaciares andinos) afectaría la producción de los cultivos de invierno, los frutales, la vid y algunas especies forestales. En Chile se prevé que los cultivos se desplacen hacia el sur donde las condiciones climáticas serían más favorables.

Noreste de Brasil: se prevén reducciones en los rendimientos de los cultivos de maíz, frijol, arroz, trigo, y yuca que comprometerían la seguridad alimentaria de los productores de subsistencia de la región. Además, el aumento de temperatura reduciría las áreas aptas para el cultivo de caupí frijol.

Centroamérica: en esta zona, el cambio climático afectaría severamente a la población más pobre y a la seguridad alimentaria. Las condiciones más cálidas, junto a la mayor variabilidad de las lluvias y el acortamiento de la estación lluviosa afectarían los rendimientos de los cultivos de maíz, poroto y arroz que constituyen el 90% de la producción agrícola destinada al consumo interno. Otro problema serio en la región es la variabilidad climática. Recientemente, las condiciones del clima generaron un serio problema con la roya en el sector cafetero, que afectó el 55% del área de cultivo y redujo en cerca de 40% el empleo durante la cosecha. Cabe aclarar que en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, cerca de 1,4 millones de personas dependen del sector cafetero que es muy susceptible al clima (véase el recuadro 2).

Recuadro 2 Adaptación en el cultivo de café

El cultivo de café se encuentra ampliamente difundido en los países tropicales y subtropicales de América Latina y el Caribe (Brasil, México, Perú, República Dominicana, Colombia, Costa Rica, Honduras, El Salvador, Guatemala y Nicaragua). Brasil concentra cerca de un tercio de la producción mundial de café, y en Guatemala, El Salvador, Honduras, y Nicaragua cerca de 1,4 millones de personas dependen del sector cafetalero que es sumamente sensible a las variaciones climáticas. El problema de la roya del café en el ciclo 2012-2013 puso en evidencia la vulnerabilidad climática del sector ya que afectó cerca de 600.000 hectáreas y redujo alrededor del 40% el empleo durante la cosecha.

Las propuestas de adaptación para el cultivo de café en Brasil incluyen siembras con altas densidades de plantas, cobertura vegetal del suelo, programas adecuados de riego y mejoramiento, y sistemas de sombreado (forestación de las plantaciones) que también se usan en Costa Rica y Colombia.

En las áreas montañosas de Nicaragua y Colombia (donde las zonas más bajas perderían la aptitud para el cultivo debido al aumento de la temperatura) Vermeulen *et al.* (2013) proponen considerar bandas altitudinales para implementar medidas de adaptación incrementales o transformativas según la altitud. En las laderas bajas plantean medidas transformativas como la sustitución de cultivos (por ejemplo pasar a otro sistema perenne de alto valor como el cacao). En las partes más altas, donde los ecosistemas naturales proveen de agua y otros servicios ambientales a las poblaciones de aguas abajo, proponen controlar la expansión de las plantaciones de café o asegurar que ésta no comprometa al ambiente. En las zonas intermedias sugieren medidas incrementales de adaptación como aumentar el sombreado para mantener la productividad del café, y en las zonas cercanas al límite de aptitud proponen la diversificación de cultivos. En El Salvador, México, Guatemala y Nicaragua, Baca *et al.* (2014) proponen medidas similares de adaptación y destacan la importancia de las redes sociales para facilitar el acceso a la información, los recursos, los mercados y las nuevas tecnologías, así como las fuentes de financiamiento y el apoyo de organizaciones civiles y gubernamentales. En Guatemala y Honduras se encontró que la respuesta adaptativa de los pequeños productores de café esta directa y principalmente relacionada con la disponibilidad de la tierra y la participación en grupos organizados; y que el acceso a la información contribuyen a la toma de decisiones de adaptación (Magrin *et al.*, 2014).

Fuente: Vermeulen *et al.*, (2013) y Magrin *et al.*, 2014.

Región Andina: esta es otra de las regiones muy vulnerables al cambio climático. Se esperan reducciones en los rendimientos de cultivos básicos para la alimentación como maíz, papa, trigo y cebada. Otro problema es el desplazamiento de las producciones hacia zonas de mayor altura y mayor pendiente que favorece la degradación acelerada de los suelos. En Colombia, Ecuador y Perú se esperan importantes reducciones en la productividad de los cultivos asociados a la seguridad alimentaria (maíz, frijol, papa, quinua, plátano, yuca) y en los cultivos de importancia en la generación de ingresos para los pequeños productores (café, cacao y plátano). La aptitud climática de los cultivos tenderá, paulatinamente, a desplazarse a zonas de mayor altura poniendo en riesgo las áreas protegidas y las zonas de páramos. Los cultivos de zonas más frías (papa, frijol) pierden aptitud climática en las zonas actuales de cultivo y la ganan en zonas contiguas más altas, mientras que los cultivos de clima cálido (yuca, cacao, caña y plátano) ganan aptitud en las zonas más bajas de la región Andina. El cultivo del café tenderá a desplazarse hacia zonas de mayor altitud constituyéndose en una alternativa viable para los productores ubicados por encima de los 1.500 m.s.n.m., mientras que a menores alturas será preciso explorar otras alternativas. Además, se debe tener en cuenta la posible incidencia de plagas (por ejemplo: Roya) que podrían propagarse más fácilmente con el aumento de las lluvias y la temperatura. En Perú, se vislumbran algunos frutales (como palta y naranja) como alternativas productivas para las zonas de la sierra que en la actualidad producen frijol y maíz (CIAT, 2013, 2014 a y b; Magrin *et al.*, 2014).

El cambio del clima también alterará el patrón actual de distribución e incidencia de enfermedades afectando la productividad. Varios trabajos (citados en Magrin *et al.*, 2014) reportan incrementos en las enfermedades de fin de ciclo en soja, mal de río cuarto en maíz, fusarium en trigo, roya de la soja y roya del café, y phytophthora en papa. También se esperan reducciones en la calidad de los alimentos, relacionados principalmente con el cambio de la relación carbono/nitrógeno y la disminución del contenido de proteínas. Otro aspecto importante, que alteraría el bienestar de la población, es el probable aumento en el precio de los alimentos que beneficiaría a países netamente exportadores (como, por ejemplo, Brasil) pero perjudicaría seriamente a varios países, especialmente a la franja más pobre de la población.

2. Recursos hídricos

Cambios en los caudales de los ríos y la disponibilidad de agua: aumento en los caudales de los ríos de la Cuenca del Plata debido al aumento de las lluvias y la reducción de la evapotranspiración por el cambio del uso del suelo en la Lagoa dos Patos (Brasil); en la Laguna de Mar Chiquita y en la provincia de Santa Fe (Argentina) con consecuencias ecológicas y erosivas. Reducciones en los caudales de los ríos en los Andes centrales (Chile y Argentina), en Centroamérica, y en los ríos Magdalena y Cauca (Colombia) (Magrin *et al.*, 2014). En la mayor parte de México, a excepción de la zona tropical del sur, se proyecta menor disponibilidad de agua y aumento de las condiciones de sequía, esta situación sumada al aumento de la población incrementará la sobreexplotación del agua superficial y subterránea. Además, la reducción del nivel de los lagos afectaría la producción hidroeléctrica en las zonas áridas y semiáridas. En la zona tropical del sur de México, el aumento de las lluvias del invierno y las probables inundaciones perjudicaría la generación hidroeléctrica, el agua almacenada en las represas, y la producción agropecuaria a partir de mediados de siglo, generando alta vulnerabilidad ya que se esperan reducciones del 35-40% en las lluvias de verano (Romero-Lankao *et al.*, 2014).

Reducción de glaciares: retroceso y derretimiento acelerado de los glaciares de los andes tropicales en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, y Bolivia, con pérdidas de 20 a 50% de área durante la segunda mitad del siglo XX y especialmente desde fines de la década de 1970 asociado al aumento de la temperatura. Del mismo modo, los glaciares y campos de hielo en los andes extratropicales ubicados en el centro-sur de Chile y Argentina se enfrentan a reducciones significativas y cambios en la estacionalidad con reducciones de los flujos en la estación seca y aumentos en la estación húmeda (Magrin *et al.*, 2014).

Calidad del agua: el aumento de la temperatura del agua y de la intensidad de precipitación, sumado a periodos de caudal bajo más prolongados, potenciarían muchas fuentes de polución del agua, en particular sedimentos, nutrientes, carbono orgánico disuelto, patógenos, plaguicidas, sal y temperatura (Bates *et al.*, 2008). En México, entre el 10% y el 30% de los sitios monitoreados contiene agua contaminada (Romero-Lankao *et al.*, 2014).

En el futuro se espera un aumento de la vulnerabilidad actual en términos de abastecimiento de agua en las zonas semiáridas y los andes tropicales. Este hecho se vería exacerbado por el retroceso de los glaciares, la reducción de la precipitación y el aumento en la evapotranspiración en las zonas semiáridas. Este escenario afectaría sensiblemente la disponibilidad de agua para la producción de alimentos y demás usos. Se vislumbra una necesidad urgente de evaluar las prácticas actuales de manejo del agua para reducir el desfase entre la oferta y la demanda y disminuir la vulnerabilidad a futuro. También se cree necesario implementar reformas constitucionales y legales para lograr una gestión más eficiente y eficaz de los recursos hídricos (Magrin *et al.*, 2014; Romero Lankao *et al.*, 2014).

II. Necesidades de adaptación

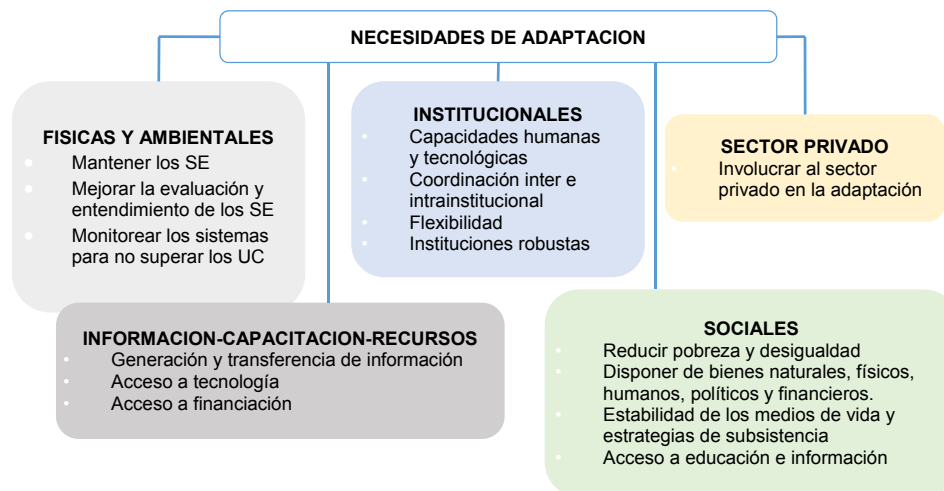
Desde los inicios de la agricultura, los campesinos han adquirido conocimientos y experiencias que les permiten adaptarse¹ al clima mediante la diversificación de cultivos y la diversidad genética; el ajuste en los calendarios de siembra y cosecha; el manejo del agua; y la aplicación de riego complementario, entre muchas otras medidas. Sin embargo, en las últimas décadas se han observado cambios bruscos y sin precedentes en el clima, acompañados por cambios de relevancia en los ecosistemas y el uso del suelo (véase el ítem B en el capítulo I) que plantean nuevos desafíos que exceden el rango de las experiencias y requieren de intervenciones externas y planificadas para evitar y/o reducir daños de envergadura. Las necesidades de adaptación surgen cuando los impactos observados o los riesgos proyectados del cambio climático requieren acciones que garanticen la seguridad de la población y sus bienes, incluyendo los ecosistemas y sus servicios.

Para identificar las necesidades y opciones de adaptación y construir capacidades es preciso contar con información apropiada sobre el riesgo y la vulnerabilidad (véase el recuadro 3). Gran parte de los estudios destinados a identificar las necesidades de adaptación se han basado en el análisis del riesgo climático centrándose en las causantes de los impactos (lluvias, temperaturas, huracanes) y las opciones para moderarlos. Sin embargo, existen causas subyacentes de la vulnerabilidad (ó determinantes socioeconómicos) como: la disponibilidad de información y el acceso a la misma, el acceso a los recursos, la capacidad financiera, las capacidades institucionales y las necesidades tecnológicas que constituyen una parte esencial de las necesidades de adaptación.

¹ La adaptación puede dividirse en dos grandes grupos: la adaptación autónoma, y la adaptación planificada. La adaptación autónoma consiste en los ajustes realizados por los sistemas sin intervención externa y en respuesta a un entorno cambiante (p.e. cambios en la fisiología, el comportamiento, la fenología, la composición genética de las poblaciones; y la composición de la comunidad). Mientras que la adaptación planificada consiste en una intervención humana deliberada con la intención de aumentar la capacidad del sistema (organismo/ecosistema/o sistema socio-ecológico) para sobrevivir y funcionar en un nivel aceptable bajo las condiciones climáticas de un sitio específico.

Las necesidades de adaptación pueden resumirse en cinco categorías (Noble *et al.*, 2014): i) necesidades físicas y ambientales, ii) necesidades sociales, iii) necesidades institucionales, iv) necesidad de involucrar al sector privado, y v) necesidades de información, capacitación y recursos.

Diagrama 1
Esquema indicando cinco categorías de necesidades de adaptación



Fuente: Elaboración propia en base a la información disponible en el IPCC AR5- Capítulo 14 (Noble *et al.*, 2014).

Necesidades físicas y ambientales: surgen en respuesta a las alteraciones observadas y proyectadas sobre los sistemas ecológicos, la biodiversidad, los recursos genéticos y los servicios ecosistémicos (véase el capítulo I). En varias regiones se han observado alteraciones y desplazamientos de hábitats, extinción de especies, y alteración de los servicios ecosistémicos. Estos cambios demuestran categóricamente la necesidad de actuar para mantener los servicios ecosistémicos, especialmente aquellos de vital importancia para la humanidad como: aprovisionamiento (alimentos, fibras, suministro de agua potable), regulación (regulación del clima, polinización, control de enfermedades, control de inundaciones), y apoyo (producción primaria y ciclo de nutrientes).

Necesidades sociales: la vulnerabilidad depende en gran parte de la capacidad humana para reducir y manejar los impactos climáticos, siendo la pobreza y la desigualdad persistente una de las causas más destacadas de la vulnerabilidad. Otros factores claves que determinan la vulnerabilidad son: la condición social, el sexo, la edad, la salud, la etnia y el estrato socioeconómico. Las necesidades sociales de adaptación pueden evaluarse en términos de disponibilidad de bienes naturales, físicos, humanos, políticos y financieros; y la estabilidad de los medios de vida y las estrategias de subsistencia. En América Latina y el Caribe el desarrollo se ha caracterizado por bajas tasas de crecimiento, alta volatilidad, heterogeneidad estructural, y distribución muy desigual del ingreso. Esta combinación de factores ha generado elevados y persistentes niveles de pobreza (45% en Centroamérica y 30% en América del Sur para el año 2010), que suelen ser mayores en las zonas rurales. El PBI per cápita en América del Sur duplica al de Centroamérica (donde la pobreza es 50% más elevada). A su vez, la heterogeneidad estructural permite la coexistencia de estructuras modernas de producción y agronegocios con elevada productividad y competitividad junto a grandes segmentos de la población con bajos niveles de productividad e ingresos. También existe gran disparidad en el acceso al agua, el saneamiento, la vivienda, y la exposición a los efectos del cambio climático. En los últimos años la región experimentó un crecimiento robusto y una leve mejoría en la distribución de los ingresos, sin embargo la desigualdad sigue siendo alta y persistente. El ingreso per cápita del 10% más rico de la población es cerca de 17 veces mayor al del 40% más pobre (citado en Magrin *et al.*, 2014).

Necesidades institucionales: las instituciones ofrecen un entorno propicio para implementar acciones de adaptación, dado que pueden crear incentivos, fomentar el desarrollo de la capacidad adaptativa y establecer protocolos, entre otros. Para tal fin es preciso disponer de instituciones eficaces que puedan identificar, desarrollar, y perseguir vías de desarrollo resilientes al clima; incluyendo el desarrollo de nuevas opciones a través de la innovación social, institucional y tecnológica. El accionar de las instituciones puede verse limitado por la falta de capacidades humanas, tecnológicas y financieras; la falta de poder para desarrollar y hacer cumplir las normas; la falta de priorización del tema climático (por la existencia de necesidades más urgentes); y la falta de coordinación inter e intrainstitucional. Existen, además, cuestiones críticas del diseño institucional que deben analizarse para comprender las necesidades institucionales para la adaptación: i) flexibilidad institucional: capacidad intra e interinstitucional para evaluar y reorganizar las actividades acorde a las necesidades y la experiencia adquirida, ii) posibilidades de Integración: capacidad para incorporar la adaptación en las políticas de corto y largo plazo, la planificación y los programas de desarrollo, iii) coordinación: capacidad de coordinación, comunicación y cooperación eficaz dentro y entre los niveles de gobierno y los sectores, iv) robustez institucional: disponer de poder y recursos para atender las necesidades de las partes interesadas y fomentar su participación en las decisiones y acciones de adaptación. En la región de América Latina existen varias carencias institucionales que, en la mayor parte de los casos, se convierten en limitantes para la adaptación (véase el ítem B en el capítulo IV).

Necesidades asociadas al sector privado: el sector privado es un eslabón importante de la adaptación que hasta el momento tiene una participación muy limitada debido en parte a las dudas sobre la magnitud de la amenaza y las oportunidades para sus empresas, y a la falta de orientación y acción de los gobiernos. Se espera que en el futuro la participación y la inversión del sector privado en la adaptación contribuyan sustancialmente a la reducción de los riesgos climáticos, aunque se teme que la distribución de las inversiones sea selectiva y que la adjudicación de fondos no siempre coincida con las prioridades civiles y gubernamentales.

Necesidades de información, capacitación y recursos: la disponibilidad de información, el acceso a la tecnología y el acceso a la financiación son factores esenciales para implementar exitosamente las medidas de adaptación. La investigación y el desarrollo, el conocimiento científico y local, la adaptación del conocimiento al contexto local, y la transferencia de tecnologías y conocimiento constituyen necesidades prioritarias para la adaptación. La disponibilidad de recursos financieros es otra necesidad imperiosa que no está cubierta en los países de América Latina y el Caribe. En América Latina y el Caribe se observaron varias falencias y necesidades relacionadas con estos requerimientos, que limitan las acciones de adaptación (véase el ítem B en el capítulo IV).

III. Opciones de adaptación

Existen numerosas opciones de adaptación que se van ampliando y enriqueciendo con el paso del tiempo y que pueden agruparse en tres grandes categorías (véase el cuadro 1): i) opciones estructurales/físicas, ii) opciones sociales y iii) opciones institucionales. Estas categorías no son determinantes (varias opciones pueden encasillarse en más de una categoría) pero permiten entender la amplia gama de posibilidades que existen (Noble *et al.*, 2014). En los países de América Latina y el Caribe se han propuesto, y en ciertos casos implementado, opciones de adaptación que se encasillan en las categorías presentadas dentro del marco teórico propuesto en el cuadro 1 (véase los ítems A, B, C, D, E y F de este capítulo).

Cuadro 1
Opciones de adaptación

1- Opciones estructurales y físicas
Ingeniería y construcción del medio ambiente: las obras de ingeniería suelen ser alternativas costosas y de larga duración, que deben encarar la incertidumbre asociada a la proyección de los impactos climáticos
Adaptación basada en ecosistemas: estas opciones, basadas en la capacidad de la naturaleza para absorber o controlar el impacto del cambio climático, pueden ser medidas efectivas y eficientes de adaptación y resultan menos dependientes de las proyecciones climáticas y sus incertidumbres (véase el ítem A de este capítulo)
Opciones tecnológicas: en el sector agropecuario existen numerosas alternativas de adaptación basadas en la tecnología como: métodos más eficientes de riego y fertilización, almacenaje y cosecha del agua, mejoramiento genético para tolerancia a factores de estrés, ajuste del calendario de siembra en base a rendimientos estimados, cartografías de riesgo, tecnologías de monitoreo, biocombustibles de segunda generación. Recientemente, las tecnologías de información y comunicación (teléfonos móviles, Internet) generaron oportunidades interesantes para la difusión de la información (pronósticos, alertas, mercados, asesoramiento) y para la captura de información relevante y actualizada para el análisis y la toma de decisiones (avance de inundaciones, brotes de enfermedades, respuesta a desastres). Las tecnologías de adaptación suelen resultar familiares en todos los países y, en general, pueden aplicarse en cualquier lugar del planeta, por lo que resultan fácilmente transferibles
Opciones de servicios: las redes de seguridad social que atienden las necesidades básicas de las personas más vulnerables ante la ocurrencia de catástrofes climáticas (inundaciones, sequías); los servicios de salud pública; las campañas de prevención; el acceso adecuado a los servicios (mantenimiento de desagües, diversificación de las fuentes de abastecimiento de agua); el acceso a los mercados agrícolas; los bancos de alimentos y la distribución de los excedentes alimentarios, han sido citados como medidas que pueden reducir la vulnerabilidad climática
2- Opciones sociales
Educación: se destaca a la falta de educación como una limitante que contribuye a la vulnerabilidad. Los programas educativos, la extensión, la divulgación, y las reuniones comunitarias son instrumentos clave para la difusión de conocimientos sobre las opciones de adaptación y para construir el capital social que promueve la capacidad de adaptación social. La educación puede ser vista como un bien público que promueve el diálogo y las redes y permite desarrollar la resiliencia a nivel individual y del sistema socio-ecológico

Cuadro 1 (conclusión)

2- Opciones sociales
<p>Información: las estrategias informativas dirigidas a fomentar la toma de conciencia de los riesgos climáticos y la respuesta ciudadana son parte integral de la adaptación. Algunos ejemplos incluyen: sistemas de alerta temprana, cartografías de riesgos y vulnerabilidad; monitoreo sistemático y teledetección; servicios climáticos, incluyendo pronósticos mejorados; escenarios climáticos a escala local, etc.</p> <p>Comportamiento: las medidas de comportamiento son esenciales para avanzar en la adaptación. La adaptación del comportamiento incluye: la diversificación de los medios de subsistencia, el cambio en las prácticas agrícola y ganaderas, la sustitución de cultivos, la conservación del suelo y el agua, la migración laboral. En este sentido, los incentivos gubernamentales pueden ser una buena manera de fomentar el cambio en el comportamiento humano</p>
3- Opciones institucionales
<p>Económicas: estas opciones incluyen: incentivos financieros (incluyendo impuestos y subsidios); seguros (incluyendo los basados en índices climáticos); bonos de catástrofe; fondos rotatorios; pagos por servicios ambientales; tarifas de agua; fondos de contingencia de desastres; transferencias de dinero</p> <p>Leyes y regulaciones: las leyes, reglamentos y medidas de planificación tales como la creación de áreas protegidas y la re zonificación del uso del suelo son medidas institucionales que pueden mejorar la seguridad y resiliencia de las comunidades mediante la asignación del uso de la tierra. Otros ejemplos incluyen los derechos legales y el acceso a los recursos que pueden determinar la capacidad de adaptación. En varios países, la seguridad de la tenencia de la tierra es reconocida como un elemento prioritario para que los individuos puedan tomar decisiones a largo plazo, como por ejemplo el cambio de las prácticas agrícolas. Algunos ejemplos de leyes y regulaciones relacionadas al sector agropecuario incluyen: leyes de zonificación y ordenamiento territorial; Ley de Arrendamientos; reglamentos y acuerdos sobre los recursos hídricos; leyes para apoyar la reducción del riesgo de desastres; leyes para fomentar la compra de seguros; definición de los derechos de propiedad y la tenencia de tierras; las áreas protegidas; y las cuotas de pesca</p> <p>Políticas y programas de gobierno: las políticas y programas de gobierno incluyen: planes de adaptación nacionales y regionales (incluida la incorporación del cambio climático), planes subnacionales y locales de adaptación, planificación y preparación para los desastres, planes sectoriales como: gestión integrada de recursos hídricos; manejo de paisaje y cuencas hidrográficas; gestión integrada de zonas costeras; manejo adaptativo; manejo basado en ecosistemas; manejo sostenible de los bosques; gestión de la pesca; y adaptación basada en comunidades</p>

Fuente: Elaboración propia en base a la información disponible en el IPCC AR5- Capítulo 14 (Noble *et al.*, 2014).

A. Adaptación basada en ecosistemas

La Adaptación Basada en Ecosistemas (ABE) se basa en el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia completa de adaptación al cambio climático. La ABE se realiza mediante el manejo sustentable de los recursos naturales y la conservación y restauración de los ecosistemas para proporcionar y mantener los servicios ecosistémicos que facilitan la adaptación a la variabilidad y el cambio climático. En términos generales, la ABE presenta menores riesgos de mala adaptación que las obras de ingeniería ya que conserva los ecosistemas y sus servicios, es más flexible y sensible a los cambios ambientales no previstos, puede ayudar a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, puede contribuir a la mitigación, y produce co-beneficios ambientales, sociales y económicos en la forma de bienes y servicios de los ecosistemas (Shaw *et al.*, 2014). La ABE suele ser compleja para implementar ya que requiere la cooperación de varios actores y organizaciones (instituciones, sectores y comunidades) y los beneficios que otorga se dispersan entre un rango muy amplio de beneficiarios. Además, suelen faltar protocolos estándar y metodologías comparables que normalmente existen en otro tipo de opciones (como tecnológicas y de infraestructura) (Noble *et al.*, 2014).

