Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Revista de
CIENCIAS AMBIENTALES
Tropical Journal of Environmental Sciences

Desde Since 1980

FORO

Agroecología y cambio climático: ¿adaptación o transformación?

Agroecology and Climate Change: Adaptation or Transformation?

Miguel A. Altieri[a]; Clara Nicholls[b]

a Profesor Emérito, Universidad de California, Berkeley, EE. UU. Presidente Honorario de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), agroeco3@berkeley.edu

b Profesora permanente de Cátedra, Universidad de California, Berkeley, EE. UU. Presidenta de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Coordinadora Regional de REDAGRES, nicholls@berkeley.edu

Director y Editor:
Dr. Sergio A. Molina-Murillo

Consejo Editorial:
Dra. Mónica Araya, Costa Rica Limpia, Costa Rica
Dr. Gerardo Ávalos-Rodríguez. SFS y UCR, USA y Costa Rica
Dr. Olman Murillo Gamboa, ITCR, Costa Rica
Dr. Luko Hilje, CATIE, Costa Rica
Dr. Arturo Sánchez Azofeifa. Universidad de Alberta-Canadá

Asistente:
Joseline Jimenez Brenes

Editorial:
Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA)

Los artículos publicados se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (post print) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales, no se generen obras derivadas y se mencione la fuente y autoría de la obra.

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

FORO

Agroecología y cambio climático: ¿adaptación o transformación?

Agroecology and Climate Change: Adaptation or Transformation?

Miguel A. Altieri[a]; Clara Nicholls[b]

Resumen

A pesar de que existe conciencia general y alarma sobre la emergencia planetaria que representa el cambio climático, las emisiones de carbono siguen incrementándose y no se vislumbran soluciones inmediatas y drásticas para frenar el calentamiento global. Parte del problema es que se requiere un cambio revolucionario que va en contra del crecimiento económico y de la hegemonía política-económica que mantiene a todo costo el sistema capitalista imperante. Es así que la agricultura industrial de monocultivos, pieza clave del sistema dominante, pretende reproducirse mediante estrategias como la Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA), que no desafía la estructura del monocultivo ni las relaciones de poder que los mantienen. La agroecología, por el contrario, es una ciencia y movimiento que pretende derrocar las fuerzas perpetuantes del hambre y de la degradación ambiental. En gran parte, está liderada por movimientos sociales rurales que valoran el legado de la agricultura tradicional, la cual, a través de la innovación campesina e indígena, ha sido capaz de enfrentar la variabilidad climática por siglos por lo que representa un patrimonio humano de principios de resiliencia, claves para diseñar una nueva agricultura capaz de enfrentar el cambio climático.

Palabras clave: agricultura industrial; agricultura tradicional; desarrollo local; monocultivo; resiliencia.

Abstract

Despite the fact that there is general alarm about the planetary emergency represented by climate change, and no effective solutions seem to be on sight, part of the problem is that it requires revolutionary changes that run against economic growth and the hegemony that benefits from the capitalist system. Industrial agriculture, which is part of this hegemonic system, pretends to reproduce itself by making minor changes through strategies of Climate Smart Agriculture (CSA), without challenging the structure of monoculture or the relations of power that maintain it. On the contrary, agroecology is a science and movement that confronts the root causes of hunger and environmental degradation led by social rural movements that value the legacy of traditional agriculture, which through the skills of thousands of peasants and indigenous people has developed systems that stood the test of time constituting a patrimony for humankind on how to design a new resiliente agriculture able to confront climate change.

Keywords: industrial agriculture; local development; monocrop; resilience; traditional agriculture.

a Profesor Emérito, Universidad de California, Berkeley, EE. UU. Presidente Honorario de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), agroeco3@berkeley.edu
b Profesora permanente de Cátedra, Universidad de California, Berkeley, EE. UU. Presidenta de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Coordinadora Regional de REDAGRES, nicholls@berkeley.edu

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

1. Introducción

Las concentraciones de gases de efecto invernadero provocadas por la combustión del petróleo y la deforestación han alcanzado niveles nunca antes detectados. Como resultado, las temperaturas en los océanos y la tierra son ~ 1 °C más altas que en la era preindustrial, y la temperatura y las precipitaciones se hacen más variables y más extremas (IPCC, 2004).

