

Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático. Agendas de adaptación y sistemas institucionales*

*Pablo Torres Lima***

*Juan G. Cruz Castillo****

*Rey Acosta Barradas*****

Resumen

En la agricultura se ha abordado la vulnerabilidad y los riesgos del cambio climático como retos y oportunidades para desarrollar medidas de adaptación, que protejan los recursos naturales y los servicios ecosistémicos sobre los cuales depende. Sin embargo, en la mayoría de las condiciones regionales, el nivel de conocimiento permanece limitado respecto de la exposición local a los riesgos de la variabilidad del clima, la distribución espacial y geográfica de la vulnerabilidad, así como los factores socioeconómicos involucrados. Aquí se analiza cómo en los procesos agroambientales regionales existe la necesidad de convergencia entre la evaluación de riesgos climáticos locales, la vulnerabilidad de sistemas agrícolas y las capacidades adaptativas con las guías de políticas nacionales e internacionales y la ciencia de cambio climático.

Palabras clave: vulnerabilidad, procesos agroambientales, cambio climático, adaptación, sistemas institucionales.

* Este trabajo forma parte del proyecto “Vulnerabilidad al cambio climático y diseño ambiental en la Cuenca Alta del Río Lerma”, sometido en la convocatoria CB-2010-01 del Fondo SEP-Conacyt, México.

** Profesor-investigador, Departamento de Producción Agrícola y Animal, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Xochimilco, México, y profesor visitante, Global Environment Program, Brown University, USA [ptorres@correo.xoc.uam.mx, pablo_torres-lima@brown.edu].

*** Profesor-investigador del Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, México [jrcruzcastillo@yahoo.com].

**** Profesor-investigador de la Facultad de Economía, Universidad Veracruzana, México [reyacosta44@hotmail.com].

Abstract

Agricultural systems have begun to proactively address vulnerability and climate risks as challenges and opportunities to develop climate change adaptation measures that protect the natural resources and the ecosystems services on which they depend. However, in most regional conditions, the level of understanding of local changes in hazard exposure caused by climate change, the geographic and spatial distribution of vulnerability, as well as underlying socioeconomic factors remains limited. Here, it is analyzed how in regional agro-environmental processes underline the need for a convergence among the assessments of local climate risk, agricultural vulnerability and adaptive capacities with international and national policy guidance and climate change science.

Key words: vulnerability, agro-environmental processes, climate change, adaptation, institutional systems.

Artículo recibido el 28-10-10

Artículo aceptado el 04-07-11

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos reportes que describen y desarrollan diferentes escenarios de los impactos del cambio climático como base para el análisis de la vulnerabilidad a éstos por parte de ecosistemas, grupos sociales e instituciones, al mismo tiempo que describen la evaluación de las opciones actuales y futuras de procesos de mitigación y adaptación. Particularmente, en virtud de que la vulnerabilidad regional revela los efectos diferenciales del clima sobre la sociedad, es imperativo el estudio de las causas y la distribución de los impactos del cambio climático en los sistemas agroproductivos¹ a partir de considerar la compleja interacción de los factores ambientales, sociales, económicos y políticos involucrados en cada región o área geográfica. Por ejemplo, se ha definido que la vulnerabilidad social de los productores agrícolas en México y Argentina está altamente

¹ En este escrito se refiere a los sistemas agroproductivos o agrícolas como a los tipos de agricultura existentes dentro del marco de procesos agroambientales o ecosistémicos que dan lugar al manejo de recursos naturales, la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos para llevar a cabo la producción de alimentos y productos de origen vegetal a fin de proveer de ingreso y empleo, así como de cierto bienestar y calidad de vida, especialmente a poblaciones rurales. Véase International Union for Conservation of Nature (IUCN) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), *Agricultural ecosystems. Facts and trends*, Washington, IUCN-WBCSD, 2008.

relacionada con el acceso a los recursos físicos y materiales que permiten a éstos mayor flexibilidad en un cambiante contexto ambiental, económico e institucional.² De tal forma, la evaluación integral de la vulnerabilidad de los procesos agroambientales, que incluyen a los sistemas productivos agrícolas, tiene que recurrir a diferentes escalas temporales y espaciales, así como a diversos niveles de comprensión teórica y metodológica,³ especialmente debido a que el propio concepto de vulnerabilidad refiere al conjunto de los sistemas de interacción humano-ambientales. En este sentido, la vulnerabilidad agroambiental al cambio climático, al ser entendida como una función de la variación de factores y variables biofísicas y socioeconómicas en las actividades agrícolas, debe contener la posibilidad de definirse conceptualmente y registrarse bajo una tipología espacialmente determinada, particularmente en relación con un atributo fundamental de la vulnerabilidad misma, el cual consiste en la capacidad adaptativa.

El énfasis e importancia actual de la agricultura frente al cambio climático se sustenta en que ésta se vincula a la cantidad y calidad de los recursos naturales y a las variaciones en la temperatura, precipitación, vientos y a la disponibilidad de agua para el crecimiento y reproducción de cultivos. El desempeño de los agroecosistemas depende directamente de los efectos positivos o negativos del clima.⁴ De esta forma, es fundamental un mayor desarrollo de metodologías, indicadores y estudios que tomen en cuenta las perspectivas y estrategias de adaptación de la agricultura con base en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y las comunidades rurales de las cuales depende. La agricultura a escala mundial contribuye entre 17 y 32% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG),⁵ incluyendo el cambio de uso del suelo. Las emisiones de contaminantes por parte de la agricultura en países en desarrollo aumentó 32% entre 1990 y 2005, y se espera que pueda continuar con esta tendencia para satisfacer las demandas de productos alimentarios por una población en aumento. Más aún si se considera que del potencial global total para mitigar las emisiones agrícolas

² H. Heakin, M. Jebe, C. Ávila, G. Sánchez y L. Bojórquez-Tapia, "Social vulnerability of farmers in Mexico and Argentina", en N. Leary, C. Conde, J. Kulkarni, A. Nyong y J. Pulhin, *Climate change and vulnerability*, Londres, Earthscan, 2009.

³ E. Ostrom, "A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems", *Science*, núm. 325, 2009, pp. 419-425.

⁴ International Union for Conservation of Nature y World Business Council for Sustainable Development, *Agricultural ecosystems. Facts and trends*, Suiza, WBCSD-IUCN, 2008.

⁵ De aquí en adelante las siglas serán usadas en inglés debido al uso frecuente en la literatura.

de GHG, el 74% radica en estos mismos países.⁶ Al mismo tiempo y de manera complementaria a los procesos de adaptación, por ejemplo en términos del desarrollo de prácticas agrícolas amigables al medio ambiente mediante el proyecto “Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura” (MICCA –siglas en inglés),⁷ se debe considerar que los agroecosistemas tienen un potencial significativo de mitigación del cambio climático, especialmente mediante el secuestro de carbono por el suelo, el cual corresponde al 89% del total de su capacidad de mitigación.⁸

En México, la mayoría de los sistemas agropecuarios y forestales son críticamente dependientes del clima.⁹ Se estima que el promedio anual de temperatura proyectada para 2060 se incrementará de 1.1 a 3 °C y las proyecciones de los valores medios de precipitación variarán de -3 a 15%, conforme al modelo GCM.¹⁰ Asimismo, en virtud de que la variada topografía

⁶ M. Kok, S. Tyler, A. Prins, L. Pintér, H. Baumüller, J. Bernstein, E. Tsioumani, H. Venema y R. Grosshans, *Prospects for mainstreaming ecosystem goods and services in international policies*, La Haya, Netherlands Environmental Assessment Agency/International Institute for Sustainable Development, 2010, p. 92.

⁷ M. Varming, C. Seeberg-Elverfeldt y M. Tapio-Biström, *Agriculture, forestry and other land use mitigation project database. An assessment of the current status of land-based sectors in the carbon markets*, Roma, Mitigation of Climate Change in Agriculture Series núm. 2, FAO, 2010.

⁸ J. Bellarby, B. Foereid, A. Hastings y P. Smith, *Cool farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential*, Países Bajos, Greenpeace, 2008.

⁹ Para la evaluación de las principales restricciones ambientales, entre ellas las climáticas en relación con el potencial agrícola en México véase [<http://www.fao.org/countryprofiles/maps.asp?iso3=MEX&lang=en>].