Algunas de las actividades de manejo de ecosistemas incluidas en la ABE con el fin de aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad incluyen: restauración ecológica de los ecosistemas; manejo comunitario de los recursos naturales; conservación y establecimiento de áreas protegidas; aumento de la diversidad biológica; forestación y reforestación; reducción de incendios forestales y prescripción de quemas; corredores ecológicos; conservación *ex situ* de semillas y bancos de germoplasma; ordenamiento territorial adaptativo; establecimiento de sistemas agropecuarios diversos con la utilización del conocimiento indígena y local y el mantenimiento de la diversidad genética; manejo integrado del recurso hídrico (reconociendo el rol de las cuencas hidrográficas, los bosques y la vegetación asociada en la regulación de los flujos de agua) (Noble *et al.*, 2014; UICN, 2012).

Varios estudios indican que la restauración ecológica de los ecosistemas degradados mejora en un 44% la provisión de biodiversidad y en un 25% los servicios ambientales; aumenta el potencial para el secuestro del carbono; y promueve la organización comunitaria, las actividades económicas, y el sustento en las áreas rurales. Las iniciativas de conservación y restauración ayudan simultáneamente a la adaptación y mitigación del cambio climático (Magrin *et al.*, 2014).

El manejo efectivo de las áreas protegidas y la creación de nuevas áreas, así como el manejo comunitario de las áreas naturales son herramientas eficientes para la adaptación y para reconciliar la conservación de la biodiversidad con el desarrollo socioeconómico. Se ha demostrado que en las zonas con manejo comunitario del ecosistema la deforestación es menor que en las áreas protegidas; que en las áreas protegidas de uso restringido se reducen sustancialmente los incendios forestales, aunque las áreas protegidas multi-uso resultan aún más efectivas; y que en las reservas indígenas los incendios forestales son un 16% más bajos que en las áreas no protegidas. Las concesiones forestales a las comunidades, el manejo multiuso de los bosques, y las iniciativas de investigación y monitoreo dentro del territorio de las comunidades y con participación activa de las mismas, son otros ejemplos de manejo comunitario adaptativo (citado en Magrin *et al.*, 2014). La iniciativa de Brasil para controlar la deforestación en el Amazonas, basada entre otras acciones en el establecimiento y mantenimiento de áreas protegidas, es un ejemplo exitoso de este tipo de acciones (véase el recuadro 1). A continuación de presentan algunos ejemplos de ABE llevadas a cabo en varios países de la región:

Agricultura y recursos hídricos en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú: para las regiones Andinas de Colombia, Ecuador y Perú (CIAT, 2014 a, b) se han propuesto medidas de ABE con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la agricultura y los recursos hídricos: i) conservar y restaurar las partes altas de las cuencas hidrográficas con el fin de preservar el poder regulatorio (aumentar el tiempo de retención del agua en el suelo y regular los niveles de escorrentía para evitar las crecientes y aumentar los flujos de retorno para incrementar los caudales en los periodos de estiaje), ii) fomentar la agricultura de conservación en la parte alta y media de las cuencas (para mejorar la capacidad de retención hídrica del suelo, disminuir la erosión y reducir la contaminación de las fuentes de agua), iii) fomentar las prácticas tradicionales y ancestrales en la agricultura familiar, identificando prácticas que aporten a la resiliencia (variedades criollas y especies nativas tolerantes a las condiciones climáticas; prácticas de manejo que no disturben el suelo y promuevan las rotaciones, y el aprovechamiento de nutrientes. También proponen considerar sistemas agroforestales para algunos cultivos (p ej. maíz, café y frijol) con el fin de moderar los incrementos de temperatura.

Un cambio de sistema: de la tala y quema a la agroforestería en Centroamérica: desde el año 2000 la FAO ha iniciado programas especiales para la seguridad alimentaria con los gobiernos de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador, entre otros. Estos programas trabajaron en forma conjunta, compartiendo prácticas, experiencias y resultados para mejorar y desarrollar los sistemas agroforestales en la subregión y substituir el tradicional sistema de tala y quema, especialmente en las pendientes. El estudio sostiene que los sistemas agroforestales son más eficientes y resilientes ya que reducen la superficie de terreno necesaria para la manutención de la familia, aumenta la variedad de la producción, permite sostener el nivel de los rendimientos a lo largo del tiempo, aumenta la productividad del trabajo y el capital, reduce los costos de fertilización, e impulsa el desarrollo de mercados locales (FAO, 2013).

Sistema Silvo Pastoral en Cuba: en Cuba, el sistema silvo pastoril compuesto por *Leucaena* (en baja densidad: 595 árboles/ha) y *Panicum maximum* aumenta la disponibilidad y el valor nutritivo del forraje en relación al monocultivo y se pueden alcanzar ganancias superiores a los 500g/animal/día sin suplementación. Para la producción de leche un sistema con varias gramíneas y leguminosas herbáceas asociadas a la *Leucaena* en alta densidad (25.000 árboles/ha) incrementó notablemente la disponibilidad de materia seca y la producción en relación al monocultivo. También se ha encontrado que la macrofauna del suelo y el secuestro de carbono son significativamente superiores en sistemas silvo pastoriles (Milera, 2011).

El proyecto CASCADA (Café y Agricultura de Subsistencia en Centroamérica y la adaptación basada en ecosistemas), liderado por CI (*Conservation International*) y CATIE con la colaboración de CIRAD y *Bioversity*, tiene por objetivo contribuir a la adaptación al cambio climático de los sistemas

productivos de los pequeños agricultores mediante la identificación y prueba de estrategias de ABE y el desarrollo de capacidad local para apoyar la implementación de estas estrategias en comunidades de Costa Rica, Honduras y Guatemala (disponible en: <http://www.conservation.org/projects/Pages/sobrecascada.aspx>).

El proyecto *EcoAdapt* es una iniciativa de investigación-acción que se lleva a cabo en tres bosques modelo —el de Jujuy en Argentina; Chiquitano en Bolivia y Araucarias de Alto Malleco, en Chile— que procura incidir en procesos de gestión del agua que aporten al desarrollo local y reduzcan la vulnerabilidad de las poblaciones al cambio climático. El proyecto se basa en el fortalecimiento de capacidades, el intercambio de conocimientos, la prevención y atenuación de conflictos, y la promoción del trabajo conjunto con actores claves a nivel local y nacional. El proyecto pretende asistir a las comunidades para que desarrollen sus estrategias de adaptación basadas en ecosistemas (disponible en <http://www.ecoadapt.eu>).

Cristal (Herramienta para la Identificación Comunitaria de Riesgos - Adaptación y Medios de Vida), es una herramienta de evaluación diseñada para ayudar a los planificadores y administradores de proyectos a integrar la reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en proyectos a nivel comunitario. Cuenta con actividades en Bolivia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, y Perú. Según los usuarios, la herramienta ayuda a las comunidades locales a identificar medidas de adaptación relacionadas con el clima y el género que respetan las tradiciones locales y culturales (disponible en: <http://www.iisd.org/cristaltool>).

La Metodología de Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA), desarrollada por CARE (www.careclimatechange.org), ofrece un marco para analizar la vulnerabilidad al cambio climático y la capacidad adaptativa a nivel comunitario. Los principales objetivos del CVCA son: analizar la vulnerabilidad al cambio climático y la capacidad adaptativa a nivel comunitario; y combinar el conocimiento comunitario con la información científica para dar paso a un mayor entendimiento de los impactos locales del cambio climático. Esta metodología se utiliza en el Proyecto Regional de Adaptación al Impacto del retroceso acelerado de los glaciares en los Andes Tropicales - PRAA. Estudio de caso CARE: Aplicación de la metodología de análisis de capacidad y vulnerabilidad climática (CVCA) en Ecuador, Perú y Bolivia (disponible en: http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/PRAA_CVCA_CS_0711_Spanish.pdf).

Es oportuno aclarar que, aunque nuestra región se destaca en las iniciativas de Adaptación Basada en Ecosistemas, los ejemplos globales de ABE son todavía escasos y bastante recientes para evaluar y comprender todos los riesgos y beneficios asociados. De acuerdo a Locatelli *et al.* (2011) la mitigación y adaptación basada en ecosistemas podrían generar conflictos relacionados con la reducción de las oportunidades de medios de vida y la capacidad de adaptación de la población local. La ABE es todavía un concepto en desarrollo y las nuevas iniciativas ayudarán a comprender cuando y donde pueden ser más efectivas (Shaw *et al.*, 2014).

B. Pago por servicios ecosistémicos

El Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) consiste en un conjunto de estrategias transparentes para asegurar la conservación de un servicio ecosistémico o el territorio necesario para mantenerlo mediante el pago condicional o compensaciones a los agentes involucrados. El PSE puede ser una vía efectiva para ayudar a las comunidades locales a adaptarse al cambio climático, proteger las áreas naturales, y mejorar el sustento y bienestar humano. El principio de este esquema es que la valuación de los servicios ecosistémicos debe reflejar los beneficios económicos y culturales derivados de la interacción ecosistemas-humanos, y la capacidad de los ecosistemas de asegurar el flujo de esos beneficios en el futuro. Los servicios sujetos a este tipo de acuerdos incluyen: regulación de los flujos de agua, almacenamiento de carbono, suministro de habitat para la biodiversidad, y belleza del paisaje.

En el diseño y la planificación del PSE se deben considerar ciertos aspectos locales para evitar problemas que pueden surgir cuando: i) el plan es confuso y no queda claro si el objetivo se refiere a las acciones o a los resultados, ii) la iniciativa se percibe como un proceso de mercantilización de la naturaleza y sus valores intangibles, iii) la acción no es eficiente para reducir la pobreza, iv) surgen dificultades para crear confianza entre los beneficiarios involucrados en la propuesta, y v) hay cuestiones relacionadas al género o la tenencia de la tierra. También es preciso considerar que la ABE puede requerir acciones para proveer un servicio ecosistémico a expensas de otros servicios. Por ejemplo, la acumulación de carbono basada en el aumento de la producción primaria neta puede afectar la provisión de agua (Viglizzo *et al.*, 2012). Por lo que resulta crucial hacer un análisis exhaustivo de las opciones y que se reconozcan e incorporen los costos y beneficios de las mismas, considerando los valores económicos (de mercado y no mercado) y no económicos de los servicios ecosistémicos (citado en Magrin *et al.*, 2014).

Varias experiencias llevadas a cabo en Colombia, Costa Rica y Nicaragua demuestran que el PSE puede financiar la conservación y restauración de ecosistemas y las mejoras en las prácticas de uso del suelo. En Brasil, Costa Rica, Ecuador y Guatemala existen iniciativas, financiadas por los gobiernos, para promover el PSE como una medida para preservar el ambiente (véase el cuadro 2). El programa de Pago por Servicios Ambientales del FONAFIFO de Costa Rica ha sido establecido en 1997. En ese programa, los productores pueden recibir pagos por ciertos usos específicos de la tierra, entre los que se incluyen bosques naturales, áreas de regeneración natural y plantaciones forestales. Para participar del programa los productores deben presentar un plan de manejo sustentable de bosques y firmar un contrato con FONAFIFO. Una vez aprobado el plan, los productores comienzan a implementar las prácticas y a recibir los pagos. Los pagos se reciben anualmente previa verificación del cumplimiento del plan y los contratos tienen una duración de cinco años, con posibilidad de renovarse por otro período. Los montos de pago son establecidos de manera anual, y por lo general se realizan ajustes por inflación sobre los montos del año anterior. Los montos establecidos para 2009 (por un plazo de cinco años) para la categoría de protección de bosques fue US\$ 320/ha, para protección de bosques en vacíos de conservación US\$ 375/ha, para reforestación US\$ 980/ha y por regeneración natural en potreros con potencial productivo US\$ 205/ha (citado en Gobbi, 2011).

Cuadro 2
Ejemplos de pagos por servicios ecosistémicos financiados por los gobiernos de Centroamérica y América del Sur

País	Nivel	Inicio	Nombre	Beneficiarios
Brasil	Estado de Amazonas	2007	Bolsa Floresta	En 2008: 2.700 familias tradicionales e indígenas beneficiadas con compensación financiera y asistencia en salud a cambio de deforestación cero en las selvas primarias
Costa Rica	Nacional	1997	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal	PSE es un gran incentivo para la reforestación y los ecosistemas agroforestales. Desde 2003 se establecieron más de 7.000 contratos y se plantaron alrededor de 2 millones de árboles
Ecuador	Nacional	2008	Socio-Bosque	En 2010, el programa incluía más de 0,5 Mha de ecosistemas naturales protegidos y más de 60.000 beneficiarios
Guatemala	Nacional	1997	Programa de Incentivos Forestales	En 2009, el programa incluía 4.174 beneficiarios que plantaron 94.151 ha de bosques, y 155.790 ha de bosque natural transformados en áreas protegidas con incentivos económicos

Fuente: IPCC-Ar5, Capítulo 27 (Magrin *et al.*, 2014).

Más recientemente se ha comenzado a utilizar el pago por servicios para la conservación en paisajes agropecuarios. En 2008 concluyó una experiencia que utilizó este sistema para recuperar áreas de pasturas degradadas en paisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Colombia y Nicaragua. El proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (PESIME), (2003-2007) buscaba evaluar si el PSE era un incentivo suficiente para que los productores adoptaran sistemas silvopastoriles tendientes a generar beneficios ambientales globales y ganancias socioeconómicas

locales. Al cabo de cuatro años se evaluó la efectividad del esquema de pagos (en el sitio piloto de Costa Rica) y se observó: i) una reducción de casi 40% en la superficie de pastos degradados, ii) un incremento cercano a 75% en la superficie de pastos con cobertura arbórea, iii) un incremento de 3,5 veces en la longitud de cercas vivas, y iv) un aumento de 11% en la cobertura de bosques. En términos de servicios ambientales, los resultados fueron: i) un incremento de 22% en el depósito de carbono a nivel de paisaje, ii) la creación de hábitat para biodiversidad (aves, mariposas y especies de arbóreas), y iii) mejoras significativas en la provisión de servicios hidrológicos (cantidad y calidad) y disminuciones de la escorrentía superficial (Gobbi, 2011).

En el cuadro 3 se presenta un listado de instrumentos e incentivos económicos que pueden ser aplicados a la ABE.

Cuadro 3
Instrumentos e incentivos económicos que pueden ser aplicados
a la Adaptación Basada en Ecosistemas

Instrumentos e incentivos	Aplicación a la Adaptación Basada en Ecosistemas (ABE)
Financieros (diversas fuentes de mercado y no relacionadas con el mercado)	
Pagos por servicios ecosistémicos (no transables)	Pagos para compensar a quienes mantienen los servicios ecosistémicos (p.e. pagos por la gestión de las cuencas hidrográficas)
Financiamiento de carbono	Pagos por almacenamiento de carbono (MDL, mercado voluntario de carbono)
Incentivos relacionados con REDD	Incentivos para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo
Mecanismos basados en la biodiversidad	Pagos basados en indicadores indirectos o representativos de la biodiversidad (p.e. la superficie de bosque no intervenido)
Canjes de deuda por naturaleza	Cancelación de deuda a cambio de conservación de ecosistemas (p.e. creación de áreas protegidas en Costa Rica a cambio de la condonación de la deuda)
Fondos fiduciarios de conservación	Fondos para mejorar la gestión y asegurar la conservación de las áreas protegidas (p.e. convenios de conservación)
Certificación y etiquetado	Certificación de productos y servicios cuya producción tenga un impacto mínimo en los ecosistemas (p.e. ecoturismo, certificación del Consejo de Administración Forestal)
Acceso/sobrepeso en los mercados verdes	Agregación de valor y aumento del acceso al mercado para productos y servicios sostenibles (p.e. productos orgánicos, café orgánico)
Desarrollo de mercados	Desarrollo de nuevos mercados y expansión de los mercados existentes de productos y servicios respetuosos con el medio ambiente
Premio/reconocimiento ambiental	Reconocimiento público a la buena administración del medio ambiente
Eliminar subvenciones perjudiciales (pesca, agricultura, energía)	Eliminación de las subvenciones que destruyen, degradan o llevan al uso insostenible de los ecosistemas
Impuestos, tasas y cargos	Cobro de impuestos sobre actividades que destruyen/degradan o implican un mal manejo de los recursos naturales (p.e. impuestos al uso de pesticidas, a la extracción insostenible de madera)
Cuotas negociables	Fijación de cuotas para la extracción de bienes (leña, madera, pesca, especies silvestres) de los ecosistemas naturales para garantizar su gestión sostenible
No financieros	
Definición de la tenencia, ordenamiento y propiedad de la tierra y de los derechos de uso y manejo	Aclaración de la tenencia y los derechos sobre la tierra, para mejorar la conservación, restauración y manejo sostenible de los ecosistemas
Sensibilización ciudadana y desarrollo de capacidades para la ABE	Mayor reconocimiento del valor de la ABE y su papel en las estrategias de adaptación, que conduzca a aumentar su implementación
Elaboración, perfeccionamiento y aplicación de leyes	Leyes que promueven la implementación de la ABE y herramientas para garantizar el cumplimiento; el uso sostenible de los ecosistemas o desalientan la mala administración (legislación sobre áreas protegidas, normas sobre el uso de pesticidas, leyes sobre la contaminación del agua)
Fortalecimiento institucional y creación de alianzas	La asignación de recursos financieros y humanos a las instituciones pertinentes y la creación de redes con la participación de los diversos interesados
Desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías ecológicamente racionales	Desarrollo de tecnologías materiales e inmateriales que pueden ayudar a aplicar la ABE (p.e. desarrollo de software, sistemas de alerta temprana)

Fuente: Tomado de UICN 2012, Fuente original: CDB, 2009.

Existen varias iniciativas internacionales interesadas en promover la ABE y el pago por servicios ambientales en diversos países de la región.

En un proyecto (financiado por el GEF, y llevado a cabo por el CATIE, la FAO, Nitlapan de Nicaragua, el CIPAV de Colombia y el Banco Mundial) se evaluaron los impactos del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles. Entre 2003 y 2006 ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua recibieron entre US\$ 2.000 y US\$ 2.400 por establecimiento (alrededor del 10-15% de su ingreso neto) para implementar el programa de sistemas silvopastoriles. Este programa condujo a una reducción del 60% de las pasturas degradadas en los 3 países mientras que el área dedicada a sistemas silvopastoriles incrementó significativamente. Entre los beneficios asociados al proyecto se incluyen aumentos del 71% en el secuestro de carbono, 10% en la producción de leche y 115% en los ingresos del establecimiento. Por otro lado se redujo el uso de herbicidas en un 60% y el uso del fuego para manejar las pasturas se tornó menos frecuente FAO, 2013.

El proyecto REGATTA (Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático) incluye los servicios ecosistémicos como una opción de adaptación debido al creciente interés de implementar la ABE como parte de una estrategia integral de adaptación (Sabelli, 2014). Actualmente existen cuatro proyectos ubicados en: Centroamérica (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá); el Caribe (Antigua y Barbuda, Dominica y Haití); los Andes (Colombia, Ecuador y Perú); y el Gran Chaco Americano (Argentina, Bolivia y Paraguay). Algunos resultados indican que en Centroamérica las diferencias en la capacidad adaptativa de diversos grupos dentro de cada país depende de la diversificación de la producción, la satisfacción de las necesidades básicas y el acceso a recursos para la innovación (Bouroncle *et al.*, 2014). En el Caribe se destaca la importancia de incluir los determinantes no-climáticos de la vulnerabilidad de los medios de vida y las comunidades que se benefician de los servicios ecosistémicos en las cuencas hidrográficas (Campbell, 2014). Mientras que en el Gran Chaco se observa una preferencia por medidas como agricultura conservacionista, sistemas agro-forestales y silvo-pastoriles, y cosecha del agua como parte de medidas de ABE (Cabello y Scribano, 2014).

Bajo el marco del programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo (CYTED), se han implementado una serie de proyectos en el área de Desarrollo Sostenible, Cambio Global y Ecosistemas que involucran la ABE y el PSE (véase el cuadro 4).

Cuadro 4
Proyectos CYTED: desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas

Proyecto	Objetivo	Países
Red iberoamericana de bioeconomía y cambio climático (REBICAMCLI)	Modelizar los impactos del cambio climático sobre la producción de alimentos y proponer medidas de adaptación que incrementen la seguridad alimentaria local, regional y mundial	Colombia, Costa Rica, Cuba, España, Honduras, México
Vulnerabilidad, servicios ecosistémicos y planeamiento del territorio rural (VESPLAN)	Contribuir al el intercambio y discusión de experiencias sobre la evaluación integral de servicios ecosistémicos (SE) relevantes para los países miembros, incluyendo su cuantificación, modelado, valoración y mapeo, y de la vulnerabilidad de los sistemas socio-ambientales frente a la pérdida de SE	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, Guatemala, México, Paraguay
Red para el monitoreo del estado de la conservación y recuperación de bosques húmedos y secos en latino américa en el contexto de la deforestación evitada (IBERO_REDD+)	Propiciar la cooperación entre especialistas para el intercambio de experiencias y la transferencia de conocimientos sobre la conservación y recuperación de bosques iberoamericanos húmedos y secos como instrumento para la captación de carbono en el contexto de el World's Bank Forest Carbon Partnership Facility, el programa REDD+ (<i>Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i>) de las Naciones Unidas y otros programas afines	Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay
Infraestructura iberoamericana de información sobre biodiversidad (I3B)	Fortalecer las capacidades de la región en el estudio de su biodiversidad, y en la conservación y gestión del medioambiente, mediante el acceso en línea a la información sobre biodiversidad	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Nicaragua, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)

Cuadro 4 (conclusión)

Proyecto	Objetivo	Países
Sustentabilidad y resiliencia de sistemas humanos y naturales acoplados en casos relevantes de América del sur (CHANS-AMÉRICA DEL SUR)	Desarrollar el conocimiento científico de los mecanismos implicados en los sistemas naturales y humanos acoplados que condicionan la sustentabilidad de largo plazo de los servicios ecosistémicos	Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Canadá, Chile, España, EEUU, Países Bajos, Suecia, Uruguay
Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados (RESECODE)	Desarrollar herramientas metodológicas novedosas, experiencias innovadoras de gestión ambiental y conocimientos científicos relevantes para la evaluación integral, el monitoreo y la restauración de ecosistemas degradados; homogeneizar el nivel de conocimientos de los ecosistemas degradados y uniformar criterios de evaluación y análisis a fin de facilitar la comparación entre ecosistemas funcionalmente diferentes; transferir los resultados América Latina y el Caribe anizados al sector productivo, órganos de gestión, gobiernos y organismos regionales a fin de perfeccionar las políticas, estrategias, metodologías y programas dirigidos al mejoramiento y uso sustentable de los bienes y servicios que brindan estos ecosistemas a los sistemas humanos	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, Panamá, Portugal, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)
Red iberoamericana de agroecología para el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático (REDAGRES)	Promover el intercambio de conocimiento científico relacionado al área de agroecología, cambio climático y resiliencia, de manera de capacitar una masa crítica de profesionales y técnicos, abrir líneas de investigación y extensión en la temática a nivel de institutos de investigación y Universidades. A través de los vínculos de SOCLA y SEAE con redes de ONGs (MAELA), organizaciones rurales (Vía campesina), se ideará un proceso para escalar a nivel de comunidades agrícolas y campesinas, sistemas agrícolas con características de resiliencia a sequías, huracanes y otros eventos extremos	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, España, México, Perú
Red adaptación al cambio climático y los ecosistemas como estrategia de adaptación (RACC)	Conformar una Red de Adaptación al cambio climático que contribuya al entendimiento y manejo de los ecosistemas como una estrategia de adaptación al cambio climático en la región latinoamericana, especialmente sensible a los efectos del cambio global	Argentina, Chile, Colombia, Nicaragua, Panamá, Perú,

Fuente: Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. Disponible en: http://www.cytcd.org/cytcd_investigacion/areas_tematicas.php?a=4&lang=es.

El valor de los servicios ecosistémicos ha sido reconocido en el 50% de los de los 44 NAPAs presentados (fondos de adaptación para los 49 países menos desarrollados, 34 en África, 9 en Asia, 5 en el Pacífico, y Haití en el Caribe). El 22% de las propuestas incluye el uso de los servicios ecosistémicos como respaldo a otras iniciativas de adaptación basadas en infraestructura, conservación de suelos y regulación del agua (Magrin *et al.*, 2014)

C. Opciones tecnológicas

1. Manejo de los cultivos

El ajuste en las fechas de siembra, las dosis de fertilizante y riego o el cambio de cultivos pueden reducir los impactos de condiciones climáticas adversas o aumentar los beneficios con climas favorables. Estas prácticas han sido evaluadas en Argentina, Chile y otros países de América Latina y el Caribe (Magrin *et al.*, 2009; Meza and da Silva, 2009; Travasso *et al.*, 2008, 2009). Además, en los países más australes (Chile y Argentina) las condiciones climáticas más cálidas prolongan la estación de crecimiento y permiten sembrar dos cultivos por año, incrementando notablemente la productividad por unidad de superficie (Monzon *et al.*, 2007; Meza *et al.*, 2008).

2. Mejoramiento genético

El desarrollo de nuevos cultivos tolerantes a estreses térmicos o hídricos, mediante el uso de técnicas tradicionales o de la biotecnología, es una opción que tiene consenso a nivel mundial. De las amenazas impuestas por el cambio climático (estreses térmicos, hídricos, presión de enfermedades, aumento del CO₂) quizás las que más preocupan actualmente a los genetistas son las relacionadas con el aumento de

las temperaturas y el CO₂, ya que hasta el presente el mayor énfasis en el mejoramiento vegetal se ha puesto en la resistencia a sequía y a enfermedades. Chapman *et al.* (2012) proponen aprovechar la diversidad genética en la fenología, la tolerancia a temperaturas extremas y la respuesta al incremento de CO₂ para contribuir a mejorar los rendimientos, así como identificar áreas sometidas a estreses ambientales para usar como proxies. Hall y Richards (2013) ponen énfasis en los caracteres relacionados con la capacidad fotosintética y el sistema radical para mejorar los rendimientos potenciales y de secano respectivamente. Otra opción sería la selección en condiciones de estrés para la obtención de cultivares capaces de soportarlos en el futuro (Ramalho *et al.* 2009).

