

Estrategias agroecológicas para enfrentar el cambio climático

MIGUEL A. ALTIERI, CLARA I. NICHOLLS

Los agricultores familiares y de pequeña escala del Sur global se encuentran entre las poblaciones más vulnerables ante los impactos del cambio climático. Sin embargo, muchos de estos campesinos han mostrado estar mejor preparados y ser más capaces de adaptarse a estas cambiantes condiciones cuando emplean estrategias sostenibles; tanto aquellas que han heredado de sus tradiciones ancestrales como las que vienen sistematizando en diálogo con los técnicos y científicos que trabajan en el marco de la agroecología.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) predice que este fenómeno llevará a una reducción de rendimientos en la mayoría de los países debido a alteraciones en la temperatura y en los patrones de precipitación. Las amenazas incluyen inundaciones de zonas bajas, mayor frecuencia y severidad de sequías y temperaturas calurosas extremas que pueden limitar la producción vegetal y animal afectando la seguridad alimentaria e incluso agudizando el hambre. De hecho, ya se estima que el cambio climático ha reducido los rendimientos globales de maíz y trigo en un 3,8% y 5,5% respectivamente. Muchos científicos predicen que el cambio climático agravará aún más las vulnerabilidades

que experimentan los campesinos como resultado de la pobreza, la sensibilidad de sus localidades geográficas (áreas de secano, laderas, etc.) y su alta dependencia de recursos naturales. La conclusión prevalente es que la agricultura campesina es particularmente vulnerable por su condición de marginalidad y que, aunque los campesinos tengan experiencia en lidiar con la variabilidad climática, sus estrategias tradicionales para enfrentarla no serán suficientes para enfrentar la severidad de la variabilidad que se predice. Por lo tanto, el sistema oficial de investigación agrícola mundial plantea que el uso de nuevas tecnologías asociadas a la “agricultura climáticamente inteligente” (ACI) será fundamental para el futuro de la agricultura

Práctica de *mulching* (acolchado o mantillo) para incrementar la retención del agua en el suelo. 📷 Autores



de pequeña escala. La ACI se enfoca en soluciones técnicas rápidas y basadas en insumos, enfatizando el uso de la ingeniería genética para desarrollar cultivos que resistan las condiciones climáticas más extremas. Al depender de pesticidas químicos y fertilizantes sintéticos, estas semillas transgénicas no son una opción sostenible para la mayoría de los productores vulnerables y pobres.

Si bien es cierto que muchas poblaciones indígenas y campesinas están particularmente expuestas a los impactos del cambio climático y son vulnerables, muchas comunidades están respondiendo activamente al clima cambiante y han demostrado innovación y resiliencia utilizando una diversidad de estrategias para enfrentar sequías, inundaciones, huracanes, etc. Los sistemas tradicionales ofrecen una amplia gama de opciones y diseños de manejo que incrementan la biodiversidad funcional en los campos de cultivo, y, por consiguiente, refuerzan la resiliencia de los agroecosistemas.

Muchas de las estrategias agroecológicas tradicionales que reducen la vulnerabilidad a la variabilidad climática incluyen la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración animal, la adición de materia orgánica al suelo, la cosecha de agua, etc. Estas innovaciones son la base concreta que las comunidades vulnerables pueden utilizar y movilizar para diseñar sistemas agrícolas que se vuelvan cada vez más resilientes a los extremos climáticos mientras esperan que se materialicen programas gubernamentales e internacionales de reducción de riesgos, sistemas tempranos de información climática, proyectos de prevención y mitigación de desastres, etc. (Nicholls y otros, 2015).

Además se encuentran disponibles metodologías amigables para los agricultores (www.redagres.org, www.socla.co) que les permiten identificar los sistemas que hayan resistido eventos climáticos recientemente y entender las características agroecológicas de esos sistemas que hicieron posible su resistencia o recuperación ante sequías, tormentas, inundaciones o huracanes. La idea es evaluar el nivel de resiliencia de cada finca y cuáles prácticas agroecológicas, conocidas y accesibles por la comunidad o existentes en comunidades cercanas, deben adoptarse y difundirse para mejorar la resistencia a la sequía y a las fuertes tormentas (Nicholls y Altieri, 2013).

