

# Sustentabilidad y cambio climático

Lineamientos de políticas de adaptación para la agricultura y el desarrollo rural\*

*Pablo Torres Lima\**

*Luis Rodríguez Sánchez\*\**

*Carolina Ramírez González\*\*\**

## RESUMEN

Se analiza una serie de aspectos conceptuales y metodológicos respecto de la relación entre desarrollo sustentable y cambio climático. Se hace énfasis en la vulnerabilidad regional y en los procesos de planeación agroambiental para el desarrollo rural. Asimismo, se presentan consideraciones para el fortalecimiento institucional local mediante la discusión de lineamientos de políticas hacia la adaptación de la agricultura y el desarrollo rural ante el cambio climático, bajo el marco de la sustentabilidad regional.

**PALABRAS CLAVE:** sustentabilidad, cambio climático, agricultura, desarrollo rural regional.

## ABSTRACT

We analyze a group of conceptual and methodological aspects in regards with the relationship between sustainable development and climatic change. We make emphasis in the regional vulnerability and in the agrienvironment planning processes for the rural development. Likewise, we present some considerations for the local institutional strengthening by means of the discussion of policies' guidelines towards the agricultural adaptation and the rural development racing the climatic change under the regional sustainability framework.

**KEY WORDS:** sustainability, climatic change, agriculture and rural development.

\* Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Impactos del cambio climático y vulnerabilidad agropecuaria en Sierra Nevada. Planeación y políticas agroambientales para el desarrollo regional sustentable", financiado por el Conacyt (S53086-S) y la UAM-Xochimilco.

\*\* Profesor-investigador en el Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-Xochimilco y profesor visitante, Global Environment Program, Brown University, Estados Unidos.

\*\*\* Profesor-investigador en el Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-Xochimilco.

\*\*\*\* Becaria del Conacyt (S53086-S) y estudiante de la Maestría en Diseño, UAM-Azcapotzalco.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años, el estudio de las implicaciones sociales y ambientales del cambio climático se ha acercado al tema del desarrollo sustentable. De tal forma que las actuales prácticas de producción, consumo y distribución que se dirigen hacia el escenario de la sustentabilidad deben ser capaces de reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y de las sociedades regionales a los cambios en el clima. Así, un enfoque integral sobre el estudio del impacto del cambio climático en las regiones rurales debe registrar las variaciones en la vulnerabilidad local y la capacidad adaptativa. Esta información es fundamental para priorizar los limitados recursos utilizados en el diseño de políticas y la realización de acciones para reducir la vulnerabilidad de los sistemas productivos (Luers *et al.*, 2003). Particularmente, los procesos de elaboración de políticas para el desarrollo regional requieren de la evaluación de la complejidad de los sistemas agropecuarios y forestales, al mismo tiempo que el uso de metodologías y modelos a nivel regional son adecuadas para la elaboración de agendas y procesos de desarrollo hacia la sustentabilidad (Lindley y McEvoy, 2002).

En el contexto actual de diversas condiciones y escenarios producidos tanto por los cambios económicos como por el climático a escala mundial y regional, la agricultura enfrenta un reto dual que consiste en producir alimentos y otras materias primas de origen vegetal que satisfagan las necesidades humanas (TERI, 2003; Conde *et al.*, 2004). Asimismo, en virtud de que la agricultura ocupa un amplio territorio, como un componente biogeofísico, es a la vez un medio de vida fundamental para importantes sectores de las poblaciones regionales de cada país. Por ejemplo, la agricultura emplea al 70% de la población total de África y los efectos del cambio climático pondrán en grave riesgo de pobreza y hambrunas a millones de personas en este continente. En la medida en que la agricultura está fuertemente vinculada a los recursos naturales y a las condiciones climáticas (cambios en la temperatura y precipitación, así como a la disponibilidad de agua para el crecimiento de cultivos), el análisis e interpretación de la vulnerabilidad de los sistemas de

producción agrícola regionales ante el cambio climático tiene fuertes implicaciones para la seguridad alimentaria y el bienestar del ser humano y sus sociedades.

La evaluación de los mecanismos que facilitan o restringen la capacidad de los sistemas productivos frente a los cambios climáticos permitirá identificar no sólo cuál sistema se encuentra en mayor riesgo sino también por qué. Así, los patrones de cultivo regionales tendrán que ajustarse a los cambios en el clima en la medida que las prácticas agrícolas deberán atender las nuevas necesidades de qué y cómo cultivar. Particularmente, las regiones o los sistemas productivos que se encuentran en los márgenes de temperatura o con limitaciones de precipitación para el cultivo agrícola son las más sensibles a los cambios del clima (Ramankutty *et al.*, 2002). En este sentido, la operacionalización del concepto de vulnerabilidad mediante la evaluación del umbral de daño, la *sensitividad*, el grado de exposición y la capacidad de adaptación dentro y entre los sistemas agrícolas es una necesidad prioritaria en la evaluación agroambiental regional. Aunado a lo anterior, las amenazas de variabilidad climática, bajo el contexto de la aplicación desigual de las reglas del mercado y comercio internacional, regional y local, exacerbaban las desigualdades en calidad de vida, acceso a alimentos, salud, agua potable y otros recursos en la gente pobre con menor capacidad de adaptación, ya sea áreas rurales como urbanas. De esta manera, la adaptación de la agricultura a los cambios climáticos 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. De esta forma, las sociedades rurales contemporáneas tienen ante sí el reto de la adaptación a la variabilidad del clima y la mitigación del cambio climático (Fritschel, 2006).

El presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo una revisión sobre la sustentabilidad y el cambio climático. Particularmente se discute la importancia de la vulnerabilidad y las dinámicas agroambientales a partir de algunos lineamientos del desarrollo rural sustentable. Asimismo, se presentan consideraciones y lineamientos de políticas de adaptación para la agricultura y el desarrollo regional.

## DESARROLLO SUSTENTABLE Y CAMBIO CLIMÁTICO

La sustentabilidad constituye un paradigma complejo cuya formulación se debe discutir desde diferentes ideales y valores acerca de la ecología, economía, sociedad y política. Una virtud de este concepto consiste en colocar en un mismo plano el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico como integrantes de una misma realidad. Entre las visiones de sustentabilidad subyacen dos grandes tendencias (Jamieson, 1998). Por un lado, el discurso de la "fuerte sustentabilidad", asociado a un espíritu ambientalista, ubica el concepto de "sostener" como el mantener inter e intrageneracionalmente los recursos base, expresados en los flujos de materia, energía e información. En este sentido, es tan importante sostener una sociedad humana global con sus diferencias culturales e históricas, como aquel espacio natural con su gran diversidad biológica, donde ésta coexiste. Por ello, la sustentabilidad en este enfoque se entiende como un conjunto dinámico de modelos interrelacionados, similares pero no iguales en escalas y tiempos, cuyo objetivo común consiste en la modificación de un proceso económico y social para que la relación del ser humano con la naturaleza pueda ajustarse a demandas más modestas. Por otro lado, existe aquel enfoque de la "débil sustentabilidad", convocada por la teoría económica neoclásica (Rennings y Wiggering, 1997), que concibe el sostener como la utilización del recurso sin reducir la reserva, es decir, sostener los recursos intergeneracionalmente para seguir produciendo capital. En esta perspectiva, se reconocen los procesos de conservar los recursos naturales (agua, suelo, petróleo, aire, etcétera), a partir de su sustitución directa por capital, ya sea traducido en tecnologías, mercancías alternativas o servicios ambientales de compensación extrarregionales, sin cuestionar a fondo el modelo de producción, distribución, consumo y acumulación que representa la actual economía de mercado y considerando las diferencias histórico culturales de los pueblos en un segundo plano.

La agenda de discusión internacional sobre desarrollo sustentable, en el marco de estas dos concepciones, implica ya, además de la comprensión del carácter de las interacciones entre naturaleza y sociedad, la construcción de una ciencia de la sustentabilidad. Así, el entendimiento de la interacción entre procesos mundiales con las características sociales y ecológicas de lugares y sectores específicos

refiere al carácter regional que se debe abordar en esta ciencia. Ello se logra mediante investigación relevante que integre procesos clave a lo largo de un amplio margen de escalas que van de lo local a lo mundial (Kates *et al.*, 2001), tal y como es el cambio climático. La conceptualización de la ciencia de la sustentabilidad conlleva que a partir de la investigación científica e institucional se fortalezca nuestra habilidad para guiar las interacciones entre naturaleza y sociedad hacia trayectorias sustentables al mismo tiempo que se promueve el aprendizaje social necesario para transitar hacia ello (Torres, 2005). Como parte de la ciencia de la sustentabilidad y ante la necesidad de contar con sistemas operacionales de monitoreo y registro sobre condiciones ambientales y sociales que guíen los esfuerzos de transición hacia el desarrollo sustentable (Kates *et al.*, 2001), se ha identificado el uso de herramientas de predicción de escenarios regionales respecto de los cambios ambientales, mismos que deben proveer no una indicación de probabilidades definitivas pero sí de posibilidades que permitan la proyección en la toma de decisiones.

Sin embargo, la propia complejidad del desarrollo sustentable forzosamente implica: 1) una escala de la economía que se relacione con su sistema ecológico de vida, 2) una distribución equitativa de recursos y oportunidades entre las generaciones presente y futuras, y 3) una eficiente asignación de recursos que refuerce el capital natural, es decir, recursos naturales no renovables y renovables así como servicios ambientales (Costanza y Patten, 1995). Por lo tanto, el punto crítico en la evaluación de la sustentabilidad dentro de cualquier sistema reside fundamentalmente en la relación que se establece entre producción y consumo de recursos, así como con políticas de su manejo definidas desde un ámbito espacial y temporal, es decir, a partir de un contexto regional e histórico prospectivo.

Se ha destacado que los problemas del desarrollo sustentable y sus soluciones son visibles desde la perspectiva del desarrollo regional. Más aún, la sustentabilidad es un punto de referencia actual cuando su definición, descripción, evaluación, modelaje y soporte en la toma de decisiones es requerido en la elaboración de programas de desarrollo regional. El estudio de sistemas regionales sustentables puede abordarse mejor mediante la comprensión de varios niveles de organización del sistema, cómo estos niveles se interrelacionan y cómo las interrelaciones cambian. En este sentido,

el sistema regional puede operar en diferentes escalas espacio-temporales, donde otros sistemas actúan, tal como es el caso de los sistemas agrícolas, los cuales son uno de los principales sistemas ambientales de vida que sostienen diferentes formas de organización social. Estos sistemas agrícolas a su vez incluyen los socioeconómicos y biofísicos, los cuales son referidos por la economía ecológica como sistemas económicos humanos y sistemas económicos naturales, respectivamente. Sin embargo, es necesario prevenir que, cuando escogemos un sistema particular o atributos específicos de la sustentabilidad, las interacciones jerárquicas entre los sistemas sobre un rango de escalas en espacio y tiempo pueden ser evadidas en su comprensión. Por ejemplo, en el análisis de un agroecosistema, que es el resultado de condiciones climáticas cambiantes y cambios internos de su propio desarrollo (i.e. tecnológicos), éstas pueden ser confundidas en el marco del amplio rango de condiciones en la jerarquía de sistemas regionales. De esta manera, la sustentabilidad del desarrollo regional o de la misma agricultura puede ser evaluada en función de la prioridad definida en las acciones tomadas con anterioridad dentro del marco espacial y temporal de sistemas existentes. Es decir, la sustentabilidad, como proceso, es el resultado de una temporalidad marcada por los límites y la dinámica del sistema de tal modo que la determinación de ser sustentable o no depende de haberse consumado los cambios producidos. En síntesis, el desarrollo regional sustentable no consiste en una definición por sí misma sino es el conjunto de predicciones de las características del sistema, por lo tanto es un escenario prospectivo deseado.

En México, las poblaciones humanas regionales 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) (Endfield, 2007). Sin embargo, las consecuencias de estas respuestas en los sistemas naturales han implicado, por ejemplo, la degradación de cuencas hidrológicas, la pérdida de ecosistemas y de suelos. Asimismo, en los sistemas humanos se han incrementado los niveles de pobreza, la pérdida de hábitat culturales la migración. Ante este contexto, los cambios en los patrones ambientales exacerbaban los problemas existentes al mismo tiempo que otros nuevos aparecen. Como consecuencia muchos factores vitales del desarrollo sustentable están en riesgo, tales como el agua, los ecosistemas, la seguridad alimentaria, la salud, la habitabilidad y la infraestructura regional.

En virtud de que la vulnerabilidad de las poblaciones humanas y los sistemas naturales al cambio climático difiere substancialmente a través de regiones y de poblaciones dentro de las regiones, se considera que aquellos que dependen de la naturaleza (i.e. agricultura) y que cuentan con menos recursos tienen la menor capacidad de adaptación y son los más vulnerables. Un enfoque de estudio fundamental para atender la relación entre desarrollo sustentable y cambio climático consiste en comprender la integración de las dimensiones humanas y biofísicas de la vulnerabilidad (Leary *et al.*, 2007).

#### CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA REGIONAL

Existen evidencias de un cambio climático en el mundo que implica variaciones en las condiciones promedio y en la mayor frecuencia e intensidad de los eventos de riesgo del clima. Asimismo, hay incertidumbre para predecir las variables climáticas, así como de la distribución e impacto de estos cambios (IPCC, 2007). Se estima que en la actualidad el cambio climático es inevitable debido a las emisiones históricas que han contribuido al efecto invernadero en el sistema energético mundial. Al mismo tiempo, se considera que la vulnerabilidad a los impactos relacionados a este tipo de cambio en algunas sociedades no son necesariamente debido a las emisiones sino es causada por los patrones de desarrollo regional no sustentables combinados con una inequidad socioeconómica (Pielke *et al.*, 2007). Las evaluaciones regionales ilustran que la vulnerabilidad a los impactos adversos de la variación y cambio climático tiene múltiples causas. Estas últimas incluyen presiones climáticas, así como situaciones derivadas de la interacción 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 varían en carácter y grado entre regiones y dentro de la economía y las sociedades (CIER, 2007).

Los impactos del cambio climático presentan dos tipos de retos para las naciones en desarrollo: el primero refiere que la naturaleza y duración de los eventos climáticos ejercerá mayor presión sobre las poblaciones ya de por sí vulnerables (i.e. pérdidas de cultivos,

falta de acceso a agua potable, hambrunas y pobreza); y, el segundo, que las políticas del desarrollo tendrán que incluir en su agenda la vulnerabilidad específica regional asociada a la sensibilidad de poblaciones particulares a estos impactos. Sin embargo, debido a la incertidumbre para predecir las variables climáticas, así como a la distribución e impacto de los cambios en las condiciones climáticas promedio regionales, es preciso que la investigación se oriente a estudiar e informar de los vínculos entre los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y las estrategias de adaptación a nivel local y regional.

Dentro de este contexto, en la medida en que la agricultura es el más grande consumidor de agua en el mundo y que el cambio climático alterará la cantidad y confiabilidad en el abasto de agua, esto último podría amenazar no sólo el bienestar de millones de agricultores y campesinos con escasos recursos, sino también afectaría el abasto de alimentos para los consumidores locales. Del mismo modo, la agricultura genera entre 17 y 32% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo el cambio de uso del suelo, pero al mismo tiempo tiene 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 (Bellarby *et al.*, 2008). Sin embargo, la vulnerabilidad de la agricultura a los cambios climáticos no sólo depende de las respuestas fisiológicas de las plantas que se traducen en rendimientos, sino también se relaciona con la capacidad de los sistemas de producción socioeconómicos para contender con las variaciones en la productividad y con los cambios en la frecuencia de aparición de irregularidades climatológicas, tales como las sequías e inundaciones.

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. En particular, la evaluación del impacto climático sobre los cultivos puede ser realizada mediante la simulación de las condiciones de clima-cultivo-manejo

y la producción regional (Liu *et al.*, 2004). Sin embargo, en la literatura mundial se destaca que 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 (Iglesias, 2006). De igual forma, se reconoce que es preciso explorar diferentes modelos de evaluación de los cambios ambientales en zonas templadas, incluyendo el uso del suelo, y las consecuencias sociales, económicas y productivas de estos nuevos escenarios como parte de la integridad de los sistemas naturales y de la propia agricultura (Sharma *et al.*, 2006).

Asimismo, se ha identificado que el cambio climático trae consigo modificaciones en las prácticas agrícolas y en el uso de especies y variedades, en la medida en que se presentan restricciones por el aumento de la temperatura y la falta de disponibilidad de agua para el rendimiento óptimo de los cultivos (Gay *et al.*, 2006). Sin embargo, este dato agregado no refleja la amplia variabilidad regional y por sistemas de cultivo. Así, en la actualidad es preciso evaluar este tipo de impacto por sitio específico y por sistema de producción. De igual forma, es indispensable llevar a cabo estudios que aborden la respuesta o cambios fisiológicos de las especies vegetales en la sincronización para la adquisición de recursos en sus diferentes fases fenológicas respecto de variaciones en los regímenes de precipitación, temperatura y en la concentración de CO<sub>2</sub>. Asimismo, otra área de conocimiento por desarrollar consiste en el estudio de las medidas de adaptación que tienen potencial para reducir las pérdidas relacionadas al clima en la agricultura, es decir, el manejo del riesgo en la producción agrícola desde un punto de vista socioeconómico. Este enfoque es 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 (Magrin *et al.*, 2007). Finalmente, es necesario que se incluyan en la agenda de investigación los efectos de estas variaciones en función de las medidas agronómicas aplicadas por los productores intraregionalmente para contender con estos cambios tanto en el manejo de los recursos suelo y agua, cultivos e insumos (Thomas *et al.*, 2007). Así, las prácticas productivas

(económicas 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 (Haim *et al.*, 2008).

#### VULNERABILIDAD REGIONAL, DESARROLLO RURAL Y ACTORES

El proceso de construcción y fortalecimiento de una capacidad adaptativa que mejore la respuesta de los individuos, de las instituciones y del Estado para reducir su vulnerabilidad al cambio climático necesita referir las inequidades estructurales que crean y sostienen la pobreza, restringen el acceso a recursos y amenazan la sustentabilidad de largo plazo, entre otros aspectos. De esta forma, la aplicación de políticas y programas de desarrollo a escala regional y local bajo distintos sistemas climáticos y geografías puede producir mejores sinergias entre el conocimiento del manejo de riesgo de desastres, el mejoramiento de la habitabilidad, la reorganización social del territorio y el fortalecimiento del capital natural, social y humano (Lemos *et al.*, 2007). Una parte de la promoción y fortalecimiento de la capacidad adaptativa consiste en invertir en la producción de información y conocimiento, así como en su comunicación. Es esta capacidad adaptativa, como concepto organizador, 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 (Yohe y Tol, 2002). En virtud de la alta complejidad de los sistemas ecológicos y sociales y de sus implicaciones para la evaluación regional de las características de vulnerabilidad de las poblaciones, lugares y actividades productivas, el examen de esta vulnerabilidad implica considerarla como: *a*) la sensibilidad y la exposición de un sistema a presiones o disturbios (internos y externos); *b*) el estado del sistema respecto de cierto umbral de daño; y *c*) la habilidad del sistema para adaptarse a las condiciones cambiantes (Luers, 2005). La vulnerabilidad del sistema requiere identificar el umbral o punto de referencia arriba o por debajo del cual dicho sistema es dañado. El estado del sistema relativo al umbral de daño definido provee una relativa representación de la condición del sistema, tal como el

nivel de degradación de un agroecosistema o el promedio del nivel de ingreso relativo a la línea de pobreza. Este umbral es una medida subjetiva que varía dependiendo del sistema, de las variables de interés y es dependiente de tiempo y escala. La vulnerabilidad es una cualidad dinámica que puede ser alterada gradual o repentinamente por cambios en las condiciones sociales o biofísicas. La adaptación a estas condiciones cambiantes 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, esta capacidad es el conjunto de acciones y estrategias (de contención, adaptativas y de amortiguamiento) potenciales que contribuyen a la vulnerabilidad mínima potencial, pero no a la existente vulnerabilidad (Vázquez-León *et al.*, 2003).

En virtud de que la vulnerabilidad regional revela los efectos diferenciales del clima sobre la sociedad, es imperativo el estudio de la distribución de los impactos del cambio climático en los sistemas productivos (i.e. la agricultura) a partir de considerar la compleja interacción de los factores ambientales, sociales, económicos y políticos involucrados en cada región o área geográfica, tales como la territorialidad, la seguridad alimentaria, la salud humana, el valor de los ecosistemas, el agua, la economía, los recursos humanos y el medio ambiente (Straton, 2006). El análisis deberá incluir las estrategias tecnológicas usadas para los sistemas productivos a partir de ciertas prácticas que reduzcan su vulnerabilidad y amplíen su capacidad adaptativa frente a los escenarios prospectivos del cambio climático –i.e. se podría cambiar la producción de maíz a sorgo, el cual requiere menos agua, o bien se usarían variedades resistentes a sequía y al calor, asimismo mediante el mejoramiento de la capacidad de retención de agua por el suelo agrícola al incrementar la materia orgánica, lo cual influye en la habilidad del cultivo a soportar largos periodos de sequía (SEAE, 2006).

Estos escenarios, traducidos a políticas ambientales –los cuales implican la mejora de la calidad del medio ambiente desde la perspectiva de la sustentabilidad–, deben ser revisados como principios institucionales para el manejo de los recursos naturales, no sólo bajo la premisa de cierta vulnerabilidad existente sino también desde el marco del impacto severamente crítico de las actividades humanas en los sistemas de producción regionales y el funcionamiento de los propios ecosistemas (Princen, 2003). Por lo

tanto, la adaptación al cambio climático, como procesos de ajuste para anticipar los impactos adversos de este tipo de cambio, y que resultan en la propia reducción de la vulnerabilidad, son ahora parte del diseño de políticas ambientales y 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 (Eakin y Lemos, 2006). Esto implica que se deba considerar a la promoción de la habilidad institucional y operacional, a escala regional, para llevar a cabo procesos de innovación como un método de evaluación de los sistemas productivos locales (i.e. agrícolas). Lo cual se convierte en una oportunidad de largo plazo para combinar procesos de mejoramiento económico, tecnológico, social y ecológico hacia la sustentabilidad. En este sentido, es importante reconocer y promover las redes regionales de los agricultores como estrategias y medios efectivos para contribuir al desarrollo regional sustentable a partir de procesos de aprendizaje sociales y colectivos en torno a la agricultura frente al cambio climático. Parte de esta tarea y del reconocimiento multiescala a desarrollar, incluye identificar los cambiantes escenarios de la ruralidad, de los paisajes y de la recomposición social regional.

Es importante considerar que la naturaleza desigual del desarrollo territorial de los espacios y las actividades rurales se inscribe en una dinámica y contexto regional específico. Como parte de esta dinámica, los espacios rurales se encuentran bajo procesos de reconfiguración local y no local, ya sea de sus instituciones, redes y actores sociales, así como de sus elementos geoambientales, que se alinean en su conjunto desde diferentes esferas del desarrollo regional, principalmente respecto de la producción, intercambio y reproducción social y material. De esta manera, los patrones de diferenciación del manejo agroambiental en los territorios son parte de una ruralidad contextualizada regionalmente. Al ser los paisajes rurales portadores de una multitud de características y procesos de usos de suelo, debido a que son la mezcla de elementos naturales y actividades humanas (Piorr, 2003), entonces el estudio de la naturaleza de los componentes, rasgos y magnitud de cambio de las actividades agrícolas debe estar relacionada con la influencia de estos sistemas productivos en el paisaje regional. La variedad de cambios en el manejo y uso del suelo de paisajes rurales también requiere precisar la dinámica ambiental, productiva y social que permita

identificar la secuencia y trayectorias de cambio regionales. Por lo tanto, la comprensión de por qué existe una heterogeneidad en el manejo ambiental y productivo del paisaje rural regional por las comunidades locales, puede deberse a que la estructura jerárquica y los patrones de localización de cualquier región desarrollan una distribución espacial desigual de las áreas rurales circundantes. Del mismo modo, una mejor comprensión de cómo los procesos socioeconómicos impactan los patrones espaciales en el paisaje regional puede mejorar el análisis de procesos tales como la sustentabilidad.

La espacialidad regional de los territorios rurales puede comprenderse como una red dinámica integrada por sistemas sociales y ambientales. La importancia de considerar las diversas formas de relación que ocurren en los espacios rurales y las posibles estrategias y políticas de planeación del desarrollo regional consiste en incluir a los diferentes tipos de organizaciones espaciales enlazadas por diversos puntos de relación (i.e. infraestructura, migración de personas o flujos de capital) y no concebir a la región como la suma de unidades fragmentadas, llámese territorios, paisajes ambientales y poblaciones (Hidding y Teunissen, 2002). De tal forma que los cambios en las regiones rurales no sólo pueden ser analizados debido a las orientaciones productivas y a las estrategias de explotación y/o recolección de recursos naturales, sino también en función de las percepciones de los productores rurales y sus familias de considerar el paisaje rural como lugar de vida, lo cual implica diversos niveles de variación entre los valores, racionalidades y cambios ocupacionales de los individuos y de las características propias de las regiones.

En el marco de la promoción del desarrollo regional sustentable, la influencia de factores culturales, la actitud y las conductas ambientales dan cabida a los propios significados de medio ambiente, a las percepciones de desarrollo regional y al entendimiento público de sustentabilidad. De esta forma, las metodologías sociales microlocales precisan de una mayor apreciación de la influencia de los patrones de conducta individual sobre la búsqueda de la sustentabilidad ambiental (Barr y Gilg, 2005), sobre todo frente a los impactos del cambio climático. Así, los marcos metodológicos que comprendan el papel de la composición local (i.e. características individuales), el contexto (i.e. ambiente regional) y la comunidad (i.e. redes de capital social) pueden explicar los diferente tipos de acciones agroambientales (Wakefield

*et al.*, 2006). Las consideraciones anteriores se suman al análisis de los efectos de la heterogeneidad de los individuos en las acciones colectivas para la apropiación de recursos. Esta heterogeneidad impide o facilita la acción colectiva dependiendo de los incentivos o beneficios de la cooperación social por parte de los miembros del grupo o comunidad. La heterogeneidad presente en las comunidades locales y regionales es así misma un componente clave en los diseños de políticas y acciones institucionales (Margreiter *et al.*, 2005). Con ello se reconocen como cruciales la integración de las necesidades, las prioridades y la participación de la población rural en programas y actividades institucionales dirigidos a la promoción de la capacidad adaptativa ante el cambio climático, para la efectividad de largo plazo de los programas de desarrollo regional. Asimismo, se reconoce que la participación institucional contribuye positivamente hacia la innovación y el rescate de sistemas agroproductivos. En este sentido, se identifica que la participación de la población y la efectividad institucional son altamente influenciadas por las características de los productores rurales locales (Shivakoti y Thapa, 2005). Así, tanto los retos institucionales y operacionales, como los dilemas del ejercicio de la investigación y sus tareas de difusión social del conocimiento, que aportan elementos de análisis para el diseño de políticas que coadyuvan a la reducción de la vulnerabilidad socioambiental ante el cambio climático de los sistemas naturales y humanos, deben estar asociados a la práctica de la planeación ambiental, la cual debe sustentarse en la participación y acción de las comunidades regionales y sus actores locales.

#### LINEAMIENTOS DE POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN

Actualmente, los procesos de adaptación al cambio climático a escala regional son tanto una ventana de oportunidad como un reto crítico para la búsqueda de la resiliencia al cambio climático, la garantía de la seguridad alimentaria y la promoción del desarrollo rural sustentable (Peskett, 2007; Mersmann, 2008); de esta manera, no podría decirse completamente que los impactos del cambio climático corresponden a una situación sin precedentes. Por un lado, muchos retos permanecen iguales, tales como: *a*) el manejo adecuado de recursos naturales que conduzca al equilibrio entre la producción y

la productividad de los sistemas agrícolas y los servicios ambientales en los paisajes rurales regionales; *b*) la incertidumbre en la tenencia de la tierra y el control de los recursos agrícolas; *c*) la migración que es inducida por la degradación ambiental y la falta de oportunidades económicas rurales; *d*) la falta de gobernanza, de coordinación institucional, de debate público, de fortalecimiento institucional y la ausencia de generación e intercambio de información sobre las tendencias climáticas, económicas y políticas. Por otro lado, existen nuevos retos para la elaboración de la agendas de políticas de desarrollo rural regional, uno de los más urgentes corresponde a la inmediata acción, puesta en práctica y financiamiento que aborde el desarrollo sustentable, en términos de largo plazo en el cual se evalúen los riesgos y los beneficios de enfrentar el cambio climático como parte de un proceso de planeación (USAID, 2007). Del conjunto de información generada a escala internacional sobre el cambio climático y sustentabilidad, en términos de los procesos políticos mundiales y sus respectivas negociaciones en los acuerdos multilaterales, es preciso que las instituciones nacionales, los organismos y las sociedades regionales y locales tengan un papel relevante en la transferencia de conocimiento y en los programas y acciones específicas para abordar y promover la adaptación y manejo sustentable del desarrollo de cada región. Es decir, se debe promover la respuesta social en un amplio rango de escalas, referidos como adaptación, así como los sistemas dinámicos institucionales descritos como la capacidad adaptativa (Thompson *et al.*, 2006).

En este sentido, la evaluación de los mecanismos de gobernanza, instituciones y agentes, que tiendan a la promoción de cambios en el desarrollo de la agricultura y del sector rural como medios para reducir la pobreza, debe orientarse hacia la atención de los cambios contextuales emergentes, tal y como es la variabilidad climática; al mismo tiempo que se analicen las capacidades reales del sector privado, así como los sistemas y atributos organizacionales y administrativos del sector público que deriven en procesos, estructuras, orientaciones y recursos para la toma de decisiones y la formulación de políticas. Desde la perspectiva analítica de la "reacción institucionalista", se debe redefinir el rol del sector público para la incorporación de las funciones de redes y acompañamiento con el sector social y privado en la promoción de iniciativas que modifiquen las capacidades, mandatos y estrategias del Estado

en la consideración de las complejidades y heterogeneidades de la agricultura regional, particularmente con la consideración de la pobreza y el deterioro ambiental (Martínez, 2006). Esto último implica la reorientación hacia la evaluación y adaptación a los impactos del cambio climático bajo criterios de costo-efectividad y el refuerzo de las capacidades analíticas, operativas y de financiamiento ante las restricciones del mercado para el desarrollo económico rural.