Estos cambios tienen impactos muy tangibles sobre varios procesos biofísicos planetarios, que incluyen la acidificación de los océanos, la destrucción de la capa de ozono, la extinción de miles de especies, la escasez del agua fresca, la interrupción de los ciclos del nitrógeno y el fósforo, los cambios en la cobertura vegetal, la contaminación química, etc. El Stockholm Resilience Centre ha desarrollado el concepto de las *fronteras planetarias* y según su análisis hay tres de nueve procesos (cambio climático, acidificación de los océanos y agotamiento del ozono estratosférico) que ya han alcanzado el punto de inflexión (Scheffers *et al.*, 2016).

Con las tasas presentes de emisiones de carbono (la concentración de CO_2 en la atmósfera ya alcanzó 407 ppm), el mundo generará en menos de una descendencia, un incremento en la temperatura promedio global de 2 °C, superando el umbral que los gobiernos adoptaron en Copenhagen en 2009 y que ratificaron en París en el 2016. Una vez que alcancemos los 2 °C es posible que el mundo entre en una serie de irreversibilidades climáticas, donde la humanidad no podrá retornar a las condiciones meteorológicas imperantes durante los siglos cuando la civilización se desarrolló.

A pesar del nivel de preocupación sobre el desafío global que representa el cambio climático (y aún más después de los impactos recientes de los huracanes Irma y Harvey), las emisiones de carbono siguen incrementándose y no se vislumbran soluciones inmediatas y drásticas. El problema, la causa o raíz del desafío ecológico que enfrenta la humanidad es el sistema socioeconómico imperante, caracterizado por un modelo de desarrollo incapaz de asegurar respeto por el medio ambiente y la gente pobre del mundo, que generalmente son los más vulnerables. Es trágico el aumento de personas desplazadas huyendo de la miseria agravada por los desastres naturales y que, al no ser reconocidas como refugiadas en las convenciones internacionales, la mayoría acarrea el peso de sentirse abandonadas, sin protección normativa alguna.

En parte, el fracaso del capitalismo se manifiesta en implementar cortes urgentes y necesarios en las emisiones de carbono, pero esto se explica por la amenaza que constituye el cambio climático para su propia existencia como sistema de acumulación de capital, a expensas de los recursos globales. Detener las emisiones antes de alcanzar el umbral de 2 °C demanda un cambio revolucionario que va en contra del crecimiento y la hegemonía política- económica como elementos esenciales del sistema capitalista.

Para mantenerse dentro de los límites admisibles de emisiones, los países ricos tendrían que disminuirlas en al menos 10 % por año. Esto, por supuesto, amenaza los niveles de consumo y bienestar que gozan estos países, estatus que no desean abandonar. Por el contrario, la respuesta común de los grandes intereses siempre ha sido que la tecnología, unida a la magia del mercado, podrá solucionar todos los problemas y se promueve la gran ilusión de un crecimiento económico ilimitado que no impacte a la naturaleza. Sin embargo, la realidad es que la degradación no solo impacta a los ecosistemas, sino también a los países más pobres que históricamente no han contribuido al cambio climático.

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Es por esto que el Papa Francisco (2015) en su encíclica ecológica *Laudato Si* es concreto en indicar quienes son responsables por la destrucción ambiental planetaria, exclamando: "Porque hay una verdadera «deuda ecológica», particularmente entre el norte y el sur, relacionada con desequilibrios comerciales con consecuencias en el ámbito ecológico, así como con el uso desproporcionado de los recursos naturales llevado a cabo históricamente por algunos países." Él es aún más específico al decir que "un veinte por ciento de la población mundial consume recursos en tal medida que roba a las naciones pobres y a las futuras generaciones lo que necesitan para sobrevivir".