¹⁰ C. McSweeney, M. New y G. Lizcano, *Mexico. UNDP Climate change country profile*, United Nations Development Programme, 2008 [<http://country-profiles.geog.ox.ac.uk>], fecha de consulta: 24 de octubre de 2010. Durante las dos últimas décadas, alrededor del 80% de las pérdidas totales económicas debidas a desastres relacionados con el clima ocurrieron en el sector agrícola. Se estima que algunos de los efectos directos del cambio climático en la agricultura de México podrían presentarse de manera diferenciada en algunas regiones, de acuerdo con sus condiciones particulares: a) cambios en el desarrollo y productividad de los cultivos, por afectaciones en los ciclos fenológicos; b) incremento en el periodo libre de heladas de las zonas agrícolas, que se traduciría en un mayor periodo útil para el desarrollo de algunos cultivos y aumento en el número de ciclos agrícolas por año; c) reducción en la superficie cultivable y en los rendimientos generados en zonas de temporal, debido al aumento en la duración e intensidad de la sequía; d) afectaciones en los distritos de riego del noroeste del país, en cuanto a disponibilidad de agua; y e) reducción en la precipitación y aumento en la temperatura que limitará la producción en el ciclo primavera-verano en los distritos de riego localizados en las zonas áridas y semiáridas de México. Véase Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *México. Cuarta comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*, México, INE-Semarnat, 2009.

en México impone diferencias climáticas entre las diferentes regiones del país, se estima que existirá un decremento en la superficie arable y los rendimientos de las cosechas de cultivos debido al cambio climático, lo cual implica retos para aliviar la pobreza y asegurar la alimentación y bienestar de las poblaciones locales y las regionales. Por ejemplo, se estima que una reducción del 10% en la productividad de los cultivos promoverá un 2% adicional de la población que emigra a los Estados Unidos. Esto significa que, como resultado de la declinación en la producción agrícola, para el 2080 el cambio climático inducirá por sí solo la migración entre 1.4 a 6.7 millones de mexicanos, lo que representa del 2 al 10% de la actual población en el rango de edad de 15 a 65 años.¹¹ En particular, debido al margen de incertidumbre de estos datos y la pertinencia de su uso en los procesos de toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas, es relevante ampliar el número de estudios e investigaciones que evalúen, mediante modelos, los escenarios de cambios potenciales climáticos sobre los procesos agroambientales y el rendimiento de cultivos, en localidades y marcos regionales específicos.¹² El hecho de que se reporten estudios usando modelos de simulación de cultivos bajo escenarios futuros del clima para América Latina, en los cuales se estima que los cambios en los rendimientos variarán entre una reducción de 30% para México y un incremento de 5% en Argentina, refiere precisamente a la alta heterogeneidad de esta macroregión en términos de clima, ecosistemas, distribución de la población y de culturas. Sin duda, el fenómeno cíclico denominado Oscilación del Sur El Niño es la variabilidad climática en América Latina con mayor impacto socioeconómico para la agricultura, más aún si se considera que esta actividad representa alrededor del 10% de producto interno bruto de la región.¹³

Como parte de la agenda de investigación respecto del cambio climático para América Latina, se ha destacado que tanto las políticas, los recursos financieros como la percepción, acciones y esfuerzos organizacionales e

¹¹ S. Feng, S. Krueger y M. Oppenheimer, "Linkages among climate change, crop yields and México-US cross-border migration", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(32), 2010 pp. 14275-14262.

¹² D. Lobelland e I. Ortiz-Monasterio, "Impacts of day versus night temperatures on spring wheat yields. A comparison of empirical and CERES model predictions in three locations", *Agronomy Journal*, núm. 99, 2007 pp. 469-477.

¹³ G. Magrin, C. Gay, D. Cruz, J. Giménez, A. Moreno, G. Nagy, C. Nobre y A. Villamizar, "Latin America", en M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden y C. Hanson (eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental on Climate Change*, Reino Unido, Cambridge University Press, pp. 581-615.

institucionales se han dirigido principalmente hacia la mitigación. Lo anterior se debe a que ésta puede contribuir de manera directa a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar su captura de la atmósfera. Por lo tanto, se asume que la mitigación reduce la probabilidad de los impactos adversos debido a la variabilidad climática a muy largo plazo. Sin embargo, en contraparte, la adaptación requiere mayor atención en las agendas internacionales y nacionales en la medida que abarca diversas acciones que anticipan y/o compensan el potencial adverso de los efectos del cambio climático. Los recursos económicos destinados para ambos procesos, ya sea de fondos públicos o inversiones privadas, no son mutuamente excluyentes y en varios casos pueden ser complementarios. En este sentido, en América Latina se requiere construir una agenda y lista de prioridades para el gasto en procesos y acciones de adaptación en términos de un análisis de costo y necesidades financieras, o bien bajo principios económicos y políticas de costo-eficiencia.¹⁴ A escala internacional y nacional, para que la adaptación sea una estrategia clave para esta región geográfica, es importante la evaluación y el fortalecimiento de sistemas institucionales y de gobernanza que aseguren la efectividad de las iniciativas e incentivos financieros diseñados para responder a los retos de las consecuencias del impacto climático en áreas críticas como son los ecosistemas, el agua, el territorio, la población y la economía rural, entre otras. Al respecto, en México existen iniciativas que son fuentes importantes para su consulta.¹⁵

El presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo una revisión sobre la vulnerabilidad de los procesos agroambientales regionales frente al cambio climático, considerándosele como una oportunidad crucial de transformación no sólo para la reducción de gases de efecto invernadero sino para la propia reducción de la vulnerabilidad. Se hace énfasis en la importancia del diagnóstico y análisis de la vulnerabilidad de la agricultura ante el cambio climático, bajo la consideración de un enfoque de adaptación basado en los ecosistemas y en las comunidades. Asimismo, se presentan elementos respecto de los sistemas institucionales de respuesta a los procesos agroambientales y el diseño de mecanismos de política pública agrícola, bajo el marco de la adaptación.

¹⁴ O. Chisari y S. Galiani, *Climate change: A research agenda for Latin America and the Caribbean. Technical*, Notes No. IDB-TN-164, Inter-American Development Bank, 2010 [<http://www.iadb.org>], fecha de consulta: 20 de octubre de 2010.

¹⁵ Véanse L. Galindo, *La economía del cambio climático en México. Síntesis*, México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009; y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología, *Cuarta comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*, México, Semarnat/INE, 2009.

CRISIS AMBIENTAL Y RETOS DE ADAPTACIÓN

En América Latina, los sistemas socioambientales regionales tienen nuevos retos ante problemas complejos y amenazas mundiales. Además de urbanizaciones extensas y no planificadas, la degradación de los ecosistemas (cuencas hidrográficas, bosques, suelos, borde costero y mares, entre los principales), la reducción de la biodiversidad, la creciente contaminación de los recursos hídricos, de los suelos y de los ecosistemas marinos, se observa claramente el impacto y la vulnerabilidad de los países ante el cambio climático.¹⁶ Ante este contexto, los cambios en los patrones bioclimáticos, bajo el contexto global económico de la aplicación desigual de las reglas del mercado y comercio internacional, regional y local, exacerbaban geográficamente los problemas existentes al mismo tiempo que otros nuevos aparecen. Al continuo deterioro socioambiental en las sociedades de Latinoamérica y el Caribe se agrega el hecho de que 34% de su población vivía en condiciones de pobreza en 2007, entre los cuales 13% se encontraba en pobreza extrema,¹⁷ lo cual implica la necesidad de abordar la continua evaluación de las interrelaciones entre los factores del medio ambiente natural (biogeofísico) y los factores del medio ambiente humanizado (espacio de las relaciones sociales de producción). Como consecuencia, muchos factores vitales del desarrollo sustentable y la competitividad de los territorios están en riesgo, tales como la disponibilidad del agua, el deterioro de los ecosistemas, la seguridad alimentaria, la salud, la habitabilidad y la infraestructura regional.¹⁸ Ante el conjunto de todos estos problemas, la adaptación a la variabilidad del clima y la mitigación del cambio climático se convierten en los principales retos para las sociedades contemporáneas debido a su carácter como proceso continuo de aprendizaje, ajuste y transformación social e institucional, en los cuales los marcos, tanto de la adaptación como la mitigación, se convierten explícitamente en políticas, estrategias y guías de acción para el desarrollo sustentable.¹⁹

¹⁶ Comisión Económica para América Latina y el Caribe, *Indicadores ambientales de América Latina y el Caribe, 2009*, Cuadernos estadísticos núm. 38, Santiago de Chile, CEPAL, 2010.

¹⁷ Organización de la Naciones Unidas, *Rethinking poverty. Report on the world social situation 2010*, Nueva York, ONU, 2009.

¹⁸ P. Torres, L. Rodríguez y C. Ramírez, "Sustentabilidad y cambio climático. Lineamientos de políticas de adaptación para la agricultura y el desarrollo rural", *Veredas. Revista del pensamiento sociológico*, núm. 18, México, UAM-Xochimilco, 2009, pp. 39-62.

¹⁹ Véanse H. Fritschel, "How will agriculture adapt to a shifting climate?", *IFPRI Forum*, núm. 1, 2006, pp. 9-12; y H. Fünfgeld y D. McEvoy, *Framing climate change adaptation in policy and practice*, Victorian Centre for Climate Change Adaptation Research, 2011 [www.vcccar.org.au/content/pages/framing-project], fecha de consulta: 23 de abril de 2011.

