

Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas

Miguel A. Altieri y Clara I. Nicholls

La amenaza del cambio climático global ha causado preocupación entre los científicos ya que los factores climáticos indispensables para el crecimiento de los cultivos, como son la precipitación y la temperatura, se verán severamente afectados e impactarán sobre la producción agrícola. Aunque los efectos de los cambios en el clima sobre la producción de cultivos varía de una región a otra, se espera que los cambios pronosticados tengan efectos de gran alcance principalmente en los países con zonas tropicales que, por su régimen de precipitación, se clasifican entre semiáridas y húmedas. Estos impactos ya se sienten en los países del Sur, donde también se espera un aumento en las precipitaciones que producirán daños en los cultivos por erosión de los suelos o, en algunos casos, por inundaciones. El incremento en la intensidad de los ciclones tropicales causará daño en los cultivos de ecosistemas costeros, mientras que al subir el nivel del mar los acuíferos costeros se salinizarán. En zonas semiáridas se espera una mayor frecuencia y severidad de sequías y calor excesivo, condiciones que pueden limitar significativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos.

En muchos países, la población rural más pobre vive en áreas expuestas y marginales, y en condiciones que los hacen muy vulnerables a los impactos negativos del cambio climático. Para estas personas, aun los menores cambios en el clima pueden tener un impacto desastroso en sus vidas y medios de sustento. Las consecuencias pueden ser muy profundas para los agricultores de subsistencia ubicados en ambientes frágiles, donde se esperan grandes cambios en su productividad, pues estos agricultores dependen de cultivos que potencialmente serán muy afectados; por ejemplo, alimentos básicos como maíz, frijoles, papas o arroz. Muchos investigadores expresan mayor preocupación por aquellas zonas donde la agricultura de subsistencia es la norma, pues la disminución de tan solo una tonelada de productividad podría llevar a grandes desequilibrios en la vida rural. Sin embargo, resultados de investigaciones recientes sugieren que muchos agricultores se adaptan e incluso se preparan para el cambio climático, minimizando las pérdidas en productividad mediante la mayor utilización de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, desyerbe oportuno, recolección de plantas silvestres y una serie de otras técnicas. Estos resultados hacen necesario reevaluar la tecnología indígena y tradicional como fuente imprescindible de información sobre la capacidad adaptativa que exhiben algunos agricultores para enfrentar el cambio climático. Aun hoy, en la primera década del siglo XXI, hay en el mundo millones de pequeños agricultores tradicionales o indígenas que practican tipos de agricultura que proporcionan a los

Foto: Miguel Altieri



Sistemas diversificados bajo agroforestería y cultivos de cobertura resilientes al huracán Mitch en Honduras

agroecosistemas una capacidad de resiliencia notable ante los continuos cambios económicos y ambientales, además de contribuir sustancialmente con la seguridad alimentaria a nivel local, regional y nacional.

Se predice que el calentamiento global dará lugar a una variedad de efectos físicos que afectarán negativamente la producción agrícola. Entre estos habría que destacar:

- el aumento en la temperatura del agua del mar, junto con la pérdida parcial de glaciares, cuyo resultado será un incremento del nivel del mar. Ello podría plantear una amenaza en las áreas costeras, donde se verá afectado el drenaje de agua superficial y subterránea, y habrá una intrusión del agua de mar en los estuarios y acuíferos.
- la pérdida de materia orgánica del suelo por calentamiento; las temperaturas más altas del aire pueden acelerar la descomposición de la materia orgánica y afectar la fertilidad del suelo.
- las estaciones de crecimiento más largas pueden permitir a varias especies de insectos plaga completar un mayor número de generaciones por año y también propiciar la proliferación de enfermedades de las plantas, con el consecuente incremento de pérdidas en las cosechas.