El Papa asocia tal robo con el daño local que resulta de la exportación de bienes materiales desde los países en vías de desarrollo para satisfacer el apetito insaciable del Norte industrializado diciendo: "el calentamiento global causado por el tremendo consumo en los países ricos tiene graves consecuencias sobre las áreas más pobres del mundo". Por eso el Papa llama a los países desarrollados a "ayudar a pagar la deuda limitando significativamente su consumo de energía no-renovable y que colaboren con los países pobres a promover políticas y programas de desarrollo sustentable". El Papa nos invita a contener el crecimiento estableciendo unos límites "… ha llegado la hora de aceptar cierto decrecimiento en algunas partes del mundo aportando recursos para que se pueda crecer sanamente en otras". Esto daría la oportunidad "para que los países pobres puedan eliminar la pobreza extrema y promover el desarrollo social de sus pueblos" (Francisco, 2015).

Nuevas disciplinas híbridas, como la ecología política, la economía ecológica y la agroecología proponen un paradigma diferente opuesto al dominante desarrollista, que solo busca preservar la economía por sobre la cultura y la salud ecológica, ignorando los intereses de las generaciones futuras, los personas pobres y vulnerables y los otros seres vivos. Hay que ir más allá de la adaptación al cambio climático y más bien plantear que este ofrece quizás la última oportunidad que tiene la humanidad para llevar a cabo una profunda transformación social y política, al cuestionar los valores que condicionan la inequidad y la relación insustentable de la civilización moderna con la naturaleza.

Es importante examinar las relaciones de poder y las fuerzas que conllevan a la degradación ecológica, exponiendo las contradicciones en el orden social y económico. El nuevo paradigma consiste en un llamado a la humanidad para que realice una transformación profunda en dirección a la sostenibilidad ecológica y la equidad social, desafiando la lógica y la espiral del acaparamiento capitalista, con el objetivo de generar una nueva conciencia ecológica planetaria.

El Papa plantea que la conversión ecológica de nuestro planeta debe ser guiada por una ecología integradora que "está hecha de simples gestos cotidianos donde rompemos la lógica de la violencia, del aprovechamiento, del egoísmo. Pues un mundo de consumo exacerbado es al mismo tiempo un mundo del maltrato de la vida en todas sus formas" (Francisco, 2015).

2. Cambio climático y agricultura industrial

La agricultura industrial, que ocupa no menos del 80 % de la superficie agrícola global, es una expresión de la economía capitalista y se expande cada vez más a expensas de los bosques y otros ecosistemas, desplazando, por tanto, a los campesinos y los pueblos indígenas, dejando a su vez una huella ecológica inmensa.

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Esta agricultura que solo produce el 30 % de los alimentos para la humanidad, consume 80 % del petróleo, 80 % del agua y genera entre el 20-30 % de los gases de efecto invernadero, surgió fruto de la mecanización y el desarrollo de la industria de insumos agroquímicos lo que conlleva la eliminación de la mano de obra, el aumento en la escala de las operaciones, la concentración de la tierra en unos pocos y el crecimiento en la dependencia de los agricultores hacia un sistema de transporte, procesamiento y mercadeo de productos agrícolas controlados por las empresas multinacionales. Lo trágico es que para alcanzar las economías de escala necesarias y facilitar el control productivo de grandes áreas con maquinarias, agroquímicos y variedades transgénicas, la homogenización de los paisajes agrícolas es fundamental para el avance de la agricultura capitalista.

Hoy en día la mayoría de las tierras agrícolas están siendo utilizadas para cultivar monocultivos de gran escala, reduciendo peligrosamente la diversidad genética presente en los sistemas agrícolas globales. La mayor parte de estos cultivos son producidos en sistemas intensivos de monocultivo que debido a su homogeneidad ecológica son particularmente vulnerables al cambio climático, además de a las plagas. Este estado ecológico vulnerable en que se encuentra la agricultura industrial constituye una amenaza importante para la seguridad alimentaria de la humanidad.

Casi un billón de hectáreas del planeta está dedicada al monocultivo de unos cuantos cereales y animales. Solo el trigo, el maíz, el arroz y la papa representan aproximadamente el 60 % de los alimentos de origen vegetal en el mundo, y solo 14 especies de animales proporcionan el 90 % de todas las proteínas animales. Genéticamente, la agricultura moderna depende en forma asombrosa de un puñado de variedades para sus principales cultivos (Heinemann *et al.*, 2013).