El avance en el estudio de los cambios socioambientales ante las perturbaciones bioclimáticas, en diferentes escalas territoriales (local, municipal, estatal y regional), aún permanece impreciso, sobre todo con lo relacionado a la cuantificación regional de los costos del cambio climático y las construcción de estrategias de desarrollo eficientes,²⁰ y respecto de la mitigación y adaptación de sus efectos, particularmente cuando se exceden los límites de la variabilidad natural en los ecosistemas y de la habitabilidad de los asentamientos humanos. Por ejemplo, en términos económicos se estima que el costo de los impactos del cambio climático en México para el año 2100 será tres veces mayor que el costo de mitigación del 50% de las emisiones de contaminantes nacionales.²¹ Asimismo, se espera una reducción del total de emisiones en México, alrededor de 117 millones de CO₂ de 2009 a 2030, con adicionales beneficios sociales y ambientales, mediante la aplicación de políticas para el desarrollo urbano.²²

Desde el marco general de estas proyecciones, al ser México un país con amplia diversidad natural, cultural y socioinstitucional, es evidente la necesidad de identificar problemas y oportunidades regionales para el fortalecimiento de capacidades sociales de aprendizaje científicas, tecnológicas y de innovación como parte de las estrategias de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, las cuales se conviertan en una oportunidad de largo plazo para combinar procesos de mejoramiento económico, tecnológico, social y ecológico hacia la sustentabilidad. Este tipo de fortalecimiento, debe partir del reconocimiento de que en México las problemáticas ambientales y agroproductivas contemporáneas son complejas y tiene su expresión en múltiples procesos de deterioro socioecológico evidentes tanto a escalas locales, regionales como a nivel nacional, particularmente respecto del análisis del valor económico de la depreciación ambiental que ocurre en los sistemas agrícolas,²³ entre ésta la degradación de suelos y la pérdida de la biodiversidad. Por ejemplo, se destaca que el crecimiento urbano, la producción industrial contaminante, la devastación creciente del entorno natural, el incremento de la pobreza, la contaminación del suelo, agua y aire, y la pérdida de la

²⁰ Comisión Económica para América Latina y el Caribe, *La economía del cambio climático para América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, CEPAL, 2009.

²¹ Organización de las Naciones Unidas, *Millennium Development Goals. Advances in environmentally sustainable development in Latin America and the Caribbean*, Santiago de Chile, ONU, 2010.

²² Banco Mundial, *World development report 2010. Development and climate change*, Washington, Banco Mundial, 2010.

²³ Latin American and Caribbean Institute for Economic and Social Planning, *Millennium Development Goals. Advances in environmentally sustainable development in Latin America and the Caribbean*, Chile, 2010, United Nations.

biodiversidad son diferentes aspectos de una misma crisis de la relación naturaleza-sociedad.²⁴ Esta crisis, en gran medida, se debe porque las políticas del Estado sólo consideran los problemas individuales y privados, no son sensibles a su interdependencia con los problemas colectivos y generales, particularmente los referidos a los ecosistemas y las comunidades rurales. En este sentido, el proceso de construcción y fortalecimiento de una capacidad adaptativa que mejore la respuesta de los individuos, instituciones y del Estado para reducir su vulnerabilidad a los cambios bioclimáticos necesita referir las inequidades estructurales que privan ostensiblemente del bienestar humano, crean y sostienen la pobreza, restringen el acceso a recursos y amenazan la sustentabilidad de largo plazo, entre otros aspectos.

Es necesario considerar que una parte de la promoción y fortalecimiento de la capacidad adaptativa, referida como las acciones potenciales para adaptarse y reducir al mínimo la vulnerabilidad de los sistemas (i.e. agroecosistemas), consiste en invertir en la producción de conocimiento, así como en su comunicación. Por ejemplo, se destaca que las ciencias sociales ante al cambio ambiental global tienen un importante papel en proveer de conocimiento para el desarrollo de políticas que promuevan la resiliencia, sustentabilidad y cambio social.²⁵ De tal forma, que en la evaluación integral de las posibilidades del desarrollo sustentable de las regiones de México frente al cambio climático y en las formas emergentes de organización de la investigación científica, tecnológica y humanística se tiene que recurrir a diferentes escalas temporales y espaciales, así como a diferentes niveles de comprensión teórica para la creación interdisciplinaria de conocimiento.

La evidencia de que en México se requiere recorrer diversos itinerarios de investigación emergentes, como lo es el tema del cambio climático, lo demuestra el hecho de que sólo 10% de la investigación concierne a ciencias medioambientales.²⁶ De esta forma, la aplicación de políticas y programas de desarrollo a nivel regional y local bajo distintos sistemas bioclimáticos y geografías pueden producir mejores sinergias entre el conocimiento del manejo de riesgo de desastres, el mejoramiento de la habitabilidad, la reorganización

²⁴ J. Sarukhán, P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza, *Capital natural de México. Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*, México, Conabio, 2009.

²⁵ K. O'Brien, "Responding to the global environmental change: social sciences of the world unite!", en UNESCO, *2010 World social science report. Knowledge divides*, París, UNESCO, 2010.

²⁶ R. Kostoff, J. del Río, H. Cortés, C. Smith, A. Smith, C. Wagner, L. Leydesdorff, G. Karypis, G. Malpohl y R. Tshiteya, "The structure and infrastructure of Mexico's science and technology", *Technological Forecasting & Social Change*, núm, 72, 2005, pp. 798-814.

socioambiental del territorio y el fortalecimiento del capital natural, social y humano.²⁷ Por ello la capacidad adaptativa, como concepto organizador, es la que permite ser un punto de partida para la construcción de indicadores prácticos de la vulnerabilidad de diferentes sistemas localizados en diversas áreas geográficas.²⁸ Por ejemplo, la mayoría de los estudios regionales del impacto del cambio climático dependen de modelos computacionales y se han dirigido para áreas del trópico,²⁹ los cuales sugieren que el calentamiento global puede traer consigo condiciones de mayor sequía donde la humedad del suelo y la disponibilidad de agua se reducirán. Particularmente, el sector agrícola merece un énfasis importante en estos estudios debido a que cualquier efecto en la producción agrícola tendría consecuencias importantes para la seguridad alimentaria y el bienestar del ser humano y sus sociedades.

La adaptación a los cambios bioclimáticos, como procesos de ajuste para anticipar sus impactos adversos y que resultan en la propia reducción de la vulnerabilidad, son ahora parte del diseño de políticas ambientales y económicas, así como de la definición de estrategias que regulan la interacción de las instituciones, los sectores y actores involucrados y quienes toman decisiones a diferentes niveles de gobierno.³⁰ De esta manera, la adaptabilidad de las poblaciones locales a los cambios bioclimáticos se ve restringida por la fuerte dependencia en los factores naturales y la ausencia o débil apoyo de sistemas institucionales regionales, los cuales son el reflejo de la limitada capacidad de los gobiernos nacionales para integrar la vulnerabilidad y la adaptación a estos cambios dentro de las estrategias de desarrollo sustentable.³¹ En este sentido, el diseño de políticas y la implementación de estrategias y acciones para contender con los impactos del cambio climático implican que se deba considerar a la promoción de la habilidad institucional y operacional, a nivel regional, para llevar a cabo procesos de investigación e innovación como un método de evaluación de los sistemas productivos locales.

²⁷ M. Lemos, E. Boyd, E. Tompkins, H. Osbahr y D. Liverman, "Developing adaptation and adapting development", *Ecology and Society*, 12(2), 2007, pp. 26-29.

²⁸ A. Fekete, M. Damm y J. Birkmann, "Scales as a challenge for vulnerability assessment", *Nat Hazards*, DOI 10.1007/s11069-009-9445-5, 2009 (publicado en línea el 2 de septiembre de 2009).

²⁹ E. Keys y W. McConnell, "Global change and the intensification of agriculture in the tropics", *Global Environmental Change*, núm. 15, 2005, pp. 320-337.

³⁰ H. Eakin y M. Lemos, "Adaptation and the state: Latin America and the challenge of capacity-building under globalization", *Global Environmental Change*, núm. 16, 2006, pp. 7-18.

³¹ K. O'Brien, T. Quinlan y G. Ziervogel, "Vulnerability interventions in the context of multiple stressors: lessons from the Southern Africa Vulnerability Initiative (SAVI)", *Environmental Science & Policy*, núm. 12, 2009, pp. 23-32.

VULNERABILIDAD Y PROCESOS AGROAMBIENTALES
FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Se estima que el cambio climático en la actualidad es inevitable debido a las emisiones históricas que han contribuido al efecto invernadero en el sistema energético mundial. Sin embargo, también se considera que la vulnerabilidad a los impactos relacionados a este tipo de cambio en algunas sociedades no es necesariamente debido a las emisiones sino que es causada por los patrones de desarrollo regional no sustentables combinados con una inequidad socioeconómica.³² De esta forma, la ciencia del cambio climático ha cambiado su enfoque de estudiar los impactos del cambio climático a investigar la vulnerabilidad al cambio climático y su evaluación, lo cual ha sido una corriente de pensamiento que ha implicado el análisis de políticas.³³

Los impactos de los cambios bioclimáticos presentan dos tipos de retos para las naciones en desarrollo; el primero refiere a que la naturaleza y duración de este tipo de eventos climatológicos ejercerá mayor presión sobre los territorios y las poblaciones ya de por sí vulnerables (i.e. falta de acceso a agua potable, hambrunas y pobreza); el segundo, que las políticas del desarrollo y crecimiento económico tendrán que incluir en su agenda la vulnerabilidad específica regional asociada a la sensibilidad de espacios y poblaciones particulares a estos impactos.³⁴ Sin embargo, debido la existente incertidumbre para predecir las variables bioclimáticas (i.e. los valores de temperatura y precipitación asociados a condiciones extremas ambientales o ecológicas) así como la distribución e impacto de los cambios en las condiciones biofísicas promedio regionales, es preciso que la investigación se fortalezca para orientar acerca de los vínculos entre los impactos del cambio climático, los servicios ecosistémicos, la vulnerabilidad socioterritorial, las condiciones de habitabilidad y las estrategias de mejoramiento del bienestar humano y de adaptación y mitigación local y regional.