La mayoría de los modelos del cambio climático predicen que los daños serán compartidos de forma desproporcionada por los pequeños agricultores del tercer mundo, y, particularmente, por los agricultores que dependen de regímenes de lluvia impredecibles. Hay autores que predi-

cen una reducción total del 10% en la producción del maíz en el año 2055 en África y América Latina, equivalente a pérdidas de dos mil millones de dólares por año. Estas pérdidas de la producción se intensificarán de acuerdo con el incremento en las temperaturas y las diferencias en la precipitación. Algunos investigadores predicen que el cambio climático reducirá la producción de cultivos, por lo que los efectos sobre el bienestar de miles de agricultores familiares serán muy severos, especialmente si el componente de la productividad de subsistencia se reduce. Estos cambios en la calidad y la cantidad de producción pueden afectar la productividad del trabajo de los agricultores e incluso afectar negativamente la salud de sus familias.

Las estrategias de adaptación de los pequeños agricultores

En muchas áreas del mundo los campesinos han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales que les permiten una producción continua necesaria para subsistir, a pesar de cultivar en ambientes marginales de tierra, con variabilidad climática no predecible y un



Foto: Miguel Altieri

Agricultura de orillado en el sur de Ecuador

uso muy bajo de insumos externos. Parte de este desempeño está relacionado con el alto nivel de agrobiodiversidad que caracteriza a los agroecosistemas tradicionales, lo cual tiene efectos positivos en el funcionamiento del agroecosistema. La diversificación es, por lo tanto, una estrategia importante para el manejo del riesgo de la producción en sistemas agrícolas pequeños. En general, los agroecosistemas tradicionales son menos vulnerables a la pérdida catastrófica porque, en caso de pérdidas, la amplia diversidad de cultivos y variedades en los diferentes arreglos espaciales y temporales generan compensaciones. En la mayoría de los casos, los agricultores mantienen la diversidad como seguro para enfrentar el cambio ambiental o futuras necesidades sociales y económicas.

Sistemas de cultivos múltiples o policultivos

Los policultivos exhiben una mayor estabilidad y menor declinación de la productividad durante una sequía que en el caso de monocultivos.

Uso de la diversidad genética local

Muchos agricultores pobres explotan la *diversidad intra-específica* mediante la siembra simultánea y en el mismo campo, de diversas variedades locales que, en general, son más resistentes a la sequía.

Colecta de plantas silvestres

En muchos países, el sector campesino todavía obtiene una parte significativa de su subsistencia a través de la recolección de plantas silvestres alrededor de los cultivos. En muchas sociedades africanas agropastoriles, la recolección de hojas comestibles, bayas, raíces, tubérculos y frutas en los matorrales alrededor de las aldeas es una estrategia importante para la diversificación de su régimen alimenticio básico. Durante sequías u otras épocas de estrés ambiental muchas poblaciones rurales recolectan plantas silvestres como alimento para la familia.

Para grupos indígenas de la sierra mexicana, cuando sus cosechas son destruidas por el granizo o la sequía, las especies silvestres o “quelites” constituyen la única fuente de alimento alternativo.

Sistemas de agroforestería y mulching

Muchos agricultores siembran sus cultivos en arreglos agroforestales utilizando la cobertura de los árboles para proteger los cultivos contra fluctuaciones extremas en microclima y humedad del suelo. Al conservar y plantar árboles, los agricultores ejercen influencia en el microclima, porque la cobertura forestal reduce la temperatura, la velocidad del viento, la evapotranspiración y protege los cultivos de la exposición directa al sol, así como del granizo y la lluvia. La presencia de árboles en las parcelas agroforestales constituye una estrategia clave para la mitigación de los efectos impredecibles debidos a las variaciones microclimáticas, especialmente en sistemas de agricultura minifundista.

Muchos agricultores familiares aplican mulch sobre el suelo o siembran plantas de cobertura para reducir los niveles de radiación y calor en las superficies recién plantadas, también lo hacen para conservar la humedad, y para absorber la energía cinética de la lluvia y del granizo que cae. Cuando se espera una helada nocturna, algunos agricultores queman paja u otros materiales de desecho para generar calor y producir humo, el cual atrapa la radiación. Los camellones elevados que se encuentran a menudo en sistemas tradicionales sirven para controlar la temperatura del suelo y reducir la inundación mejorando el drenaje.