Los datos disponibles indican que hoy la diversidad de los cultivos por unidad de tierra cultivable sigue menguando, lo que en parte se explica por el uso de más de 180 millones de hectáreas, aproximadamente, de cultivos transgénicos (soya y maíz) que fueron cultivados en todo el mundo en el 2013 y la creciente tendencia a producir grandes monocultivos de maíz, caña de azúcar, palma africana y soya para la elaboración de biocombustibles. Muchos científicos han hecho reiteradas advertencias sobre la vulnerabilidad extrema asociada con la semejanza genética de los cultivos, afirmando que la homogeneidad genética y ecológica en la agricultura está estrechamente ligada a las invasiones y brotes de plagas.

Estas preocupaciones no son nuevas y quedaron de manifiesto en 1972 con el informe del National Research Council *Genetic Vulnerability of Major Crops* (NRC, 1972, p.47) que declaró:

> A lo largo del tiempo la tendencia en el mejoramiento de los cultivos ha sido seleccionar variedades con características que producen un mayor rendimiento... La homogeneidad y uniformidad que resultan de ello pueden ofrecer ventajas sustanciales tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha, pero esta misma homogeneidad genética puede también reflejar una mayor susceptibilidad a patógenos. De manera que parece que cuanto más altera el equilibrio natural la selección agrícola a favor de la uniformidad de las variedades en grandes áreas, más vulnerables son esas variedades a las pérdidas causadas por epidemias.

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Este informe fue preparado por científicos, quienes alertados sobre la epidemia de tizón de la hoja de maíz, causado por *Helminthosporium maydis* en 1970 en los Estados Unidos, se preocuparon por la posibilidad de que otros cultivos importantes pudieran ser afectados por epidemias semejantes. El contagio de tizón de la hoja de maíz de los Estados Unidos resultó en una reducción estimada de 15 % en su producción.

Hay muchos otros casos históricos que prueban que reducir drásticamente la diversidad de plantas cultivadas amenaza la producción de alimentos del mundo. La hambruna irlandesa por el exterminio del cultivo de la papa fue el resultado de la diseminación de un clon genéticamente uniforme (de una sola variedad, llamada Lumpers) y el brote de una epidemia de un hongo, el tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*), que causó una merma del 80 % en el rendimiento. Como resultado, millones de irlandeses murieron de hambre y otros dos millones emigraron.

Se podría pensar que esta historia debería haber advertido a la comunidad científica agrícola sobre los riesgos asociados a la homogeneización de los agroecosistemas modernos, para dar lugar a cambios importantes que permitan incrementar la diversidad genética y ecológica de los principales cultivos y reducir así el riesgo de futuros brotes. Tres décadas más tarde, el tema de la vulnerabilidad agrícola todavía sigue en discusión y el debate continúa sobre el riesgo que representa actualmente, cuando nos enfrentamos al cambio climático. Muchos investigadores se han dado cuenta de que los sistemas agrícolas modernos parecen ser muy vulnerables a la variabilidad del clima (Lobell y Gourdji, 2012).

La peor sequía de los últimos 50 años afectó severamente la producción de cultivos de los Estados Unidos en 2012. Se estima que perjudicó a 26 de los 52 estados y que cubrió por lo menos 55 % de la superficie terrestre de los EE. UU., es decir, casi un billón de hectáreas.

A fines de julio de 2012, en comparación con un año promedio, el 38 % de la cosecha de maíz al igual que el 30 % de la de soya, en EE. UU., ya había sido clasificada como de mala calidad a causa de la sequía y el calor extremo. Puesto que la cosecha de maíz es la más importante para este país y fue tasada en USD 76.5 billones en 2011, con una reducción del rendimiento del 30 %, las pérdidas económicas en 2012 fueron sustanciales. Como las exportaciones de maíz y soya de esta nación representan el 53 % y el 43 % de las exportaciones globales respectivamente, el impacto de la sequía de 2012 sobre los precios internacionales fue significativo.