El aprovechamiento de las variedades locales, ampliamente utilizadas por los pequeños productores, permitiría el desarrollo de nuevos genotipos tolerantes a condiciones climáticas extremas mediante la identificación y posterior utilización de caracteres claves. Por ejemplo, las variedades locales de maíz en México muestran una importante diversidad y adaptabilidad climática, ya que crecen tanto en ambientes áridos como húmedos y desde los templados hasta los tropicales (Hellin, 2014). Del mismo modo las variedades de papa tradicionalmente utilizadas en la región andina constituyen una importante fuente de variabilidad genética. En Santa Catarina (Brasil) los pequeños agricultores se han preocupado por conservar sus variedades locales adaptadas climáticamente como una forma de asegurar su soberanía alimentaria e independizarse de proveedores comerciales de semillas (Feitosa Vasconcelos *et al.*, 2013). Del mismo modo, en los últimos años se ha difundido el aprovechamiento de parientes silvestres en iniciativas llevadas a cabo tanto a nivel nacional como global. El proyecto “Adaptando la Agricultura al Cambio Climático” es una iniciativa que pretende coleccionar y proteger la diversidad genética de un grupo de plantas claves para la alimentación humana para adaptarlas al cambio climático (Porch *et al.*, 2013; Dempewolf *et al.*, 2014). El caso de la soja en Brasil muestra cómo con nuevos cultivares adaptados a las condiciones del Cerrado, tolerantes a elevadas temperaturas y que permitieron además prescindir de la fertilización nitrogenada, incrementaron notablemente la producción disminuyéndose al mismo tiempo los costos económicos (Ramalho *et al.* 2009)

3. Cosecha del agua

Asegurar la disponibilidad de agua y propiciar el uso eficiente de la misma se tornan imprescindibles para enfrentar la variabilidad y el cambio del clima en el sector agropecuario. Existen diversas técnicas y tecnologías dirigidas a aumentar la disponibilidad de agua y la eficiencia en el uso de la misma, algunos ejemplos incluyen:

- Los tajamares: son embalses con una cortina de tierra apisonada, que detiene el escurrimiento y ayudan a formar un lago. Los tajamares operan sobre la captura y almacenaje temporal de volúmenes importantes de agua provenientes en general desde cuencas internas al predio y que de no capturarse seguiría su recorrido hacia los cursos naturales. Se los utiliza frecuentemente en ganadería como fuente suplementaria de agua para los animales o las pasturas tanto en Uruguay, donde se los propone como una medida de adaptación al cambio climático (CNFR, 2011), como en Argentina (www.inta.gob.ar), Paraguay y otros países de la región.
- Las Amunas: es un sistema que permite captar el agua de la lluvia en canales de piedra desviándola hacia fuentes naturales o represas. El agua que se recolecta durante la temporada de lluvia se almacena para los periodos de sequía asegurando la disponibilidad de agua para riego y consumo humano durante todo el año, y reduciendo el riesgo de pérdida de cultivos a causa de sequías (De la Torre, 2014).
- Los Atajados: permiten recolectar las aguas de lluvia que escurren superficialmente durante precipitaciones torrenciales y aprovecharla en momentos de escasez. Experiencias en Cochabamba (Bolivia) muestran que las familias que disponen de un atajado, reducen el peligro de merma o pérdida completa de su cosecha y tienen la posibilidad de diversificar e intensificar la producción agrícola y producir forraje para el ganado. Un efecto adicional de los atajados es la creación de un microclima local más húmedo y por ende más favorable para la vida silvestre (Goetter y Picht, 2014).

- Las presas de agua: el PRODHAM (Programa de Desarrollo Hidroambiental) es un proyecto multisectorial en la región semi-árida de Brasil (Ceará) para probar la viabilidad técnica y social de la conservación de suelos y aguas y aprender de esas experiencias. La Secretaría de Recursos Hídricos (SRH) utilizó la técnica de construir presas de piedra sucesivas para retener los sedimentos (involucrando a las comunidades locales del área piloto) y reducir los efectos de la degradación ambiental y socioeconómica en cuatro microcuencas. Como resultado se construyeron 3332 presas sucesivas entre 2001 y 2009, creando microclimas que finalmente condujeron a aumentar la reforestación, recuperar la vegetación ribereña (47,6 ha), recuperar áreas degradadas (5,3 ha), aumentar la diversidad biológica (al mantener por períodos largos la humedad del suelo y reducir las pérdidas de suelo) y documentar las lecciones aprendidas. Este proyecto además construyó 27 presas subterráneas para aumentar la disponibilidad de agua en la estación seca (Gutiérrez *et al.*, 2014).
- La cosecha de agua de niebla: es una técnica simple y sostenible para obtener agua dulce apta para aforestación, agricultura y también para consumo humano y animal. En las costas del Pacífico de América Latina y el Caribe, que reciben escasas precipitaciones, se forman nubes sobre las aguas frías del océano que se mueven hacia la tierra formando nieblas en la cordillera costera. Existen ejemplos de esta metodología en Chile, Perú, Ecuador, Guatemala y también sería factible en República Dominicana y Haití. Se han llegado a recolectar hasta 12 l/m-2/ día en Ecuador (Klemm *et al.*, 2012).

4. Eficiencia en el uso del agua

Otra estrategia muy difundida en la región es tratar de aumentar la eficiencia en el uso del agua. Existen varias iniciativas, muchas de ellas basadas en los conocimientos indígenas y ancestrales², para aumentar la eficiencia del agua en cultivos de secano.

- El cultivo en andenes, una estrategia que reduce la erosión del suelo y minimiza el uso del agua en épocas de escasez, ha sido utilizada en las zonas altoandinas desde épocas precolombinas. Durante 2012, Agrorural (una entidad del Ministerio de Agricultura de Perú) implementó un programa para recuperar 300.000 hectáreas de andenes para ayudar a que las comunidades indígenas se adapten al cambio climático (De la Torre, 2014).
- Los camellones en Beni-Bolivia: los pobladores precolombinos del noreste de Bolivia (los Moxos) aprovecharon las inundaciones y sequías que afectan a Beni para implantar un sistema de agricultura que garantizaba las cosechas al margen de las condiciones climáticas. Desarrollaron un sofisticado sistema de lomas, canales, diques y lagunas que habilitaba extensas áreas de cultivo en zonas elevadas (camellones), permitía controlar el flujo de agua, y generaba material orgánico para abonar la tierra. Sin embargo, este conocimiento se fue perdiendo y el sistema fue abandonado cuando desaparece esta civilización. La práctica fue reemplazada por la quema del terreno para preparar la tierra, manejo que destruye la cobertura forestal, contamina el medio ambiente y afecta la capacidad productiva del suelo a largo plazo. Recientemente, en el marco de un proyecto

² Las civilizaciones precolombinas de los Andes Latinoamericanos enfrentaron históricamente el desafío de la distribución irregular y la escasez temporal de los recursos hídricos provenientes de las lluvias y el deshielo de los glaciares. Como consecuencia, han ido desarrollando a través de los siglos diferentes estrategias de adaptación para sobrevivir bajo esas circunstancias. Las poblaciones indígenas, desde México hasta Chile y Argentina, han sido capaces de predecir variaciones climáticas y estaciones lluviosas; organizar los calendarios de siembra y predecir los rendimientos; capturar, filtrar y almacenar el agua de lluvia; construir canales de riego superficiales y subterráneos; interconectar las cuencas de los ríos desde las divisorias de agua del Pacífico y el Atlántico; rectificar el curso de los ríos; y construir puentes fijos y suspendidos (Magrin *et al.*, 2007). En los últimos años se observó un crecimiento notable de las respuestas de adaptación planificadas a nivel local que utilizan el conocimiento local basado en los conocimientos tradicionales para aumentar la capacidad de adaptación a nivel comunitario. El conocimiento local generalmente aumenta la capacidad de adaptación y pone de manifiesto las vulnerabilidades y los impactos poco estudiados, especialmente en las zonas remotas y escasamente supervisadas (Mimura *et al.*, 2014).

destinado a recuperar estas prácticas ancestrales, se ha demostrado que la productividad de los cultivos y la sostenibilidad de la producción mejora sensiblemente con el sistema basado en camellones en relación al sistema de quema (OXFAM, 2008, 2009).

- Los Waru-warus del lago Titicaca: los investigadores han descubierto remanentes de más de 170.000 hectáreas de campos surcados en Suriname, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Muchos de estos sistemas al parecer consistían en campos elevados construidos sobre tierras de inundación estacional en sabanas y laderas de montaña. Según evidencia arqueológica aquellos, *waru-warus* o plataformas, rodeados de zanjas llenas de agua, podían producir cosechas abundantes, a pesar de las inundaciones, sequías y heladas, frecuentes en altitudes de casi 4.000 msnm. En Perú la combinación de camas elevadas y canales ha demostrado tener efectos importantes en la regulación de la temperatura, prolongando la temporada de crecimiento, lo que permite mayor productividad en los waru-warus, en comparación con la de los suelos normales de la puna fertilizados químicamente (Altieri & Nicholls 2009).
- Los otomí del valle del Mezquital, México: este valle, que forma parte del sistema montañoso central de México, ha estado habitado por el grupo étnico otomí o *hñāhñü* desde la época precolombina. Los otomí establecieron asentamientos permanentes basados en una agricultura de secano, y construyeron estructuras para la captura de agua. El manejo de recursos naturales que practicaron los otomí refleja un nivel de producción diversificada, adaptada a los diversos paisajes del valle de Mezquital, así como un énfasis en la agricultura de secano y uso intensivo del maguey (*Agave spp*). Con un conocimiento detallado de suelos, relieve, vegetación y los movimientos del agua, los otomí construyen bordos para atrapar el agua lluvia y concentrar los sedimentos en el suelo. La colocación de piedras y de plantas del maguey es crucial durante la construcción de bordos, y los campos se fertilizan con estiércol para mejorar el suelo (Altieri & Nicholls 2009).

La agricultura conservacionista resulta apropiada para enfrentar la variabilidad y el cambio del clima ya que contribuye a adaptarse a la escasez de agua, especialmente en zonas áridas y semiáridas (Delgado *et al.*, 2011; Scopel *et al.*, 2013; Quiroga y Gaggioli, 2011; Alvarez *et al.*, 2013). Miles de agricultores tradicionales en muchas áreas rurales se han adaptado a los ambientes cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resilientes en respuesta a las diversas restricciones que han enfrentado a través del tiempo (Altieri & Nicholls 2009). Observaciones del desempeño agrícola después de eventos climáticos extremos, realizadas durante las dos últimas décadas, han revelado que la resiliencia a los efectos de los desastres climáticos está íntimamente relacionada con los niveles de biodiversidad de las fincas. Las mediciones realizadas en laderas después del huracán Mitch demostraron que los agricultores que usaban prácticas de diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería sufrieron menos daño que sus vecinos convencionales con monocultivos. Delgado *et al.* (2011) destacan que es importante aplicar prácticas conservacionistas para mantener la cantidad y calidad del agua (p.e. aumento en la eficiencia de uso del agua, reducir el transporte de suelo y agroquímicos a las fuentes de agua). Los autores resaltan que existen principios básicos que deben considerarse en la agricultura conservacionista, como: i) reducir al mínimo la disturbación del suelo con las labranzas, ii) rotaciones diversas de cultivos y/o cultivos de cobertura, y iii) cobertura continúa del suelo con residuos. Delgado *et al.* (2011) resaltan que el crecimiento de la población mundial exige profundizar la investigación en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción de alimentos en ambientes con limitantes y suelos frágiles. La intensificación de la conservación del suelo con énfasis en reducir la disturbación y aumentar el almacenamiento de carbono es crucial para la producción sostenible en el largo plazo. En tal sentido, es necesario aumentar y fortalecer la investigación científica para incrementar la producción de alimentos y minimizar los impactos humanos sobre la calidad del ambiente.

El riego suplementario es una opción bastante difundida en la región, que varía según el área geográfica dependiendo de la disponibilidad de agua y el sistema de cultivo. En 2010 Argentina tenía 1,55 Mha bajo riego (4,7% del total cultivado), Brasil 4,45 Mha (6,8%), Chile 1,1 Mha (140%, porque los agricultores chilenos riegan más de un cultivo por año en la misma parcela), México 6,3 Mha (23%), y Perú 1,2 Mha (27%) (McCarthy, 2014). En varios países se promovieron estrategias para aumentar la eficiencia del agua de riego. En Brasil ha sido impulsado el riego por goteo, mediante el proyecto Adapta Sertao en Bahía do Jauipe, en una experiencia piloto con pequeños productores. Los resultados fueron muy

promisorios para los que adoptaron esta tecnología ya que incrementaban su producción permitiendo autoabastecerse y vender el excedente. Sin embargo se encontraron con la limitante del acceso al agua en algunos momentos del año y en años muy secos (Burney *et al.* 2014). En Bolivia, el riego por goteo en valles y tierras bajas de Santa Cruz incrementó entre 15 y 45% el rendimiento de los cultivos (CEPAC, 2006). En Uruguay se propuso la gestión multipredial y/o asociativa del agua como una estrategia de aprovechamiento eficiente y sostenible del agua de lluvia y su escurrimiento superficial. Esta estrategia se ha propuesto para fines productivos en el sector ganadero mediante un campo asociativo para riego de cultivos que sirven de reserva y para la alimentación estratégica de categorías claves de animales (por ejemplo terneros) de los productores socios (MGAP-FAO, 2013). Otra práctica que contribuye al uso más eficiente del agua es el riego deficitario, como se ha demostrado para cultivos de quinoa en el altiplano boliviano, de tomates en Brasil y de algodón en Argentina (Geerts y Raes, 2009).

Dada la importancia del cultivo de café en varios países de América Latina y el Caribe, en el recuadro 2 se presenta un resumen de las medidas de adaptación de diversa índole reportadas para la región.

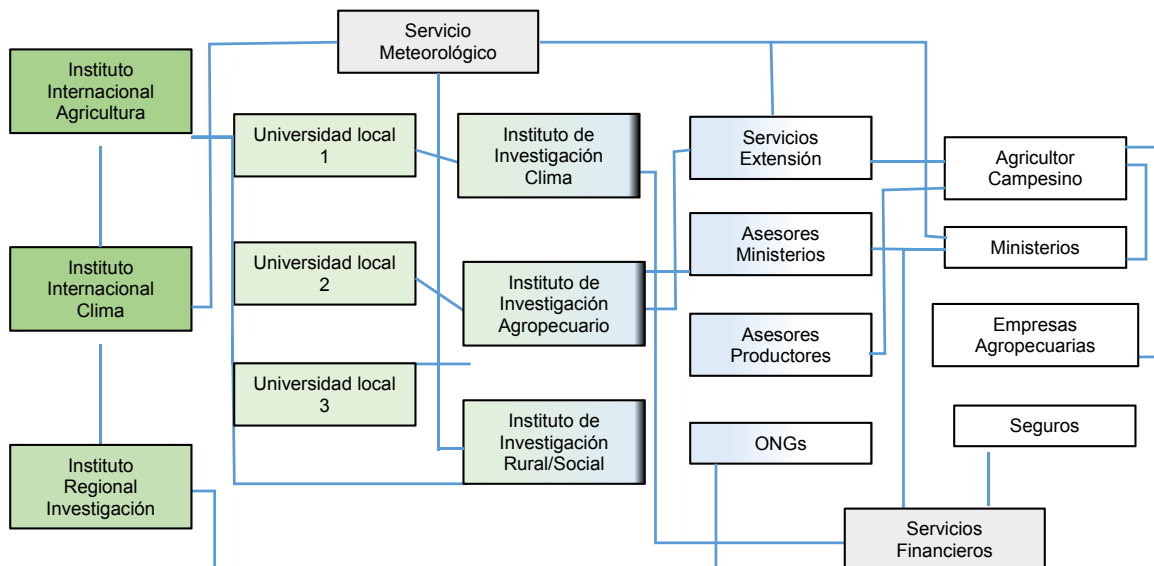
D. Información

La disponibilidad de información confiable y la facilidad para acceder a ella es una cuestión clave para los tomadores de decisiones a todo nivel (público y privado) al momento de planificar, diseñar e implementar medidas de adaptación al cambio climático. Los países de América Latina y el Caribe se caracterizan por la falta de información confiable, la complejidad para acceder a ella, y la difusión continúa de opiniones y/o pareceres contradictorios que confunden a la opinión pública creando desaliento y/o falsas expectativas. Además, gran parte de la información que brinda la comunidad científica (generalmente basada en enfoques tipo *top-down* y con el uso de escenarios climáticos a futuro) es lejana en el tiempo (2020-2050-2080), con alto grado de incertidumbre, y con enfoque limitado a alguna parte del problema, características que tienden a frenar las acciones.

En ciertos casos la información existe pero no está disponible por diversos motivos: i) pertenece a instituciones de defensa y privadas y los datos no son públicos y/o se consideran secretos, ii) es acaparada por las instituciones o sus agentes, convencidos que el valor de su trabajo consiste en el dato que han generado y no lo comparten ni lo publican, iii) la información existe pero son datos básicos que no han sido digitalizados, procesados, ni analizados.

Otra limitante importante es la transferencia de la información. Es frecuente que la información no llegue a los destinatarios correspondientes (sean del sector público o privado) y que, en el caso de llegar, no se comprenda en su total magnitud. De acuerdo a las experiencias reportadas por el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI) (Baethgen, 2014) la mejor manera de transferir el conocimiento es aprovechando las “cadenas de conocimiento”. La información para el apoyo a las decisiones, sea para políticas públicas o para acciones privadas, proviene de una cadena de conocimiento normalmente integrada por: instituciones y científicos que generan el conocimiento básico, instituciones que aplican el conocimiento básico para temáticas y problemas específicos del sector agropecuario, instituciones que están en el límite entre la generación de ciencia y tecnología y la aplicación (asesores públicos y privados, servicios de extensión), y los actores que implementarán las acciones (ministerios, agricultores, compañías de seguro). Un desafío importante en esta secuencia son las personas o instituciones que están en el límite (c) y requieren de individuos que sepan de ciencia y tecnología y que a la vez conozcan las demandas de las personas interesadas en implementar las acciones (véase el diagrama 2). Disponer de esta clase de individuos es un reto debido a la especialización actual del conocimiento que derivó en profesionales muy conocedores de temas específicos pero que no poseen una visión holística de la situación ni la capacidad de integrar los conocimientos. En nuestros países es frecuente encontrar eslabones débiles en las cadenas de conocimiento asociados a la falta de recursos humanos y/o financieros de las instituciones; y a la falta de poder de varios organismos. En todo caso es necesario analizar y conocer los eslabones de las cadenas y sus interacciones, así como las debilidades y fortalezas de cada uno para lograr que la información se genere y llegue adecuadamente a los usuarios.

Diagrama 2
Esquema simplificado de una cadena de conocimiento con los diferentes eslabones en el sector agropecuario



Fuente: Adaptado de Baethgen 2014.

Nota: Los colores indican diferentes niveles de organizaciones/instituciones.

En la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima (2009), se aprobó el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) que tiene como objetivo principal “permitir una mejor gestión de los riesgos que plantean la variabilidad del clima y el cambio climático, así como de la adaptación al cambio climático, mediante la elaboración y la incorporación de información y predicciones climáticas sustentadas científicamente en la planificación, las políticas y la práctica en los ámbitos mundial, regional y nacional” (OMM, 2012). El término Servicios Climáticos se refiere, específicamente, a la producción y diseminación de información y conocimiento sobre el clima (transformar datos básicos en productos y aplicaciones) que sea útil y relevante para apoyar la toma de decisiones y la formulación de políticas en sectores sensibles a la variabilidad y el cambio climático. Este tipo de servicios aparece de la mano de las innovaciones tecnológica (los satélites, las telecomunicaciones de alta velocidad, y las supercomputadoras) y nuevos conocimientos científicos que posibilitaron este tipo de información. Los servicios climáticos incluyen análisis de las series climáticas (medias, desvíos, probabilidad de superar umbrales, probabilidad de ocurrencia de periodos secos/húmedos, fríos/cálidos), pronósticos del tiempo y el clima (días, semanas, meses, estacional), productos de vigilancia del clima (estado y evolución del clima, evolución de sequías e inundaciones, índices de sequía, balance de agua), y proyecciones de cambio climático (usando escenarios globales y regionales). Existen numerosas iniciativas en la región como por ejemplo Servicios Climáticos para el sur de América del Sur, el CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño), el IRI (Instituto Internacional de investigación para el Clima y la Sociedad). También a nivel de país, los organismos dependientes de la OMM brindan información de utilidad para diferentes sectores productivos (por ejemplo el SMN en Argentina, el INMET en Brasil, el SENAMHI en Perú, el IMN en Costa Rica).

Asimismo existen varias iniciativas de apoyo a la toma de decisiones que incorporan información biológica y sus relaciones con las variables climáticas. El CCORAL (*Caribbean Climate Online Risk and Adaptation tool*) es un sistema de información (manejado por el *Caribbean Community Climate Change Centre* (CCCCC) que ayuda a los tomadores de decisiones a ver toda clase de actividades desde una óptica climática (o de cambio climático), y permite identificar acciones que minimizan las pérdidas asociadas al clima, aprovechan las oportunidades y facilitan el desarrollo resiliente al clima en los países del Caribe (CCCCC 2013).

El *AgroClimate* (<http://www.agroclimate.org>) es un sistema de soporte a la toma de decisiones basado en internet que fue desarrollado en el sudeste de USA para ayudar a la industria agropecuaria a reducir los riesgos asociados a la variabilidad y el cambio climático, y actualmente lo están utilizando cooperativas de agricultores de Paraguay y Brasil. La información disponible incluye el monitoreo y pronóstico estacional del clima combinado con herramientas de manejo del riesgo para cultivos, forestales, pasturas y ganadería. Recientemente se ha extendido su aplicación a la telefonía celular (Fraisie *et al.*, 2014).

El SISTD (Sistema de Información y Soporte para la Toma de Decisiones en el Sector Agropecuario) de Uruguay —establecido por el GRAS de INIA (Giménez *et al.*, 2009) en colaboración con el IRI de la Universidad de Columbia— conecta monitoreos de la situación climática y de la vegetación; pronósticos y escenarios climáticos; modelos de simulación de cultivos y pasturas; e información agronómica y económica, entre otras cosas. La utilización de estos SISTDs permite evaluar los riesgos de diferentes estrategias productivas, establecer sistemas de alertas tempranas de sequías, contribuir a planificar las actividades de producción agropecuaria y asistir en la elaboración de políticas públicas para el sector agropecuario (Baethgen, 2009).

1. Pronósticos climáticos

Una herramienta de gran utilidad difundida por los servicios climáticos son los pronósticos climáticos a mediano plazo (3 meses a más de un año) que han dado lugar a una serie de aplicaciones y se están usando en varios sectores: agricultura, pesca, prevención de incendios, generación hidroeléctrica y salud humana entre otros. Para el sector agropecuario es clave el uso de pronósticos climáticos, especialmente los basados en el ENOS (El Niño Oscilación del Sur), con el fin de planificar las estrategias de producción como medidas de adaptación a la variabilidad climática. Las fases extremas del ENOS, El Niño y La Niña, alteran los patrones de lluvia y modifican significativamente el nivel de rendimiento de los principales cultivos y forrajes en varios países de la región. Conocer con anticipación las condiciones climáticas durante la época de crecimiento de los cultivos permite cambiar alguna prácticas de manejo (selección de cultivos y variedades, ajuste del calendario de siembra, ajuste de los montos y momento de aplicación de fertilizantes y riego suplementario). En el noreste de Brasil, por ejemplo, esta herramienta se usa desde principios de la década de 1990 aunque su utilidad se vio opacada por algunos desastres. Como toda variable caótica el clima es complejo de proyectar y los pronósticos climáticos encierran un nivel de incertidumbre, que no los descalifican pero resaltan la importancia de aprender a tomar decisiones en un marco de incertidumbre. Varios estudios han cuantificado el valor económico de los pronósticos climáticos comparando los rendimientos/ingresos que se obtendrían con las prácticas de manejo usuales y los rendimientos/ingresos esperables cuando se optimizan las prácticas de manejo de acuerdo al clima pronosticado. Según estos estudios los ingresos podrían aumentar un 10% en los cereales de invierno y el cultivo de papa en Chile; entre 5% y 6% en los cultivos de maíz y soja en Argentina; más del 20% en el cultivo de maíz en México; y alrededor del 30% en las áreas de agricultura comercial de México (citado en Magrin *et al.*, 2007). La habilidad de los pronósticos para predecir las condiciones climáticas estacionales esta en constante evolución y la herramienta se afianza como instrumento atractivo para diseñar medidas de adaptación a la variabilidad climática. Recientemente se ha informado que las mejoras en los pronósticos climáticos y las posibilidades de acceso a dichos pronósticos ha fortalecido la habilidad de los agricultores en la amazonía brasilera para enfrentar los impactos relacionados al ENOS. En el estado semiárido de Ceará (Brasil) también se reconoce el valor de los pronóstico que predicen los caudales (que reponen los reservorios de agua) para reducir los impactos de la variabilidad climática sobre la distribución del agua en condiciones de estrés (citado en Magrin *et al.*, 2014).