Está definido que la adaptación al cambio climático traerá costos adicionales tanto al sector público como al privado a escala mundial. El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha estimado que se requerirá financiamiento para los procesos de adaptación en los países en desarrollo, para el 2015, en el orden de \$86-109 billones de dólares por año, por lo tanto se requiere la participación de la comunidad internacional en términos de políticas climáticas mundiales. Este programa (PNUD) ha lanzado un proyecto de desarrollo para asistir a 20 países en desarrollo en la conducción de evaluaciones financieras e inversiones por medio de diferentes sectores y actividades económicas para el 2030. En virtud de que 62.5% de las partes (países en desarrollo) que participan en este proyecto para la preparación de programas de acción nacionales para la adaptación, han determinado que la agricultura, los bosques y la acuicultura son el sector prioritario de atención para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y la variabilidad del clima, se puede observar que la adaptación está finalmente vinculada con la necesidad de un amplio margen de desarrollo social y económico (Klein y Persson, 2008).

Parte de la experiencia internacional reciente consiste en que se debe romper con la visión tradicional que asume que los gobiernos nacionales son responsables de la puesta en marcha tecnológica de medidas de adaptación (i.e. nuevas variedades de plantas, sistemas de prevención temprana de catástrofes, construcción de presas, sistemas de irrigación) basado en el conocimiento específico de condiciones climáticas futuras. Se deben integrar los factores ambientales eficientemente como parte de políticas de desarrollo nacional y de las estrategias de reducción de la pobreza. De esta manera, y en función de que la vulnerabilidad al cambio climático no emerge aislada de procesos socioeconómicos regionales y nacionales, se necesita una estrategia robusta e integral que abarque un conjunto de medidas coordinadas que incluyan no sólo la extensión agrícola,

la diversificación y mejor manejo de cultivos, el control integrado de plagas y enfermedades, la cosecha de agua, sino que también comprenda los procesos de planeación del desarrollo hacia la atención del mejoramiento de la calidad de vida de la población rural, el acceso a la inversión y a recursos de financiamiento, la reducción de la pobreza y el mejoramiento de la seguridad alimentaria. Todo esto desde la perspectiva institucional y política de la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las sociedades regionales.

Particularmente, se ha reconocido que conforme la agricultura se convierte en una actividad económica integrada en Norteamérica (Estados Unidos y México), la pobreza rural afecta y se ve afectada por las decisiones políticas binacionales y, por lo tanto, se necesita mayor generación de conocimiento e intercambio de información de cómo la pobreza rural afecta la migración, el medio ambiente y la evolución social y política de largo plazo de ambos países. Así, se llega a destacar que la agricultura de pequeña escala debe tomar ventaja de las oportunidades emergentes y dirigirse hacia el desarrollo local mediante la inversión en comunidades rurales por medio del crédito, la asistencia técnica y el desarrollo de infraestructura y servicios (Burstein, 2007).

En el caso de América Latina, desde la década de 1980 las políticas en la región se han dirigido hacia la remoción de las distorsiones en los precios y los incentivos negativos, en la liberación de mercados, y en la promoción de sectores agrícolas para exportación. Así, mientras se continúa la promoción de la competitividad en mercados mundiales, se requiere una nueva agenda que ponga atención a los crecientes y cambiantes mercados domésticos de alimentos. Se destaca la urgente necesidad de incrementos en la inversión pública en servicios, infraestructura y en incentivos para fortalecer las capacidades de los pequeños y medianos productores y negocios rurales. Estas políticas sectoriales no sólo deben promover la contribución de la agricultura a un más amplio crecimiento económico, sino se deben acoplar con programas y estrategias de desarrollo rural socioterritorial (Martínez, 2006) y bajo el marco de una gestión ambiental integral, que cuide los recursos forestales, el ciclo hidrológico y el suelo en una determinada región (MDSP, 2002), y que fortalezcan los vínculos intersectoriales urbano-rurales, sin que por ello se pasen los costos de este crecimiento a las futuras generaciones en la forma de ecosistemas

y recursos naturales deteriorados o agotados (Berdegué *et al.*, 2006). En suma, en el siglo XXI la agricultura sigue siendo un instrumento fundamental para el desarrollo sustentable y la reducción de la pobreza, en virtud de que: es una actividad económica que impulsa las industrias relacionadas y se vincula con la economía rural no agrícola; es un medio de subsistencia para 86% de la población rural mundial y ofrece empleo para 1 300 millones de pequeños productores y trabajadores sin tierra; y es un proveedor de servicios ambientales, en el cual la agricultura es una parte integral del desarrollo en términos del manejo de los vínculos entre producción agrícola, conservación de recursos naturales y medio ambiente (Banco Mundial, 2007).

En virtud de que el cambio climático tendrá sus mayores impactos en regiones que ya cuentan con diferentes presiones no sólo de altas temperaturas y bajas precipitaciones, al mismo tiempo que exacerbará a las comunidades rurales que se encuentran en localidades marginales con pocas posibilidades de empleo e ingreso, el propio desarrollo rural sustentable para este tipo de poblaciones requiere de un enfoque integral para reducir la pobreza y no sólo una aproximación estrictamente agrícola-productivo (Mendelsohn *et al.*, 2007). De esta manera, en el proceso de adaptación a las restricciones climáticas y consecuentemente a la disminución de la productividad, ingreso rural per cápita y valor de la tierra, todos los sectores y actores involucrados en el desarrollo necesitan evaluar el potencial que guarda la agricultura en pequeña escala y de subsistencia para participar, por ejemplo, en el mercado de carbono y el cambio climático. Este tipo de agricultura comprende características ecológicas y ambientales de suma importancia en los procesos de adaptación que ocurren en los países en desarrollo y posee un potencial macroeconómico que la comunidad internacional necesita reenfocar en sus esfuerzos y debates en torno a la reducción de emisiones contaminantes, la deforestación y la degradación de los recursos naturales. Este enfoque sobre desarrollo rural, agricultura, manejo forestal, ante los riesgos del cambio climático y la seguridad alimentaria, ofrece a los organismos internacionales (i.e. ONU) la oportunidad de cumplir su papel como vinculadores de varios procesos entre la promoción y puesta en marcha de programas y el propio financiamiento para el logro del desarrollo sustentable.

En este sentido, se sigue ampliando el conocimiento generado sobre las sinergias entre los sistemas ecológicos y los agrícolas, así como de su enorme potencial para mantener la integridad de los ecosistemas al mismo tiempo que se pudiera incrementar la productividad de alimentos y especies vegetales para consumo humano y con ello las oportunidades de mejorar la calidad de vida rural. La agroecología sigue siendo un importante enfoque para promover la eficacia de los sistemas naturales con fines productivos, la conservación de la diversidad genética, al mismo tiempo que se potencializa la productividad agrícola, la seguridad alimentaria y los ingresos económicos. Desde esta perspectiva, los principios que deben considerar quienes elaboran las políticas y los usufructuarios de los recursos naturales incluyen: *a)* adoptar una perspectiva de paisaje rural agrícola; *b)* la promoción del fortalecimiento y empoderamiento de los actores y las comunidades rurales en el manejo de sus recursos; *c)* la coordinación de políticas ambientales y agrícolas para la mejor y efectiva planeación del desarrollo regional. Así, las políticas agrícolas con un enfoque de desarrollo sustentable y reducción de la pobreza deben integrar siete componentes: 1) el desarrollo de los pequeños agricultores vinculados a los mercados locales y domésticos; 2) el desarrollo de agronegocios, 3) la agroindustria y actividades de valor añadido; 4) la agricultura urbana; 5) el desarrollo de la producción pecuaria que coincida con la demanda local; 6) orientar la demanda del consumidor hacia alimentos éticos y naturales; y 7) cambios en el sector de menudeo y supermercados para vincular a los consumidores con los productores locales y domésticos (Pretty, 2006).

## CONCLUSIONES

La dinámica actual de las sociedades y territorios rurales en México muestra que existe una heterogeneidad espacial en las características y el manejo agroambiental en las prácticas agrícolas, la flexibilidad en la producción, los mercados agrícolas y en el uso de los recursos naturales como vías de adaptación a los cambios climáticos y macroeconómicos regionales. A esto se suma que la acumulación del impacto socioambiental local, a partir de los diferentes patrones de cultivo y las prácticas agrícolas a nivel de parcela, vienen afectando el desempeño y desarrollo de los propios

paisajes y territorios regionales. Sin embargo, como parte de los procesos para aumentar la capacidad adaptativa en la agricultura, la cual se refiere a las acciones potenciales para adaptarse y reducir al mínimo la vulnerabilidad de los sistemas productivos, en general, los productores rurales en México han construido y aplicado históricamente un capital social y diversas estrategias de manejo de los factores de la producción para manejar su incertidumbre y mitigar los impactos negativos de los cambios socioambientales, la errática aplicación de políticas económicas y el desordenado y desigual desarrollo regional. Debido a la débil versatilidad productiva y laboral presente en las sociedades rurales en México, que al mismo tiempo que se ve expuesta a las amenazas e impactos del cambio climático, para los habitantes en condiciones de pobreza los riesgos ambientales ofrecen una oportunidad que debe potencializar la diversificación del desarrollo sustentable regional basado en la agricultura, siempre y cuando se conjunte con la promoción de una nueva oferta rural, incluyendo servicios y protección ambiental (clima, absorción de residuos, biodiversidad) y recreación, turismo y percepción estética de los paisajes culturales.

Los esfuerzos y procesos de política se deben dirigir a conciliar las diferencias de enfoque entre el desarrollo y el cambio climático, lo que significa traducir los mecanismos que incrementen la capacidad técnica y económica para evaluar y ejecutar programas e instrumentos de gestión regional en términos de asegurar la resiliencia y sustentabilidad de los espacios y sociedades rurales ante el cambio climático. La viabilidad de la agricultura existente en México refleja una heterogeneidad en los diversos intereses productivos y ocupacionales de la población, al mismo tiempo que manifiesta que no existe un desarrollo regional sustentable homogéneo sino más bien diversas tendencias sociales, aunque frágiles, de la sustentabilidad, las cuales tienen un contenido local e incluyen elementos agroambientales, de identidad territorial, participación social y cultural en la agricultura. En este sentido, las sociedades rurales aún desempeñan un papel importante tanto en mantener los paisajes y la provisión de productos y servicios ambientales a los habitantes no rurales como en la consideración de la calidad y cantidad de los recursos naturales para el diseño de políticas medioambientales a nivel local, regional y nacional que enfrenten el problema del cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barr, S. y Gilg, A. (2005), "Conceptualising and analyzing household attitude and actions to a growing environmental problem. Development and application of a framework to guide local waste policy", *Applied Geography*, vol. 25, pp. 226-247.
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A. y Smith, P. (2008), *Cool farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential*, Greenpeace, The Netherlands.
- Berdegue, J. Shejtman, A., Chiriboga, M. Modrego, F., Charnay, R. y Ortega, J. (2006), *Towards national and global agendas. Latin America and Caribbean*, RIMISP-Latin America Center for Rural Development, Chile.
- Burstein, J. (2007), *US-Mexico agricultural trade and rural poverty in Mexico*, Task Force Report Convened by the Woodrow Wilson Center's Mexico Institute and Fundación IDEA.
- Center for Integrative Environmental Research (CIER) (2007), *The US economic impacts of climate change and the costs of inaction*, University of Maryland, Maryland.
- Conde, C., Ferrer, R., Gay, C. y Araujo, R. (2004), "Impactos del cambio climático en la agricultura en México", en Martínez, J. y Fernández, A. (coords.), *Cambio climático. Una vision desde México*, Semarnat-INE, México.
- Costanza, R. y Patten, B. (1995), "Defining and predicting sustainability", *Ecological Economics*, núm. 15, pp. 193-196.
- Eakin, H. y Lemos, M. (2006), "Adaptation and the state: Latin America and the challenge of capacity-building under globalization", *Global Environmental Change*, núm. 16, pp. 7-18.
- Endfield; G. (2007), "Archival explorations of climate variability and social vulnerability in colonial Mexico", *Climatic Change*, núm. 83, pp. 9-38.
- Fritschel, H. (2006), "How will agriculture adapt to a shifting climate?", *IFPRI Forum*, núm. 1, pp. 9-12.
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C. Eakin, H. y Villers, L. (2006), "Potential impacts of climate change on agriculture: A case study of coffee production in Veracruz, México", *Climatic Change*, núm. 79, pp. 259-288.
- Haim, D., Shechter, M. y Berliner, P. (2008), "Assessing the impact of climate change on representative field crops in Israeli agriculture: a case study of wheat and cotton", *Climatic Change*, núm. 86, pp. 425-440.
- Hidding, M. y Teunissen, A. (2002), "Beyond fragmentation: new concepts for urban-rural development", *Landscape and Urban Planning*, vol. 58, pp. 297-308.
- Iglesias, A. (2006), *Climate change and agriculture*, Training Workshop on V.&A Assessment of the Asia and the Pacific Region, Jakarta.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*, Working Group II, Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report, IPCC, Ginebra.
- Jamieson, D. (1998), "Sustainability and beyond", *Ecological Economics*, núm. 15, pp. 109-112.
- Kates, R., Clark, W. y Corell, R. (2001), "Sustainability science", *Science*, núm. 292, pp. 641-642.
- Klein, R. y Persson, A. (2008), *Financing adaptation to climate change: Issues and priorities*, European Climate Platform, ECP Report núm. 8, Bélgica.
- Leary, N., Kulkarni, J. y Seipt, C. (2007), *Assessment of impacts and adaptation to climate change*, Final Report of the AIACC Project, UNEP, Washington.
- Lemos, M. Boyd, E., Tompkins, E. Osbahr, H. y Liverman, D. (2007), "Developing adaptation and adapting development", *Ecology and Society*, 12(2), pp. 26-29.
- Lindley, S. y McEvoy, D. (2002), "Exploring regional futures, tools and methodologies", *Reg Environ Change*, núm. 2, pp. 163-176.
- Liu, H., Li, X., Fischer, G. y Sun, L. (2004), "Study on the impacts of climate change on China's agriculture", *Climatic Change*, núm. 65, pp. 125-148.
- Luers, A., Lobell, D., Sklar, L., Addams, L. y Matson, P. (2003), "A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico", *Global Environmental Change*, núm. 13, pp. 255-267.
- Luers, A. (2005), "The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change", *Global Environmental Change*, núm. 15, pp. 214-223.
- Magrin, G., Gay, C., Cruz, D., Giménez, J., Moreno, A., Nagy, G. Nobre, C. y Villamizar, A. (2007), "Latin America", en Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., van der Linden, P. y Hanson, C. (eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental on Climate Change*, Cambridge University Press, Reino Unido, pp. 581-615.
- Margreiter, M., Sutter, M. y Dittrich, D. (2005), "Individual and collective choice and voting in common pool resource problem with heterogeneous actors", *Environmental and Resource Economics*, vol. 32, pp. 241-271.
- Martínez, R. (2006), *New roles of the public sector for an agriculture for development agenda*, RIMISP-Latin America Center for Rural Development, Chile.
- MDSP (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Bolivia) (2002), *Vulnerabilidad y adaptación al cambio y variabilidad climática de los sistemas alimentarios en zonas semiáridas de Montaña*, PNUD, Bolivia.