Sistemas agrícolas tradicionales milenarios adaptados a condiciones ambientales cambiantes

Waru-warus del lago Titicaca

Los investigadores han descubierto remanentes de más de 170.000 hectáreas de “campos surcados” en Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Denevan 1995). Muchos de estos sistemas al parecer consistían en campos elevados construidos sobre tierras de inundación estacional en sabanas y laderas de montaña. En Perú, muchos investigadores han estudiado tales tecnologías precolombinas en busca de soluciones a problemas con-

temporáneos, como las heladas tan frecuentes en la agricultura en zonas de gran altitud sobre el nivel del mar. Un ejemplo fascinante es el renacimiento de un sistema ingenioso de campos elevados que evolucionó en las altiplanicies de los Andes peruanos, hace aproximadamente 3.000 años. Según evidencia arqueológica aquellos, *waru-warus* o plataformas, rodeados de zanjas llenas de agua, podían producir cosechas abundantes, a pesar de las inundaciones, sequías y heladas, frecuentes en altitudes de casi 4.000 msnm (Erickson y Chandler, 1989).

La combinación de camas elevadas y canales ha demostrado tener efectos importantes en la regulación de la temperatura, prolongando la temporada de crecimiento, lo que permite mayor productividad en los *waru-warus*, en comparación con la de los suelos normales de la puna fertilizados químicamente.

Agricultura de montaña en los Andes

El patrón de verticalidad, característico de los asentamientos humanos y sistemas agrícolas en los Andes deriva de las diferencias climáticas y bióticas relacionadas con la localización geográfica y altitudinal. La adaptación cultural más importante a estos contrastes ambientales ha sido el sistema de subsistencia: cultivos, animales y tecnologías agropastoriles diseñadas para proveer una dieta adecuada con recursos locales mientras se evitaba la erosión del suelo (Gade, 1999).

La evolución de la tecnología agraria en los Andes centrales ha producido un conocimiento muy sofisticado sobre el manejo del ambiente de montaña. La aplicación de este conocimiento resultó en la división del ambiente andino en franjas agroclimáticas dispuestas de acuerdo a la altitud, cada una caracterizada por prácticas específicas de rotación del campo y cultivos, terrazas y sistemas de irrigación, y la selección de animales, cultivos y variedades (Brush y otros, 1981). Otra característica importante de este manejo adaptativo es el mantenimiento de una amplia base genética que reduce la amenaza de la pérdida de cultivos debido a variaciones climáticas o por plagas y patógenos específicos a variedades particulares de los cultivos.

Sistemas de cosecha de agua en ambientes secos

En África subsahariana, el 40% de la tierra agrícola está ubicada en sabanas semiáridas, secas y subhúmedas con una precipitación anual de 300 a 1.000 mm, pero en décadas recientes, en la región de Sahel, la precipitación ha disminuido entre 20 y 40% y ha producido, además, una severa degradación del suelo. A pesar de la escasez frecuente de agua, en la mayoría de los años hay agua más que suficiente para la producción potencial de los cultivos. El problema es que grandes volúmenes de agua se pierden por escorrentía superficial, evaporación y percolación profunda. El desafío es cómo capturar esa agua y ponerla a disposición de los cultivos en épocas de escasez (Reij y otros, 1996). Aunque la cantidad de precipitación que puede utilizarse efectivamente para el crecimiento de los cultivos en estas tierras es baja, muchos agricultores han creado innovadores sistemas de cosecha de agua que capturan y aprovechan la precipitación limitada (Barrow, 1999). Aquí citamos algunos ejemplos de sistemas tradicionales de cosecha de agua.

Sistemas de cosecha de agua de lluvia en Túnez meridional

En Túnez meridional, como en la mayoría de los ecosistemas semiáridos, los cultivos han estado históricamente en riesgo de sequía fisiológica, así que el agua de lluvia se debe cosechar, concentrar y transferir rápidamente a las áreas cultivadas, reduciendo al mínimo pérdidas por evaporación y percolación.