2. Sistemas de alerta

Otra herramienta indiscutiblemente ventajosa para la toma de decisiones son los sistemas de alerta temprana. Es importante destacar que un sistema de información de alerta temprana implica mucho más que el desarrollo y disseminación de un pronóstico; es la recolección sistemática y el análisis de información relevante de las áreas en riesgo que: informa el desarrollo de respuestas estratégicas para anticipar las crisis y seguir su evolución; provee capacidades para generar evaluaciones de riesgo

problema-específicos y escenarios; y comunica efectivamente opciones a los actores críticos para ayudar en la toma de decisiones, la preparación y la reducción del riesgo.

Para que resulten efectivos, estos sistemas debe basarse en una colaboración multisectorial e interdisciplinaria entre todos los actores involucrados en cada fase del proceso de alerta, desde el monitoreo hasta la respuesta y evaluación (Pulwarty Sivakumar, 2014). A continuación se presentan algunos ejemplos de sistemas de alertas disponibles en la región:

- La Red de Sistemas de Alerta Temprana Contra la Hambruna (FEWS Net) provee información y análisis sobre la inseguridad alimentaria. FEWS NET contribuye a la base de conocimiento global con análisis integrados de los medios de vida, la vulnerabilidad de los hogares, la nutrición, el comercio y el cambio climático. El monitoreo continuo del clima, la producción agrícola, los precios, el comercio y otros factores en conjunto con una comprensión de los medios de vida locales, le permiten a FEWS NET resaltar los problemas emergentes. Mediante un enfoque analítico, FEWS NET utiliza el desarrollo de escenarios para pronosticar los resultados más probables y anticipar cambios con una antelación de seis a doce meses. Esta red está presente en Guatemala y Haití y mediante monitoreo remoto en El Salvador, Honduras y Nicaragua. FEWS Net (www.fews.net).
- El Sistema de Alerta Temprana para Centroamérica SATCA (www.satcaweb.org) tiene como propósito fortalecer la capacidad de anticipar posibles amenazas naturales para reducir el impacto de los desastres naturales, mejorar la preparación y la respuesta humanitaria. SATCA fortalece los sistemas de alerta temprana en la región centroamericana a través de una plataforma Web regional dedicado al monitoreo de posibles amenazas naturales. La iniciativa busca integrar toda la información en alerta temprana disponible que proviene de múltiples fuentes en la región y el exterior, incluyendo las instituciones científicas responsables del monitoreo de amenazas hidrometeorológicas y geológicas en los países de la región apoyados por instituciones científicas en el exterior.

Desde el año 2004 funciona en Centroamérica el CAFFG (*Central American Flash Flood Guidance*) que sirve para evaluar y alertar sobre la posibilidad de crecidas y cuenta con la participan de siete países: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá (<http://www.hrc-lab.org/implemented/caffg.php>).

En Argentina existen varios sistemas de alerta, entre ellos: El Sistema de Información y Alerta Hidrológico (SIyAH), implementado por el Instituto Nacional del Agua, que tiene como objetivo desarrollar y operar el servicio de pronóstico y alerta hidrológico de la Cuenca del Plata y coordinar la información numérica y documental referida a los recursos hídricos (<http://www.ina.gov.ar/alerta/index.php>). El PROIN es el Sistema de Alerta Temprana para el Pronóstico de Inundaciones del sur de Córdoba que se inició en 1999 (en un trabajo conjunto entre la Universidad Nacional de Río Cuarto e instituciones de investigación educativas, municipios, y productores) con el objetivo de instrumentar un sistema de información climático e hidrológico para el sur de Córdoba y generar información anticipada sobre posibles eventos de inundación en áreas rurales y urbanas (<http://www.proin-unrc.com.ar>). También se han desarrollado sistemas de alerta de aparición de enfermedades fúngicas que afectan a los principales cultivos (fusarium de la espiga en trigo, roya de la hoja en trigo y cebada, y cancrisis de los cítricos). Los sistemas combinan modelos predictivos de probabilidad de ocurrencia de la enfermedad según las condiciones climáticas con pronósticos meteorológicos de corto plazo (5-7 días) para estimar la posible severidad de la enfermedad y decidir la aplicación de fungicidas (Moschini *et al.*, 2013 ab).

3. Sistemas de innovación

Los sistemas de innovación consisten en interacciones dinámicas entre investigadores, agentes de extensión, fabricantes de equipamiento, proveedores de insumos, agricultores, comerciantes, y organismos o instituciones públicas y privadas para mejorar los medios de vida de los productores más pobres (Hellin, 2014).

El programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) (MasAgro, 2012) promueve el trabajo que realizan los agricultores mexicanos, con el apoyo de organizaciones internacionales dedicadas a mejorar la agricultura, para obtener rendimientos de cultivos más elevados y estables, incrementar los ingresos y reducir el efecto de las prácticas agrícolas sobre el cambio climático. La iniciativa (que cuenta con la ayuda de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)) está dirigida a pequeños productores que no tienen acceso a tecnología ni a información de mercado, y se concentra en el desarrollo de prácticas agronómicas innovadoras (incluyendo agricultura de conservación y de precisión) y en el uso de semillas de alto rendimiento mejoradas en forma convencional. Dentro de este programa, la estrategia “Desarrollo Sustentable con el Productor” tiene como objetivo desarrollar, adaptar, difundir y perfeccionar las tecnologías sustentables MasAgro para garantizar el derecho a la alimentación y democratizar la productividad. El proyecto utiliza como base los sistemas de producción de maíz, trigo y otros cereales de grano pequeño mediante el establecimiento de una red de nodos de innovación (*hubs*) en zonas agroecológicas definidas para atender a todos los estratos de productores. Los hubs están integrados por plataformas para el desarrollo y la difusión de las tecnologías que se promueven y por módulos demostrativos establecidos con productores participantes, los cuales tienen la atención de técnicos capacitados que incorporan las tecnologías en el sistema del productor para generar, posteriormente, áreas de extensión.

Otras iniciativas se han llevado a cabo en la Región Andina utilizando el enfoque de innovación en las cadenas productivas, como el caso de Papa Andina en Perú, Bolivia y Ecuador (Devaux, 2011), y Cambio Andino en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (www.cambioandino.org), en los que se facilita el acceso de los productores a los mercados desarrollando nuevos productos. Papa Andina, liderada por el CIP, inició sus actividades en 1998 y estuvo en funcionamiento hasta mediados del 2011. Su objetivo principal fue contribuir a reducir la pobreza rural en las zonas altas de la región andina, mediante la promoción de la innovación y el desarrollo de nuevos mercados para la papa. Cambio Andino fue una iniciativa (liderada por el CIP y el CIAT entre 2007 y 2010) que utilizó métodos participativos para el desarrollo local y para mejorar los medios de vida de los pequeños agricultores mediante Sistemas Nacionales de Innovación Agrícola.

E. Seguros

Los seguros son instrumentos de protección financiera que permiten transferir el riesgo a una compañía aseguradora. Existen dos grandes tipos de seguros, los tradicionales y los indexados: Los seguros tradicionales aseguran el costo de producción y/o inversión y requieren un lento y complicado proceso de verificación pre y post siniestros para determinar los bienes asegurados y los daños sufridos. Los seguros indexados se basan en parámetros e indicadores, que describen información climática (precipitaciones, temperatura de la superficie del mar, entre otros), rendimientos promedios, o información satelital sobre cobertura vegetal, y permiten reducir los costos del proceso de verificación de pérdidas ya que se limitan a comprobar los parámetros y el índice alcanzado.

Algunos ejemplos en América Latina y el Caribe incluyen: el Fondo de Seguro contra Riesgos de Catástrofe para el Caribe (CCRIF), primer programa multinacional de seguros en base a índices climáticos en el mundo, que cuenta con 16 países miembros. En este caso el riesgo y los costos se reparten entre la región caribeña, de manera que los seguros resultan más accesibles para cada uno de los países (Nurse *et al.*, 2014).

En Perú se creó en el 2009 un Seguro Contra el Fenómeno de El Niño Extremo que utiliza como índice la temperatura promedio de la superficie del mar durante los meses de noviembre y diciembre. Si la temperatura de la superficie del mar, supera la temperatura ofrecida en las condiciones establecidas en la póliza, el pago de la suma asegurada se realizará en enero, es decir, antes que ocurra el evento adverso (Oft *et al.*, 2011).

En México, el Programa de Atención a Contingencias Climatológicas (PACC) incorporó los seguros indexados climáticamente para ayudar a los pequeños productores en caso de sequías o inundaciones, y los gobiernos (federal y locales) se hacen cargo de la distribución de fondos (Hellmuth *et al.*, 2009).

En Nicaragua, desde el año 2006, el Instituto Nicaragüense de Seguros ofrecía contratos a los productores de maní para una combinación de tres riesgos meteorológicos: exceso de lluvia en la temporada de siembra, sequías durante el crecimiento, y exceso de lluvia durante la cosecha. En 2008 se sumaron el cultivo de arroz, maíz y ajonjolí y se agregó el riesgo de excesos hídricos durante el ciclo.

En Rio Grande do Sul (Brasil) se desarrolló, mediante una asociación público-privada, un programa de seguro en base a índices climáticos para ser utilizados como complemento de un programa de distribución de semillas. Más adelante, una agencia privada de gestión de riesgos agrícolas (AgroBrasil) propuso un producto en base a un índice de rendimiento por zonas que protege a los agricultores asegurados frente a cualquier riesgo que pudiera reducir el rendimiento medio. El umbral de activación se fijó inicialmente en un 10% de desviación del rendimiento regional medio para el primer año de funcionamiento, pero en los años siguientes se modificó a un 20% de desviación (Hellmuth *et al.*, 2009).

F. Selección de opciones de adaptación

En general resulta muy complejo seleccionar y priorizar las opciones de adaptación dentro del abanico de posibilidades existentes. Normalmente las limitantes relacionadas a recursos financieros y capacidades humanas impiden la adopción de todas las opciones disponibles. También existe el riesgo de que cierta medida resulte económicamente atractiva en el corto plazo pero genere conflictos de interés o afecte las capacidades (humanas y de los ecosistemas) en plazos más prolongados convirtiéndose, finalmente, en una medida de mala adaptación. También es importante evaluar las posibilidades de cada opción de integrarse en las políticas de desarrollo de cada país y generar cobeneficios para la mitigación (véase el recuadro 4). En el capítulo 14 del último informe del IPCC (Noble *et al.*, 2014) se sintetizan una serie de consideraciones al momento de seleccionar las opciones de adaptación que pueden ayudar en el proceso de selección:

- Que sea efectiva (para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia), eficiente (aumenta beneficios y reduce costos), equitativa (especialmente para los grupos más vulnerables) y pertinente (adecuado al ámbito y el momento)
- Que este integrada en objetivos, programas y actividades de mayor alcance.
- Que cuente con la participación, el compromiso, y el apoyo de los usuarios.
- Que sea consistentes con las normas sociales y las tradiciones.
- Que sea sustentable (sostenibilidad ambiental e institucional).
- Que sea flexible y receptiva a la retroalimentación y el aprendizaje.
- Que evite la adaptación inadecuada o mala adaptación.
- Que sea robusta para un amplio rango de escenarios climáticos y sociales.
- Que se disponga de los recursos necesarios para llevarla a cabo (información, financieros, liderazgo, capacidad de gestión).
- Que sea coherente y con efectos sinérgicos con otros objetivos como mitigación (véase el recuadro 4).

Recuadro 4 Co-beneficios o beneficios adicionales de las medidas de adaptación

Algunas opciones de adaptación pueden ofrecer beneficios auxiliares o co-beneficios, independientemente de los beneficios directos relacionados con la reducción de la vulnerabilidad climática. Detectar y conocer los co-beneficios de las opciones de adaptación puede mejorar sensiblemente la evaluación costo-efectividad de una opción y, también, puede ayudar a integrar eficientemente la adaptación dentro de los procesos de gestión y toma de decisiones existentes (Chambwera, *et al.*, 2014).

Los co-beneficios pueden surgir básicamente de tres maneras (Klein *et al.*, 2014):

i) Promover la adaptación a la variabilidad climática actual, incluyendo los eventos extremos, puede reducir la vulnerabilidad de la población y los sistemas a los cambios futuros del clima, brindando un beneficio extra a la medida.

ii) Generación de bienes y servicios de adaptación al clima: la planificación e implementación de la adaptación suele requerir de conocimiento e inversiones adicionales. En este sentido, la adaptación representa una oportunidad económica potencial para los productores de bienes y servicios destinados a satisfacer las necesidades de adaptación.

iii) Promover el desarrollo sostenible: en un marco político más amplio, la adaptación puede afrontar los déficits de desarrollo existentes y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible a largo plazo. Por ejemplo, las políticas relacionadas con la gestión del agua y los recursos naturales, el desarrollo de infraestructuras (agua, transporte, comunicaciones), y la promoción de servicios de crédito y seguros, pueden promover el desarrollo económico, aumentar la capacidad adaptativa y reducir los impactos del cambio climático en los sectores más pobres.

La reducción de la vulnerabilidad, el aumento de la resiliencia y la mejora del bienestar suelen ser co-beneficios generados por cambios o innovaciones motivados por factores ajenos al clima.

Fuente: Chambwera, *et al.*, 2014 y Klein *et al.*, 2014.

Los métodos para evaluar y seleccionar las opciones de adaptación están evolucionando hacia análisis más completos, que no sólo consideran la relación costo-beneficio económico de las medidas, sino que incluyen otros criterios de evaluación relacionados con valores sociales y ambientales, riesgos, inequidades, barreras y límites, y beneficios adicionales o cobeneficios de cada opción. Los análisis multicriterio (consideran variables económicas, ambientales y sociales) brindan un marco más amplio de acción que los análisis costo-beneficio que sólo consideran las variables económicas y se ven limitados para cuantificar variables sin valor de mercado (como la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, las preferencias culturales). El análisis multicriterio permite balancear la bondad de una medida para diferentes objetivos (que pueden ser competitivos), identificar mejor las fortalezas y debilidades de una medida, y reducir las posibilidades de seleccionar una opción que derive en mala-adaptación.

En México se utilizó este criterio para seleccionar medidas de adaptación en tres sectores piloto: recursos forestales en áreas naturales protegidas, agricultura de riego, y recursos hídricos. El análisis se aplicó en el contexto del desarrollo de la Metodología de Identificación y Priorización de Medidas de Adaptación frente al Cambio Climático. En un proceso participativo se definieron una serie de criterios para el análisis, los cuáles fueron integrados más adelante en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (www.adaptacion.inecc.gob.mx). Los criterios considerados incluyen: atención a poblaciones más vulnerables; transversalidad con políticas, programas o proyectos; fomento de la prevención (apuesta por la prevención más que por la reacción); sustentabilidad en el aprovechamiento y uso de los recursos naturales; conservación de los ecosistemas y su diversidad; participación activa de la población objetivo; fortalecimiento de capacidades para la adaptación; factibilidad (capacidad institucional, financiera, política, normativa, técnica y social que permite implementar y sostener la acción); costo-efectividad o costo-beneficio; coordinación entre actores y sectores (instituciones del gobierno, academia y sociedad); flexibilidad (puede ajustarse en respuesta a necesidades y produce beneficios bajo cualquier escenario de cambio climático); monitoreo y evaluación (la medida cuenta con una propuesta para su monitoreo y evaluación) (<http://www.adaptacion.inecc.gob.mx>).

IV. Oportunidades, limitantes y límites

A pesar de la gama de posibilidades existentes, en la mayoría de los casos, las opciones de adaptación no resultan suficientes para cubrir las necesidades y se genera un “déficit de adaptación” o diferencia entre las necesidades y los resultados logrados. Esta diferencia se asocia a: la falta de oportunidades y la existencia de limitantes y barreras para la adaptación; la falta de medidas adecuadas; y la brecha que suele existir entre las necesidades y la eficacia de la opción planteada (aún cuando se disponga de recursos y las medidas se implementen adecuadamente).

A. Oportunidades

Las oportunidades para la adaptación son los factores que facilitan la planificación e implementación de las acciones de adaptación, permiten difundir las opciones de adaptación, y/o proporcionan beneficios complementarios o co-beneficios. Las oportunidades (véase el cuadro 5) van desde acciones simples como concientizar a la población sobre el cambio climático y la adaptación, hasta la ejecución de políticas que establezcan condiciones propicias para implementar la adaptación. Las oportunidades más citadas en la literatura incluyen la concientización ciudadana, el desarrollo de herramientas de evaluación de riesgo y vulnerabilidad, y las políticas que mejoran la gobernanza (Klein *et al.*, 2014).

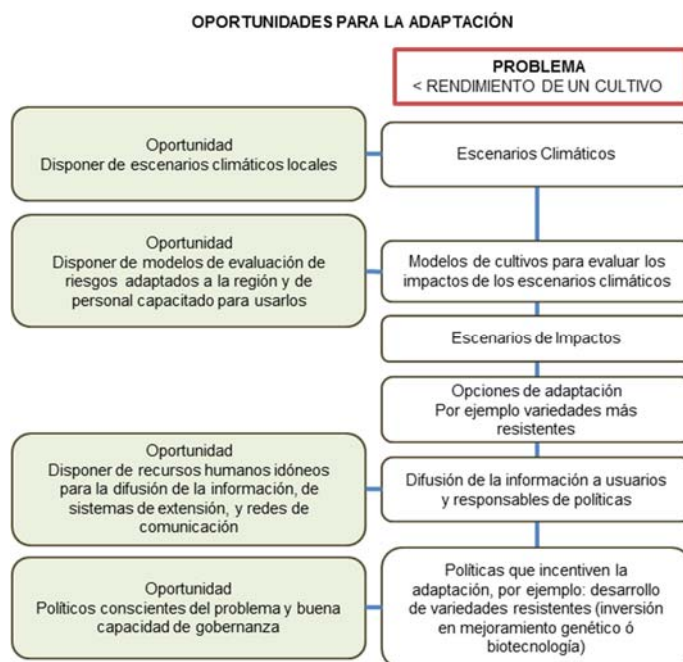
Cuadro 5
Oportunidades para la adaptación IPCC

Oportunidades de adaptación
Concientización/sensibilización: comunicación del riesgo y la incertidumbre; participación efectiva de los interesados; investigación participativa
Construcción de capacidades: investigación, bases de datos, educación y entrenamiento; servicios de extensión para agricultura; provisión de recursos; desarrollo de capital humano; desarrollo de capital social.
Herramientas de análisis: análisis de riesgos; evaluación de vulnerabilidad; análisis multicriterio; análisis costo-beneficio; sistemas de apoyo a la toma de decisiones; sistemas de alerta temprano
Políticas: planificación integrada de recursos e infraestructura; ordenamiento del uso del territorio; normas de diseño/planificación
Aprendizaje: experiencia con vulnerabilidad climática y riesgo de desastre; aprender “haciendo” (<i>learning by doing</i>); evaluación y monitoreo
Innovación: desarrollo y difusión de nueva información; desarrollo tecnológico; cambios tecnológicos; infraestructuras eficientes; telecomunicaciones móviles/digitales

Fuente: AR5-WGII-Ch16.

En el diagrama 3 se sintetiza un ejemplo teórico de las oportunidades para la adaptación asumiendo que el problema es la reducción de los rendimientos de un cultivo (por aumento de temperatura y reducción en la disponibilidad hídrica). Las oportunidades se indican en cada paso del proceso y van desde la disponibilidad de capacidades humanas y tecnológicas hasta la voluntad política de intervenir en el problema y buscar soluciones.

Diagrama 3
Ejemplo de diferentes oportunidades para identificar e implementar opciones de adaptación



Fuente: Elaboración propia en base a la información incluida en Klein *et al.*, 2014.

Las oportunidades también surgen cuando se aprovechan las capacidades para reducir la vulnerabilidad o aumentar la capacidad adaptativa desarrolladas bajo otros objetivos. Por ejemplo, utilizar la respuesta a desastres y los procesos de recuperación como un medio para aumentar la resiliencia ante los eventos extremos a futuro. Tanto la adaptación al cambio climático como la gestión del riesgo de desastres buscan reducir los factores y modificar los contextos ambientales y humanos que contribuyen al riesgo climático, apoyando y promoviendo la sostenibilidad en el desarrollo social y económico. Ambas prácticas incluyen el aprendizaje y tienen componentes correctivos y prospectivos que tratan los riesgos actuales y futuros (Lavell *et al.*, 2012). El desarrollo económico sostenible es una base crítica para crear oportunidades de adaptación porque tiene el potencial de desarrollar capacidades individuales e institucionales para adaptarse. El desarrollo sostenible se asocia con oportunidades crecientes para investigación, formación y educación; y también puede facilitar el acceso a las herramientas de evaluación y apoyo a la toma de decisiones y a las tecnologías que aumentan la eficiencia.

B. Limitantes

También existen limitantes o barreras que frenan la planificación e implementación de las opciones de adaptación y reducen la gama de opciones y oportunidades disponibles para la acción. De acuerdo a Klein *et al.* (2014) las limitantes pueden agruparse en ocho categorías, a saber:

- Limitantes de Conocimiento y Tecnología: la falta de conocimiento, la falta de acceso a la información y la dificultad para acceder a la misma son limitantes severas para la adaptación (véase el ítem D del capítulo III). En la región (citado en Magrin *et al.*, 2014) se detectaron varias limitantes asociadas a esta categoría:
 - i) Falta de información climática: la escasez de datos y la dificultad para obtener series climáticas, oceánicas e hidrológicas de alta resolución, alta calidad, y continuas, junto a la existencia de pocos estudios regionales completos, plantea desafíos para enfrentar cambios en la variabilidad climática, y la identificación de tendencias en los eventos extremos, especialmente en Centroamérica. Esta situación dificulta los estudios de frecuencia y variabilidad de los extremos, así como los análisis de impactos y vulnerabilidad al clima presente y futuro.
 - ii) Falta de estudios de impactos y vulnerabilidad: en la mayor parte de los sectores (agricultura, agua, ecosistemas) existe un notable desequilibrio entre países en la disponibilidad de información sobre los impactos observados por el cambio del clima registrado en las últimas décadas. Si bien se han realizado algunos estudios para Brasil, el sur de América del Sur, y la región del sud este de América del Sur, es muy poca o nula la información disponible para Centroamérica y para algunas regiones tropicales de América del Sur. Existe una necesidad urgente de estudios que contemplen los impactos actuales y las causantes de las vulnerabilidades en todos los sectores a lo largo de la región, considerando los eventos extremos para mejorar las evaluaciones de gestión de riesgos.
 - iii) Falta de difusión adecuada de la información: otro problema es la escasa difusión de los resultados en publicaciones de fácil acceso. Es frecuente que los estudios queden plasmados en informes internos de poca difusión y difícil acceso. Hecho que limita el conocimiento y dificulta su avance, además de generar superposición y repetición de actividades.
 - iv) Falta de estudios integrados y multidisciplinarios: las complejas interacciones entre el clima y los forzantes no climáticos dificultan la evaluación de los impactos y las proyecciones, como es el caso de la disponibilidad de agua y los caudales debido a la deforestación actual y potencial, o los impactos sobre la producción de hidroenergía. Además, la falta de estudios integrados y multidisciplinarios limita la comprensión de las complejas interacciones entre los sistemas naturales y socioeconómicos. Asimismo, la velocidad de los cambios (tasa de deforestación, cambios de uso del suelo, condiciones económicas) requiere de una actualización continua de las bases de datos y los estudios aplicados.
 - v) Carencias en el conocimiento científico: para hacer frente al desafío global de la seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos, cuestiones claves para América Latina y el Caribe, es preciso reforzar la inversión en el conocimiento científico relacionado a la agricultura, en especial a la integración de la agricultura con la producción orgánica, y la integración de la alimentación con la producción de bioenergía. Es necesario tener en cuenta aspectos éticos cuando se analiza la competencia entre la producción de alimentos y bioenergía para identificar qué actividad es más importante de acuerdo al contexto, y si la producción de bioenergía podría afectar la seguridad alimentaria de una población en particular. También es necesario reforzar las investigaciones que deriven en políticas públicas para ayudar a las sociedades a hacer frente a la variabilidad climática actual y al aumento de los eventos extremos.
 - vi) Falta de investigación en capacidad adaptativa y conocimiento indígena-local: la región necesita con urgencia estudios que analicen y comprendan los procesos y factores que determinan la capacidad adaptativa, poniendo énfasis en el conocimiento tradicional de las culturas ancestrales y cómo se transmite ese conocimiento. En esta

región es muy importante vincular los conocimientos indígenas con el conocimiento científico para fortalecer la capacidad de adaptación, especialmente de los pequeños productores. El concepto de "madre tierra" como un sistema vivo se ha mencionado en los últimos años, como una entidad sagrada clave en la vista de las naciones indígenas y como un sistema que puede ser afectado y también resistente al cambio climático. Aunque algunos procesos de adaptación iniciados en los últimos años se ocupan de este tema y otros conocimientos indígenas, hasta el momento la discusión del tema es bastante limitada en la literatura científica.

La falta de educación y de recursos es una barrera clave para reducir los impactos del cambio y la variabilidad climática y desarrollar mecanismos para manejar eventos meteorológicos extremos (como sequías e inundaciones), especialmente en las áreas rurales más pobres de América Latina y el Caribe. La escasa valoración del riesgo, la falta de conocimientos técnicos, el monitoreo inadecuado y las bases de datos e información incompleta e insuficiente son limitantes importantes para la adaptación a las tendencias climáticas actuales. En varias regiones de América Latina y el Caribe la utilidad de los pronósticos meteorológicos y de los sistemas de alerta temprana se ve limitada por esos factores y por la falta de recursos para implementarlos y utilizarlos. Las limitantes asociadas a la tecnología incluyen la falta de acceso a los recursos tecnológicos y la asistencia técnica, así como la transferencia tecnológica entre el sector público y el privado y la promoción de habilidades técnicas. Los pequeños productores se ven limitados por la reducida disponibilidad de créditos y asistencia técnica, que sumadas a la escasa inversión pública en infraestructura en las áreas rurales han limitado seriamente la capacidad de implementar opciones de adaptación en el sector agropecuario.