- Mendelshon, R., Basist, A., Kurukulasuriya, P. y Dinar, A. (2007), "Climate and rural income", *Climatic Change*, núm. 81, pp. 101-118.
- Mersmann, C. (2008), "New focus on rural development: Where does the UNCCD figure?", *Multilateral Environmental Agreements Bulletin*, UNEP, núm. 51, pp. 1-2.
- Peskett, L. (2007), "Climate change and development: Threat and opportunity?", *Overseas Development Institute Annual Report 2007*, Londres, p. 8.
- Pielke, R, Prins, G. Rayner, S. y Sarewitz, D. (2007), "Lifting the taboo on adaptation. Renewed attention to policies for adapting to climate change cannot come too soon", *Nature*, 445(8), pp. 597-598.
- Piorr, H. (2003), "Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 98, pp. 17-33.
- Pretty, J. (2006), *Agroecological approaches to agricultural development*, RIMISP-Latin America Center for Rural Development, Chile.
- Princen, T. (2003), "Principles for sustainability: From cooperation and efficiency to sufficiency", *Global Environmental Politics*, 3(1), pp. 33-50.
- Ramankutty, N., Foley, J., Norman, J. y McSweeney, K. (2002), "The global distribution of cultivable lands: current patterns and sensitivity to possible climate change", *Global Ecology and Biogeography*, 11:377-392.
- Rennings, K y Wiggering, H. (1997), "Steps towards indicators of sustainable development: linking economic and ecological concepts", *Ecological Economics*, núm. 20, pp. 25-36.
- SEAE (2006), *Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático en comparación con la agricultura convencional*, Sociedad Española de Agricultura Ecológica, España.
- Sharma, T. Carmichel, J. y Klinkenberg, B. (2006), "Integrated modeling for exploring sustainable agriculture futures", *Futures*, núm. 38, pp. 93-113.
- Shivakoti, G. y Thapa, B. (2005), "Farmers' perceptions of participation and institutional effectiveness in the management of mid-hill watersheds in Nepal", *Environment and Development Economics*, vol. 10, pp. 665-687.
- Straton, A. (2006), "A complex systems approach to the value of ecological resources", *Ecological Economics*, núm. 56, pp. 402-411.
- TERI (2003), *Coping with global change. Vulnerability and adaptation in Indian agriculture*, The Energy and Resources Institute, India.
- Thomas, D. Twyman, C., Osbahr, H. y Hewitson, B. (2007), "Adaptation to climate change and variability farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa", *Climatic Change*, núm. 83, pp. 301-322.

- Thompson, A., Robbins, P., Sohngen, B., Arvai, J. y Koontz, T. (2006), "Economy, politics and institutions: From adaptation to adaptive management in climate change", *Climatic Change*, núm. 78, pp. 1-5.
- Torres, P. (2005), "Introducción", en Torres, P. (coord.), *Desarrollo regional y sustentabilidad en México*, El Colegio de Sonora-UAM, México, pp.11-17.
- USAID (United States Agency for International Development) (2007), *Adapting to climate variability and change. A guidance manual for development planning*, USAID, Washington.
- Vásquez-León, M., Thor, C. y Finan, T. (2003), "A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US-Mexico border", *Global Environmental Change*, núm. 13. pp. 159-173.
- Wakefield, S., Elliot, S., Eyles, J. y Cole, D. (2006), "Taking environmental action: The role of local composition, context and collective", *Environmental Management*, vol. 31, núm. 1, pp. 40-53.
- World Bank. (2007), *Agriculture for development*, World Development Report 2008, The World Bank, Washington.
- Yohe, G. y Tol, R. (2002), "Indicators for social and economic coping capacity - moving toward a working definition of adaptive capacity", *Global Environmental Change*, núm. 12, pp. 25-40.