Enfrentando las sequías

Variedades locales

El uso de variedades localmente adaptadas permite que los cultivos se adapten a una gama de condiciones climáticas. Al utilizar mejor el agua disponible, las variedades tradicionales generalmente rinden más que las variedades modernas bajo condiciones de estrés hídrico. Por ejemplo, en India –con respecto al uso de agua– las variedades locales de trigo tuvieron una producción tres veces más alta (620,94 kg/ha/cm de agua) que las variedades mejoradas (293,1 kg/ha/cm de agua). La creación de bancos de semillas comunitarios que recojan el rico germoplasma aún existente en una región tiene un valor estratégico.

Adición de materia orgánica al suelo

La continua incorporación de residuos de cosecha, compost y el uso de cultivos de cobertura o abonos verdes incrementan el contenido de materia orgánica del suelo, lo que a su vez incrementa la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, y esto, a su vez, mejora la resistencia de los cultivos a la sequía: por cada 1% de incremento de materia orgánica, el suelo almacena hasta 1,5 litros de agua por metro cuadrado. Investigaciones han mostrado que un incremento de materia orgánica de 0,5 a 3,0 % duplicó la cantidad de agua disponible para los cultivos.

Activación de la biología del suelo

Un suelo orgánico bien manejado contiene altas poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos (grupo de bacterias filamentosas similares a los hongos que mineralizan la materia orgánica que hongos y bacterias generalmente no degradan). Existe información sobre poblaciones bacterianas con más de cinco millones de individuos por gramo de suelo seco que ayudan a descomponer residuos y aumentan la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. La presencia de hongos micorrízicos arbusculares (VAM por sus siglas en inglés; conocidos como micorrizas) que colonizan las raíces de muchos cultivos, es clave ya que estas incrementan la eficiencia del uso del agua, beneficiando a los cultivos bajo condiciones de estrés hídrico.

La incorporación de materia orgánica en el suelo incrementa la retención de agua disponible para los cultivos.  Autores



Cobertura del suelo

Al mantener la vegetación de barbecho se reduce la evaporación, lo que permite retener 4% más de agua en el suelo, equivalente a unos 8 mm adicionales de lluvia. Un estudio realizado en Centroamérica (Triomphe y otros, 1998) encontró que prácticas agroecológicas como los cultivos de cobertura y el *mulching* (acolchado o mantillo) pueden incrementar el almacenamiento de agua en el suelo entre entre 3 y 15%. La conservación de agua en el perfil del suelo hace que los nutrientes estén disponibles de manera inmediata, en sincronía con los períodos de mayor absorción de los cultivos.

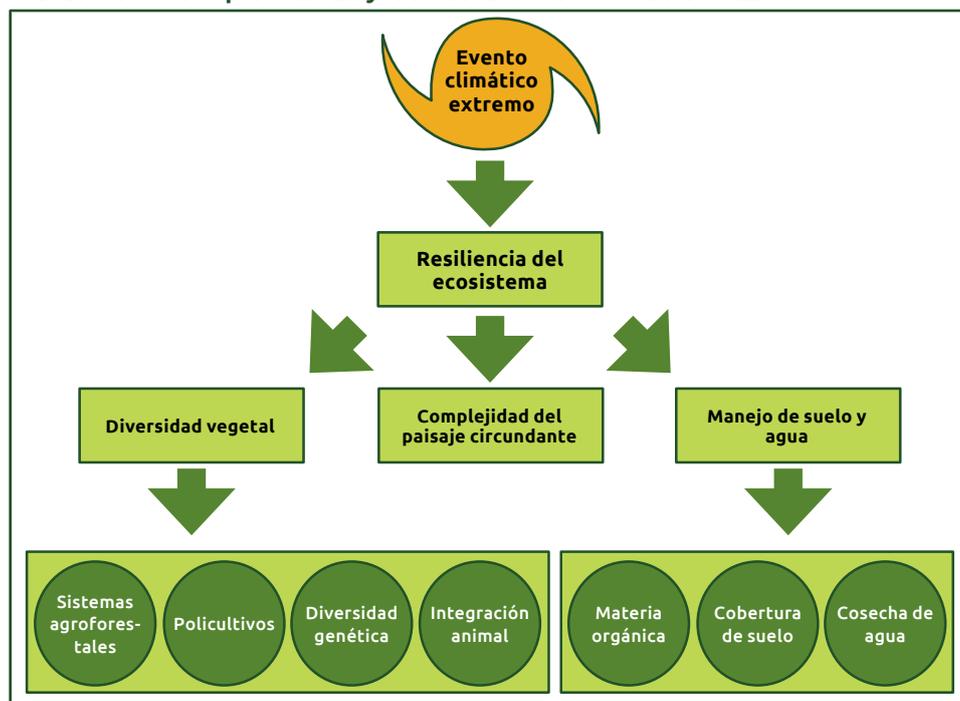
Policultivos

Los datos de 94 experimentos con varias asociaciones de sorgo con guandul (*Cajanus cajan*, también conocido como frijol de palo o quinchoncho), demostraron que para un evento extremo particular, el monocultivo de guandul fallaría una de cada cinco veces y el sorgo fallaría una vez de cada ocho, mientras que el policultivo fallaba una de cada 36 veces. Los policultivos exhiben mayor estabilidad en los rendimientos y menores declives de producción que los monocultivos bajo condiciones de sequía. Al manipular el estrés hídrico se observó que los cultivos intercalados de sorgo y maní, mijo y maní y sorgo y mijo rindieron consistentemente más que los monocultivos en cinco niveles de disponibilidad de humedad. Es interesante notar que las diferencias relativas en la productividad de los monocultivos y los policultivos se fueron acentuando conforme aumentaba el estrés. En China la eficiencia del uso de agua en el cultivo de papas intercaladas con frijoles fue 13,5% mayor que en monocultivo (Francis, 1986).

Sistemas agroforestales

Cuando café y cacao se cultivan en sistemas agroforestales, un nivel de sombra de 40 a 60% de los árboles crea un microclima que protege a estos cultivos de las altas fluctuaciones de temperatura y también de las bajas precipitaciones, al reducir la evaporación de agua del suelo. En casos de extrema sequía, al perder sus cosechas muchos agricultores intercambian madera por alimentos y también complementan sus dietas con frutas, vainas y hojas de árboles resistentes.

Gráfico 1. Factores para una mayor resiliencia ante el cambio climático



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 1. Resultados esperados y actividades potenciales para incrementar la resiliencia en el paisaje

Resultados esperados en el paisaje	Actividades recomendadas para obtenerlos
Manutención e incremento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos	a) restauración de bosques b) conservación de suelos y sistemas mejorados de manejo de agua c) Restauración de humedales; d) Remoción de especies invasoras e) Sistemas de pequeña escala de recarga de acuíferos
Más sistemas sostenibles de producción y mayor seguridad alimentaria	a) diversificación de paisajes (ej. agroforestería, setos) b) diversificación de sistemas de producción (ej. mayor diversidad de variedades y de cultivos e integración de cultivos, animales y árboles) c) sistemas agroecológicos de bajo insumo d) establecimiento de bancos de semillas comunitarios
Sistemas de vida sustentables; mayores ingresos familiares	a) actividades que promueven acceso a mercados amigables a la biodiversidad b) actividades que promueven ecoturismo que genera ingresos a las comunidades locales c) actividades que diversifican los modos de vida aumentando y proveyendo alternativas viables a la agricultura de subsistencia
Mejor gobernanza en paisajes o territorios	a) actividades que promueven sistemas de gobernanza participativa para tomar decisiones e implementar estrategias a nivel de paisaje b) fortalecer a las organizaciones de base y ONGs para un mejor manejo y gobernanza del paisaje c) promoción de redes para acciones colectivas, aprendizaje y comercio d) establecimiento de lazos colaborativos con agencias gubernamentales nacionales y locales, instituciones académicas y sector privado e) estrategias de reducción de riesgos, sistemas tempranos de información climática, proyectos de prevención y mitigación de desastres

Fuente: elaboración propia.

Sistemas silvopastoriles

Las pasturas enriquecidas con altas densidades de arbustos forrajeros, árboles y palmeras pueden neutralizar los efectos negativos de la sequía. 2009 fue el más seco de los últimos 40 años en el valle del Cauca, Colombia, con una caída de 44% en las precipitaciones. A pesar de una reducción del 25% en la biomasa de los pastos, la producción de forraje de árboles y

arbustos en la finca El Hatico permitió mantener constante la producción de leche, mientras agricultores de zonas vecinas reportaron pérdidas severas en la producción de leche y en el peso de los animales, además de altas tasas de mortalidad.

Enfrentando tormentas y huracanes

En las laderas centroamericanas los agricultores que utilizaban prácticas de diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería sufrieron menos daños por el huracán Mitch en 1998 que sus vecinos que producían monocultivos convencionales. Se encontró que las parcelas diversificadas tenían de 20 a 40% más cobertura vegetal, más humedad en el suelo y menos erosión y que experimentaron pérdidas económicas menores que las de sus vecinos con sistemas convencionales. En Chiapas los sistemas de café con sombra diversificada sufrieron menos daños por el huracán Stan en 2005 que los sistemas de café simplificados. En las zonas afectadas por el huracán Ike en Cuba, en 2008, los investigadores encontraron que en las fincas diversificadas las pérdidas de productividad fueron de 50%, en comparación con el 90 o el 100% que tuvieron los monocultivos vecinos. Al mismo tiempo, después de 40 días del huracán, las fincas diversificadas mostraron una recuperación de la producción de 80 a 90%, más rápida que las fincas de monocultivos. Todos estos estudios corroboran que al incrementar la materia orgánica del suelo los sistemas agroforestales mejoran la infiltración del agua; al proporcionar cobertura previenen la erosión del suelo, y que también muchos árboles actúan como rompevientos, disminuyendo la velocidad del viento y el impacto de las tormentas. Las raíces profundas y superficiales de los árboles también ayudan a estabilizar el suelo (Nicholls y otros, 2015).

Los policultivos de maíz con guandul incrementan la infiltración en el suelo –lo que aumenta el agua almacenada en el perfil y reduce la escorrentía– debido a una mayor cobertura y mejor estructura del suelo. En suelos que han sido manejados con policultivos durante cinco años consecutivos, la infiltración se incrementó de 6 mm/hora a 22 mm/hora y por lo tanto se redujo en un 68% la cantidad de agua que corría ladera abajo (escorrentía) que en los monocultivos, donde se redujo en 34%, los cuales experimentaron más erosión.

En laderas, los cultivos de cobertura como la mucuna o frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) cubren rápido el suelo con mucha biomasa (más de 10 t/ha) que fijan de 90 a 170 kg/ha de nitrógeno. Sobre esta biomasa se siembra maíz, lográndose producciones aceptables de 3,5 a 4,5 t/ha, a pesar de las variaciones climáticas.

Conclusiones

La agroecología plantea que para el diseño de una agricultura resiliente es necesario reincorporar agrobiodiversidad (mezclas de variedades, policultivos, agroforestería, integración animal, etc.) en las parcelas agrícolas, junto con prácticas de conservación y cosecha de agua, además de la restauración de los paisajes circundantes (gráfico 1). A nivel de paisaje la diversificación de la matriz debe ir acompañada de una serie de actividades complementarias necesarias para alcanzar los objetivos de la resiliencia socioecológica (cuadro 1).

En muchas zonas vulnerables los campesinos pueden recurrir a los sistemas agrícolas tradicionales que aún prevalecen y que representan depósitos de abundantes conocimientos sobre resiliencia ante los efectos de condiciones climáticas extremas. La cuestión es discernir qué principios

Cuadro 2. Ejemplos de prácticas agroecológicas (diversificación y manejo de suelo) conocidas por sus efectos en la salud del suelo y conservación del agua, que a su vez incrementan la resiliencia del agroecosistema

	Incremento de la materia orgánica del suelo	Ciclaje de nutrientes	Mayor cobertura de suelo	Reducción ET	Reducción de escorrentía	Mayor retención de humedad	Mayor infiltración	Regulación microclimática	Reducción de la compactación de suelos	Reducción de la erosión de suelos	Mejor regulación hidrológica	Uso más eficiente del agua	Más redes tróficas de micorrizas
Diversificación													
- cultivos intercalados			✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	
- agroforestería	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
- sistema silvopastoril intensivo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
- rotación de cultivos	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓		✓	
- mezcla de variedades locales			✓									✓	
Manejo del suelo													
- cultivos de cobertura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
- abonos verdes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
- mulching													
- aplicaciones de compost	✓					✓							✓
- agricultura de labranza cero (orgánica)			✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
Conservación de suelos													
- curvas a nivel					✓		✓		✓	✓	✓		
- barreras vivas			✓		✓		✓			✓	✓		
- terrazas					✓		✓			✓	✓		
- pequeñas represas en las cárcavas					✓		✓			✓	✓		

Fuente: elaboración propia.