- Limitantes físicas: la tasa y magnitud del cambio climático y las características del entorno local pueden limitar la adaptación. Los esfuerzos, las opciones y las oportunidades para la adaptación diferirán sensiblemente según el grado de calentamiento que América Latina y el Caribe acaece el planeta (2°C, 3°C, o 4°C. También, el entorno local y los impedimentos geográficos (como altura, costas, láminas de agua, condiciones del suelo) pueden limitar la adaptación al impedir la migración de especies hacia sitios más favorables. En la región andina, por ejemplo, el cambio antropogénico del uso del suelo puede restringir la migración de especies vegetales a zonas de mayor altitud. Estas barreras físicas pueden reducir los corredores de migración y las distancias en que la migración es posible. La disponibilidad y la calidad del agua también pueden limitar las acciones de adaptación en agricultura y comprometer la seguridad alimentaria. Cabe señalar, que algunas de estas características físicas del ambiente pueden ser alteradas por la intervención humana. Varios estudios relacionaron la capacidad adaptativa con la capacidad de las poblaciones para acceder al capital físico necesario (como maquinarias o infraestructura) para manejar el medio ambiente y reducir los riesgos asociados.
- Limitantes biológicas: la tolerancia biológica de las especies puede ser una limitante para la adaptación. Factores como la capacidad de aclimatación, el cambio de comportamiento y la velocidad de migración pueden limitar las opciones de adaptación "*in situ*" o la migración de las especies a zonas más aptas. La degradación ambiental puede ser otra limitante, ya que los estresores no climáticos pueden reducir la resistencia de los sistemas ecológicos (p.e bosques tropicales) al cambio climático. Varios estudios encontraron interacciones entre el cambio del uso del suelo y la tasa de migración de especies sobre el riesgo de extinción. La degradación del suelo y la desertificación pueden reducir la productividad y la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas y pastoriles al estrés climático (véase el ítem B del capítulo I). Las especies invasoras (plagas, enfermedades, malezas) podrían ser otra limitante biológica para la adaptación, aunque las predicciones tienen un alto nivel de incertidumbre.
- Limitantes económicas: la falta de acceso a los recursos económicos, la tendencia del desarrollo económico, y la dinámica de corto plazo de los sistemas económicos pueden limitar la capacidad de adaptación. Las limitantes económicas difieren entre sectores de acuerdo a su sensibilidad climática. Por ejemplo, las economías basadas en sectores sensibles

al clima (como agricultura, silvicultura y pesca) pueden ser particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático y encontrar mayores limitantes en su capacidad de adaptación. El desarrollo económico puede aliviar la falta de recursos, pero también puede ejercer presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas y limitar su capacidad adaptativa. La medida en que el desarrollo económico crea oportunidades o limita la adaptación depende de la vía de desarrollo adoptada. El crecimiento económico “bajo en el uso intensivo de recursos” puede mejorar la capacidad adaptativa y minimizar las externalidades del desarrollo que aumentan la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales.

- Limitantes financieras: el acceso al capital financiero puede limitar la implementación de la adaptación. Se estima que los costos de adaptación serían del orden de \$ 75 a \$ 100 mil millones de dólares por año en el 2050. Si bien existen diversos mecanismos de financiación, la demanda de fondos supera a la disponibilidad y resulta un gran desafío la asignación equitativa y eficaz de fondos entre los países en desarrollo. Por otro lado, la falta de acceso a los seguros, o el aumento en los costos de los seguros, puede limitar la utilidad de esta estrategia como opción de adaptación.
- Limitante de recursos humanos: los recursos humanos constituyen la base para la obtención de información, la adopción y el uso de la tecnología, así como el liderazgo en cuanto a la priorización de las políticas y medidas de adaptación y su aplicación. Una serie de estudios destaca especialmente el rol del liderazgo para permitir o limitar la adaptación.
- Limitantes sociales y culturales: ciertos factores sociales y culturales (valores, visiones del mundo, normas y comportamientos culturales) pueden limitar la adaptación. Estos factores pueden influir sobre la percepción del riesgo, las opciones de adaptación, la distribución de la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de los diferentes elementos de la sociedad. Los individuos perciben diferentes limitantes asociadas al género, las normas sociales, el apego al lugar, la religión y las creencias entre otras. Gran parte de los trabajos realizados en América Latina y el Caribe considera la percepción de los riesgos como la principal barrera para la adaptación y varios estudios se centraron en ese tema. Pocos trabajos han tratado de identificar las limitantes sociales para la adaptación (ética, cultura, conocimiento) y los factores exógenos de la vulnerabilidad (tenencia de la tierra, acceso a recursos, el rol de las instituciones, y la gobernanza).
- Limitantes de gobernanza e institucionales: la capacidad institucional es un factor clave que potencialmente puede limitar el proceso de adaptación. En varias instituciones la falta de mandato o priorización de la temática, así como la falta de información o de capacidad profesional para seleccionar y aplicar las opciones de adaptación constituyen una limitante. La falta de coordinación entre los diversos integrantes de las redes de gobernanza (agentes de gobierno, de mercado, organizaciones no gubernamentales, organizaciones comunitarias) suelen ser una limitante regional de relevancia. La centralización del gobierno y el poder puede ser una limitante cuando los intereses locales no son atendidos/entendidos por los gobiernos nacionales. En América Latina y el Caribe se destaca que la falta de herramientas y coordinación es una limitante severa para abordar temas transversales y desafíos de largo plazo. En la mayoría de los países el trabajo intersectorial entre agricultura, recursos hídricos, biodiversidad y servicios meteorológicos es muy limitado. La experiencia indica que aunque las perturbaciones climáticas y la degradación ambiental pueden provocar el colapso de ecosistemas y civilizaciones, el fallo institucional en lo referente a la incapacidad de las instituciones para enfrentar problemas de acción colectiva es el principal motivo de fracaso en las etapas tempranas del proceso. En América Latina y el Caribe existen varios problemas institucionales relacionados con la falta de recursos humanos y financieros, la rigidez de las instituciones y su falta de capacidad para adecuarse a los requerimientos de un tema relativamente nuevo y en constante evolución como es el cambio climático, la escasa o nula coordinación entre y dentro de las instituciones, y la falta de gobernanza y poder de las instituciones

involucradas en el tema climático. Como ejemplo, citado en el capítulo de Centroamérica y América del sur del AR5, puede citarse el caso de Chile (Valdés-Pineda *et al.* (2014)) donde las instituciones relacionadas con el sector hídrico se encuentran muy fragmentadas, lo que trae problemas de coordinación y financiamiento. La principal organización gubernamental a cargo de los recursos hídricos del país es el Ministerio de Obras Públicas, del cual dependen la Dirección General de Aguas (DGA), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Estas instituciones interactúan para regular y manejar los recursos hídricos principalmente a través del Código de Aguas y la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. En el informe se destaca que se necesita una institución unificada y centralizada con una visión más amplia que la DGA, DOH y SISS, que tenga más autoridad y mayores recursos, de manera tal que pueda establecer regulaciones, estándares operacionales y acciones conjuntas con los usuarios del agua.

Varias limitantes se generan por la diferencia en los valores y creencias de los actores sociales y por los conflictos de interés que pueden surgir con ciertas opciones de adaptación. Por ejemplo, los alimentos genéticamente modificados pueden ser más resistentes a sequía, enfermedades y pestes y sostener o incrementar la productividad ante el cambio climático. Sin embargo, las preocupaciones del sector de salud y la ecología por el uso de ese tipo de medida pueden limitar su aplicación. Los productores agropecuarios pueden ver a la biotecnología como una opción interesante de adaptación, mientras que algunos consumidores pueden verla como una medida de mala-adaptación que aumenta el riesgo de los ecosistemas y la seguridad alimentaria. La situación es similar con la producción masiva de biocombustibles en la región y la amenaza a la seguridad alimentaria y los ecosistemas; y con el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes que aumentan la productividad pero contaminan el agua y el suelo. Por lo tanto, el desafío en la planificación e implementación de la adaptación es determinar “quien” decide cuales son las opciones adecuadas o de mala-adaptación y cual opción es exitosa o no. Es necesario el intercambio de ideas entre los sectores con diferentes visiones e intereses para tratar de reconciliar posiciones y poder avanzar en forma consensuada.

C. Límites

Los límites para la adaptación se entienden como el punto en el que los objetivos o necesidades de un individuo o un sistema no se pueden proteger de riesgos intolerables mediante las acciones de adaptación. Es frecuente que los límites se expresen como umbrales, cambios de régimen, punto de inflexión, cambio climático peligroso, motivos de preocupación, o vulnerabilidades claves (Klein *et al.*, 2014).

Los límites pueden ser duros (no cambian con el tiempo) o blandos (pueden cambiar con el tiempo). Para los sistemas naturales los límites serán duros o blandos según la tasa y la capacidad de las especies y ecosistemas para responder al cambio del ambiente. Los límites duros suelen asociarse a umbrales en los sistemas físicos (temperatura, lluvia, etc) que exceden la capacidad fisiológica de organismos y comunidades para adaptarse y que cuando se superan pueden provocar daños irreversibles. Como por ejemplo, la desaparición de los glaciares que puede comprometer la vida y las actividades de las comunidades andinas. La definición de los límites es un gran desafío debido a la complejidad de los sistemas y la falta de información sobre las respuestas biológicas. Los límites pueden surgir de condiciones biofísicas (temperatura, precipitaciones, salinidad, acidez, intensidad y frecuencia de eventos extremos, sequías, viento); económicas (medios de vida existentes, estructuras económicas, movilidad económica), y sociales/culturales (normas sociales, identidad, apego al lugar, creencias, cosmovisiones, valores, la conciencia, educación, justicia social y apoyo social).

En el capítulo de la región de Centroamérica y América del Sur del último informe del IPCC (Magrin *et al.*, 2014), se citan dos posibles umbrales o límites para la adaptación: i) el derretimiento de los glaciares en la Cordillera Blanca de Perú que habría llevado a siete de las nueve cuencas a cruzar un umbral crítico debido a la reducción de la escorrentía y la descarga de los ríos en la estación seca, y

ii) la tasa de deforestación local y el aumento de las emisiones globales de GEI podrían conducir a la Selva Amazónica a cruzar un umbral crítico o un punto de inflexión a partir del cual pequeñas perturbaciones pueden alterar cualitativamente el estado o desarrollo de un sistema (citado en Settele *et al.*, 2014).

1. Adaptación transformativa

En la mayor parte de las situaciones se piensa en la adaptación como un proceso de ajustes progresivos para enfrentar la variabilidad y el cambio climático (intensificar las acciones que normalmente se llevan a cabo) y mantener los valores existentes a pesar del cambio del clima. Sin embargo, el cambio climático podría superar la capacidad de los sistemas humanos y naturales para adaptarse con éxito mediante ajustes progresivos. Así, ante la presencia de límites para la adaptación será necesario pensar en medidas de adaptación transformativas. El concepto es relativamente nuevo y las definiciones sobre adaptación transformativa son bastante imprecisas, aunque existen ciertos criterios para caracterizarla: aumento significativo en el esfuerzo de gestión; introducción de nuevas tecnologías o prácticas; formación de nuevas estructuras o sistemas de gobierno; y cambios geográficos en la localización de actividades. El concepto también ha sido asociado a elementos normativos que implican cambios en los valores deseados, los objetivos y las percepciones de los problemas (Kelin *et al.*, 2014).

En el contexto de los límites a la adaptación, la adaptación transformativa representa las opciones y estrategias que pueden utilizarse para reorganizar los sistemas cuando la adaptación incremental ha llegado a su límite. Por ejemplo, ante la pérdida de productividad de un cultivo tradicional (ejemplo de café en partes de Brasil, cultivos típicos en el centro de Chile) debido al aumento de temperatura y la escasez de agua se puede pensar en medidas incrementales de adaptación como: cosecha adelantada, selección de variedades más resistentes a sequía, y uso de tecnologías hídricas y prácticas eficaces. Pero también pueden surgir opciones transformativas como, por ejemplo, reubicación de la producción en regiones más frescas; cambio a otros cultivos; diversificación hacia otras actividades generadoras de renta sea dentro o fuera del establecimiento. La viabilidad de este tipo de adaptación dependerá de cómo se perciban las consecuencias (positivas, negativas) del cambio. Si bien los factores que limitan la adaptación incremental también pueden limitar la adaptación transformativa, el mayor nivel de inversión o cambio de valores y expectativas fundamentales que se requieren para el cambio transformativo puede crear mayor resistencia.

2. Adaptación inadecuada o mala-adaptación

En algunos casos se implementan acciones de adaptación, sean incrementales o transformativas y de forma voluntaria o involuntaria, que producen efectos adversos y no deseados y terminan siendo medidas de mala adaptación. Según el glosario del IPCC, la mala adaptación (o adaptación inadecuada) se refiere a las acciones o la falta de acciones que pueden: i) aumentar el riesgo de resultados adversos relacionados con el clima, ii) aumentar la vulnerabilidad al cambio climático, o iii) reducir el bienestar (propio o ajeno) en el presente o en el futuro.

Existen varias causantes de la mala adaptación, entre ellas: i) acciones que benefician a un grupo/sector en un momento determinado pero pueden perjudicar a otro grupo/sector, o a ese mismo grupo/sector en otra escala temporal. En nuestra región existen varios ejemplos de acciones que responden a intereses económicos de corto plazo pero comprometen la resiliencia de los ecosistemas y reducen la capacidad adaptativa a largo plazo. Como ejemplo puede citarse la expansión de las fronteras agrícolas en la zona semiárida de Argentina, y el fomento de sistemas eficientes de producción (prácticas más intensivas, uso de variedades de alto potencial de rendimiento, reducción de la diversificación) entre los pequeños agricultores de Palca en Bolivia. (McDowell y Hess, 2012), ii) la falta de consideración o de conocimiento sobre las interacciones y conflictos entre sistemas y sectores. Por ejemplo, la conversión de manglares costeros en criaderos de camarones puede aumentar los ingresos y mejorar el estilo de vida, pero podría aumentar la vulnerabilidad a inundaciones y olas de tormenta (Klein *et al.*, 2014), iii) la mala adaptación también puede ocurrir cuando se exagera la capacidad potencial de una opción o tecnología para solucionar un problema que finalmente no cubre las expectativas.

En el informe SREX (IPCC, 2012) se indica que los conflictos entre los objetivos de desarrollo y los objetivos del cambio climático también pueden ser causantes de la mala adaptación. En este caso los individuos pueden ser conscientes de un riesgo relacionado con el clima, pero están dispuestos a correr ese riesgo teniendo en cuenta sus circunstancias actuales. Para algunos autores existe también el argumento de que la mala adaptación consiste en acciones contrarias a los objetivos de desarrollo sostenible.

Algunos ejemplos de mala adaptación citados en el IPCC AR5, capítulo 14 (Noble *et al.*, 2014) incluyen:

- Errores en la estimación del clima futuro. Por ejemplo, grandes proyectos de ingeniería que resultan inadecuados en el clima futuro. O uso intensivo de recursos no-renovables (como el agua subterránea) para atender los problemas inmediatos de adaptación.
- Defensas de ingeniería que excluyen enfoques alternativos como la adaptación basada en ecosistemas.
- Acciones de adaptación que no consideran el conjunto de impactos.
- Esperar más información, o no hacerlo, y actuar demasiado temprano o demasiado tarde.
- Renunciar a los beneficios de largo plazo en favor de medidas de adaptación inmediatas; agotamiento del capital natural que conduce a mayor vulnerabilidad.
- Cuando la mala adaptación es inevitable *ex post*. Por ejemplo expandir las áreas de riego que tendrían que ser remplazadas en un futuro distante.
- Adopción de medidas que ignoran las relaciones locales, las tradiciones, el conocimiento tradicional o los derechos de propiedad, y conducen al fracaso de las medidas.
- Adoptar medidas que favorezcan directa o indirectamente a un grupo sobre otros y deriven en conflictos.
- Mantener las respuestas tradicionales aunque no resulten apropiadas.
- La migración puede ser adaptativa o mala adaptación dependiendo del contexto y de los individuos involucrados.

V. Políticas

Frente a un nuevo sistema climático, y en particular a la exacerbación de los eventos extremos, se necesitarán nuevas vías para manejar los sistemas humanos y naturales con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible, que incluya el desarrollo económico, social y ambiental. La mayor parte de los gobiernos de la región enfrenta un conflicto relacionado con el tipo de acciones a tomar frente a la evidencia del cambio climático bajo un contexto donde existen varios factores de estrés en constante interacción (ambientales, económicos, sociales), los fondos y el financiamiento son limitados, las vías de desarrollo son muy dependientes de la explotación de los recursos naturales, y resulta urgente fijar políticas de intervención bajo el marco de las negociaciones internacionales.

Las constantes y variadas interacciones entre los factores climáticos, ambientales, económicos y sociales pone de manifiesto la necesidad de encarar acciones integradoras que contemplen los diversos desafíos que enfrentan los sistemas humanos y naturales. En la región es necesario integrar y conectar la adaptación al cambio climático con el resto de las políticas climáticas (mitigación), con las acciones de desarrollo, y también con la gestión del riesgo de desastre. En los últimos años surgieron varios enfoques integradores (manejo integrado de los recursos hídricos, manejo integrado de las zonas costeras, adaptación basada en ecosistemas, manejo comunitario de los recursos) que pretenden atender varios objetivos incluyendo la adaptación al cambio climático, el desarrollo, y la reducción del riesgo de desastres.

Actualmente se sugiere que las medidas de adaptación más atractivas son las que ofrecen beneficios para el desarrollo en el corto plazo y reducen la vulnerabilidad o aumentan la resiliencia en el largo plazo (Mimura *et al.*, 2014). En esta etapa del proceso parece imprescindible fortalecer los vínculos entre la adaptación, la mitigación, el desarrollo y la gestión del riesgo, e identificar concienzudamente los co-beneficios y capacidades de las alternativas para satisfacer las diversas necesidades sociales. La literatura sugiere que el ensamble entre las mejoras en la infraestructura de adaptación, los esfuerzos para aumentar la resiliencia de los ecosistemas, la gobernanza, el bienestar de la comunidad, y el desarrollo tienden a mejorar la resiliencia de la comunidad (Mimura *et al.*, 2014).

A. Adaptación y mitigación

La primera disyuntiva surge entre la conveniencia de adoptar medidas de adaptación o de mitigación. La evidencia rotunda de los cambios observados en el clima y el aumento en la frecuencia y magnitud de los impactos, que comprometen el desarrollo por los recursos que se pierden o deben reasignarse para la recuperación post crisis climática, concientiza a gran parte de la población sobre la necesidad de

encarar medidas de adaptación para reducir los riesgos climáticos. Por otro lado, los compromisos internacionales, y la presión ejercida por varias organizaciones internacionales que fomentan la necesidad de que los países de la región disminuyan sus emisiones de GEI, genera un conflicto entre la causa del calentamiento y sus responsables, y las obligaciones que debe asumir una región con poca participación en la raíz del problema. Esto es especialmente notable en el sector agropecuario donde las acciones de mitigación generan desconfianza entre los actores públicos y privados asociadas a la conveniencia de asumir medidas que podrían afectar el crecimiento económico del sector.

Es interesante remarcar que las políticas que generan beneficios colectivos, difusos y a largo plazo pero afectan los intereses económicos de sectores bien identificados en el corto plazo suelen generar conflictos y fisuras. Por ejemplo, la ley de bosques en Argentina y la reforma del código forestal en Brasil ponen de manifiesto las dificultades que enfrentan las políticas que tienden a la mitigación para generar y sostener apoyo político y social. Por el contrario, las políticas que tienden a la adaptación generalmente no enfrentan ese nivel e intensidad de oposición política, ya que tienden a generar beneficios para sectores más o menos específicos y los costos suelen cubrirse con fondos públicos (Ryan, 2012).

Uno de los desafíos para los países de la región será identificar medidas de adaptación que, además, permitan reducir las emisiones netas de carbono. De acuerdo a Winkler (2014) las acciones de mitigación guiadas por objetivos climáticos (mitigación y adaptación) y de desarrollo tienen mayor factibilidad de ser implementadas que las medidas que sólo tienen objetivos de mitigación (reducción de emisiones, o aumento de captura).

Existen varias estrategias de mitigación, que aumentan la captura y reducen las pérdidas de carbono en el suelo, y ofrecen beneficios para la adaptación. Algunos ejemplos incluyen: i) los cultivos de cobertura que pueden incrementar el carbono en el suelo (mitigación) y mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos, aumentando la retención de agua (adaptación); ii) la labranza conservacionista que puede aumentar la retención hídrica en condiciones de sequía y ayudar a secuestrar carbono en los suelos, en varios países se ha observado que la agricultura conservacionista produce el mismo efecto; iii) la agroforestería en plantaciones de café que aumenta el stock de carbono en relación a las plantaciones convencionales (mitigación), y puede reducir hasta 5°C la temperatura del follaje amortiguando el efecto de temperaturas extremas (adaptación) (Álvarez *et al.*, 2013; Ogle *et al.*, 2014; Halsnaes *et al.*, 2008; Denton *et al.*, 2014). También existen varias medidas de adaptación con cobeneficios para la mitigación, en un análisis reciente (EUROCLIMA, 2014) se citan medidas como: i) el uso de cortinas rompeviento en cultivos de café (que reduce la incidencia de la roya y aumenta el secuestro de carbono); ii) las acciones que promueven la conservación de los servicios ecosistémicos; y iii) la protección y restauración de áreas de recarga hídrica que mejora el aprovisionamiento de agua y permite la recuperación de bosques y pastizales.

De acuerdo a Denton *et al.* (2014), es oportuno considerar ciertos factores importantes al momento de evaluar el diseño de políticas que combinan la adaptación con la mitigación:

- i) Evitar los conflictos y las compensaciones entre adaptación y mitigación;
- ii) identificar las sinergias entre ambos tipos de medidas;
- iii) mejorar las capacidades de respuesta;
- iv) establecer vínculos institucionales entre adaptación y mitigación (por ejemplo instituciones nacionales y negociaciones internacionales; investigadores e instituciones interesados en adaptación/mitigación); y
- v) integrar la adaptación y la mitigación en las políticas de desarrollo sostenible.

B. Adaptación y gestión del riesgo de desastre

Una mayor integración de la gestión de riesgos de desastre y de la adaptación al cambio climático, junto con la incorporación de ambos en las políticas y prácticas de desarrollo a nivel local, subnacional, nacional e internacional, podría resultar beneficiosa en todos los niveles (IPCC, 2012a). La gestión del riesgo de desastres podría verse como una de las primeras líneas de adaptación y un escenario prometedor para integrar la adaptación en la planificación del desarrollo sostenible. En el capítulo de América del Sur y Centroamérica del último informe del IPCC (Magrin *et al.*, 2014) se resalta que en varios países de la región, un primer paso para la adaptación a los cambios futuros del clima consiste en reducir la vulnerabilidad al clima presente. La planificación a largo plazo y los recursos humanos y financieros destinados para tal fin pueden resultar conflictivos entre las poblaciones que sufren grandes carencias en el bienestar actual. Una cuestión importante para el éxito de estas iniciativas es lograr reducir la vulnerabilidad climática actual, al tiempo que se fortalece la capacidad adaptativa de la población y se fortalece la resiliencia de los sistemas. Un buen ejemplo para la región, donde se resaltan las falencias para alcanzar las metas planteadas anteriormente es Centroamérica. En esta región el riesgo de desastres es muy elevado debido a la frecuente exposición a eventos extremos y la elevada vulnerabilidad de la población y los medios de vida derivada de los altos niveles de pobreza y exclusión social (Programa Estado de la Nación-Región, 2011). El manejo de riesgos de desastre se ha focalizado en mejorar los sistemas de alerta temprana y las respuestas a emergencias de eventos extremos específicos. Sin embargo, se han puesto pocos esfuerzos para fortalecer el capital social mediante organizaciones locales y cooperativas que podrían aumentar la capacidad adaptativa mediante el acceso a instrumentos financieros e información estratégica relacionada con el clima y el mercado global (citado en Magrin *et al.*, 2014). También se resalta (Castellanos *et al.*, 2013) que es necesario mejorar y fomentar la comunicación de los conocimientos de las comunidades locales involucradas en los procesos de adaptación autónoma y los tomadores de decisiones responsables de fortalecer la capacidad adaptativa. En el recuadro 5 se presenta un ejemplo de acciones para reducir el riesgo de desastres y crear capacidad adaptativa en dos situaciones que, si bien son similares en varios puntos, difieren en el éxito que demostraron para fortalecer realmente la capacidad adaptativa de la población.

Recuadro 5

Reducción de vulnerabilidad y aumento de capacidad adaptativa

Existen factores que pueden inhibir el desarrollo de las vías resilientes al clima. Tompkins y otros (2008) analizaron las relaciones entre la reducción del riesgo de desastre y la creación de capacidad adaptativa de largo plazo en dos zonas vulnerables: las Islas Caimán en el Caribe (constantemente afectada por huracanes y con elevado ingreso per cápita) y Ceará en el nordeste de Brasil (frecuentemente afectado por sequías intensas y con bajos ingresos per cápita). En ambos casos, y a pesar de las grandes diferencias entre las situaciones, se identificaron cuatro factores críticos para mejorar el manejo del riesgo de desastre: i) instituciones flexibles: las agencias y organizaciones responsables del manejo del riesgo eran instituciones flexibles, capaces de aprender de los aciertos y fracasos y reconstruir las acciones junto a las partes interesadas, ii) liderazgo: se disponía de un grupo de individuos involucrados y políticamente comprometidos (del sector público en Brasil, y del sector público y privado en Islas Caimán) que defendió una serie de cambios en el enfoque de la catástrofe dándole credibilidad y viabilidad política, iii) integración: estas organizaciones e individuos trataron de incorporar la respuesta a desastres en otros procesos de la política social y económica, iv) financieros: en ambos casos hubo un compromiso a largo plazo para la inversión en la gestión del riesgo y en los enfoques colaborativos basados en el aprendizaje.