Los papago y otros indígenas de las zonas semiáridas de América del Norte

En estas zonas semiáridas el agua es el principal factor limitante, las experiencias de los indígenas seri, pima, papago y otros grupos, ofrecen opciones locales para agricultura que solo depende de las lluvias. Estas culturas han usado múltiples especies vegetales del desierto con alto contenido nutritivo como recurso básico para la producción de alimentos en forma apropiada al clima de estas zonas. Algunas de ellas han desarrollado técnicas agrícolas que utilizan canales hechos a mano, terrazas, bermas y otros medios, con el fin de minimizar la pérdida de agua de lluvia por escorrentía. Además, los agricultores nativos manipulan la flora silvestre de los campos inundados eliminando o protegiendo y cosechando especies seleccionadas (Nabhan, 1979).

Las consecuencias pueden ser muy profundas para los agricultores de subsistencia ubicados en ambientes frágiles, donde se esperan grandes cambios en su productividad

Los otomí del valle del Mezquital, México

Este valle, que forma parte del sistema montañoso central de México, ha estado habitado por el grupo étnico otomí o *hñāhñü* desde la época precolombina. Los otomí establecieron asentamientos permanentes basados en una agricultura de secano, y construyeron estructuras para la captura de agua (Toledo y otros, 1985). Según los estudios de Johnson (1977), el manejo de recursos naturales que practicaron los otomí refleja un nivel de producción diversificada, adaptada a los diversos paisajes del valle de Mezquital, así como un énfasis en la agricultura de secano y uso intensivo del maguey (*Agave* spp).

Con un conocimiento detallado de suelos, relieve, vegetación y los movimientos del agua, los otomí construyen *bordos* para atrapar el agua lluvia y concentrar los sedimentos en el suelo. La colocación de piedras y de plantas del maguey es crucial durante la construcción de bordos, y los campos se fertilizan con estiércol para mejorar el suelo.

Los zai de la agricultura tradicional de Mali y Burkina Faso en África occidental

En muchas partes de Burkina Faso y de Mali existen antiguos sistemas de cosecha de agua conocidos como *zai*. Los *zai* son hoyos que los agricultores cavan en los suelos de roca dura estéril, en los cuales el agua no podría penetrar de otra manera. Los hoyos tienen entre 20 y 30 cm de profundidad y se llenan con materia orgánica. Esto atrae a las termitas que cavan canales y mejoran así la

estructura del suelo de modo que más agua pueda infiltrarse y mantenerse en el suelo. Las termitas, al digerir la materia orgánica, permiten que los nutrientes estén más disponibles para las plantas. En un zai, la mayoría de agricultores produce mijo o sorgo, o ambos cultivos simultáneamente. También en un mismo zai siembran árboles junto con los cereales.

A través de los años, millares de agricultores en la región de Yatenga de Burkina Faso han utilizado esta técnica mejorada localmente para recuperar centenares de hectáreas de tierras degradadas. El uso del zai permite que los agricultores amplíen su base de recursos y aumenten la seguridad alimentaria de sus hogares.

Conclusiones

No hay duda de que el sustento de miles de comunidades de agricultores familiares, de agricultores tradicionales y de los pueblos indígenas en países en desarrollo se verá afectado seriamente por los cambios climáticos (Morton, 2007). También es cierto que miles de agricultores tradicionales en muchas áreas rurales se han adaptado a los ambientes cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resilientes en respuesta a las diversas restricciones que han enfrentado a través del tiempo. Observaciones del desempeño agrícola después de eventos climáticos extremos, realizadas durante las dos últimas décadas, han revelado que la resiliencia a los efectos de los desastres climáticos está íntimamente relacionada con los niveles de biodiversidad de las fincas. Las mediciones realizadas en laderas después del huracán Mitch demostraron que los agricultores que usaban prácticas de diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería sufrieron menos daño que sus vecinos convencionales con monocultivos.

Muchos de los sistemas agrícolas tradicionales alrededor del mundo sirven como modelos de sostenibilidad que ofrecen ejemplos de medidas de adaptación que pueden ayudar a millones de pobladores rurales a reducir su vulnerabilidad al impacto del cambio climático.