Propiedades de agroecosistemas socioecológicamente resilientes

- Sistemas diversificados de producción complementados con prácticas de conservación de suelos y agua
- Matriz paisajística restaurada
- Sistemas con alta diversidad funcional y responsiva y que exhiben altos niveles de redundancia
- Bancos comunitarios de semillas y de alimentos
- Mercados locales y solidarios
- Alta autonomía a nivel de alimentos e insumos para la producción
- Comunidades socialmente auto-organizadas formando configuraciones basados en necesidades y aspiraciones colectivas
- Personas reflexivas y que anticipan cambios
- Alto nivel de cooperación e intercambio entre miembros de la comunidad
- Comunidades que honran el legado y mantienen elementos claves del conocimiento tradicional
- Grupos que constantemente construyen capital humano y movilizan recursos a través de redes sociales



La asociación de cultivos permite aprovechar al máximo los recursos naturales de un agroecosistema.  Autores

y mecanismos han permitido a estos sistemas resistir y/o recuperarse de sequías, tormentas, inundaciones o huracanes. Estos mecanismos pueden ser descifrados utilizando las metodologías descritas por REDAGRES (www.redagres.org) en una serie de documentos que proporcionan herramientas fáciles para evaluar la resiliencia socioecológica de los sistemas agrícolas y así reforzar la capacidad de respuesta de los agricultores.

Muchas estrategias agroecológicas enumeradas en el cuadro 2 pueden ser implementadas en las fincas para reducir la vulnerabilidad a la variabilidad climática. Un paso clave es difundir con urgencia las prácticas de resiliencia utilizadas por los agricultores exitosos. La difusión eficaz de las estrategias agroecológicas determinará en gran medida qué tan bien y qué tan rápido podrán adaptarse al cambio climático los agricultores. La difusión a los agricultores de comunidades vecinas y otras en la región puede hacerse utilizando la metodología Campesino a Campesino, centrada en la evaluación del nivel de resiliencia de cada finca y basada en los valores de los indicadores específicos. Así es posible determinar qué prácticas adoptar y diseminar para mejorar la resiliencia de las fincas a los extremos climáticos (Henao y otros, 2016).

La capacidad de los grupos o comunidades para adaptarse frente a tensiones sociales, políticas o ambientales externas debe ir de la mano con la resiliencia ecológica. Para ser resilientes las sociedades rurales deben demostrar capacidad para amortiguar las perturbaciones con métodos agroecológicos adoptados y difundidos a través de la organización autónoma y la acción colectiva. Reducir la vulnerabilidad social a través de la ampliación y consolidación de redes sociales, tanto local como regionalmente, puede contribuir a incrementar la resiliencia de los agroecosistemas. La vulnerabilidad de las comunidades agrícolas depende de lo bien desarrollado que esté su capital natural y social, lo que a su vez hace que los agricultores y sus sistemas sean más o menos vulnerables a las perturbaciones climáticas. En las regiones donde el tejido social se ha roto el reto será rehabilitar la organización social y las estrategias colectivas en las comunidades, incrementando así la capacidad de respuesta de los

agricultores para implementar mecanismos agroecológicos que les permitan resistir y/o recuperarse de los eventos climáticos. El rediseño de los agroecosistemas con principios agroecológicos conlleva a sistemas con propiedades deseables de resiliencia socioecológica (recuadro). ■

Miguel A. Altieri

Profesor emérito de agroecología, Universidad de California, Berkeley.
agroeco3@berkeley.edu

Clara I. Nicholls

Presidenta de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) y Coordinadora Regional de Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES).
nicholls@berkeley.edu

Referencias

- Francis, C. A. 1986. **Multiple Cropping Systems**. Nueva York: MacMillan.
- Henao, A.; Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. 2016. **Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes**. Medellín, Colombia: REDAGRES/Instituto Humboldt.
- Nicholls, C. I. y Altieri M. A. 2013. **Agroecología y cambio climático: metodologías para evaluar la resiliencia socioecológica en comunidades rurales**. Lima, Perú: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) / Gama Gráfica.
- Nicholls, C. I.; Altieri, M. A.; Henao, A.; Montalba R., y Talavera, E. 2015. **Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático**. Lima, Perú: REDAGRES.
- Triomphe, B.; Sain, G., y Buckles, D. 1998. **Cover crops in hillside agriculture**. Canadá: International Development Research Centre.
- UNU-IAS, Bioversity International, IGES y UNDP. 2014. **Toolkit for the indicators of resilience in socio-ecological production landscapes and Seascapes (SEPLS)**. Yokohama, Japón.