³² R. Pielke, G. Prins, S. Rayner y D. Sarewitz, "Lifting the taboo on adaptation. Renewed attention to policies for adapting to climate change cannot come too soon", *Nature*, 445(8), 2007, pp. 597-598.

³³ A. Patt, D. Schroter, C. de la Vega y R. Klein, "Vulnerability research and assessment to support adaptation an mitigation: Common themes form the diversity of approaches", en A. Patt, D. Schroter, R. Klein y C. de la Vega, *Assessing vulnerability to global environment change. Making research useful for adaptation decision making and policy*, Londres, Earthscan, 2009, cap. 1, pp. 1-25.

³⁴ L. Llambí, "La competitividad de los territorios subnacionales: fundamentos teóricos para el crecimiento rural", *Comercio Exterior*, 59(11), 2009, pp. 859-872.

En el desarrollo de la competitividad de territorios para el logro de la sustentabilidad deseada,³⁵ como parte del contexto de economías ambientalmente sanas, se debe investigar de manera interdisciplinaria: la adopción de prácticas eficientes de uso de energía; la reducción regional de tasas de emisión de carbono; el mejoramiento del uso del suelo, ampliando las posibilidades de incrementar la captura de carbono; la necesidad de proteger los servicios ecosistémicos;³⁶ y promover la eficiencia del uso de los recursos naturales. Así, se ha reconocido a la planeación del territorio y el ordenamiento ecológico como medios de adaptación y reducción de los riesgos impuestos por el cambio climático en los modos de vida de la gente, los recursos naturales, los servicios ambientales y las actividades productivas y económicas, todo ello a través de la reducción de la vulnerabilidad con una adecuada conservación de los ecosistemas y una buena gestión de las cuencas hidrográficas.³⁷ Dentro de este contexto, tanto los espacios rurales como los urbanos, y por supuesto las tareas de diseño ambiental de sistemas territoriales, enfrentan retos ante los cambios bioclimáticos por sus fuertes implicaciones para la seguridad alimentaria y el bienestar del ser humano y sus sociedades regionales.

Las evaluaciones regionales ilustran que la vulnerabilidad a los impactos adversos de la variación y cambios climáticos tiene múltiples causas. Las causas incluyen estrés climático así como también estrés derivado de las interacciones entre procesos ambientales, demográficos, socioeconómicos, institucionales, culturales y tecnológicos. El estado y la dinámica de estos procesos difieren en cada territorio y generan condiciones de vulnerabilidad que difieren del carácter y grado entre regiones y dentro de la economía y las sociedades.³⁸ En virtud de la alta complejidad de los sistemas agroproductivos y de sus implicaciones para la evaluación regional de las características de vulnerabilidad de las poblaciones, lugares y actividades agrícolas, el examen de esta vulnerabilidad implica considerarla como: *a*) la sensibilidad y la exposición de un sistema a presiones, estreses o disturbios (internos y externos); *b*) el estado del sistema

³⁵ Competitividad que supone diferentes procesos de generación de capacidades que a su vez dependen no sólo de factores macroeconómicos, sino también de las condiciones ambientales que ofrece el propio territorio para facilitar el desempeño de los procesos económicos, en este caso agroproductivos.

³⁶ I. Gren y L. Isacs, "Ecosystem services and regional development: An application to Sweden", *Ecological Economics*, núm. 68, 2009, pp. 2549–2559.

³⁷ TEEB, *A quick guide to the economics of ecosystems and biodiversity for local and regional policy makers*, Londres, Earthscan, 2010.

³⁸ Center for Integrative Environmental Research, *The US economic impacts of climate change and the costs of inaction*, Maryland, University of Maryland, 2007.

respecto de cierto umbral de daño; y c) la habilidad del sistema para adaptarse a las condiciones cambiantes.³⁹ De tal forma, la vulnerabilidad de los sistemas socioambientales requiere identificar el umbral o punto de referencia por arriba o por debajo del cual dicho sistema es dañado, tal como es el nivel de degradación de un ecosistema o el promedio del nivel de ingreso relativo a la línea de pobreza. La vulnerabilidad es una cualidad dinámica que puede ser alterada gradual o repentinamente por cambios en las condiciones sociales o biofísicas.⁴⁰ La adaptación a estas condiciones cambiantes (i.e. infraestructura y/o equipamiento rural, disponibilidad de agua, contaminación atmosférica, grado de sequía, inundaciones, susceptibilidad a heladas) puede modificar la vulnerabilidad del propio sistema. Así, la capacidad adaptativa se refiere al potencial a adaptarse o reducir la vulnerabilidad del sistema. Por lo tanto, la propia capacidad adaptativa es el conjunto de acciones y estrategias (de contención, adaptativas y de amortiguamiento) potenciales que contribuyen a la vulnerabilidad mínima potencial.⁴¹

LA AGRICULTURA Y LOS ENFOQUES DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y DE COMUNIDAD PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La agricultura es una actividad que provee a las poblaciones humanas de alimentos, materias primas para su vestido, medicinas y otros productos para su bienestar, así como de servicios ecosistémicos vitales, tales como biodiversidad, formación de suelo, regulación de los ciclos hídricos, secuestro de carbono, entre otros. En la medida que se espera que la población mundial alcance la cifra de 9.1 billones para el 2050, la producción agrícola necesita aumentar conforme a la creciente demanda, para lo cual el cambio climático representa un reto importante, sobre todo debido a que 75% de las poblaciones que viven en áreas rurales del mundo dependen de la agricultura, la forestería y del sector de la pesca. La agricultura a escala mundial enfrenta muchas

³⁹ A. Luers, "The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change", *Global Environmental Change*, núm. 15, 2005, pp. 214-223.

⁴⁰ La evaluación de la actual vulnerabilidad del sistema puede incluir la evaluación de: las condiciones socioeconómicas; el riesgo climático actual; las percepciones locales acerca del riesgo climático y sus impactos; el perfil de los modos de vida en lugares específicos; y los marcos institucionales. Véase UNDP, *Improved adaptive capacity to climate change for sustainable livelihoods in the agriculture sector*, Summary Report. Community Based Adaptation in Action, Roma, FAO, 2007.

⁴¹ A. Coles y C. Scott, "Vulnerability and adaptation to climate change and variability in semi-arid rural southeastern Arizona, USA", *Natural Resources Forum*, núm. 33, 2009, pp. 297-309.

restricciones para el logro de una productividad óptima, respecto al acceso de recursos productivos, mercados y servicios, lo que en su conjunto limita sus contribuciones a amplias metas del desarrollo económico y social. En la actualidad, sigue siendo evidente la existencia de una brecha de género para el incremento de la productividad, la reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria, así como en la promoción del crecimiento económico. Se estima que si la mujer tuviera el mismo acceso a los recursos productivos como el hombre ellas incrementarían los rendimientos de sus parcelas del 20 al 30%. Esto podría aumentar la producción total agrícola en países en desarrollo alrededor del 2.5 al 4%, lo cual al mismo tiempo reduciría el número de personas hambrientas en el mundo del 12 al 17%.⁴² De cualquier manera, la agricultura no sólo es afectada por el cambio climático sino que por sí misma en un principal emisor de contaminantes, por lo tanto el cambio climático tiene profundas implicaciones para la habilidad de la agricultura en cumplir con las demandas de alimentos y productos de origen vegetal al mismo tiempo que reduce el impacto ambiental de su producción.⁴³

Se considera que las variaciones en la demanda de agua (cantidad y confiabilidad en su abasto), producidos por los efectos del cambio climático sobre la agricultura, en la medida que ésta es el más grande consumidor de este recurso en el mundo, amenazará no sólo el bienestar de millones de agricultores y campesinos con escasos recursos sino también afectará el abasto de alimentos para los consumidores locales.⁴⁴ De esta manera, los efectos del cambio climático en la agricultura causan una gran influencia en su propio desempeño ambiental, productivo y económico. Por ejemplo, la producción agrícola es sensible a dos amplias clases de efectos inducidos por el clima: 1) los efectos directos producidos por cambios en la temperatura, precipitación y concentraciones de dióxido de carbono, y 2) los efectos indirectos que ocurren mediante los cambios de humedad del suelo y la distribución y frecuencia del ataque de plagas y enfermedades.⁴⁵ A escala mundial, se estima

⁴² Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The state of food and agriculture. Women in agriculture: closing the gender gap for development*, Roma, FAO, 2011.

⁴³ N. Fedoroff, D. Battisti, R. Beachy, P. Cooper, D. Fischhoff, C. Hodges, V. Knausf, D. Lobell, B. Mazur, D. Molden, M. Reynolds, P. Ronald, M. Rosegrand, P. Sánchez, A. Vonshak y J. Zhu, "Radically rethinking agriculture for the 21st century", *Science*, núm. 327, 2010, pp. 833-834.

⁴⁴ C. Rosenzweig, K. Strzepek, D. Major, A. Iglesias, D. Yates, A. McCluskey y D. Hillel, "Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies", *Global Environmental Change*, núm. 14, 2004, pp. 345-360.