En 2013 hubo aumentos en los costos de los alimentos del 3 a 4 %, y del 4 a 5 % en el precio de la carne. Después de 4 años de sequía en California (2011-2015) grandes extensiones de tierra (250 000 hectáreas) permanecieron en barbecho debido a la falta de agua, lo que representó pérdidas de 1.8 billones de dólares y una reducción de 8 550 empleos. El reciente huracán Irma causó al menos un 30 % de reducción en los rendimientos de muchos cultivos, y los vientos derribaron el 50 % de las frutas de los cítricos, todos producidos en monocultivos.

3. Las falsas soluciones

La agricultura industrial está en crisis al poner en riesgo sus ganancias económicas dadas sus tendencias a destruir y agotar las bases de los recursos naturales de las que depende. Está más que claro que el capitalismo agrario se está autodestruyendo al minar las condiciones ecológicas de la producción, reflejada en la disminución de la biodiversidad en grandes áreas;

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

al promover la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, la contaminación química y la producción de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático, al cual los monocultivos son altamente susceptibles. Pero son precisamente estas crisis las que el agronegocio necesita para reestructurarse, al acaparar más tierras e incrementar rendimientos y eficiencias con tecnología de punta.

El esfuerzo, entonces, se centra en recuperar las condiciones de producción que fueron degradadas por el agroextractivismo, pero centrándose en los síntomas y no en la raíz de los problemas, sin desafiar el monocultivo ni las relaciones de poder que sostienen a la agricultura industrial. Esta necesidad intrínseca de "afinar" el sistema imperante promueve un *greenwashing* del agronegocio con las mismas estrategias, pero disfrazadas bajo nombres nuevos, como intensificación sustentable y agricultura climáticamente inteligente.

El concepto de agricultura climáticamente inteligente (CSA, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas y el Banco Mundial afirmando que este "nuevo" enfoque puede simultáneamente alcanzar mitigación (reducir las emisiones de gases) y adaptación (permitiendo que los cultivos crezcan en un clima cambiante). Lo "nuevo" de esta posición es que combina prácticas como cultivos transgénicos y biocombustibles, con algunas prácticas como cultivos intercalados o de cobertura, pero cuando se usan estas prácticas que se podrían considerar "agroecológicas", se hace de manera que se subordinen al sistema convencional dominante.

Varias corporaciones (que promueven una agricultura industrial emisora de gases) se unieron bajo la Global Alliance for Climate-Smart Agriculture (GACSA), básicamente para promover más de lo mismo, pero bajo otro nombre.

Las prácticas propuestas priorizan la mitigación y el secuestro de carbono sobre la resiliencia socioecológica y la soberanía alimentaria. Los actores de GACSA apoyan estrategias de adaptación y mitigación basadas en el mercado, financiando proyectos CSA mediante esquemas de compensación de carbono. La objetivización del carbono y la creación de mercados privados de carbón, es parte de la estrategia de lavado de imagen verde *o greenwashing* del CSA (Lipper *et al.*, 2014).

De hecho, estos créditos de carbono están disponibles en forma prioritaria a los agricultores más contaminantes y no necesariamente a los que siguen prácticas ambientales inocuas. En muchas instancias, los agricultores que adoptan prácticas que secuestran carbono terminan vendiendo sus créditos de carbono a multinacionales contaminadoras que necesitan compensar su huella ecológica. Al final, los mercados de carbono son una fuente más de inequidad entre el Norte y el Sur, ya que debido a sus prácticas más agroecológicas los agricultores del Sur terminarán haciendo más del 50 % de la mitigación, aunque el Sur es responsable por no más del 25 % de las emisiones de gases que producen el calentamiento global.

4. La agroecología como ciencia transformadora y base de la resiliencia

La estrategia de la revolución verde funcionó bien en áreas dotadas de un clima estable y energía barata. Al entrar en la segunda década del siglo XXI, este modelo agrícola industrial se volvió inviable, ya que como el clima se torna cada vez más extremo, estos sistemas agrícolas intensivos se vuelven más vulnerables.