En ambos sitios los cuatro factores jugaron su rol, y la respuesta a los desastres mejoró notablemente. Sin embargo, en el nordeste de Brasil la reducción de la vulnerabilidad general y el fortalecimiento de la capacidad adaptativa ha sido mucho más lenta y de menor América Latina y el Caribe ance que en las Islas Caimán. En Ceará se redujeron las causas fundamentales de la vulnerabilidad que permite enfrentar los riesgos climáticos en el corto plazo, pero no se contemplaron las causas subyacentes de vulnerabilidad y la población continúa emergida en la pobreza y con baja capacidad para enfrentar el cambio climático a futuro. El problema en Brasil se asoció a la falta de interés e incentivo de los gobiernos locales para aplicar políticas que reduzcan drásticamente el nivel de vulnerabilidad. Con base en estos estudios, los autores argumentan que la adopción de buenos mecanismos de gobernanza en la política de reducción del riesgo de desastres (participación de los gobiernos locales interesados, acceso al conocimiento, responsabilidad y transparencia) puede crear el entorno político propicio para la reforma estructural necesaria para construir la capacidad de adaptación a largo plazo. Concluyen que si no existe un enfoque sinérgico que incluye la reducción del riesgo de desastres y la reforma estructural en vista de los cambios climáticos, resultará ser un tratamiento paliativo caro e ineficaz para el tratamiento de riesgos cambiantes.

Fuente: Tompkins y otros (2008).

C. Adaptación, mitigación y desarrollo

La integración de las medidas climáticas (adaptación y mitigación) con las medidas de desarrollo es una cuestión clave para el éxito de las iniciativas en América Latina y el Caribe donde los recursos son limitados, el cambio climático dificulta el logro de los objetivos de desarrollo a toda escala, y suelen existir contradicciones entre las políticas de desarrollo y las acciones relacionadas al clima.

Existen medidas que pueden afectar el bienestar presente o futuro y resultan inconsistentes con el desarrollo sostenible. Por ejemplo, ciertas intervenciones de mitigación como el subsidio a la industria de biocombustibles puede comprometer la resiliencia a largo plazo debido a la pérdida de biodiversidad, el aumento de la erosión del suelo, y la amenaza a la seguridad alimentaria. La escala de estos ejemplos es a menudo local, sin embargo, el éxito a largo plazo de estas rutas dependerá del contexto más amplio de la mitigación y la facilitación de las opciones de adaptación (Metz *et al.*, 2002). Las relaciones y compensaciones entre las opciones de adaptación, mitigación y desarrollo sostenible son complejas, intrincadas y suelen estar enmascaradas generando consecuencias positivas o negativas que en la mayoría de los casos no son detectadas al momento de la planificación. En cada caso, será necesario analizar exhaustivamente las consecuencias asociadas a cada medida para lograr los resultados buscados.

Los objetivos de desarrollo pueden ser consistentes con las metas de adaptación cuando ofrecen beneficios complementarios como, por ejemplo, la elección de vías de desarrollo resilientes al clima; la mejora en infraestructura; y las inversiones que mejoren los ingresos y aumenten la tolerancia a factores climáticos estresantes (como altas temperaturas, falta de agua, e inundaciones). Los avances en el desarrollo suelen aumentar el capital humano (y otros tipos de capitales) y podrían mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático. En muchos casos, las medidas de adaptación más atractivas son las que ofrecen beneficios para el desarrollo en el corto plazo y reducen la vulnerabilidad en el largo plazo (Mimura *et al.*, 2014).

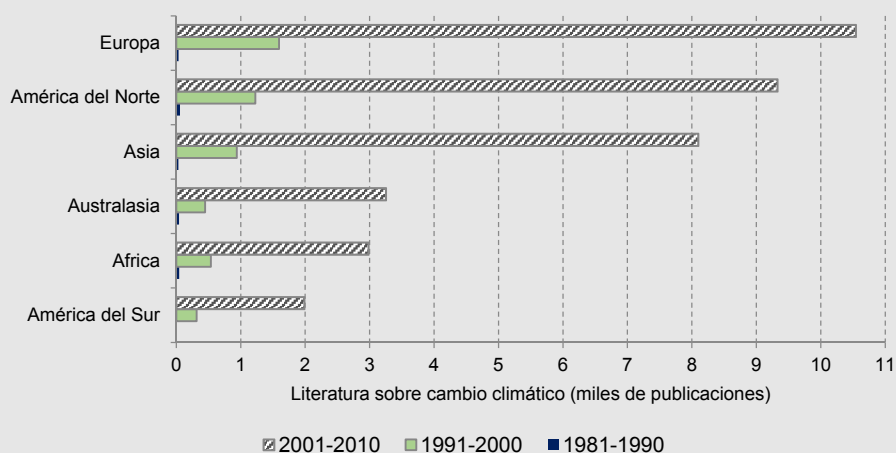
Vías de desarrollo resilientes al clima: las vías de desarrollo resilientes al clima (DRC) combinan las acciones de adaptación y mitigación para alcanzar el objetivo del desarrollo sostenible. Este enfoque reconoce que a medida que aumenta la magnitud del cambio climático aumentan las amenazas (pérdida de biodiversidad, servicios ecosistémicos, y medios de vida; aumento del riesgo de inundaciones, del precio de los alimentos; riesgo en la seguridad alimentaria, etc) y se reducen las oportunidades para el desarrollo sostenible. Las vías DRC son procesos iterativos que permiten manejar los cambios en sistemas complejos, donde frecuentemente aparecen consecuencias no deseadas debido a las compensaciones, teleconexiones, umbrales, y efectos no lineales de las respuestas. También, son procesos en continua evolución que monitorean el efecto de las acciones realizadas y ajustan las acciones futuras en base a las lecciones aprendidas. En este tipo de enfoque (DRC) se debe constatar que las medidas de mitigación y adaptación tengan efectos complementarios y/o sinérgicos y que no afecten el desarrollo sostenible (Denton *et al.*, 2014).

Las acciones de adaptación y mitigación pueden generar cobeneficios que contribuyan al desarrollo sostenible. Vergara *et al.* (2012) argumenta que las inversiones para adaptar la agricultura a las nuevas condiciones climáticas podría: favorecer el desarrollo tecnológico y la innovación, mantener la cobertura vegetal y los servicios ecosistémicos, detener el proceso de degradación de los suelos, y recuperar las tierras degradadas. La adaptación a los nuevos regímenes hidrológicos permitiría aumentar la productividad y mantener los servicios ecosistémicos. Mientras que la adaptación basada en ecosistemas permitiría mantener los servicios ecosistémicos y ambientales. Vergara *et al.* (2012) también argumenta que la disminución de las emisiones de GEI mediante la reducción de la deforestación y la creación de sumideros de carbono, la reforestación, el cambio en las prácticas y las tecnologías agrícolas, y otras prácticas relacionadas al uso del suelo, podrían proteger la biodiversidad y algunos servicios ecosistémicos, reducir la erosión y las pérdidas de productividad.

Recuadro 6 Políticas de ciencia y tecnología

De acuerdo al último informe del IPCC (Burkett et al., 2014) la literatura sobre cambio climático a nivel mundial (impactos, vulnerabilidad, adaptación) ha crecido significativamente en las últimas dos décadas, duplicándose entre 2005 y 2010, aunque el crecimiento ha sido muy desigual entre regiones (véase el gráfico). Mientras que en Europa se produjeron cerca de 9.000 publicaciones en la década 2001-2010, en América del Sur sólo aparecieron alrededor de 1.700 trabajos. Esta falta de información regional limita la formulación e implementación de políticas climáticas y acciones de adaptación/mitigación adecuadas que permitan reducir los conflictos entre intereses confrontados, y es la resultante de la falta de políticas en el sector de ciencia, investigación y desarrollo. La falta de literatura suele asociarse a (la falta) la disponibilidad de recursos para la investigación, las capacidades físicas y humanas de las instituciones, las políticas de estado que permitan la continuidad de las investigaciones independientemente de la orientación de los partidos políticos, y la disponibilidad de información de base (series de largo plazo de variables físicas, biológicas, económicas, sociales).

Gráfico
Cantidad de literatura científica (publicaciones) relacionada a cambio climático-impactos-vulnerabilidad y adaptación en seis regiones del mundo en las últimas tres décadas (1981-1990, 1991-2000, 2001-2010)



Fuente: Adaptado de Burkett *et al.*, 2014.

En términos generales América Latina y el Caribe tiene dificultades para avanzar en las investigaciones, desarrollar innovaciones tecnológicas, y dar a conocer sus resultados debido a características institucionales y políticas, o a la falta de políticas, que limitan el avance. Los recursos dedicados a la investigación en los países de América Latina y el Caribe son, en general, reducidos (especialmente en Centroamérica: 0,22%), con valores cercanos al 0,6% del PBI en el año 2008 (Brasil: 1,11% del PBI, Argentina: 0,52%, Guatemala: 0,06%, Paraguay: 0,05%). Mientras que, en el mismo año, los países con mayor inversión en este rubro superaban el 3% del PBI (Israel 4,4%, Finlandia 3,7%, Japón 3,47%, Corea 3,36%, EEUU 2,77%) (CEPAL 2013, BM 2014).

Otra debilidad es la falta de continuidad de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) debido a la falta de políticas de estado y de consenso entre los partidos políticos. La falta de objetivos claros y compromisos consensuados es una restricción que limita las posibilidades de fortalecer el conocimiento y la innovación a través de proyectos de largo plazo y estables en el tiempo. No siempre existe una estrategia nacional de CTI enfocada en sectores prioritarios, que hayan sido previamente definidos a través de diagnósticos sectoriales y de un ejercicio de prospección tecnológica. Existe también cierta competencia entre actores gubernamentales relacionados con las actividades de CTI en términos del acceso a recursos y la ejecución de iniciativas, lo que representa una barrera para otorgar más claridad, homogeneidad y coordinación a las políticas y para que se creen sinergias entre los diferentes actores (CEPAL, 2013).

Un aspecto pendiente en todos los países de la región, pero especialmente en Centroamérica, es incrementar los recursos públicos y privados destinados a actividades de ciencia-tecnología e innovación, para lo que es preciso valorizar la importancia estratégica de la CTI dentro de las prioridades de política nacional.

Fuente: Burkett *et al.*, 2014.

A pesar del creciente consenso que existe sobre la necesidad de integrar el desarrollo con las políticas climáticas, los medios para lograr esta integración son variados y presentan diversas controversias. Una posibilidad es que los gobiernos incorporen el problema climático en las políticas actuales (*mainstreaming*), aunque existen limitantes relacionadas con la falta de conexión entre los fondos mundiales para la adaptación y las agendas de desarrollo de los gobiernos nacionales, la falta de coordinación entre los sectores gubernamentales, la falta de capacidad técnica, la falta de recursos humanos y financieros, la falta de claridad en la distribución de costos y beneficios, la falta y/o el acceso restringido a la información, las posibles compensaciones con otros objetivos de desarrollo, y las discrepancias entre los objetivos de desarrollo a largo plazo y las intervenciones de adaptación a corto plazo (Denton *et al.*, 2014). En México, por ejemplo, la implementación de las acciones de mitigación y adaptación se ven limitadas por la falta de coordinación de recursos e instituciones y por la baja participación de la sociedad civil (Sosa-Rodriguez, 2013).

D. Iniciativas que promueven la integración de las iniciativas climáticas

En este apartado se presentan algunos ejemplos de iniciativas que promueven la integración de las acciones climáticas con la gestión del riesgo de desastre y el desarrollo.

El proyecto “Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura y del recurso hídrico en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú” desarrollado por el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) y enmarcado en el proyecto REGATTA (una iniciativa del PNUMA) propone recomendaciones para las intervenciones políticas en el proceso de adaptación en la región andina (CIAT, 2013, 2014 a y b).

En Ecuador se resalta la importancia del manejo adecuado del suelo y el agua y se sugiere que esta dimensión de la adaptación debería ser incorporada en las políticas de desarrollo rural del Ministerio de Agricultura e incluida en los planes nacionales y regionales de desarrollo y ordenamiento territorial (CIAT, 2014a).

En Colombia se destaca que el aumento de la temperatura es una variable que ya debe ser considerada en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), los Planes de Gestión Ambiental Regional y el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). También se indica que se requieren políticas diferenciadas, como investigación en sistemas de producción campesina más adaptados a altas temperaturas, sequías y encharcamientos, para los productores rurales más pobres, dependientes de la producción agrícola, y con elevada probabilidad de ser los más afectados ante el cambio climático (CIAT, 2013).

En Perú se plantea que es necesario que el Plan Nacional de Gestión de Riesgos y Adaptación a los Efectos del Cambio Climático en el Sector Agrario (PLANGRACC-A) considere las tendencias del clima a largo plazo, especialmente cuando se trata de cultivos perennes con vida útil mayor a 20 años. También se destaca la necesidad de articular las acciones entre las instituciones, los organismos no gubernamentales y la sociedad civil para la formulación de medidas integrales que respondan a la complejidad intersectorial que plantea la condición de cambio y variabilidad climática. Se destaca que es necesario lograr una mayor vinculación e interrelación entre el ministerio de ambiente, el ministerio de agricultura, los gobiernos regionales y locales, las ONG, las universidades y los organismos de cooperación internacional (CIAT, 2014b).

El estudio sobre vulnerabilidad e impactos del cambio climático en el gran Chaco Americano (Argentina, Paraguay, y Bolivia), enmarcado en el proyecto REGATTA, también hace recomendaciones de políticas que incluyen: i) la incorporación del enfoque de Adaptación Basada en Ecosistemas en las políticas y prácticas locales, nacionales y regionales, ii) la diversificación de los rubros, el mejor manejo del agua y las mejores prácticas agrosilvopastoriles, y iii) el desarrollo de una Estrategia Regional de Adaptación, que comprenda a los tres países, para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático (PNUMA, 2013).

E. Acciones gubernamentales

Durante los últimos años, en particular después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto (2005) y de la difusión del cuarto informe del IPCC (2007), ha habido un incremento importante en la formulación de políticas y desarrollos institucionales sobre cambio climático en los países de América Latina y el Caribe. Como se observa en el cuadro 6, varios países formularon estrategias y políticas nacionales sobre cambio climático y en muchos casos políticas específicas en relación a los sectores agropecuario y forestal. En el recuadro 6 se resaltan algunas características regionales relacionadas con las políticas de ciencia y tecnología, dada la importancia estratégica de este sector para facilitar o dificultar el diseño y la implementación de las acciones de adaptación.

Cuadro 6
Legislación vigente en países de América Latina y el Caribe

Argentina no cuenta con ley marco de cambio climático. Desde 2011 se está elaborando la Estrategia Nacional de Cambio Climático. La legislación vigente de interés para el tema de cambio climático se refiere principalmente al sector energético: Decreto N. 140/07 que crea el programa nacional para el uso racional de la energía y eficiencia energética (PRONUREE), y declara la eficiencia energética de interés nacional; la Ley N. 26473 prohíbe, a partir de 2011, la comercialización de lámparas incandescentes; Ley N. 26123 para la promoción del desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía; la Ley de Biocombustibles N. 26093 para la promoción de la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles y crea una Comisión Nacional Asesora para la Promoción de estas actividades; la Ley N. 26.334 aprueba el Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol; la Ley N. 26190 financia inversiones en energía renovable y propone la meta a alcanzar del ocho por ciento (8%) en la participación de las energías renovables en el consumo eléctrico nacional al año 2017. La Ley de Bosques N. 26.631 (2007) es relevante para la adaptación y la mitigación, ya que establece las bases para crear un plan general de ordenamiento forestal del bosque nativo, el cual obliga a las provincias a adoptar una moratoria a la deforestación hasta tanto se aprueben los respectivos planes de ordenamiento forestal dentro de sus territorios

Brasil en 2009 se promulga la Ley 12.187 sobre Política Nacional de cambio climático que incorpora todos los instrumentos gubernamentales previos (Plan Nacional de cambio climático, Fondo Nacional de cambio climático, etc). Con esta ley se formaliza un compromiso voluntario para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 36,1% y el 38,9% de las emisiones previstas en 2020. El Decreto No 7.390/2010 regula la Política Nacional sobre el Cambio Climático y define su funcionamiento a través de planes sectoriales para la mitigación y adaptación al cambio climático. La Secretaría de cambio climático y Calidad Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente cuenta con tres departamentos que coordinan la formulación e implementación de políticas orientadas a: i) la lucha contra la deforestación (políticas de Protección y Control de la Deforestación en la Amazonia (PPCDAM) y Cerrado (PPCerrado), ii) mitigación y iii) adaptación. Se está elaborando el Plan Nacional de Adaptación

Bolivia (Estado Plurinacional de): en 1995 contaba con el Programa Nacional de cambio climático. En 2007 se creó el Mecanismo Nacional de Adaptación al cambio climático que funcionó hasta 2011. Este comprendía cinco programas sectoriales relacionados con: recursos hídricos, seguridad y soberanía alimentaria, sanidad, asentamientos humanos y gestión de riesgos, y ecosistemas. En 2012 se sanciona la Ley de la Madre Tierra y el Desarrollo Integral para el Buen Vivir (No 300) que incluye en sus artículos aspectos relacionados con la adaptación y mitigación del cambio climático, el manejo de los recursos naturales y los ecosistemas; y se dispone el cierre del Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, pasando todas las actividades en marcha y recursos a la órbita de la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra

Chile propuso el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático en 2008 y se aprobó en diciembre de 2014, aunque el componente silvo-agropecuario comenzó antes y se lanzó oficialmente en 2013

Colombia: se implementaron 4 estrategias —en el marco del Plan Nacional de Desarrollo “Prosperidad para Todos” 2010-2014 (Ley 1450)— relacionadas con el Cambio Climático: Plan Nacional de Adaptación al CC (PNACC), Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), Estrategia Nacional para la reducción de emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en países en desarrollo (ENREDD+) y la Estrategia de Protección Financiera ante Desastres. El CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) desarrolló los componentes del cambio climático para el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 a través del CONPES 3700 en julio del 2011. El objetivo de CONPES 3700 es configurar un esquema de articulación intersectorial que facilite y fomente la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, metodologías, incentivos y proyectos en materia de cambio climático, logrando la inclusión del clima como determinante para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo. Se crea el Sistema Nacional de CC que engloba las 4 estrategias mencionadas

Cuadro 6 (continuación)

Costa Rica: la ley Marco de Cambio Climático había sido presentada al Congreso en agosto de 2013 con el propósito de establecer un marco operativo para el desarrollo de políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático. Sin embargo no fue aprobada debido al cambio de Gobierno y las nuevas autoridades proponen sustituirla por otra ley llamada de Adecuación Institucional para el CC. La Política de Estado para el Sector Agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense, 2010-2021 orienta y rige las acciones de corto, mediano y largo plazo del sector agroalimentario y la institucionalidad que lo apoya y está estructurada en cuatro pilares: i) competitividad; ii) innovación y desarrollo tecnológico; iii) gestión de los territorios rurales y agricultura familiar; y iv) cambio climático y gestión agroambiental. Asimismo, mediante un decreto ministerial de septiembre de 2013 se creó el Mercado Voluntario de Carbono

En Cuba, no existe ley marco específico ni estrategia nacional aprobada. En 2007 se crea el Programa Nacional de Enfrentamiento al Cambio Climático. La Estrategia Ambiental Nacional 2011-2015, incluye, como tema prioritario, los impactos del cambio climático y su efecto sobre los restantes problemas ambientales del país

Ecuador: la nueva Constitución de 2008 en su art. 414 se refiere a la mitigación del Cambio Climático. En 2009, mediante el decreto 1815 se declaró Política de Estado a la adaptación y mitigación del cambio climático y ese mismo año se crea la Subsecretaría de Cambio Climático en el Ministerio de Ambiente. En 2010 se crea el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC). En 2012 se presentó la Estrategia Nacional de cambio climático 2012-2025. El Plan Nacional para el Buen Vivir promueve la adaptación al cambio climático en línea con la Política Ambiental Nacional. Otros decretos de 2013 que están relacionados son REDD+, la Estrategia Nacional de CC y la designación de la autoridad nacional para la implementación de los NAMA

El Salvador adoptó la Estrategia Nacional de CC con la finalidad de reforzar los recursos financieros e institucionales para reducir los impactos económicos y sociales del CC. Está dirigida a tres áreas focales: adaptación, mitigación y cooperación internacional

Guatemala: la Política Nacional de Cambio Climático fue propuesta en 2009 por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y ha sido aprobada en el año 2013. Los instrumentos que se plantean para apoyar esta política son: el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), el Programa Nacional de Cambio Climático, el Programa Conjunto para el Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental ante el Riesgo Climático en Guatemala (PC-FOGARCLI), la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio, la Unidad de Lucha Contra la Desertificación y Sequía y el Plan Multisectorial de Ambiente y Agua. El objetivo general de la política es que el Estado de Guatemala, a través del Gobierno Central, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la ciudadanía en general, adopte prácticas de prevención de riesgo, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, y contribuya a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en su territorio, coadyuve a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y fortalezca su capacidad de incidencia en las negociaciones internacionales de cambio climático

Honduras: en 2010 se aprueba la Estrategia Nacional de Cambio Climático y en 2014 se promulga la Ley de Cambio Climático. El propósito principal de la Ley es que el Estado de Honduras, a través del gobierno central, entidades descentralizadas, autónomas, municipalidades y la sociedad civil, adopte medidas para reducir las pérdidas humanas, sociales y económicas asociadas al cambio climático mediante acciones de adaptación y mitigación

Jamaica presentó la ley marco de CC a fines de 2013

México: Ley General de Cambio Climático (octubre de 2012) es el principal instrumento de política con el que dispone el país para enfrentar el cambio climático. *Sistema Nacional de Cambio Climático* (SINACC) encargado de la coordinación de los distintos órdenes de gobierno y la concertación entre los sectores público, privado y social. Este sistema debe propiciar sinergias para enfrentar de manera conjunta la vulnerabilidad y los riesgos del país y establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación. La *Comisión Intersectorial de Cambio Climático* es el mecanismo permanente de coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y esta integrada por 13 secretarías de estado y el Consejo Consultivo. Dentro de los instrumentos de planeación cuenta con la Estrategia Nacional de Cambio climático (ENCC) que tiene en cuenta las principales áreas focales relacionadas con las políticas climáticas intersectoriales, la adaptación y la reducción de emisiones

Panamá: cuenta con una Política Nacional de Cambio Climático aprobada en febrero de 2007. Como resultado de su implementación se consolida dentro de la estructura de la ANAM (Autoridad nacional del Ambiente), la Unidad Técnica Nacional de Coordinación de Cambio Climático (UTNCC) que es la encargada de llevar a cabo las acciones en materia de adaptación, vulnerabilidad y mitigación del cambio climático, así como de darle seguimiento al cumplimiento de las responsabilidades del país como parte de la Convención. (ANAM 2009). En 2009 se crea el Comité Nacional de Cambio Climático (CONACCP) en apoyo a la ANAM para la implementación y seguimiento de la Política Nacional de Cambio Climático. El CONACCP es presidido por la ANAM y es responsable de velar por la implementación de sistemas de coordinación interinstitucional necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en los acuerdos internacionales en la temática del cambio climático, de los cuales la República de Panamá sea signataria, específicamente en el marco de los dos grandes ejes de acción: la adaptación y la mitigación

Cuadro 6 (conclusión)

Paraguay inició en agosto del 2011 el proceso de institucionalización del tema cambio climático a nivel nacional, con la preparación de la propuesta de Política Nacional de Cambio Climático

Perú cuenta con una Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) (Decreto Supremo No 086-2003-PCM). La Política Nacional del Ambiente (Decreto Supremo 012-2009-MINAM) contempla entre sus objetivos incentivar la aplicación de medidas para la mitigación y adaptación al cambio climático con un enfoque preventivo así como establecer sistemas de monitoreo, alerta temprana y respuesta oportuna frente a los desastres asociados al cambio climático. En 2010 se establece el Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático. El Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (Plan Bicentenario) aprobado en 2011, considera al cambio climático en uno de sus ejes estratégicos. En 2013 fue presentado el proyecto de Ley Marco para el cambio climático

Uruguay por Decreto 238/009 crea el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad, a los efectos de coordinar y planificar las acciones públicas y privadas necesarias para la prevención de riesgos, la mitigación y la adaptación al cambio climático. En 2010 se aprueba el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. La Ley 18.747 (2011) otorga beneficios impositivos para las inversiones en adaptación al cambio climático para el sector ganadero (acceso al crédito y exenciones fiscales para inversiones en pozos de agua, molinos de viento, bombas y tanques para la reserva de agua potable)

Fuentes: ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente) (2011), Panamá. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Panamá, Panamá. ENCC-México. Estrategia Nacional de Cambio Climático (México). http://www.inmujeres.gob.mx/inmujeres/images/stories/medioambiente/2014/09_SEPTIEMBRE/estrategia_nacional_cambio_climatico.pdf.

Melo Cevallos, M. (Coord.) (2014). Documento descriptivo, analítico y comparativo de las políticas públicas sobre cambio climático en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia y su relación con el conocimiento tradicional. UICN, Quito, Ecuador. 37 pp. <http://www.iucn.org/>.

Nachmany, M., Fankhauser, S., Townshend, T., Collins, M., Landesman, T., Matthews, A., Pavese, C., Rietig, K., Schleifer, P. and Setzer, J., 2014. "The GLOBE Climate Legislation Study: A Review of Climate Change Legislation in 66 Countries. Fourth Edition." London: GLOBE International and the Grantham Research Institute, London School of Economics. Disponible en: www.globeinternational.org.