⁴⁵ Estos cambios, dependiendo del tipo de impacto por sitio específico y por sistema de producción, pueden afectar la respuesta fisiológica de las especies vegetales, lo que conduce a su rendimiento biológico y productivo, en la sincronización para la adquisición de recursos en

que el impacto potencial del cambio climático podrá reducir los rendimientos de trigo y arroz irrigado de 15 a 30%, respectivamente.⁴⁶ Asimismo, para la producción de maíz en África y América Latina, para el año 2050, la reducción será del 10%, lo cual equivale a 2 billones de US dólares por año.⁴⁷ En virtud de que este último dato agregado no refleja la amplia variabilidad regional y de los sistemas de cultivo involucrados, es preciso evaluar el tipo de impacto ambiental por sitio específico y por sistema de producción.⁴⁸ Así, es preciso desarrollar herramientas metodológicas para probar la respuesta de los sistemas agropecuarios (a escala de sitios específicos) a factores ambientales (i.e. aumento en la temperatura y cambio en los regímenes hidrológicos) y al manejo de insumos (i.e. fertilización nitrogenada y biofertilización) como parte de la elaboración de modelos funcionales de cambio a nivel regional.⁴⁹

De igual forma, se ha identificado que es indispensable estudiar las medidas de adaptación que tienen potencial para reducir las pérdidas relacionadas al clima en la agricultura, por ejemplo, el manejo del riesgo en la producción agrícola desde un punto de vista socioeconómico, el cual representa una prioridad en la investigación sobre la capacidad adaptativa de los sistemas humanos y productivos que promueven la integración del cambio climático con las políticas de desarrollo.⁵⁰ De igual forma, se refiere que es necesario que se incluya en la agenda de investigación los efectos de estas variaciones en función de las medidas agronómicas aplicadas por los productores intraregionalmente

sus diferentes fases fenológicas y eventos reproductivos entre especies respecto de variaciones en los regímenes de precipitación, temperatura y en la concentración de CO₂.

⁴⁶ G. Nelson, M.W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing y D. Lee, *Climate change: impact on agriculture and costs of adaptation*, IFPRI, 2009 [www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21.pdf], fecha de consulta: 23 de octubre de 2010.

⁴⁷ P. Jones y P. Thornton, "The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055", *Global Environmental Change*, núm. 13, 2003, pp. 51-59.

⁴⁸ Véanse H. Liu, X. Li, G. Fischer y L. Sun, "Study on the impacts of climate change on China's agriculture", *Climatic Change*, núm. 65, 2004, pp. 125-148; e I. Lorenzoni, A. Jordan, D. Favis-Mortlock, D. Viner y J. Hall, "Developing sustainable practices to adapt to the impacts of climate change: a case study of agricultural systems in eastern England (UK)", *Reg Environ Change*, núm. 2, 2001, pp. 106-117.

⁴⁹ U. Schneider y P. Smith, "Energy intensities and greenhouse gas emission mitigation in global agriculture", *Energy Efficiency*, núm. 2, 2009, pp. 195-206.

⁵⁰ G. Magrin, C. Gay, D. Cruz, J. Giménez, A. Moreno, G. Nagy, C. Nobre y A. Villamizar, "Latin America", en M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden y C. Hanson (eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental on Climate Change*, Reino Unido, Cambridge University Press, 2007, pp. 581-615.

para contender con estos cambios, tanto en el manejo de los recursos del suelo y agua, como de los cultivos e insumos.⁵¹ Así, las prácticas productivas (económicas, tecnológicas y sociales) deberán ser evaluadas como medidas de adaptación y contención ante los riesgos y variaciones climáticas con objeto de reducir la vulnerabilidad y ampliar la resiliencia de la agricultura, y consecuentemente incrementar los rendimientos.⁵² Finalmente, es claro que las elecciones que hace el productor respecto al tipo de agricultura a seguir, las estrategias tecnológicas que desarrolla, así como las decisiones económicas y de manejo de los recursos naturales que ejecuta, revelan que todas ellas son dependientes del clima y del medio ambiente.⁵³

Particularmente, bajo el marco del proyecto “Mitigation of Climate Change in Agriculture” (MICCA), el cual inició a principios de 2010, la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), viene apoyando los esfuerzos para mitigar en la agricultura el cambio climático en países en desarrollo, en la medida que se orienten las prácticas agrícolas hacia un enfoque de reducción de emisión de GHG y de captura de carbono en la biomasa y suelos, al mismo tiempo que se crea resiliencia y aumenta la productividad de los sistemas agrícolas. Las principales premisas de este proyecto consisten en promover que la adaptación y mitigación deben ser considerados desde la perspectiva de la toma de decisiones de los propios agricultores, a los cuales se les permita obtener un beneficio complementario al propio incremento de la productividad agrícola en compatibilidad con la elección de la tecnología apropiada para las condiciones del clima y las circunstancias locales (i.e. en la producción de cultivos, el uso de fertilizante inorgánico puede ser optimizado o por fertilizantes orgánicos con objeto de reducir contaminantes y aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo por cada zona agroecológica).

Las opciones que se buscan en la mitigación mediante la agricultura necesitan beneficiar la adaptación al cambio climático, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural en orden de promover la sustentabilidad a largo plazo. De los proyectos hasta el momento evaluados por la FAO, 74% se han dirigido

⁵¹ D. Thomas, C. Twyman, H. Osbahr y B. Hewitson, “Adaptation to climate change and variability farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa”, *Climatic Change*, núm. 83, 2007, pp. 301-322.

⁵² D. Haim, M. Shechter y P. Berliner, “Assessing the impact of climate change on representative field crops in Israeli agriculture: a case study of wheat and cotton”, *Climatic Change*, núm. 86, 2008, pp. 425-440.

⁵³ N. Seo, R. Mendelsohn, A. Dinar, P. Kurukulasuriya y R. Hassan, *Long-term adaptation: Selecting farm types across agro-ecological zones in Africa*, Policy Research Working Paper 4602, Development Research Group, Washington, The World Bank, 2008.

hacia incorporar prácticas agrícolas, tales como agricultura de conservación, producción de composta, agricultura orgánica, agroforestería, manejo de recursos naturales, reforestación, conservación de bosques y bioenergía.⁵⁴ Los principales beneficios han incluido el pago por servicios ambientales, conservación de cuencas y biodiversidad e incremento en la productividad. Otros beneficios corresponden a actividades de educación ambiental, conciencia del valor de los servicios ecosistémicos, percepción de financiamiento y de los bonos de carbono para mejorar el clima, así como la planeación y manejo de sistemas de crédito de carbono por los gobiernos centrales.⁵⁵

En virtud de que el cambio climático tiene un efecto importante en los factores que rigen la absorción y acumulación de carbono en los ecosistemas y, por tanto, desempeña un papel fundamental en la capacidad de éstos para secuestrar carbono en el futuro, queda claro que es necesario mantener grandes extensiones de tierra para uso agrícola, en las cuales existe un considerable potencial para mitigar las emisiones de carbono, estimado en alrededor de 0.6 Gt CO₂e al año para 2030 a escala mundial. Si en el sector agrícola se adoptaran ampliamente prácticas de gestión óptimas de carbono, se calcula que se podrían secuestrar por año de 5.5 a 6 Gt CO₂e para 2030, cantidad comparable con las emisiones de ese sector. Alrededor de 90% de este potencial podría lograrse mediante la mejora de los sumideros de carbono y, aproximadamente, 10% mediante la reducción de emisiones. Aunque la mayor parte (70%), puede llevarse a cabo en los países en desarrollo, se debe considerar que la mayor posibilidad de mitigación radica en la gestión de las tierras de cultivo y de pastoreo, y en la rehabilitación de suelos orgánicos cultivados y tierras degradadas.⁵⁶

⁵⁴ Respecto del tema de agricultura ecológica y orgánica véanse A. Muller, *Benefits of organic agriculture as a climate change adaptation and mitigation strategy for developing countries*, Discussion Paper Series, Environment for Development, 2009 [www.efdinitiative.org]; U. Niggli, A. Fließbach, P. Hepperly y N. Scialabba, *Low greenhouse gas agriculture: Mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems*, Roma, FAO, 2009; M. Müller-Lindenlauf, *Organic agriculture and carbon sequestration. Possibilities and constraints for the consideration of organic agriculture within carbon accounting systems*, Natural Resources Management and Environment Department, Roma, FAO, 2009; International Federation of Organic Agriculture Movements, *Organic agriculture. A guide to climate change and food security*, IFOAM, 2009 [www.ifoam-eu.org]; y Sociedad Española de Agricultura Ecológica, *Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático*, Valencia, SEAE, 2006.

⁵⁵ C. Seeberg-Elverfeldt y M. Tapio-Biström, *Global survey of agricultural mitigation projects*, Mitigation of Climate Change in Agriculture Series 1, Roma, FAO, 2010, p. 32.

⁵⁶ K. Trumper, M. Bertzky, B. Dickson, G. van der Heijden, M. Jenkins, P. Manning, *The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation*, A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, Cambridge, Reino Unido, UNEP-WCMC, 2009.