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

La búsqueda de posibles adaptaciones agrícolas al cambio climático se ha centrado en "balas mágicas", como la biotecnología para introducir "genes inteligentes" a los cultivos para que puedan producir bajo condiciones estresantes, parte de la estrategia CSA arriba descrita. Estas variaciones para la adaptación que no modifican radicalmente la naturaleza dominante del monocultivo solo contienen temporalmente los impactos negativos.

Contrario a los monocultivos de la agricultura industrial, muchos sistemas agrícolas tradicionales, que aún persisten en varios países de África, Asia y América Latina, ofrecen una amplia gama de opciones y diseños de manejo que incrementan la agrobiodiversidad, y, por consiguiente, refuerzan la resiliencia de los agroecosistemas.

Al tener que lidiar continuamente con fenómenos meteorológicos extremos y la variabilidad climática, a través de los siglos, muchos agricultores que viven en entornos hostiles han desarrollado y heredado sistemas agrícolas complejos manejados de maneras ingeniosas. Estos métodos han permitido a miles de pequeños agricultores familiares satisfacer sus necesidades de subsistencia en medio de la inestabilidad ambiental, sin depender de tecnologías agrícolas modernas (Altieri y Nicholls, 2013).

Cientos de estudios confirman que la biodiversidad agrícola, tal y como es utilizada por los agricultores tradicionales, contribuye a la resiliencia a través de varias estrategias que a menudo se usan combinadas: la protección y restauración de la matriz paisajística, conservación del suelo y el agua, la diversificación de los sistemas agrícolas con policultivos, sistemas agroforestales e integración de animales, diversos ajustes en las prácticas de cultivo y el uso de variedades criollas tolerantes al estrés.

De hecho, varias evidencias revelan que los pequeños agricultores que utilizan prácticas agroecológicas han podido afrontar e incluso prepararse para el cambio climático, minimizando las pérdidas de sus cosechas. Varias investigaciones realizadas después de varios huracanes (Mitch en Centroamérica, Stan en México e Ike en Cuba) encontraron que los agricultores que utilizaban prácticas de diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería, sufrieron menos daños que sus vecinos que producían monocultivos convencionales.

Todos estos estudios enfatizan la importancia de incrementar la diversidad vegetacional y complejidad de los sistemas agrícolas para reducir su vulnerabilidad ante los eventos climáticos extremos. Las observaciones anteriores han reafirmado el reconocimiento de que la biodiversidad es esencial para mantener el funcionamiento de los ecosistemas y apunta a las estrategias de diversificación de los cultivos, utilizadas por agricultores tradicionales, como una importante estrategia de aumento de resiliencia en los agroecosistemas (Altieri *et al.*, 2015).

Basados en estas evidencias, diversos expertos han sugerido que el rescate de los sistemas tradicionales de manejo, en combinación con el uso de estrategias agroecológicas, puede representar la única ruta viable y sólida para desarrollar nuevos sistemas agrícolas que incrementen la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola en un mundo de clima cambiante. Nuevos diseños de agroecosistemas modernos requerirán cambios sistémicos guiados por la aplicación de principios agroecológicos mediante variadas prácticas (rotaciones, policultivos, mezclas de variedades, manejo orgánico de suelos, etc.) las cuales afectan la productividad, estabilidad y resiliencia de las fincas.

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 235-243.
DOI: http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14
URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales
EMAIL: revista.ambientales@una.cr

El desafío de alinear los agroecosistemas modernos con principios ecológicos es inmenso, fundamentalmente en un contexto donde la especialización, el maximizar la producción en el corto plazo y la ganancia económica, son las fuerzas conducentes. Aquí es donde se hace relevante la dimensión política de la agroecología como alternativa al modelo dominante y que cuestiona el monocultivo, la dependencia de insumos externos y el control de las semillas por parte de las multinacionales.

5. Conclusiones

Afrontar las causas raíces de la crisis ambiental y social de la agricultura industrial y su vulnerabilidad al cambio climático, implica transformar el capitalismo y sentar las bases para una sociedad basada más en la sustentabilidad y solidaridad. La agroecología hace un llamado a imaginar un mundo no guiado por el mercado, sino uno más solidario, dedicado a resolver los problemas socioecológicos más urgentes que apremian a la humanidad.