Algunas de estas estrategias de adaptación incluyen:

- Uso de variedades/especies adaptadas localmente mostrando adaptaciones más apropiadas al clima y a los requerimientos de hibernación o resistencia incrementada al calor y la sequía.
- Incremento del contenido de materia orgánica de los suelos a través de la aplicación de estiércol, abonos verdes, cultivos de cobertura, etc., para una mayor capacidad de retención de humedad.
- Un uso más amplio de tecnologías de “cosecha” de agua, conservación de la humedad del suelo mediante mulching, y un uso más eficiente del agua de riego.
- Manejo adecuado del agua para evitar las inundaciones, la erosión y lixiviación de nutrientes cuando la precipitación pluvial aumenta.
- Uso de estrategias de diversificación como cultivos intercalados, agroforestería, etc., e integración animal.
- Prevención de plagas, enfermedades e infestaciones de malezas mediante prácticas de manejo que promueven mecanismos de regulación biológica y otros (antago-

nismos, alelopatía, etc.), y desarrollo y uso de variedades y especies resistente a plagas y enfermedades.

- Uso de indicadores naturales para el pronóstico del clima para reducir riesgos en la producción.

El desafío ahora es cómo movilizar rápidamente este conocimiento de modo que pueda aplicarse en la restauración de áreas ya afectadas o para preparar aquellas áreas rurales con pronóstico de ser afectadas por el cambio climático. Para que esta transferencia horizontal ocurra rápidamente, el énfasis debe estar en involucrar directamente a los agricultores en la extensión de innovaciones a través de redes agricultor a agricultor bien organizadas. La consolidación de la investigación local y el desarrollo de capacidades para resolver problemas deben ser los focos principales de acción para enfrentar los retos del cambio climático. La organización de productores y otros interesados, alrededor de proyectos para promover la resiliencia agrícola al cambio climático, debe hacer un uso eficaz de las habilidades y conocimientos tradicionales, ya que ello proporciona una plataforma para el aprendizaje y la organización local, mejorando así las posibilidades de empoderamiento de la comunidad y de estrategias de desarrollo autosuficientes frente a la variabilidad climática. ■

Miguel A. Altieri

Clara I. Nicholls

Correo electrónico: agroeco3@nature.berkeley.edu

Referencias

- Altieri, M.A., 2002. **Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments.** *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 1-24.
- Barrow, C. J., 1999. **Alternative irrigation: the promise of runoff agriculture.** Earthscan Publications, Londres, Reino Unido.
- Brush, S. B., H. Carney y Z. Huamán, 1981. **Dynamics of Andean Potato Agriculture.** *Economic Botany* 35(1): 70-88.
- Denevan, W. M., 1995. **Prehistoric agricultural methods as models for sustainability.** *Adv. Plant Pathology* 11: 21-43.
- Erickson, C.L. y K.L. Chandler, 1989. **Raised fields and sustainable agriculture in the lake Titicaca basin of Perú.** En: J. O. Browder (ed.). **Fragile Lands of Latin America.** Westview Press, Boulder, EEUU, pp. 230-243.
- Gade, D. W., 1999. **Nature and Culture in the Andes.** University of Wisconsin Press, Madison, EEUU.
- Hill, J. y W. Woodland. 2003. **Contrasting water management techniques in Tunisia: Towards sustainable agricultural use.** *The Geographical Journal* 169: 342-348.
- Holt-Gimenez, E., 2001. **Midiendo la resistencia agroecológica contra el huracán Mitch.** *LEISA revista de agroecología* 17(1): 7-10.
- Howden, S. M. y otros, 2007. **Adapting agriculture to climate change.** *PNAS* 104: 19691-19696.
- Johnson, K., 1977. **Do as the land bids: A study of Otomí resource use on the eve of irrigation.** PhD dissertation. Clark University, EEUU.
- Morton, J. F., 2007. **The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture.** *PNAS* 104: 19697-19704.
- Nabhan, G. P., 1979. **The ecology of floodwater farming in arid southwestern North América.** *Agroecosystems* 5: 245-255.
- Reij, C., I. Scoones y C. Toulmin, 1996. **Sustaining the soil: indigenous soil and water conservation in Africa.** Earthscan, Londres, Inglaterra.
- Toledo, V.M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo, 1985. **Ecología y autosuficiencia alimentaria.** Siglo XXI, México D. F.