Para lograr lo anterior, es preciso reconocer que en las áreas con altos niveles de producción agrícola corresponde una baja diversidad de servicios ecosistémicos o una baja multifuncionalidad de sistemas socio-ecológicos. Así, áreas o paisajes geográficos con alto valor para regular diversos servicios ambientales frente al cambio climático (regulación: i.e. ciclo de nutrientes; provisión: i.e. alimentos; y culturales: i.e. turismo) tienen mayores opciones para el futuro, incluyendo una agricultura diversificada y plurifuncional.⁵⁷ Esto significa el desarrollo de sistemas socio-ecológicos que produzcan servicios ambientales plurales, mediante la conservación y restauración de los propios ecosistemas, en correspondencia con la intencionalidad explícita declarada en políticas de manejo y promoción social con enfoques de contención de la vulnerabilidad y aumento de la resiliencia de la propia agricultura a través del tiempo y espacio.

En virtud de que los agroecosistemas se encuentran en riesgo por las prácticas que intensifican la producción más allá de los límites ecológicos (i.e. degradación de suelos), se podría esperar que mediante la restauración de las funciones ecológicas de los sistemas agrícolas, los productores rurales puedan contribuir a la reducción de las emisiones de GHG. Por ello es indispensable reconocer que el enfoque de la adaptación basada en los ecosistemas (“Ecosystem-based adaptation”), el cual consiste en el uso de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, puede formar parte de una estrategia general de adaptación que ayudará a las poblaciones a contender con los efectos adversos del cambio climático.⁵⁸ De esta forma, se debe reconocer que la inversión para fortalecer o mantener este tipo de servicios, mediante la conservación, restauración y el uso sustentable de los recursos naturales, puede apoyar la capacidad de amortiguamiento climático y la resiliencia de los propios agroecosistemas, lo cual es consistente con la mitigación de las emisiones y refuerza la adaptación basada en los ecosistemas, ambos elementos potenciales para el diseño de políticas internacionales sobre cambio climático.

Sin embargo, el enfoque de adaptación basado en ecosistemas no ha sido reconocido por completo en las políticas de desarrollo, respecto a la seguridad alimentaria, al financiamiento y la creación de incentivos para la consolidación de la agricultura sustentable. Muchas consideraciones prácticas han impedido

⁵⁷ C. Raudsepp-Hearne, G. Peterson y E. Bennett, “Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(11), 2010, pp. 5242-5247.

⁵⁸ IUCN, *Ecosystem-based Adaptation*, Position paper for UNFCCC Climate Talks 28 September/9 October, Bangkok, 2009 [http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_position_paper_eba_september_09.pdf], fecha de consulta: 29 de noviembre de 2009.

la aplicación y éxito de políticas de cambio climático, principalmente en países en desarrollo. Una es la relativa falta de atención técnica otorgada a los sistemas agrícolas, en términos de las emisiones de GHG; y otra consiste en la falta de apoyo político para definir una agenda de adaptación y mitigación. Mediante el enfoque en servicios ecosistémicos y la consideración de los beneficios colaterales, ambos aspectos podrían alinearse con los esfuerzos y objetivos internacionales que actualmente toman curso al respecto. Así, se reconoce que el enfoque de adaptación basado en ecosistemas debe ser un componente fundamental de la conciencia social, el pensamiento político y de los procesos económicos.⁵⁹

Respecto de los tipos de adaptación, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) distingue en su cuarta evaluación las siguientes tres categorías. Particularmente, la adaptación anticipatoria es aquella que toma lugar antes de que los impactos del cambio climático sean observados. Asimismo, la adaptación autónoma es referida a la que no constituye una respuesta consciente a los estímulos del clima sino que es contenida por los cambios en los sistemas naturales y mediante cambios en el mercado o en el bienestar en los sistemas humanos. Finalmente, la adaptación planeada es resultado de una decisión política deliberada, basada en la preocupación de las condiciones que han cambiado o que están por hacerlo en la medida que un tipo de acción es requerida para regresar, mantener o alcanzar un estado deseado de las cosas.⁶⁰

En particular, las comunidades y sociedades rurales han venido adaptándose al cambio del clima de manera discreta y reactiva. La idea de que la adaptación debe ser planeada, proactiva y anticipatoria es una innovación e importante componente de la adaptación basada en la comunidad (Community-based adaptation, CBA). A partir de que el cambio climático afecta a las comunidades de manera diferente de acuerdo con sus respectivas vulnerabilidades y capacidades adaptativas, la adaptación debe ser específica y apropiada al contexto local. Sobre todo si los proyectos de CBA se dirigen hacia el fortalecimiento de la propia resiliencia de las comunidades y de sus ecosistemas frente a los efectos de la variabilidad del clima. La CBA emerge bajo la consideración de que la gente pobre es la más vulnerable al cambio climático debido a que; *a)* sus modos de vida directamente dependen, precisamente, de aquellos recursos

⁵⁹ R. Munang, I. Thiaw y M. Rivington, "Ecosystem management: Tomorrow's approach to enhancing food security under a changing climate", *Sustainability*, núm. 3, 2011, pp. 937-954.

⁶⁰ Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*, Working Group II, Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report, Suiza, IPCC, 2007.

naturales que tienen la tendencia a sufrir estrés climáticos (i.e. la agricultura de temporal); *b*) que viven en lugares remotos con dificultad de acceso a servicios y apoyos; y *c*) que son marginados por estructuras sociales y políticas, lo que en su conjunto afecta su capacidad adaptativa a los riesgos futuros de cambio.⁶¹

La CBA es un enfoque integral que, mediante la provisión de pequeños financiamientos para proyectos liderados por comunidades: apoya la adaptación de los propios actores locales, incluso desde la perspectiva de género; combina conocimiento local con científico; responde a necesidades de adaptación tangibles; promueve la innovación dirigida por las comunidades; provee de recursos materiales e información para el desarrollo de capacidades adaptativas; permite la experimentación; hace fácil la identificación y compartir las mejores prácticas; incrementa la resiliencia al asegurarse que los actores locales se concientizan de por qué cambian las condiciones locales y a qué se necesita adaptarse,⁶² y permite contribuir a los procesos de adaptación, mediante su contribución en el diseño de políticas regionales, nacionales e internacionales.⁶³

AGENDAS INTERNACIONALES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SISTEMAS INSTITUCIONALES

El proceso de adaptación no es nuevo, a lo largo de la historia, las poblaciones y los sistemas naturales han estado adaptándose a condiciones cambiantes, las cuales comprenden cambios de largo plazo en el medio ambiente. Por ejemplo, en México, las poblaciones humanas históricamente han dado respuesta a la variabilidad del clima y a diferentes presiones ambientales (i.e. déficit de agua) y económicas (i.e. escasez de alimentos).⁶⁴ Sin embargo, a lo largo del

⁶¹ United Nations Development Programme, *Gender, Climate Change and Community-Based Adaptation*, Nueva York, UNDP, 2010, p. 69.

⁶² Sobre todo al usar el conocimiento que vincula vulnerabilidad, adaptación y resiliencia. Véanse C. Coleen Vogel, S. Moser, R. Kasperson y G. Dabelko, "Linking vulnerability, adaptation, and resilience science to practice: Pathways, players, and partnerships", *Global Environmental Change*, núm. 17, 2007, pp. 349-364.

⁶³ Una revisión particular puede ser consultada en los estudios de caso reportados en "International Workshops on Community-Based Adaptation to Climate Change", llevados a cabo en Dhaka, Bangladesh en 2005, 2007 [<http://www.bcas.net/2nd-cba/index.html>] y 2008 [<http://www.bcas.net/3rd%20CBA%20Workshop2009/index.html>], así como en Dar es Salaam en 2010 [<http://www.iisd.ca/ymb/climate/cba4/>], fecha de consulta: 22 de octubre de 2010.

⁶⁴ G. Endfield, "Archival explorations of climate variability and social vulnerability in colonial Mexico", *Climatic Change*, núm. 83, 2007, pp. 9-38.

tiempo las consecuencias de estas respuestas en los sistemas naturales han implicado, la degradación de cuencas hidrológicas, la pérdida de ecosistemas, la erosión hídrica superficial y erosión eólica, entre otros. De esta forma, con referencia a las dimensiones humanas del cambio climático, la idea de la adaptación involucra los sistemas sociales, económicos y políticos para protegerse del actual o esperado cambio climático y su variabilidad. Así, la adaptación puede referirse en términos de conductas sociales de respuesta, mientras que la capacidad adaptativa se relaciona con las descripciones de los sistemas dinámicos e institucionales.⁶⁵ En cualquiera de los casos, lo que hace innovador la definición de adaptación es, por un lado, la idea de incorporar el riesgo futuro y los escenarios del cambio climático en los procesos de elaboración de políticas y, por el otro, que mediante una agenda de investigación científica será posible atender de manera integral las interacciones entre clima, vulnerabilidad, resiliencia, capacidades y sistemas institucionales y condiciones de gobernanza, principalmente.⁶⁶

En virtud de que los impactos del cambio climático reducen las posibilidades de desarrollo e incrementan a la vez los riesgos para los países más vulnerables así como los grupos sociales, particularmente las mujeres, se ha considerado a la adaptación como una prioridad creciente por la comunidad internacional, las agencias de desarrollo, los gobiernos y las propias comunidades vulnerables. A escala internacional, la adaptación al cambio climático requiere recursos significativos. Así, la capacidad para contender con estos cambios frecuentemente está limitada, de tal forma que compartir las experiencias de adaptación es una tarea fundamental. En este sentido, el Mecanismo de Aprendizaje para la Adaptación (*Adaptation Learning Mechanism*) busca recuperar experiencias de las comunidades, diseñar herramientas y guías metodológicas y prácticas que satisfagan las necesidades de los países en desarrollo mediante la provisión, a los sectores involucrados, de una plataforma común de aprendizaje y colaboración, así como de una red de conocimiento e iniciativas. Las principales tareas de este mecanismo son: 1) el desarrollo de prácticas de adaptación; 2) la integración de riesgos de cambio climático y procesos de adaptación como parte del desarrollo de políticas, planeación y acciones estratégicas; y 3) el fortalecimiento y

⁶⁵ A. Thompson, P. Robbins, B. Sohngen, J. Arvai y T. Koontz, "Economy, politics and institutions: From adaptation to adaptive management in climate change", *Climatic Change*, núm. 78, 2006, pp. 1-5.

⁶⁶ A. Patwardhan, T. Downing, N. Leary y T. Wilbanks, "Towards an integrated agenda for adaptation research: theory, practice and policy", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, núm. 1, 2009, pp. 219-225.

construcción de capacidades de respuesta para las personas en los procesos de adaptación al cambio climático. Este mecanismo fue establecido en 2008, a través del “Global Environment Facility” de las Naciones Unidas con una aportación de un millón de dólares para tres años.⁶⁷

Otra respuesta institucional ha sido la creación de “The Adaptation Fund”, el cual se establece a partir del Protocolo de Kyoto, bajo el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), para financiar proyectos y programas específicos de adaptación en los países en desarrollo que forman parte del propio protocolo. El fondo es financiado con 2% de los certificados de reducción de emisiones (Certified Emission Reduction, CER) expedidos por los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (Clean Development Mechanism, CDM), así como por otras fuentes de financiamiento. Sus principales características innovadoras consisten en: *a*) un nuevo planteamiento sobre la cooperación para hacer frente al desafío de la adaptación; *b*) posibilidad de acceso directo a los recursos para los países en desarrollo vulnerables; *c*) impuesto innovador al mercado del carbono para obtener recursos adicionales; y *d*) estructura de gestión equitativa que brinda especial atención a los países en desarrollo especialmente vulnerables.⁶⁸

Respecto de la agricultura y sus co-beneficios ecológicos para el desarrollo sustentable, ésta ha sido recientemente incorporada como parte del debate y discurso de políticas climáticas a nivel internacional. La FAO ha alertado a los países que negocian la UNFCCC que una oportunidad crucial se puede perder si no se vincula el gran potencial de la agricultura (valorada como un servicio ecosistémico terrestre) en la mitigación del cambio climático con el incremento de la producción de alimentos, la seguridad alimentaria, la resiliencia y los procesos de adaptación. Estos aspectos de política e investigación han sido considerados bajo el contexto del Grupo Consultor para la Investigación sobre Agricultura Internacional (CGIAR). Los principios del potencial que tiene la agricultura para la mitigación y adaptación se relacionan con lo siguiente: 1) incluye cierto rango de reducción de emisiones terrestres, almacenaje y opciones de captura como parte de las políticas e inversiones institucionales para el cambio climático; 2) forma parte de los instrumentos de políticas e inversión basados en el mercado que regulan, promueven y controlan mediante incentivos económicos la reducción de emisión de contaminantes

⁶⁷ Mecanismo cofinanciado por la Swiss Agency for Development and Cooperation y el Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie [<http://www.adaptationlearning.net/about>], fecha de consulta: 18 de octubre de 2010.

⁶⁸ [<http://www.adaptation-fund.org/About>], fecha de consulta: 18 de octubre de 2010.

(“Cap-and-trade systems” o “Emissions trading”); 3) vincula la mitigación terrestre con la adaptación, desarrollo rural y estrategias de conservación; 4) promueve los programas basadas en amplias superficies que son integrados a través de varios sectores económicos y paisajísticos, por ejemplo la planeación de cuencas que asegura el manejo de ecosistemas vinculados al territorio, las poblaciones y a las estrategias de desarrollo; 5) promueve mercados voluntarios que compensan la emisión de GHG; 6) moviliza a nivel mundial un movimiento interconectado para el apoyo y consumo de la producción agrícola y sus productos amigables con el ambiente y el clima.⁶⁹

Como parte de la racionalidad para la acción de sistemas institucionales que permitan recuperar o mantener los recursos naturales, los ecosistemas y la propia agricultura frente a los riesgos del cambio climático, con la finalidad de proveer de un desarrollo sustentable, se ha promovido la creación de diversas capacidades locales, nacionales e internacionales.⁷⁰ Por ejemplo, en la iniciativa de una economía verde del Programa de Medio Ambiente de la Naciones Unidas (UNEP), encaminándose hacia la Conferencia sobre Desarrollo Sustentable 2012 de la propia Naciones Unidas (conocida como “Río+20”), se convocó a inversionistas de gran escala a firmar los Principios de Inversión Responsable (PRI). Estos principios intentan ejercitar derechos de propiedad mediante un diálogo entre compañías privadas y hacedores de políticas públicas para proteger el capital natural necesario que sostenga la economía y las ganancias a largo plazo. Para ello, se debe construir y fortalecer la capacidad de las relaciones entre externalidades, servicios y bienes ecosistémicos, riesgos financieros y distribución de pagos.⁷¹ Por ejemplo, se

⁶⁹ S.J. Scherr y S. Sthapit, *Mitigating climate change through food and land use*, Report 179, Washington, Worldwatch Institute, 2009.

⁷⁰ Un caso particular se relaciona con el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, el cual entró en vigor al mismo tiempo que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). De este acuerdo se desprende un organismo internacional, la Comisión para al Cooperación Ambiental (CCA), a fin de: *a*) atender las preocupaciones regionales relativas al medio ambiente; *b*) ayudar a prevenir posibles conflictos ambientales y comerciales; y *c*) promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental. Como parte de su declaración ministerial del 17 de agosto de 2010, a raíz de su decimoséptima sesión ordinaria del Consejo de CCA se definió la colaboración para mejorar la compatibilidad de los procesos de recopilación de datos sobre las emisiones de GHG y las correspondientes metodologías e inventarios, así como establecer redes más sólidas de expertos y sistemas de información en torno al cambio climático, útiles para identificar e instrumentar proyectos focalizados de mitigación y adaptación.

⁷¹ Los PRI, convenidos con la Iniciativa Financiera del UNEP (UNEP FI), proveen de un marco para ayudar a inversionistas a formular un sistema de consideraciones ambientales, social y de gobierno para el logro de mercados de inversión para la sustentabilidad. La iniciativa

refiere que, en el ámbito de una empresa individual, la concientización del manejo ambiental y el tratamiento de los factores de riesgos climáticos pueden ser determinantes clave para el propio éxito financiero de la empresa en el marco de las políticas y el mercado internacional.⁷²

Desde la perspectiva de construir capacidades para el manejo de la vulnerabilidad ante el cambio climático, se ha evaluado cuáles son las determinantes institucionales (estructura institucional y uso del conocimiento) que influyen en la propia capacidad adaptativa en las agendas administrativas y políticas al respecto. Se refiere que el manejo de la vulnerabilidad es frecuentemente enfocado en lo técnico y reactivo debido a la cooperación limitada entre organismos locales, la falta de coordinación y la ausencia de métodos y tradiciones para construir conocimiento institucional y políticas integrales.⁷³ En este sentido, como parte de un proceso para formular y promover un marco conceptual para la evaluación y desarrollo de las capacidades ambientales de cada país, la Secretaría del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el PNUD crearon, en 1990, la Iniciativa de Desarrollo de Capacidades (IDC). En 2003, al aprobarse el enfoque estratégico para mejorar el desarrollo de capacidades, se llevaron a cabo las Autoevaluaciones de Capacidades Nacionales (NCSA). Se determinó que las

comprende cerca de 800 participantes de 45 países que manejan 22 trillones de dólares en bienes. La UNEP FI es una asociación global entre la UNEP y el sector financiero privado, donde confluyen 180 instituciones para desarrollar y promover vínculos entre la sustentabilidad y el desempeño económico. A partir de actividades regionales, programas, entrenamiento e investigación, la UNEP FI tiene como misión identificar, promover y llevar a cabo la adopción de prácticas ambientales y de sustentabilidad en todos los niveles de las operaciones institucionales financieras; particularmente, de los inversionistas de este programa a los hacedores de políticas públicas: *a)* proveen directrices de políticas regionales, nacionales e internacionales que se ajusten a una economía de escasos recursos y carbón-restringida; *b)* solicita a compañías el reporte sistemático de impactos ambientales; *c)* incorpora evaluaciones de bienes de capital natural dentro de análisis económico y toma de decisiones; *d)* implementa incentivos o regulaciones para corregir fallas del mercado y promueve la internalización de costos; y *e)* desarrolla medidas precautorias basadas en la ciencia que ayuden a evitar cambios de alto impacto a partir del uso de los servicios ecosistémicos. Véase A. Garfunkel (ed.), *Universal Ownership. Why environmental externalities matter to institutional investors*, The Principles for Responsible Investment (PRI) Association y United Nations Environment Programme Finance Initiative, Nueva York, 2010.

⁷² V. Stenek, J. Christophe y R. Connell, *Climate Risk and Financial Institutions. Challenges and opportunities*, Washington, International Finance Corporation-World Bank Group, 2010.

⁷³ W. Glaas, A. Jonsson, M. Hjerpe y Y. Andersson-Sko, "Managing climate change vulnerabilities: formal institutions and knowledge use as determinants of adaptive capacity at the local level in Sweden", *Local Environment*, 15(6), 2010, pp. 525-539.

cinco necesidades de desarrollo de capacidades más importantes para lograr y mantener resultados ambientales globales fueran: 1) conciencia pública y educación ambiental; 2) gestión e intercambio de información; 3) desarrollo y cumplimiento de políticas y marcos reguladores; 4) fortalecimiento de mandatos y estructuras organizacionales; y 5) instrumentos económicos y mecanismos de financiamiento sustentable. A partir del análisis divulgado en 2010 de los 119 reportes finales y planes de acción de las NCSA, que el mismo número de países reportaron en el cumplimiento de sus compromisos y objetivos ambientales, se destaca que los proyectos para el desarrollo transversal de capacidades se deben enfocar a lo siguiente: el fortalecimiento de los sistemas de gobernanza ambiental; sistemas de gestión de información y toma de decisiones; así como la incorporación de temas ambientales globales a los programas y políticas nacionales de desarrollo.⁷⁴

Como parte de la gobernanza ambiental mundial, evidentemente no existe un enfoque único para los sistemas institucionales que abordan el cambio climático o los procesos agroambientales como parte del diseño de políticas. Es observable una singular, tal vez híbrida, manera de gobernanza que integra enfoques públicos y privados, particularmente para reducir las emisiones de carbono producto de la deforestación, al mismo tiempo que se promueve un conjunto de co-beneficios ecológicos y socioeconómicos que fortalecen la adaptación al cambio climático, entre ellos los mercados de carbono.⁷⁵ Muchos de estos esfuerzos y retos de la gobernanza ambiental mundial (incluso de sus prácticas y redes) así como de las negociaciones de

⁷⁴ A partir de estos reportes se cuenta con las siguientes lecciones: 1) *Compromiso de las partes interesadas*: las partes involucradas deben tener un sentido de preparación, incluyendo a nivel político, para lograr y mantener los objetivos ambientales globales, así como tener las habilidades para tomar acción; las ONG y organizaciones comunitarias tienen que estar comprometidas con la sociedad civil; 2) *Gestión y conocimiento de información*: las capacidades para acceder y manejar la información ambiental, incluyendo coordinación con otros sistemas de gestión de información permanece débil; hay una necesidad de incorporar conocimientos tradicionales/indígenas al sistema de gestión de información ambiental; 3) *Capacidades organizacionales*: en diversos países falta claridad en su montaje organizacional para poder financiar adecuadamente la gestión ambiental; 4) *Gobernabilidad ambiental*: faltan políticas ambientales integrales con instrumentos legislativos y regulatorios para la gestión ambiental en muchos países; 5) *Monitoreo y evaluación*: a pesar de que existe el monitoreo y evaluación de proyectos, el conocimiento que es generado no se utiliza en los procesos de toma de decisiones en varios países. Véase J. Bellamy y K. Hill, *National capacity self-assessments: Results and lessons learned for global environmental sustainability*, Nueva York, Global Support Programme, Bureau for Development Policy, United Nations Development Programme, 2010.

⁷⁵ P. Guigon, *Voluntary Carbon Markets: How can they serve climate change policies*. OECD *Environmental Working Paper 19*, OECD [10.1787/5km975th0z6h-en].

cuerpos administrativos públicos y redes de financiamiento privado, que a final de cuentas se traducen en políticas y programas de acción, radican en los bosques tropicales. Esto se debe a su habilidad para reducir significativamente cerca del 20% de las emisiones de GHG atribuibles a la deforestación y a las acciones costo-efectividad mediante el mecanismo de mitigación basado en bosques conocido como REDD (“Reduced emissions from deforestation and degradation”).

En suma, es importante que la gobernanza ambiental mundial y nacional radique en: *a)* una voluntad y misión política que permita la coordinación de políticas, instituciones y manejo; *b)* que refiera estructuras conjuntas con claros mandatos, coordinación interinstitucional y mecanismos de participación de sectores involucrados (i.e. comunidades locales y autoridades municipales); *c)* que fortalezca las capacidades de las propias instituciones y entre los grupos que participan mediante el empoderamiento de la sociedad civil y los actores locales; y *d)* que mezcle mecanismos financieros de donadores, presupuestos y fuentes de financiamiento.

CONCLUSIONES

Los procesos agroambientales tienen ante sí el reto de proveer de alimentos a una población mundial de cerca de 9 billones para el año 2050, la cual ejerce una incesante presión sobre los recursos naturales, al mismo tiempo que los impactos del cambio climático multiplican el riesgo de la misma producción agrícola. De tal forma, los productores y las comunidades rurales son actores clave no sólo para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria sino también para el manejo y conservación del medio ambiente y los ecosistemas. Para ello, las prácticas de producción basadas en los recursos y servicios ecosistémicos, tales como el manejo integrado de plagas, sistemas de producción para la conservación y labranza mínima, la cosecha de agua, y el uso de materiales y desperdicios orgánicos en las parcelas agrícolas, entre otros, son enfoques que coadyuvan a mejorar el modo de vida y la resiliencia de los habitantes rurales y sus territorios. Sin embargo, debe quedar claro que los principales objetivos que se persiguen con los procesos de adaptación basados en los ecosistemas y las comunidades se enfocan hacia la reducción de la pobreza y el logro del desarrollo sustentable, al mismo tiempo que se logra fortalecer los beneficios medioambientales, la resiliencia climática y vías de crecimiento de baja producción de carbono.

El marco internacional de políticas responsable por abordar el cambio climático debe reconocer la vulnerabilidad de los procesos agroambientales y a la adaptación como un factor clave en el diseño de políticas y sistemas

institucionales de gobernanza. Hasta el momento, la mayoría de las respuestas e iniciativas se enfocan a nivel nacional, en vez de que remitan las necesidades a nivel regional y local en comunidades y ecosistemas vulnerables, tales como la agricultura y sus productores, los cuales son directamente afectados por el cambio climático.

Con base en lo anterior, se pueden considerar como principales lineamientos de políticas a cubrir en las agendas de adaptación y de los sistemas institucionales lo siguiente: 1) los gobiernos deben considerar las opciones de la adaptación basada en los ecosistemas como un componente integral de la reducción de los riesgos y de las estrategias de adaptación al cambio climático, principalmente como parte de procesos de planeación del desarrollo local, regional y nacional; 2) los proyectos relacionados al cambio climático deben tomar en cuenta las condiciones ambientales locales y los ecosistemas involucrados, así como identificar las oportunidades para maximizar los servicios ecosistémicos para la adaptación a la variabilidad del clima y en la reducción de los riesgos, lo cual también implica la conservación de la biodiversidad; 3) las comunidades y los sectores de participación locales, sin perder sus derechos de acceso a sus recursos, deberán involucrarse a través de todos los procesos de adaptación para asegurar el buen diseño de proyectos que se dirijan hacia el desarrollo sustentable; 4) todos los servicios ecosistémicos deberán ser reconocidos cuando se lleven a cabo evaluaciones de costo-efectividad de las diferentes opciones de adaptación; 5) la resiliencia de los sistemas sociales y ecológicos a los riesgos naturales, los promovidos por el ser humano y los propios impactos del cambio climático deberá ser facilitada mediante el mejoramiento del manejo de los ecosistemas y el uso sustentable de los recursos; y 6) la adaptación basada en los ecosistemas no es la única solución, sino que representa un enfoque costo-efectivo de largo plazo que puede ser usada en conjunto con otras medidas de adaptación al cambio climático y al manejo de desastres, en orden de reducir la vulnerabilidad de los procesos agroambientales y de las poblaciones rurales y sus territorios.

En suma, los países tienen la obligación de identificar la actual vulnerabilidad y los requerimientos de adaptación a escala nacional, regional y local en la misma medida que tienen la urgente obligación de promover el enfoque del manejo sustentable de ecosistemas en los procesos de diseño y desarrollo de políticas de adaptación y planeación multisectorial del territorio. Asimismo, se deben atender las necesidades del fortalecimiento de capacidades institucionales y de la investigación científica para la aplicación de políticas relevantes relacionadas con la propia evaluación de los ecosistemas y en las opciones sectoriales de adaptación. La necesidad de lograr lo anterior, significa que el nuevo marco institucional pueda ser capaz de guiar procesos hacia el logro del desarrollo sustentable al considerar etapas y pasos para adecuar no

sólo el diseño de políticas con la participación de agencias gubernamentales y actores sociales, sino para coordinar las actividades entre gobiernos, sector privado y la sociedad civil que atiendan la complejidad y heterogeneidad de los escenarios para el desarrollo de la agricultura regional bajo el impacto del cambio climático. De esta forma, es aconsejable que la gobernanza de las opciones de adaptación se fundamente en los procesos de desarrollo de las comunidades y en el manejo sustentable de los ecosistemas, particularmente para el buen desempeño ambiental y productivo de la agricultura. Sin duda alguna, la naturaleza de la viabilidad de las anteriores propuestas corresponde a los propios límites de los itinerarios de aprendizaje social hacia el logro del desarrollo sustentable.