<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao>.

<http://www.ambienteysociedad.org/es/cambio-climatico-cuales-son-las-prioridades-en-colombia/>.

Ryan, D. 2012. Informe sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en América Latina. Sector Agropecuario y Forestal <http://www.intercambioclimatico.com/cambioclimaticohn.org/>.

Costa Rica. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. Política de estado para el sector agroalimentario y el desarrollo rural costarricense 2010-2021. San José, C.R. SEPSA/MAG, 2011. 84 p. <http://www.mag.go.cr>.

www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/perfiles-de-paises.

www.dnp.gov.co.

<http://www.mwh.gov.jm/Library/Public/Climate%20Change/Climate%20Change%20Policy%20Framework%20and%20Action%20Plan%20November%202013%20-%20Green%20Paper.pdf>.

También existen algunas iniciativas regionales que involucran a gobiernos de varios países. Por ejemplo, en el Caribe el cambio climático plantea amenazas muy severas a las perspectivas de desarrollo de los 15 Estados Miembros del CARICOM (Comunidad del Caribe). Para enfrentar el problema, los jefes de Gobierno de CARICOM suscribieron en el año 2009 la Declaración Liliendaal sobre Cambio Climático y Desarrollo que define las posiciones políticas nacionales e internacionales de los Estados Miembros. Posteriormente, y para apoyar la Declaración, se aprobó un "Marco Regional para Alcanzar el Desarrollo Resiliente al Cambio Climático" elaborado por el Centro para el Cambio Climático de la Comunidad del Caribe (CCCCC). Dicho Marco da la orientación estratégica para la respuesta regional a los riesgos del cambio climático y la ruta para la acción del 2009 al 2015. Adicionalmente, los Jefes de Gobierno encargaron al CCCCC un Plan de Implementación para concretar las acciones previstas dentro del Marco (CCCCC, 2012).

En Centroamérica el cambio climático condiciona y reduce el crecimiento económico y el progreso social. Ante esta situación, la Comisión Cento-Americana para el ambiente y Desarrollo (CCAD), que reúne a los ministerios de ambiente del SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) ha lanzado en el año 2010 su estrategia regional de cambio climático (ERCC) que muestra una voluntad política y mirada compartida como región frente al desafío del cambio del clima y su impacto sobre la población, la economía, los medios de vida, los ecosistemas y la producción de la región. La ERCC expresa la orientación para la acción que han tomado los gobiernos de los países del SICA (CCAD and SICA, 2010; Keller *et al.*, 2011a).

Otro ejemplo de iniciativas intergubernamentales es la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), creada en octubre de 2004 por decisión de los Ministros de Medio Ambiente, que está configurada como una herramienta de enlace entre los países iberoamericanos para el intercambio de puntos de vista y la elaboración de propuestas comunes que sirvan de base a las recomendaciones que se eleven a los ministros de medio ambiente. En el año 2005 la RIOCC crea el Programa Iberoamericano de Evaluación de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático (PIACC) con el objetivo de fortalecer el desarrollo y la aplicación de estrategias de adaptación en la región, aprovechando las fortalezas y los intereses de los países, y facilitar asistencia a todos los miembros de la RIOCC para evaluar los impactos, la vulnerabilidad y las opciones de adaptación al cambio climático en el sector/sistema/área geográfica de su interés (RIOCC, 2006; Keller *et al.*, 2011b).

F. Barreras y limitantes para el éxito de las iniciativas

Las iniciativas nacionales y regionales presentadas en el punto anterior dan cuenta de que existen numerosas acciones planteadas por los gobiernos de la región para enfrentar el desafío impuesto por el cambio climático en el sector agropecuario. Sin embargo, en varios casos estas iniciativas constituyen sólo una expresión de buena voluntad por parte de los gobiernos y no llegan a plasmarse o a producir los efectos buscados al momento de su formulación.

Un estudio reciente (Ryan, 2012) efectúa un análisis de las políticas públicas relacionadas con el cambio climático y el desarrollo en 10 países de América Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Paraguay, Perú y Uruguay) enfocándose en el nivel de implementación de las políticas, el apoyo político que tienen las iniciativas, la calidad del diseño de las políticas, y la fortaleza institucional de los organismos encargados de su aplicación. El informe presenta varias conclusiones interesantes que incluyen:

- i) En la mayoría de los países se ha avanzado en la formulación de políticas sobre cambio climático y en el desarrollo de instituciones específicas sobre la materia; sin embargo existe un gran déficit en la implementación y ejecución de esas medidas (véase el cuadro 7) asociado principalmente a la falta de recursos y las falencias en la implementación a nivel subnacional.

Cuadro 7
Algunas características de las Leyes o iniciativas políticas en varios países de la región

País	Ley o iniciativa	Aprobación	Comentarios
Argentina	Ley de Bosques Nativos (herramienta central para ordenar el crecimiento de la frontera agrícola y proteger los bosques nativos)	2007	Se reglamenta 14 meses más tarde y los presupuestos para PSAse liberan en 2010 y son inferiores a lo previsto
Brasil	Plan de Acción para la Prevención y Control de Quemadas en el Cerrado (pretende lograr el objetivo de la Política Nacional de Cambio Climático de reducir en 40% la deforestación del Cerrado para el 2020)	2010	La evaluación del primer año indica que solo el 20% de las acciones estratégicas previstas habían sido cumplidas totalmente y un 26% fueron cumplidas parcialmente
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ley forestal 1700 (pretende regular el uso sostenible de los recursos forestales, disminuir la deforestación y democratizar el acceso a bienes y servicios de los bosques)	1996	Permitió la promoción de la certificación forestal voluntaria y el acceso de comunidades indígenas y campesinas a los bosques Sin embargo el cumplimiento de la ley ha sido muy limitado. Solo 9Mha (de 25Mha potenciales de bosques) cuentan con planes de manejo forestal tal cual lo establece la ley. Además, existe un gran déficit de fiscalización (85% de la deforestación en Bolivia es ilegal) y falta instrumentar el brazo financiero y de fomento del régimen forestal (Fonabosque) que recién en el año 2011 comenzó a operar a través de un fondo fiduciario

Cuadro 7 (conclusión)

País	Ley o iniciativa	Aprobación	Comentarios
Chile	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (principal programa gubernamental focalizado en la problemática climática. Es un instrumento articulador de 22 líneas de acción a desarrollarse por diversos ministerios y reparticiones del estado para generar información sobre vulnerabilidad y capacidades de adaptación, y potencial de mitigación de distintos recursos y sectores)	2008	En 2011 (evaluación de medio término) se constató que solo el 25% de la planificación original había sido ejecutada
Paraguay	Ley de servicios ambientales (regula la valoración y retribución de servicios ambientales, incluyendo los relacionados con la mitigación, mediante los certificados de servicios ambientales que es un título-valor libremente negociable)	2006	La emisión de estos títulos no ha sido reglamentada ni instrumentada por la Comisión Nacional de Valores y el Ministerio de Hacienda, lo cual ha motivado la falta de operatividad del régimen establecido
Perú	Plan Nacional de Reforestación (intenta incrementar la cobertura forestal y la fijación de carbono)	2006	Varias acciones no han sido desarrolladas, por ejemplo la implementación de un catastro de tierras disponibles para plantaciones forestales y la creación de un fondo de inversión forestal.
Uruguay	Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (marco estratégico que identifica y coordina las líneas de acción y medidas a tomar para reducir las emisiones y fortalecer la capacidad de adaptación)	2010	No se han cumplido las acciones que lo hacen operativo (como el diseño del plan operativo anual 2010-2011, y la elaboración del presupuesto quinquenal 2010-2015)

Fuente: Elaboración propia en base a la información de Ryan (2012).

Nota: La falta de implementación de las políticas climáticas se relaciona con i) la falta de recursos presupuestarios o los déficit en la asignación de presupuestos, motivados por problemas de coordinación entre el diseño y aprobación del plan y la formulación presupuestaria (Chile); la falta de participación del ministerio de hacienda en el proceso (Chile); la baja disponibilidad de recursos humanos y logísticos para controlar (Bolivia); la escasa relevancia y prioridad que los gobiernos le asigna al tema en el marco de las posibilidades de recursos existentes; ii) las falencias en la implementación a nivel sub-nacional derivados de la falta de capacidades locales, o de las tensiones e intereses contrapuestos entre los gobiernos sub- nacionales y las políticas formuladas a nivel nacional.

- ii) Existe una gran debilidad en la integración y articulación de las políticas climáticas con otras políticas sectoriales y las políticas macroeconómicas. Esta falta de articulación ocurre en términos operacionales y de objetivos contrapuestos, situación que afecta y debilita el impacto que puedan tener las políticas climáticas en escenarios donde las políticas de desarrollo van en sentido opuesto. En gran parte de los países las tensiones y contradicciones entre las políticas de protección forestal y las políticas de promoción de la actividad agropecuaria constituyen una situación crítica. Además, la falta de un ordenamiento ambiental del territorio es señalado por varios países como una variable que afecta la viabilidad de alcanzar objetivos de política climática tanto para mitigación como para adaptación. En el último informe del IPCC (Magrin *et al.*, 2014) se indica que las elevadas tasas de deforestación observadas en gran parte de los países responden a una estrategia de desarrollo deliberada basada en la expansión de la agricultura para satisfacer la demanda creciente de alimentos, energía y minerales. En varios casos, la expansión agrícola se ha producido con subsidios gubernamentales que a menudo resultaron en menor productividad y mayor especulación sobre la tierra. Gasparri y otros (2013) sugieren que los factores macroeconómicos (como el aumento de la demanda externa y la subida de los precios internacionales) pueden resultar un forzante para la deforestación mucho más importante que los marcos legales domésticos. En Brasil existen tensiones entre la política de promoción de una agricultura de bajo carbono con el resto de las políticas de fomento de la producción agropecuaria, ya que se destinan menos fondos y existen mayores requisitos y exigencias para la agricultura baja en carbono que terminan incentivando la producción convencional (Cardoso y otros, 2012). En Argentina, el Plan Estratégico

Agroalimentario y Agroindustrial plantea producir 160 Mt de granos para en el 2020 y aumentar sensiblemente la producción de carne porcina, bovina y ovina. Esta expansión de las actividades agropecuarias generará una intensa presión sobre los sistemas naturales y un considerable aumento de emisiones de GEI, factores que no son considerados en el plan (Di Paola y Rivera, 2012). En Perú, el régimen agrario ha incentivado la deforestación con el otorgamiento de títulos de propiedad de la tierra a quienes realicen mejoras que a menudo consisten en deforestar partes de la selva (Felandro y Araujo, 2012). En Bolivia, la situación es similar, la normativa forestal limita las posibilidades de conversión de las tierras de producción forestal permanente a usos agropecuarios, pero estas acciones no están articuladas con las políticas que promueven la expansión de la frontera agrícola ni las políticas de reforma agraria (Vargas Ríos y otros, 2012).

- iii) En términos generales las políticas sobre cambio climático ocupan un lugar marginal y periférico en las agendas políticas y faltan posiciones definidas en relación al tema. Los posicionamientos y las acciones políticas tienden a ser reactivas ante situaciones de la coyuntura (como ocurrencia de eventos climáticos extremos) y se ven condicionados por intereses regionales o sectoriales. Es frecuente que las acciones sobre temas climáticos surjan de iniciativas personales y no como resultado de claras líneas de acción formuladas y sostenidas desde los puestos políticos de conducción. Varias actividades dependen esencialmente del interés y los contactos de personas específicas que trabajan en la estructuras del estado, y que suelen debilitarse cuando estas personas abandonan la gestión pública. Otro problema surge de la separación de las temáticas climáticas (adaptación-mitigación-negociaciones internacionales), entre diferentes agencias del gobierno, su falta de interacción y la posición periférica de esas reparticiones que ocupan un lugar secundario dentro de la estructura de poder del estado. No obstante, existen esfuerzos en varios países para posicionar los temas climáticos en escenarios institucionales más centrales y relevantes de la estructura del estado, a partir del involucramiento de los organismos de planificación, ministerios de economía o directamente de los jefes de gobierno (por ejemplo: El Plan de Acción para la Prevención y Control de la Amazonia (PPCDAm) en Brasil, y El Sistema Nacional de Cambio Climático en Colombia (Cardoso y otros, 2012; Sarmiento y Ramos, 2012)).
- iv) Los mecanismos de consulta y participación social para la formulación o el monitoreo de los programas, o de otras herramientas de políticas, están previstos en la mayoría de las políticas climáticas. Sin embargo, los procesos de discusión suelen ser lentos, con avances limitados y tendientes al desgaste a lo largo del tiempo. En Paraguay, por ejemplo, la Comisión Nacional de Cambio Climático (mecanismo de participación multisectorial y órgano colegiado) tiene la función principal de definir, evaluar y supervisar la política nacional sobre cambio climático. Sin embargo, la comisión tardó casi una década en formular y aprobar el documento de la Política Nacional de Cambio Climático debido a problemas asociados principalmente a la voluntad política para impulsar el trabajo y la falta de consenso y entendimiento entre los diversos sectores participantes que afectaron y debilitaron su funcionamiento (Vidal Soler, 2012). El Foro Brasileño de Cambio Climático (mecanismo de interacción entre la conducción política y la sociedad civil) cumple un rol importante en la promoción de diálogos entre el estado y la sociedad y en la difusión de información. Sin embargo, a lo largo del tiempo la participación de funcionarios gubernamentales de alto nivel se ha restringido a cuestiones más bien formales y de comunicación de acciones de gobierno (Cardoso *et al.*, 2012). En Bolivia, el gobierno ha impulsado la participación de movimientos sociales y pueblos indígenas en la discusión de la agenda climática. La Conferencia Mundial de los Pueblos sobre Cambio Climático y Derechos de la Madre Tierra (2010) contó con cerca de 30.000 representantes y funcionó como un proceso de deliberación y consulta masivo para validar y generar apoyo social a las posiciones y políticas asumidas por el gobierno en relación a la agenda climática global (Vargas Ríos *et al.*, 2012). En Ecuador (Alban y Procel, 2012), se ha experimentado un importante desarrollo de la política climática en los últimos años, aunque con escasa participación pública en la formulación y el

seguimiento de las políticas. En Chile existen espacios o mecanismos de consulta pública dentro de la estructura del estado, pero que tienen una relevancia e impacto limitado en el contenido de las medidas gubernamentales sometidas a consideración (Urquidí *et al.*, 2012).

El último informe del IPCC (Mimura *et al.*, 2014) indica que las posibilidades de éxito en las acciones de adaptación dependen en gran parte de aspectos institucionales que pueden frenar o alentar la inclusión de la adaptación climática dentro de las políticas:

- i) Coordinación institucional: en gran parte de los casos la falta de definición explícita de los roles y las responsabilidades de las diferentes estructuras y actores institucionales inhibe las acciones de adaptación.
- ii) Coordinación intersectorial: mejorar la coordinación entre el gobierno, las agencias administrativas y el sector privado. Es preciso involucrar a los interesados o destinatarios de las medidas, lograr buena representación del abanico de potenciales beneficiarios, rendir cuentas de las acciones (pasadas, presentes, y futuras), e influir equitativamente en el intercambio y la formación de conocimiento.
- iii) Liderazgo: la presencia de líderes o actores claves es decisiva para iniciar, integrar, y mantener la planificación e implementación de la adaptación en diferentes contextos nacionales. El liderazgo es particularmente importante ante la falta de políticas y estrategias fuertes a nivel nacional.
- iv) Interacción: la interacción horizontal entre actores y políticas que operan en niveles administrativos similares resulta un factor clave para la institucionalización de la adaptación al clima. La rigidez de ciertos sectores administrativos y políticos genera compartimientos estancos donde la adaptación es vista como una actividad aislada y pertinente a un determinado sector. Este comportamiento puede frenar la integración de la adaptación y la coordinación intersectorial e interdepartamental.
- v) Priorización: la necesidad de reconocer las dimensiones políticas en la planificación e implementación de la adaptación. Al momento, gran parte de los políticos no reconoce a la adaptación al clima como una cuestión lo suficientemente urgente como para priorizar su importancia en la agenda política.

VI. Conclusiones y comentarios generales

América Latina y el Caribe requiere, atendiendo a su alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático de instrumentar procesos de adaptación al cambio climático en las próximas décadas. En efecto, el crecimiento económico reciente en la región ha contribuido a una reducción de la pobreza y la desigualdad aunque persiste un nivel de pobreza en la mayoría de los países, especialmente en Centroamérica y El Caribe. Asimismo, el desarrollo socioeconómico en la región muestra un alto nivel de heterogeneidad y una distribución muy desigual del ingreso, situación que eleva la vulnerabilidad a las condiciones climáticas. Además, América Latina y el Caribe alberga ecosistemas únicos y una gran diversidad biológica y abarca una variedad de gradientes eco-climáticos que se están modificando aceleradamente debido, en parte, a las iniciativas de desarrollo basadas en la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables. Por ejemplo, se observa un aumento de la producción agrícola, ganadera y de los cultivos bioenergéticos que están asociados a la expansión de las fronteras agropecuarias y la deforestación. Ello resulta particularmente pertinente considerando que el cambio del uso del suelo y el cambio en la cobertura vegetal son los principales motores del cambio ambiental regional que afecta los ecosistemas, la biodiversidad, y promueve la degradación física y química de los suelos.

Así, como consecuencia del cambio climático, se observó en la mayor parte de América Latina y el Caribe un aumento significativo de la temperatura, y un retroceso importante de los glaciares (tropicales, y extra tropicales). Las precipitaciones aumentaron en el sudeste de América del Sur (sudeste de Brasil, centro este de Argentina, Uruguay, y Paraguay), partes de Bolivia, noroeste de Perú y Ecuador; y disminuyeron en el centro-sur de Chile, el noreste de Brasil (NEB), sur de Perú y parte de Centroamérica y México. En Centroamérica se observó un retraso gradual en el comienzo de la estación lluviosa. En todo el territorio se observó un aumento notable en la ocurrencia e intensidad de eventos climáticos extremos, especialmente lluvias muy intensas que favorecieron las inundaciones y los deslizamientos de tierra, huracanes de gran intensidad, y extremos de temperaturas cálidas, que generaron pérdidas humanas y económicas de envergadura. Para fines del siglo XXI se proyecta un aumento de temperatura cercano a los 2,5°C en Centroamérica con reducciones del 10% de la lluvia y reducción de las precipitaciones del verano. El calentamiento en América del Sur llegará a los 4°C con reducción de las lluvias en la región tropical y aumentos (15-20%) en el sudeste de América del Sur. También se espera que aumente la cantidad de noches y días cálidos y las lluvias intensas.

De este modo, el impacto del cambio climático será considerable para los países de América Latina y el Caribe debido a su dependencia económica de la agricultura y los recursos naturales, a la baja capacidad adaptativa de grandes segmentos de la población, y a la ubicación geográfica de algunos países. Así, a pesar de las incertidumbres y de la variabilidad espacial, se espera que en el sudeste de América del Sur la productividad agropecuaria incremente levemente o se sostenga por lo menos hasta mediados de

este siglo, en la región central de Chile y el centro oeste de Argentina se esperan reducciones de productividad que no afectarían la seguridad alimentaria; en el noreste de Brasil, parte de la Región Andina y Centroamérica el cambio climático afectaría el rendimiento de los cultivos, las economías locales y comprometería la seguridad alimentaria. También se esperan desplazamientos en altitud y latitud de las zonas óptimas para el cultivo de especies relevantes como café, caña de azúcar, papa y maíz, entre otros. Además se espera un aumento en la presión de enfermedades y un probable incremento en el precio de las mercancías o commodities de recursos naturales renovables y no renovables que beneficiaría a algunos países pero perjudicaría a otros, especialmente a los sectores más pobres de las poblaciones. En el futuro se espera también un aumento de la vulnerabilidad actual en términos de abastecimiento de agua en las zonas semiáridas y los Andes tropicales lo que se vería exacerbado por el retroceso de los glaciares, la reducción de la precipitación y el aumento en la evapotranspiración en las zonas semiáridas. Este escenario afectaría sensiblemente la disponibilidad de agua para la producción de alimentos y demás usos.

Bajo estas condiciones resulta indispensable realizar acciones planificadas de adaptación para enfrentar los cambios ambientales relacionados no solo con el cambio del clima y los eventos climáticos extremos, sino también con el cambio en el uso del suelo y la explotación de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) que permitan preservar los sistemas humanos y naturales. De este modo, la región se enfrenta a importantes desafíos en términos de sostenibilidad ambiental y de capacidad de adaptación al cambio climático debido a sus características socio-económicas e institucionales que se ven agravadas por un déficit significativo en el desarrollo de infraestructura. En este contexto, se observa que los impactos del cambio climático en la región se intensifican tanto por las condiciones geográficas y climáticas (regiones con altas temperaturas, escasez de irrigación e importantes eventos extremos) como por las condiciones socioeconómicas e institucionales. Todo ello, sugiere la importancia de instrumentar procesos de adaptación al cambio climático que permitan reducir la vulnerabilidad sistémica de la región.

Las necesidades de adaptación abarcan un rango amplio de opciones que contemplan las necesidades físicas y ambientales, sociales, institucionales, de información y capacitación de recursos humanos, y de inclusión del sector privado en el proceso de adaptación. En la región es frecuente que al momento de planificar las intervenciones para disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático se piense en opciones específicamente dirigidas a reducir los impactos de eventos climáticos adversos como medidas tecnológicas (genotipos adaptados, tipos de labranza, conservación del agua, aumento en la eficiencia del uso de agua y fertilizantes, sistemas de riego más eficientes), de cambios de hábito (cambio en el calendario de siembra, uso de cultivos alternativos), de infraestructura (construcción de represas y defensas), y de transferencia del riesgo (seguros tradicionales, seguros indexados). Sin embargo, generalmente, se ignoran las medidas que aumentan la capacidad adaptativa y reducen la vulnerabilidad subyacente relacionada con factores socioeconómicos (acceso a los recursos, disponibilidad de información y conocimientos) e institucionales. Resulta por tanto relevante considerar procesos de adaptación que involucren un entramado más amplio que las medidas tecnológicas o específicas. Ello deberá traducirse en considerar procesos de adaptación consistentes con un desarrollo sostenible.

En los últimos años se han sugerido diversas opciones de adaptación basadas en ecosistemas (restauración ecológica de ecosistemas; manejo comunitario de los recursos naturales; conservación y establecimiento de áreas protegidas; forestación y reforestación; reducción de incendios forestales y prescripción de quemadas; corredores ecológicos; conservación de semillas y bancos de germoplasma; ordenamiento territorial adaptativo; sistemas agropecuarios diversos que integran el conocimiento indígena y local y el mantenimiento de la diversidad genética; manejo integrado del recurso hídrico, y pago por servicios ambientales entre otros) que ofrecen una visión más holística de la problemática climática y permiten integrar opciones de adaptación y mitigación, crear y fortalecer la capacidad adaptativa de las comunidades, favorecer la resiliencia de los ecosistemas y promover un desarrollo sostenible. Estas opciones parecen promisorias para la región aunque aún no se cuenta con la experiencia suficiente ni los resultados necesarios para evaluar objetivamente las consecuencias sociales y económicas de este tipo de iniciativas. En este sentido es oportuno analizar cuidadosamente los efectos colaterales que puede tener cada medida para evitar conflictos o resultados no deseados.

Al planificar la adaptación es importante analizar detalladamente las oportunidades, barreras y límites, así como los beneficios adicionales que pueden brindar estos procesos.

Así, existen oportunidades para la implementación de las distintas opciones de adaptación como son la concientización ciudadana, la disponibilidad de herramientas de evaluación de riesgos, las capacidades humanas y financieras para llevar adelante las iniciativas, la buena gobernanza, y la capacidad de innovación. Cuanto mayor sea la disponibilidad de estos factores mayores serán las posibilidades de éxito de las opciones. Pero también existen barreras y límites que frenan o impiden las posibilidades de adaptación. Varias limitantes o barreras identificadas en la región se relacionan con la falta de información y conocimiento incluyendo la falta de información climática, falta de estudios de impactos y vulnerabilidad, falta de difusión adecuada de la información, falta de estudios integrados y multidisciplinarios, carencias en el conocimiento científico, y falta de investigación en capacidad adaptativa y conocimiento indígena-local. También existen limitantes económicas y financieras, sociales y culturales, y de gobernanza e institucionales. En América Latina y el Caribe es frecuente que el acceso a los recursos, la tenencia de la tierra, la falta de poder de las instituciones a cargo del tema climático, la debilidad y rigidez institucional, la escasa coordinación e interacción entre y dentro de las instituciones públicas y privadas, la falta de liderazgo, el cambio constante de responsables, la competencia interinstitucional por los fondos disponibles, el desentendimiento entre los técnicos e instituciones que trabajan en temas relacionados con adaptación y mitigación y la falta de contacto con los encargados de las negociaciones internacionales, limiten la implementación de medidas de adaptación.

También existen límites que impiden las posibilidades de adaptación con las opciones convencionales, es decir incrementando las acciones que normalmente se efectúan para enfrentar condiciones climáticas adversas. La desaparición de los glaciares en las regiones andinas, o la intensificación de las sequías en zonas con deficiencia de agua, pueden requerir acciones transformativas de adaptación que impliquen cambios en las costumbres o hábitos para enfrentar el problema. El cambio de cultivos o de las zonas de producción, así como el desplazamiento de comunidades son ejemplos de este tipo de acciones que, generalmente, tienden a ser resistidas en primera instancia.

La selección de las medidas de adaptación requiere una evaluación completa y acabada de las ventajas y desventajas de cada alternativa, considerando los posibles conflictos de interés entre sectores y las interacciones con otras medidas. Las evaluaciones multicriterio que consideran factores económicos, sociales y ambientales para ponderar el valor de una opción de adaptación resultan más completas y con menos posibilidades de cometer errores que conduzcan a una mala adaptación que las evaluaciones costo-beneficio que sólo tienen en cuenta las ventajas económicas de las opciones.

Los países de la región han avanzado en la incorporación de la protección ambiental en los procesos de toma de decisiones, en particular en términos de las instituciones ambientales y la legislación, pero todavía existen dificultades para incorporar eficazmente los temas ambientales en las políticas públicas pertinentes. Uno de los principales desafíos de la agenda climática en el sector agropecuario y forestal será lograr la articulación entre las políticas climáticas y las políticas de desarrollo, ordenamiento territorial y sectoriales. Al momento existen varias leyes asociadas al tema climático aunque con grandes dificultades para su real implementación y seguimiento. En varios países se observan contradicciones notables entre las políticas de regulación del uso del suelo y los incentivos para aumentar la productividad.

El gran proceso de cambio que está atravesando la región requiere de políticas e intervenciones planificadas, coherentes, no contradictorias, y acorde a los objetivos del desarrollo sostenible. Es importante lograr una visión holística de la problemática aprovechando las capacidades desarrolladas para otros objetivos (como la gestión del riesgo de desastre), conectando el tema climático con las acciones de desarrollo, y promoviendo un ordenamiento ambiental y planificado del uso del territorio. En este sentido los gobiernos y las instituciones eficaces cumplen un rol clave para facilitar la planificación e implementación y representan la principal oportunidad o restricción para la adaptación. Es preciso que los gobiernos se informen adecuadamente, evalúen la conveniencia de las intervenciones, y decidan por sí mismos (según el contexto específico de cada situación particular) evitando las presiones que generan resistencia, desconfianza y desaceleran las acciones. En todos los casos es importante estudiar y entender adecuadamente las interacciones y las limitantes de la relación cambio climático-desarrollo ya que las decisiones y acciones de los gobiernos suelen ser amplias y abarcar más de un objetivo, entre ellos el cambio climático.

Bibliografía

- Aide, T.M., M. L. Clark, H. R. Grau, D. López-Carr, M. A. Levy, D. Redo, M. Bonilla-Moheno, G. Riner, M. J. Andrade-Núñez, and M. Muñiz (2013), Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010). *BIOTROPICA* 45(2): 262-271 2013.
- Albán M.A., A. Procel (2012), Informe Nacional sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en Ecuador. Disponible en <http://intercambioclimatico.com>.
- Alianza Clima y Desarrollo (2012), La Gestión de Riesgos de Eventos Extremos y Desastres en el Sector Agrícola: Aprendizajes del Informe (SREX) del IPCC. Disponible en: www.cdkn.org/srex.
- Altieri M., C. Nicholls (2009), Cambio Climático y Agricultura Campesina: Impactos y respuestas adaptativas. LEISA. Vol. 24. Universidad de California, Berkeley USA. 4p.
- Álvarez, C; A. Quiroga; D. Santos; M. Bodrero (2013), Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. 170 p.
- Baca M, Laderach P, Hagggar J, Schroth G, Ovalle O (2014), An Integrated Framework for Assessing Vulnerability to Climate Change and Developing Adaptation Strategies for Coffee Growing Families in Mesoamerica. *PLoS ONE* 9(2): e88463. doi:10.1371/journal.pone.0088463.
- Baethgen, W (2009), Opciones para la Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario del Uruguay. UNDP. Disponible en: <http://www.undpcc.org/docs>.
- Baethgen (2014), Conferencia "En un mar de ignorancia" el SNIA "apunta a integrar conocimientos". <https://www.youtube.com/watch?v=gadHdXHzHvY>.
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds. (2008), El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.
- Bouroncle C.; P. Imbach; P. Laderach; B. Rodriguez (2014), Food security and climate change: a vulnerability analysis of agricultural livelihoods in Central America. *Adaptation futures 2014*. Fortaleza.
- Burkett, V.R., A.G. Suarez, M. Bindi, C. Conde, R. Mukerji, M.J. Prather, A.L. St. Clair, and G.W. Yohe (2014), Pointof departure. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 169-194.
- Burney, J., D Cesano, J. Russell, E. Lèvre La Rovere, T. Corral, N. Segala Coelho, L. Santos (2014), Climate change adaptation strategies for smallholder farmers in the Brazilian Sertão. *Climatic Change* (2014) 126:45–59.

- Cabello, C., R. Scribano (2014), Climate change vulnerability, impact and adaptation analysis in the region of south america's Gran Chaco. *Adaptation futures 2014*. Fortaleza.
- Castellanos, E.J., C. Tucker, H. Eakin, H. Morales, J.F. Barrera, and R. Díaz (2013), Assessing the adaptation strategies of farmers facing multiple stressors: lessons from the Coffee and Global Changes project in Mesoamerica. *Environmental Science & Policy*, 26, 19-28.
- Chambwera, M., G. Heal, C. Dubeux, S. Hallegatte, L. Leclerc, A. Markandya, B.A. McCarl, R. Mechler, and J.E. Neumann (2014), Economics of adaptation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 945-977.
- Campbell, D. (2014), Assessing vulnerability and impacts for pragmatic adaptation in the Caribbean. *Adaptation futures 2014*. Fortaleza.
- Cardoso, D., R. Bidermann, L. Betiol, L. Valente (2012), Informe sobre o Estado e Qualidade das Políticas Públicas sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento no Brasil. Disponible en <http://intercambioclimatico.com>.
- CCAD y SICA (2010), Estrategia Regional de Cambio Climático. Documento ejecutivo. Disponible en <http://bvssan.incap.int/local/cambio-climatico/Estrategia-Regional-Cambio-Climatico.pdf>.
- CCCCC (2013), CCORAL-the Caribbean Climate Online Risk and Adaptation tool. CCCCC, Belize (<http://ccoral.caribbeanclimate.bz/>).
- _____ (2012), Lograr el cambio transformador: Plan para alcanzar un desarrollo resiliente al cambio climático en el Caribe. http://cdkn.org/wp-content/uploads/2012/08/Hacia_Cambio_Transformador_IP.pdf.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2013* (LC/G.2582-P), Santiago de Chile, 2013. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E/S.14.II.G.1.
- _____ (2010), *Time for Equality: Closing Gaps, Opening Trails*. 33rd session of ECLAC, Brasilia, Brazil, 30 May to 1 June 2010, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Santiago de Chile, Chile, 269 pp.
- CEPAC (2006), Proyecto de riego por goteo para la mitigación de los efectos de la sequía en fincas, con fines de seguridad alimentaria. http://www.cebem.org/cmsfiles/publicaciones/adaptacion_cc_valles_tiemras_bajas_bolivia.pdf.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (2014a), Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en la región Andina de Ecuador. CIAT Políticas en Síntesis No. 15. CIAT, Cali, Colombia. 6 p.
- _____ (2014b), Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en la región Andina de Perú. CIAT Políticas en Síntesis No. 14. CIAT, Cali, Colombia. 6 p.
- _____ (2013), Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en la región Andina de Colombia. CIAT Políticas en Síntesis.
- CNFR (2011), Adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas agropecuarios del Uruguay. Informe final. www.cnfr.org.uy.
- Chapman, S. C., S. Chakraborty, M.F. Dreccer, S.M. Howden (2012), Plant adaptation to climate change-opportunities and priorities in breeding. *Crop and Pasture Science* 63, 251-268.
- De la Torre, C. (2014), Principales avances en la gestión del agua y la adaptación al cambio climático en los ecosistemas de montaña de América Latina. Apuntes de InvestigAcción N° 2, julio - setiembre 2014. www.solucionespracticas.org.pe.
- Delgado, J.A., P. M. Groffman, M. A. Nearing, T. Goddard, D. Reicosky, R. Lal, N. R. Kitchen, C. W. Rice, D. Towery, and P. Salon (2011), Conservation practices to mitigate and adapt to climate change. *Journal of soil and water conservation*. July/August 2011-VOL. 66, No. 4, 118A-129A.

- Denton, F., T.J. Wilbanks, A.C. Abeyasinghe, I. Burton, Q. Gao, M.C. Lemos, T. Masui, K.L. O'Brien, and K. Warner (2014), Climate-resilient pathways: adaptation, mitigation, and sustainable development. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1101-1131.
- Dempewolf, H., R. J. Eastwood, L. Guarino, C. K. Houry, J. V. Müller, J. Toll (2014), Adapting Agriculture to Climate Change: A Global Initiative to Collect, Conserve, and Use Crop Wild Relatives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. Volume 38, Issue 4, 2014.
- Dessai S., M. Hulme (2004), Does climate adaptation policy need probabilities? *Climate Policy*, Volume 4, Issue 2, 2004.
- Devaux, A.; M. Ordinola; D. Horton (eds.) (2011), Innovation for Development: The Papa Andina Experience. International Potato Center, Lima, Peru. 431 pp.
- Di Paola M.M., I. Rivera (2012), Informe Nacional sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en Argentina. Disponible en <http://intercambioclimatico.com>.
- EUROCLIMA (2014), La ciencia y la política unidas frente al cambio climático: Mejores prácticas de medidas de mitigación y adaptación con cobeneficios en América Latina y la Unión Europea. Informe técnico. Disponible en: <http://euroclima.org/es/>.
- FAO (2013), Climate smart agriculture Sourcebook. Disponible en: www.fao.org/climatechange/climatesmart.
- _____ (2010), Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf.
- _____ (2006), Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org/docrep/009/a0470s/a0470s00.htm>.
- Feitosa Vasconcelos, A.C. M. Bonatti, S.L. Schindwein, L. R. D'Agostini, L. R. Homem, R. Nelson (2013), Landraces as an adaptation strategy to climate change for smallholders in Santa Catarina, Southern Brazil. *Land Use Policy*, Volume 34, September 2013, Pages 250-254.
- Felandro, Isabel, and Jean Pierre Araujo (2012), Informe Sobre El Estado y Calidad De Las Políticas Públicas Sobre Cambio Climático y Desarrollo En El Perú - Sector Agropecuario y Forestal -. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA).
- Fraisse C., J. Andreis, W. Pavan (2014), Agroclimate decision support system: from web-based solutions to mobile apps. In Proc Third International climate change adaptation Conference, Ceará, Brazil.
- Gasparri N.I., H.R. Grau, J. Gutierrez Angonese (2013), Linkages between soybean and neotropical deforestation: Coupling and transient decoupling dynamics in a multi-decadal analysis. *Global Environmental Change* 23 (2013) 1605–1614.
- Geerts, S. and D. Raes (2009), Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9), 1275-1284.
- Giménez, A., J.P. Castaño, W. Baethgen (2009), Sistemas de información y soporte para la toma de decisiones para la gestión de riesgos climáticos. <http://www.inia.org.uy/gras/>.
- Gobbi, J. (2011), Pago por servicios ambientales: ¿qué son y cómo funcionan? Capítulo 12: en Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Editores: Pedro Lateral, Esteban G. Jobbagy, José M. Paruelo. Buenos Aires, INTA, 740pp.
- Goetter J., H. J. Picht (2014), Adaptación al Cambio Climático: Cosecha de Agua de Lluvia con “Atajados” en Bolivia, PROAGRO, GIZ Bolivia.
- Gutiérrez, A.P. A.; N. L. Engle, E De Nys, .C. Molejón, E. Sávio Martins (2014), Drought preparedness in Brazil. *Weather and Climate Extremes* 3 (2014) 95-106.
- Hall, A.J., Richards, R.A. (2013), Prognosis for genetic improvement of yield potential and water-limited yield of major grain crops. *Field Crops Res.* 143, 18-33.
- Halsnaes, K. and J. Verhagen (2007), Development based climate change adaptation and mitigation – conceptual issues and lessons learned in developing countries. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(5), 665- 684.

- Hellin, J. (2014), An innovation systems approach to enhanced farmer adoption of climate-ready germplasm and agronomic practices. Libro electrónico, International Food Policy Research Institute (IFPRI); Washington D.C., 2014.
- Hellmuth M.E., Osgood D.E., Hess U., Moorhead A. y Bhojwani H. (eds) (2009), *Seguros en base a índices climáticos y riesgo climático: Perspectivas para el desarrollo y la gestión de desastres*. Clima y Sociedad N° 2. Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI), The Earth Institute at Columbia University, Nueva York, EEUU.
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F. & Rojas, J. (2007), Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45: 27-36.
- IPCC (2013), “Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- _____ (2012a), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- _____ (2012b), Summary for Policymakers. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 3-21.
- Keller, M., D. Echeverría, and J.-E. Parry (2011a), *Review of Current and Planned Adaptation Action: Central America and México. Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, México and Panama*. Adaptation Partnership and International Institute for Sustainable Development (IISD), Adaptation Partnership, Washington, DC, USA and IISD, Winnipeg, MB, Canada 143 pp.
- Keller, M., D. Medeiros, D. Echeverría, and J.-E. Parry (2011b), *Review of Current and Planned Adaptation Action: South America. Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Peru, Suriname, Uruguay and Venezuela*. Adaptation Partnership and International Institute for Sustainable Development (IISD), Adaptation Partnership, Washington, DC, USA and IISD, Winnipeg, MB, Canada, 190 pp.
- Klein, R.J.T., G.F. Midgley, B.L. Preston, M. Alam, F.G.H. Berkhout, K. Dow, and M.R. Shaw (2014), Adaptation opportunities, constraints, and limits. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 899-943.
- Klemm O., R S. Schemenauer, A. Lummerich, P.Cereceda, V. Marzol, D. Corell, J. van Heerden, D. Reinhard, T. Gherezghiher, J. Olivier, P. Osses, J. Sarsour, E Frost, M. J. Estrela, J. A. Valiente, and G. Mussie Fessehaye (2012), Fog as a Fresh-Water Resource: Overview and Perspectives. *Ambio*. Mar 2012; 41(3): 221–234.
- Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood, and S. Myeong (2012), Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 25-64.

- Locatelli, B., V. Evans, A. Wardell, A. Andrade, and R. Vignola (2011), Forests and climate change in Latin America: linking adaptation and mitigation in projects and policies. *Forests*, 2, 431-450.
- Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre, and A. Villamizar (2007), Latin America. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 581-615.
- Magrin, G.O., M.I. Travasso, G.R. Rodríguez, S.Solman, M.Núñez (2009), Global Warming and Wheat Production in Argentina. *Int.J.Global Warming Vol. 1: 214-226*.
- Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano, and S. Vicuña (2014), Central and South America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.
- MasAgro (2012), Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional. Disponible en: <http://masagro.mx/index.php/es/>.
- McDowell, J.Z. and J.J. Hess (2012), Accessing adaptation: multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 22(2), 342-352.
- McCarthy, N. (2014), Climate-smart agriculture in Latin America: drawing on research to incorporate technologies to adapt to climate change. IDB Technical Note 652, 65pp. <http://www.iadb.org>.
- Metz, B., M. Berk, M. den Elzen, B. de Vries, and D. van Vuuren (2002), Towards an equitable global climate change regime: a compatibility with Article 2 of the Climate Change Convention and the link with sustainable development. *Climate Policy*, 2(2-3), 211-230.
- Meza, F.J. and D. Silva (2009), Dynamic adaptation of maize and wheat production to climate change. *Climatic Change*, 94(1-2), 143-156.
- Meza, F.J., D. Silva, and H. Vigil (2008), Climate change impacts on irrigated maize in Mediterranean climates: evaluation of double cropping as an emerging adaptation alternative. *Agricultural Systems*, 98(1), 21-30.
- MGAP-FAO (2013), Estudio sobre políticas públicas y medidas de adaptación del sector agropecuario al cambio climático. Volumen VII de Clima de cambios: nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Autores: Rosas, Juan Francisco; Arbolea, Ignacio; Carriquiry, Miguel A.; Licandro, Hugo; Millán, Juan; Picasso, Valentín. Resultado del proyecto FAO TCP URU 3302, Montevideo.
- Milera, Milagros de la C. (2011), Cambio climático, afectaciones y oportunidades para la ganadería en Cuba. *Pastos y Forrajes*, Vol. 34, N° 2, abril-junio, 127-144.
- Mimura, N., R.S. Pulwarty, D.M. Duc, I. Elshinnawy, M.H. Redsteer, H.Q. Huang, J.N. Nkem, and R.A. Sanchez Rodriguez (2014), Adaptation planning and implementation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 869-898.
- Monzon, J.P., V.O. Sadras, P.A. Abbate, and O.P. Caviglia (2007), Modelling management strategies for wheat-soybean double crops in the south-eastern Pampas. *Fiel. Crops Research*, 101(1), 44-52.
- Moschini R.C., Martínez M.I., Sepulcri M.G. (2013a), Modeling and forecasting systems for Fusarium head blight and deoxynivalenol content in wheat in Argentina. Chapter 13. Pag 205-227. In *Fusarium head blight in wheat in Latin-America* (Teresa América Latina y el Caribe onada Magliano y Sofia N.Chulze: Eds) Editorial Springer.304 p.ISBN 978-94-007-7090-4.
- _____ (2013b). Sistemas de pronóstico de enfermedades. Capítulo XXI Pag. 409-441. En "Agrometeorología". Editores: Guillermo M. Murphy y Rafael H. Hurtado. Segunda Edición agosto 2013. Editorial Facultad de Agronomía UBA. 512 p. ISBN 978-987-29338-5-2.

- Noble, I.R., S. Huq, Y.A. Anokhin, J. Carmin, D. Goudou, F.P. Lansigan, B. Osman-Elasha, and A. Villamizar (2014), Adaptation needs and options. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.
- Nurse, L.A., R.F. McLean, J. Agard, L.P. Briguglio, V. Duvat-Magnan, N. Pelesikoti, E. Tompkins, and A. Webb (2014), Small islands. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1613-1654.
- Oft, P., V. Cardenas, L. Vilcherrez, R. Béjar (2011), Nota Técnica 1. Mecanismos Financieros para la adaptación al cambio climático. (<http://seguros.riesgoycambioclimatico.org/publicaciones/NotatecnicaVF>).
- Ogle, S.M., L.Olander, L. Wollenberg, T. Rosenstock, F. Tubiello, K. Paustian, L. Buendia, A. Nihart and P. Smith (2014), Reducing greenhouse gas emissions and adapting agricultural management for climate change in developing countries: providing the basis for action. *Global Change Biology* (2014) 20, 1-6.
- OMM (2012), Marco Mundial Para los Servicios Climáticos. Boletín de la OMM Volumen 61(2)-2012.
- OXFAM (2009), Bolivia: Cambio climático, pobreza y adaptación. <http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bolivia-cambio-climatico-adaptacion-sp-0911.pdf>.
- _____ (2008), Camellons: Técnica ancestral para el cultivo agrícola. http://repege.files.wordpress.com/2008/07/folleto_camellones_bolivia_esp.pdf.
- PNUMA (2013), Estudio sobre vulnerabilidad e impactos del cambio climático en el gran Chaco Americano (Argentina, Paraguay, y Bolivia) http://www.pnuma.org/vulnerabilidad/VIA_Gran_Chaco_version_larga.pdf.
- Porch, T.G., J.S. Beaver, D.G. Debouck, S. Jackson, J.D. Kelly & H. Dempewolf (2013), Use of wild relatives and closely related species to adapt common bean to climate change. *Agronomy* 3: 433-461.
- Pulwarty, R.S., M.V.K.Sivakumar (2014), Information systems in a changing climate: Early warnings and drought risk management *Weather and Climate Extremes* 3 (2014) 14-21.
- Quiroga, A. and C. Gaggioli (2011), *Gestión del agua y viabilidad de los sistemas productivos*. In: Condiciones para el Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la República Argentina, Tomo LXIV, Buenos Aires, Argentina, pp. 233-249.
- Ramalho, M. P., G. Simoneti da Silva, and L. A. dos Santos Dias (2009), Genetic plant improvement and climate changes *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 9: 189-195. Brazilian Society of Plant Breeding.
- RIOCC 2006. Programa Iberoamericano de Evaluación de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático (PIACC). Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/proyectos-de-cooperacion/cooperacion-internacional/marco_piacc_tcm7-11994.pdf.
- Romero-Lankao, P., J.B. Smith, D.J. Davidson, N.S. Diffenbaugh, P.L. Kinney, P. Kirshen, P. Kovacs, and L. Villers Ruiz (2014), North America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1439-1498.
- Ryan, D. (2012), Informe sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en América Latina. Sector Agropecuario y Forestal. Plataforma Climática Latinoamericana, septiembre 2012.
- Sabelli Andrea (2014), A climate change vulnerability, impact and adaptation analysis methodological framework: lessons from latin america and the caribbean region. *Adaptation futures 2014*. Fortaleza.

- Sarmiento M., P. Ramos (2012), Informe Nacional sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en Colombia. Disponible en <http://intercambioclimatico.com>.
- Scopel, E., F. Tardieu, G. Edmeades, and M. Sebillotte (2013), Effects of Conservation Tillage on Water Supply and Rainfed Maize Production in Semiarid Zones of West-Central Mexico. Mexico City: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT).
- Settele, J., R. Scholes, R. Betts, S. Bunn, P. Leadley, D. Nepstad, J.T. Overpeck, and M.A. Taboada (2014), Terrestrial and inland water systems. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 271-359.
- Shaw, M.R., J.T. Overpeck, and G.F. Midgley (2014), Cross-chapter box on ecosystem based approaches to adaptation—emerging opportunities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 101-103.
- Skansi María de los Milagros, Manola Brunet, Javier Sigró, Enric Aguilar, Juan Andrés Arevalo Groening, Oscar J. Bentancur, Yaruska Rosa Castellón Geier, Ruth Leonor Correa Amaya, Homero Jácome, Andrea Malheiros Ramos, Clara Oriá Rojas, Alejandro Max Pasten, Sukarni Sallons Mitro, Claudia Villaruel Jiménez, Rodney Martínez, Lisa V. Alexander, P.D. Jones. 2013. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. *Global and Planetary Change*, Volume 100, January 2013, Pages 295-307.
- Soares-Filho, B., P. Moutinho, D. Nepstad, A. Anderson, H. Rodrigues, R. Garcia, L. Dietzsch, F. Merry, M. Bowman, L. Hissa, R. Silvestrini, and C. Maretti (2010), Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(24), 10821-10826.
- Sosa-Rodriguez, F.S. (2013), From federal to city mitigation and adaptation strategies: climate change policy in Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, doi: 10.1007/s11027-013-9455-1.
- Tompkins, E.L., M.C. Lemos, and E. Boyd (2008), A less disastrous disaster: managing response to climate-driven hazards in the Cayman Islands and NE Brazil. *Environmental Change*, 18(4), 736-745.
- Travasso, M.I., G.O. Magrin, W.E. Baethgen, J.P. Castaño, G.I.R. Rodriguez, J.L. Pires, A. Gimenez, G. Cunha, and M. Fernández (2008), Chapter 19: Maize and soybean cultivation in southeastern South America: adapting to climate change. In: *Climate Change and Adaptation* [Leary, N., J. Adejuwon, V. Barros, I. Burton, J. Kulkarni, and R. Lasco (eds.)]. Earthscan, London, UK, pp. 332-352.
- Travasso, M.I., G.O. Magrin, G.R. Rodríguez, S. Solman, M. Núñez (2009), Climate Change Impacts on Regional Maize Yields and possible Adaptation Measures in Argentina. *Int.J.Global Warming Vol. 1:201-213*.
- UICN (2012), Adaptación basada en ecosistemas: Una respuesta al cambio climático (<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf>).
- UNFPA (2013), Fondo de Población de Naciones Unidas. Población y desarrollo (<http://lac.unfpa.org/public/cache/offonce/pid/2023>).
- Urquidí J.C., M. Seeger, M. Lillo (2012), Informe Nacional sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en Chile. Disponible en <http://intercambioclimatico.com>.
- Valdés-Pineda, R., R. Pizarro, P. García-Chevesich, J. B. Valdés, C. Olivares, M. Vera, F. Balocchi, F. Pérez, C. Vallejos, R. Fuentes, A. Abarza, B. Helwig (2014), Water governance in Chile: Availability, management and climate change. *Journal of Hydrology* 519, 2538-2567.
- Vargas Ríos M.T., N. Garzón Rivero, J. González Iwanciw, E. Osinaga Rico (2012), Informe Nacional sobre el Estado y Calidad de las Políticas Públicas sobre Cambio Climático y Desarrollo en Bolivia. Disponible en <http://intercambioclimatico.com>.

- Vergara, W., A.R. Rios, L.M. Galindo, P. Gutman, P. Isbell, P. Suding, A. Grunwaldt, A. Deeb, J. Samaniego, E. Allatorre, and M. Panuncio (2012), *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean: Options for Climate-Resilient, Low-Carbon Development*. Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Vidal Soler, Víctor (2012), “Informe Sobre El Estado y Calidad De Las Políticas Públicas Sobre Cambio Climático y Desarrollo En Paraguay - Sector Agropecuario y Forestal”. Fundación Moisés Bertoni.
- Viglizzo, E.F., J.M. Paruelo, P. Laterra, E.G. Jobbágy (2012), Ecosystem service evaluation to support land-use policy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 154, 1 July 2012, Pages 78-84.
- Wang Qianfeng, Jianjun Wu, Tianjie Lei, Bin He, Zhitao Wu, Ming Liu, Xinyu Mo, Guangpo Geng, Xiaohan Li, Hongkui Zhou, Dachuan Liu (2014), Temporal-spatial characteristics of severe drought events and their impact on agriculture on a global scale. *Quaternary International*, Volume 349, Pages 10-21.
- Winkler, H. (2014), Emerging lessons on designing and implementing mitigation actions in five developing countries *Climate and Development*, Vol. 6, Supplement 1, 1-3.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org