Existe un abismo entre aquellos que plantean reformar o transformar el sistema alimentario. La noción más institucional (la posición del CSA) es que los cambios socioecológicos necesarios se podrán lograr realizando pequeñas modificaciones (*greening*) en el sistema agrícola industrial. De esta manera ha surgido una definición "tibia" por parte de los que pretenden cooptar la agroecología, concibiéndola como un conjunto de herramientas que se pueden combinar con otros enfoques biotecnológicos, para "suavizar" los impactos de la agricultura industrial y hacerla un poco más sustentable, sin desafiar la estructura del monocultivo ni las relaciones de poder que lo mantienen. Esta subordinación de la agroecología a proyectos académicos revisionistas la despojan de su verdadera identidad y de sus dimensiones políticas transformadoras.

La agroecología plantea una visión radicalmente diferente a los sistemas alimentarios globalizados que se basan en la homogenización, especialización, industrialización y medidas económicas cortoplacistas. Los nuevos sistemas agroecológicos se basan en métodos familiares de pequeña escala, locales, biodiversos, autónomos, incrustados en territorios que controlan las comunidades y apoyados por consumidores solidarios que entienden que comer es a la vez un acto político y ecológico.

Afortunadamente, los movimientos rurales sociales han abrazado la agroecología como un pilar fundamental de su estrategia hacia la soberanía alimentaria, autonomía local, y control comunitario de la tierra, el agua y la biodiversidad. Hay varios proyectos de esta disciplina que se basan en la colaboración entre comunidades campesinas y grupos de científicos e investigadores (muchos de ellos vinculados a la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología - SOCLA) y de esta forma, su expansión en América Latina ha iniciado un interesante proceso de la innovación cognitiva, tecnológica y sociopolítica, íntimamente vinculado a los nuevos escenarios políticos, así como al surgimiento de gobiernos progresistas y movimientos de resistencia campesina e indígena. De esta forma, el nuevo paradigma científico-tecnológico de la agroecología se está construyendo en reciprocidad con los movimientos y procesos sociales y políticos (Altieri y Toledo, 2011).

En el corazón de este paradigma se valora profundamente el legado científico representado por la gran cantidad de sistemas tradicionales, adaptables a los diferentes ambientes, y que

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)

constituyen un patrimonio mundial, reflejo del valor de la diversidad de estos sistemas, de historia fascinante que integra la capacidad y el ingenio de los seres humanos para adaptarse a los caprichos de un entorno cambiante a través del tiempo.

6. Referencias

Altieri, M. A., Nicholls C. I., Henao A. y Lana M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 869-890. doi: 10.1007/s13593-015-0285-2

Altieri M. A y Nicholls C. I. (2013). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Clim Chang*. doi:10. 1007/s10584-013-0909-y

Altieri M. A y Toledo V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignity and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies* 38:587–612. doi: 10.1080/03066150.2011.582947

Francisco. *Laudato Si*. Sobre el cuidado de la casa común. 24 de mayo de 2015. Recuperado de: http://w2.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

Heinemann, J. A., Massano, M., Coray, D. C., Agapito-Tenfen Z. S. y Wen D. J. (2013). *Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest International Journal of Agricultural Sustainability.* doi:10.1080/14735903.2013.806408

IPCC. (2004). Who is Who in the IPCC. Recuperado de http://www.ersilia.org/canvi_climatic/documents/IPPC/IPCC_Whoiswho.pdf

Lipper, L *et al*. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change 4*, doi: 10.1038/NCLIMATE2437

Lobell, D. B. y Gourdji, S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiol* 160:1686–1697. doi:10.1104/pp. 112.208298

National Research Council. (1972). *Genetic vulnerability of major crops*. Washington, DC: National Academies of Science

Scheffers, B.R.; *et al.* (2016). The broad footprint of climate change from genes to biomes to people, *Science* 354: 6313 doi: 10.1126/science.aaf7671

Creative Commons (Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional)