

CAPÍTULO – 13

Sistemas agroecológicos como alternativa para enfrentar el cambio climático¹

Agroecological systems as an alternative to address climate change

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.c.03.13>

José Macías Barberán

 Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo – Manabí, Ecuador

 jose.macias@utm.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-2857-6867>

Resumen

La crisis del modelo agrícola industrial ha generado impactos negativos en la seguridad alimentaria, el medio ambiente y la resiliencia climática. Frente a este escenario, la agroecología se presenta como una alternativa sostenible que integra conocimientos ancestrales y principios ecológicos para mejorar la autonomía productiva y mitigar los efectos del cambio climático. Este estudio analiza las perspectivas de la agroecología en el contexto del cambio climático y su incidencia en el desarrollo socioeconómico de las poblaciones campesinas. Se realizó una revisión documental de fuentes científicas y académicas con enfoque agroecológico, evaluando estrategias para la sostenibilidad de los recursos naturales. Los resultados indican que los sistemas agroecológicos fortalecen la autonomía de los productores, reducen la dependencia de insumos externos y contribuyen a la soberanía alimentaria. Además, permiten una mejor adaptación a las variaciones climáticas a través del uso de la agrobiodiversidad y el conocimiento tradicional. La resiliencia agroecológica se fundamenta en la diversificación productiva, la conservación del suelo y el manejo eficiente del agua, lo que garantiza la estabilidad del sistema incluso ante eventos climáticos extremos. Se concluye que la agroecología no solo representa una alternativa viable al modelo industrial, sino que también requiere el respaldo de políticas públicas que fomenten su implementación y consolidación. Promover la agroecología es clave para garantizar la seguridad alimentaria, enfrentar el cambio climático y construir un sistema agrícola más equitativo y sostenible.

Palabras clave: desarrollo agrícola, ecología, resiliencia socioambiental.

¹ Este artículo fue publicado en *Revista Ciencia Agraria*, 4(1), 7–21 bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0; el cual permite esta reproducción como capítulo de libro.



Abstract

The crisis of the industrial agricultural model has generated negative impacts on food security, the environment, and climate resilience. In response to this scenario, agroecology emerges as a sustainable alternative that integrates ancestral knowledge and ecological principles to improve productive autonomy and mitigate the effects of climate change. This study analyzes the prospects of agroecology in the context of climate change and its impact on the socioeconomic development of rural populations. A documentary review of scientific and academic sources with an agroecological approach was conducted, evaluating strategies for the sustainability of natural resources. The results indicate that agroecological systems strengthen producers' autonomy, reduce dependence on external inputs, and contribute to food sovereignty. Moreover, they enable better adaptation to climate variations through the use of agrobiodiversity and traditional knowledge. Agroecological resilience is based on productive diversification, soil conservation, and efficient water management, ensuring system stability even in the face of extreme weather events. It is concluded that agroecology not only represents a viable alternative to the industrial model, but also requires the support of public policies that promote its implementation and consolidation. Promoting agroecology is key to ensuring food security, addressing climate change, and building a more equitable and sustainable agricultural system.

Keywords: agricultural development, ecology, socio-environmental resilience.

INTRODUCCIÓN

La debacle ambiental significa un verdadero reto para la biodiversidad en la tierra y especialmente para la producción de alimentos en el mundo ya que los fenómenos climáticos atentan directamente contra los sistemas agrícolas. Las variaciones en los patrones de temperatura, precipitaciones y otros fenómenos meteorológicos han provocado grandes pérdidas en la productividad agropecuaria en todas las regiones del planeta, amenazando la autonomía y la producción de alimentos sanos para los pueblos (Nicholls y Altieri, 2018).

La agricultura auspiciada por la revolución de los agroquímicos se desarrolló en zonas de condiciones climáticas relativamente constantes y con energía de fácil acceso. A partir de la mitad del siglo XXI esos sistemas de monocultivo se convirtieron en modelos insostenibles debido a la presencia de fenómenos climáticos intensos como “El Niño”, “La Niña”, huracanes, tornados, entre otros, haciéndose más frágiles. No obstante, en América Latina todavía se mantienen los tipos de agricultura convencional, brindando algunas alternativas y estrategias de explotación que promueven la agrobiodiversidad; por lo tanto, fortalecen la resiliencia de la agricultura ecológica (Altieri y Nicholls, 2018).

Sin embargo, aun cuando existe inquietud ante el reto que significa el calentamiento global, las exposiciones al carbono continúan aumentando, alejando las soluciones radicales a corto plazo. La situación problemática radica en el modelo socioproductivo dominante que afrontan actualmente las familias campesinas, representado por la explotación intensiva de los recursos naturales bajo un sistema incompetente para garantizar la sumisión al ambiente y la

consideración de las poblaciones marginales que en definitiva resultan más sensibles (Mier et al., 2018). Esta situación conlleva al desplazamiento de personas que escapan de la pobreza como consecuencia de los fenómenos climáticos arrastrando el drama de la exclusión social (Altieri et al., 2015).

El sistema de agricultura convencional basada en el monocultivo, se encuentra fuertemente sometida al uso de insumos agroquímicos y se explota de manera intensiva empleando energía fósil y tecnología impuesta por las grandes transnacionales, donde la biotecnología y la producción de especies transgénicas juegan un rol clave, pero que es insostenible en los próximos años (Vandermeer et al., 2019). Para el mundo globalizado, esto constituye un factor importante de la crisis climática ya que la agricultura capitalista genera entre el 11-15% de las exposiciones de gases de efecto invernadero (GEI) al año y colateralmente provoca entre 6-17% de las modificaciones en el uso de las tierras (Bellarby et al., 2018).

El resultado del sistema de agricultura convencional ha sido el detrimento de la agrobiodiversidad, las fuentes de energía, los recursos naturales especialmente los suelos, volviéndose más sensibles a los fenómenos climáticos que aquellos sistemas de mayor complejidad, provocando la crisis ambiental y generando graves problemas de hambruna y miseria para los pueblos (Marasas et al., 2014).

Los sistemas agroecológicos integran un grupo de estrategias entre las que destacan la agrobiodiversidad, el manejo de los recursos suelos y aguas, elementos genéticos, reciclaje de materiales orgánicos, entre otras. La agroecología va más allá del análisis científico de la agricultura amigable con el ambiente, sino que se fundamenta en el enfoque social, económico y político que contrarresta el paradigma de la agricultura industrial capitalista (Tittonell, 2019). Los fundamentos más importantes de los sistemas agroecológicos son la consideración de los saberes ancestrales y su aprovechamiento para el razonamiento económico, la creación compartida de las estrategias para buscar solución a los problemas, donde participan los productores, asociaciones campesinas y centros de investigación; estos elementos representan la esencia de la agroecología y son los cimientos del pensamiento denominado intensificación ecológica sostenible (Genevieve, 2019).

Sobre la base de estas consideraciones, es fundamental revisar las conexiones de las políticas gubernamentales que conducen a la actual crisis ambiental, explicando las diferentes posiciones de carácter social y económico. El enfoque de los sistemas agroecológicos representa un emplazamiento a las autoridades para que se aboquen a una metamorfosis intensa en la forma de producir alimentos, orientándose hacia la sostenibilidad de los recursos naturales y la igualdad social, aunque ello implique retar al pensamiento industrial capitalista, pero con la firme disposición de apoyar y fortalecer el creciente razonamiento ecológico. Desde esta perspectiva se entiende que, los sistemas agroecológicos son una alternativa sostenible al modelo industrial, que integra saberes ancestrales y políticas públicas para garantizar la seguridad alimentaria y enfrentar el cambio climático.

DESARROLLO

Vallet et al. (2020) argumentan que la agricultura capitalista es insostenible ante el cambio climático, lo que hace urgente la transición hacia la agroecología. Este enfoque no solo mejora la resiliencia productiva, sino que también fortalece la autonomía de las comunidades campesinas mediante el uso sostenible de los recursos. Analizar sus implicancias en el desarrollo socio-productivo es clave para entender su papel en la crisis climática:

Enfoques agroecológicos ante el cambio climático

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021) reconocen la agroecología como una estrategia eficaz para mitigar y adaptarse al cambio climático. Su enfoque basado en la gestión sostenible de la agrobiodiversidad la convierte en una alternativa resiliente frente a las crecientes variaciones meteorológicas.

En este sentido, la agricultura convencional, uno de los principales factores de la crisis climática, debe evolucionar hacia un modelo más sostenible. De Schutter (2020) señala que es fundamental que los productores adopten prácticas agroecológicas innovadoras que mejoren la resiliencia, optimicen el uso de los recursos naturales y aseguren la producción de alimentos saludables con menor dependencia de insumos industriales

Según Cipaguata y Cepeda (2020), los eventos climáticos afectan cada vez más las fuentes de agua y los suelos en regiones tropicales. Las variaciones de temperatura y precipitaciones demandan estrategias hídricas adaptativas. La interacción entre estos factores y las condiciones territoriales complejiza la gestión hidrológica, exigiendo un análisis más preciso ante fenómenos meteorológicos extremos.

Tittonell et al. (2016, 2020) sostienen que los sistemas agroecológicos permiten abordar dimensiones ambientales, socio productivas y políticas para impulsar el desarrollo regional. Desde esta perspectiva, la agroecología facilita a las familias campesinas la producción de alimentos mediante prácticas regenerativas del suelo y el agua, promoviendo su autonomía y reduciendo la dependencia de insumos externos y tecnologías controladas por grandes empresas transnacionales. Además, este enfoque contribuye a la sostenibilidad de las comunidades, garantizando la seguridad alimentaria a largo plazo y favoreciendo la adaptación al cambio climático.

Así también, los sistemas agroecológicos, como nuevo paradigma tecnoambiental y socio productivo, requieren formas de participación colectiva que redefinan la relación entre los grupos sociales y la naturaleza. Esto implica la reivindicación del pensamiento y los valores de los pueblos indígenas originarios. Basado en la convivencia, la solidaridad y la armonía con el entorno, este enfoque fortalece la capacidad de adaptación al cambio climático (Acevedo y Jiménez, 2019).

La conducta moral del desarrollo agrícola involucra crear e innovar para entender las interrelaciones (a veces difíciles) entre los pueblos ancestrales y el ecosistema. El conocimiento ecológico impulsa la interconexión de un sistema pletórico de acciones ecotecnológicas, socio productivas y culturales, que transforma la visión de la sociedad hacia un pensamiento plural y multidimensional, y que, además procura afrontar la debacle climática. Esta postura filosófica, estimula la formulación de un pensamiento ecológico basado en una productividad holística, como requisito para instaurar un modelo de producción sostenible que permita alcanzar mejores niveles de vida, con sociedades justas e igualitarias (Valdivia y Le Coq, 2021).

Ahora bien, los sistemas agroecológicos adquieren relevancia por la forma como conciben el desarrollo agrícola en sintonía con el ambiente y por el enfoque de las conexiones explícitas alrededor de los diferentes componentes. Además, estos sistemas constituyen una alternativa de desarrollo socio productivo, que recupera los valores y convicciones de las familias étnicas originarias en su interacción colectiva con el contexto natural que les rodea. A partir de esta corriente epistemológica, surge la agroecología como una estrategia eficaz y eficiente para la revolución de las sociedades, y un escenario desde donde se inicie otra concepción para la inclusión sociopolítica de las poblaciones marginadas durante muchos años (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina [RAPAL], 2020).

Sistemas agroecológicos y sostenibilidad ante el cambio climático

Los sistemas agroecológicos fomentan la comprensión de los elementos científicos y el progreso social, promoviendo estrategias viables para los pensamientos concretos de las interrelaciones entre los pueblos y los recursos naturales. Los cimientos ideológicos de las indagaciones y el crecimiento de los sistemas agrícolas tienen que avanzar y culminar con la inclusión de los productores, su forma de pensar y actuar ante el cambio climático, e integrando sus aportes como soluciones. La agricultura ecológica ha crecido en todos los ámbitos del quehacer productivo, alcanzando un vasto compendio de ideologías influyentes con grandes matices epistemológicas.

La sostenibilidad necesita un discernimiento consciente, basado en la perspectiva integral de comprender al ser humano, incluyendo elementos afines a los espacios del accionar socioeconómico y político del mismo, pero orientados a la preservación actual y futura del hábitat natural (RAPAL, 2020). En este sentido, es indispensable impulsar voluntades que procuren alcanzar mayor satisfacción social en los pueblos, y ello representa un eco del funcionamiento del proceso productivo y de la eficiencia de las tácticas utilizadas para alcanzar la sostenibilidad de las áreas agrícolas. Es decir, la reducción de los niveles de hambruna y pobreza significa el progreso individual y colectivo, traducido en mejor calidad de vida y preservación de los recursos naturales, que en definitiva representa el bienestar social de las poblaciones.

La sostenibilidad de los recursos naturales tiene que abordarse de acuerdo a las características específicas de cada escenario territorial, a niveles significativos para que pueda lograrse, y tienen que establecerse las técnicas

adecuadas para evaluar su desarrollo en el tiempo (Matera y López, 2010). Los aspectos fundamentales incluyen la concepción holística y todos aquellos elementos de la interacción con la naturaleza; el concepto de igualdad encierra la disponibilidad de los medios de producción para todos, los derechos fundamentales y todo lo que implique calidad de vida. La esencia de los niveles temporales y territoriales se centra en que, el primero comprende horizontes poblacionales y naturales, y el segundo considera las repercusiones colaterales, además de los efectos locales en comunidades y ecosistemas (Anderson et al., 2019).

La sostenibilidad ha pasado a ser un proceso de controversias sociales y polémicas ecológicas debido a la disposición y el control de la agro biodiversidad (Leff, 2013). La mejor salida a estos conflictos puede estar enfocada en la descomposición de la sensatez económica y la reconstrucción de un pensamiento ecotecnológico soportado en la capacidad de producción de los sistemas agroecológicos, cimentado en los valores y convicciones para la sostenibilidad, en los cuales el esfuerzo y el área geográfica se conciben como política territorial local (Cipaguata y Cepeda, 2020). Además, donde la autonomía alimentaria y el territorio se fundamenten en la conservación de las raíces culturales y el progreso colectivo. La reivindicación de la agro biodiversidad representa un derecho a pensar y actuar diferente, proporciona distinción y libertad para la lucha por la igualdad social que en definitiva favorecen la apreciación de los recursos naturales y la reconstrucción del entorno (Morales, 2004; Valdivia y Le Coq, 2021).

Sistemas agroecológicos urbanos como alternativa al cambio climático

El cambio climático representa las consecuencias de muchas políticas gubernamentales mal enfocadas y que aún continúan ejecutándose bajo sagaces alegatos del llamado progreso sostenible. El calentamiento del planeta se origina desde el mismo momento cuando se planifica y se invade las áreas geográficas, así como el sustento energético de las sociedades arraigadas en el consumismo y que pregonan hacia calidad de vida. La declinación de los ancestros culturales producto de la imposición de una perspectiva alejada de la pluri identidad, conduce a la previsible desintegración del territorio, mostrada en la descomposición social, la falta de disposición para agruparse y exigir sus reivindicaciones ante los órganos que tienen el poder para las decisiones (Páez, 2021).

A nivel urbano, los impactos de los fenómenos meteorológicos son asumidos como elementos externos, accionando de manera rápida con estrategias demagógicas para reducir el consumo y reciclar los recursos disponibles. El establecimiento de un modelo consumista como filosofía dominante del mundo moderno para la calidad de vida y la promoción de crecimiento económico de los Estados utilizando como parámetro el producto interno bruto (PIB), incrementa las dificultades ambientales al pretender conformar la sociedad dentro de un marco artificial de desarrollo permanente; al mismo tiempo, impulsa la desintegración social como unidad de supremacía y sumisión hacia el estatismo de una realidad en condiciones de normalidad (Páez y Rivera, 2019).

Los sistemas agroecológicos urbanos se perfilan conceptualmente como una estrategia viable para el discernimiento consensuado de planes públicos eficientes e incluyentes, y en la praxis permiten la reorganización territorial desde la conjugación de la agricultura urbana y rural mediante el espacio para la producción de alimentos (Ángel, 2013). El vínculo ciudad/campo tiene que volver a constituir un círculo cerrado de movimientos culturales y eco-tecnológicos, como resultado de una perspectiva integracionista para reconformar territorialmente las tácticas adecuadas y enfrentar los efectos vigentes del sistema agroindustrial capitalista (Vallet et al., 2020).

Estrategias de adaptación y mitigación para enfrentar el cambio climático

El ajuste al cambio climático es una estrategia nada nueva, durante años los agricultores han adecuado su forma de producción para atenuar los impactos sociales, económicos y ambientales provocados por las recurrentes apariciones de fenómenos meteorológicos adversos (López, 2015). La discrepancia radica en que hoy en día las variaciones climáticas están ocurriendo de manera acelerada e intensa, por lo cual no es posible precisar con qué rapidez los productores del campo pudieran adaptarse a los eventos climáticos (Jones et al., 2012).

La agricultura ecológica emerge como la alternativa más viable de ajuste y atenuación al cambio climático, ya que la poca dependencia en el uso de agroquímicos y el aprovechamiento de los quehaceres ancestrales para sacar ventaja a la agro biodiversidad y su sostenibilidad, ajustándola a variaciones de temperatura y precipitaciones, representan aspectos claves para afrontar de mejor forma el dilema que implica esas alteraciones ambientales extremas (Daza y Vargas, 2012; Anderson et al., 2019).

En los países latinoamericanos, la implantación de tácticas eficientes para el ajuste y atenuación a los fenómenos climáticos extremos precisa la consideración de las características particulares de cada país y las circunstancias de los eventos meteorológicos. Para ello es vital reconocer que Latinoamérica necesita sostener un ritmo de crecimiento constante durante los próximos años, de acuerdo con el alcance de algunos objetivos socio productivos establecidos por la FAO (2018), por otro lado, tiene que buscar una solución concertada a la problemática ambiental originada por el calentamiento global de la madre tierra (Tittonell, 2019).

En este contexto, el cambio climático tiene que abordarse como un factor negativo externo integral; por lo tanto, la respuesta necesita la conjugación de planes y programas de los Estados para que sean implementadas en las áreas productivas de cada territorio. No obstante, la dimensión de las transformaciones que esto representa involucra repensar los sistemas para la producción de alimentos y con ello reestructurar profundamente los modelos de desarrollo aplicados hasta ahora (Sánchez y Reyes, 2015, Anderson et al., 2019). Así, para los países latinoamericanos el reto para afrontar los eventos climáticos es similar al desafío para alcanzar el progreso sostenible de las poblaciones menos favorecidas.

Asimismo, existe una incongruencia transitoria que señala un accionar rápido para reducir el efecto invernadero, a pesar que los eventos meteorológicos

presenten larga duración, tratando de implementar las tácticas de ajuste y contrarrestar los efectos negativos de las fluctuaciones en los regímenes de temperatura y precipitaciones. Pero, este planteamiento precisa de una mejor infraestructura y otra fuente de energía alternativa que lleva tiempo para su aplicación y consolidación, visualizando otros panoramas hacia las próximas décadas (Tittonell, 2020).

Por otra parte, diferentes investigaciones han demostrado que los países latinoamericanos presentan una gran paradoja y otra tremenda realidad poco simétrica; por un lado, estos países generan gases de efecto invernadero de manera poco notable, y por el otro sus poblaciones más pobres son mayormente sensibles a los impactos de los fenómenos meteorológicos (Galindo et al., 2014). Hoy en día, Latinoamérica registra una vasta cartera de planes y programas gubernamentales asociada al cambio en el clima, bien sea para ajustarse y/o atenuar los fenómenos climáticos (Vallet et al., 2020).

Al respecto, las estrategias como política pública para ajustarse a esos efectos están orientados a áreas claves para el desarrollo, entre ellas la agro biodiversidad, agricultura, fuentes de agua, salud y conservación de recursos naturales; de igual manera, para atenuar los impactos negativos las tácticas se direccionan esencialmente a sectores estratégicos como comunicación, energía, agrícola, aprovechamiento de suelo y agua, sistemas silvopastoriles y agroforestal (Sánchez, y Reyes, 2015; Cipaguata y Cepeda, 2020). No obstante, aún se mantiene un elevado dilema sobre los resultados de esos planes y su complementación con una maniobra de progreso sostenible para esas sociedades.

Resiliencia agroecológica ante el cambio climático

La resiliencia está definida como la capacidad de un modelo para mantener su organización y nivel operativo después de algún evento adverso, ésta implica dos enfoques: firmeza a los eventos intensos y la habilidad de reparación del sistema (Lin, 2011). Generalmente un sistema agrícola es “resiliente” si está preparado para continuar su nivel de producción, aún cuando enfrente fenómenos climáticos extremos como “El Niño” y “La Niña” (Tittonell, 2020). En los sistemas agroecológicos existe una fuerte relación entre la perturbación y la resiliencia, debido a que la agrobiodiversidad es esencial para el funcionamiento de los agroecosistemas y la producción de alimentos (Altieri y Nicholls, 2013). Las relaciones más importantes entre la agrobiodiversidad y la resiliencia han sido agrupadas por Vandermeer (2022):

- La agro biodiversidad aumenta la función del ecosistema ya que muchas especies desempeñan roles distintos y ocupan nichos diferentes.
- Normalmente existen un mayor número de especies que roles por lo tanto se presenta una superfluidad en los ecosistemas.
- Esos elementos que resultan repetidos por determinado tiempo, se vuelven esenciales cuando se presenta un fenómeno climático.

Una vez que se originan los fenómenos climáticos, la superfluidad provocada por la diversidad de especies, admiten el funcionamiento del agroecosistema generando la producción ecológica esperada. De esta manera, la agro biodiversidad provee un mecanismo facilitador para afrontar los cambios de las condiciones climáticas, ya que los cultivos, plantas y animales manifiestan diferentes respuestas a esas variaciones, logrando una generalidad más previsible o impulsando las características del agroecosistema. Por lo tanto, la aplicación de diferentes tácticas en los sistemas agroecológicos es crucial porque esa agro biodiversidad se convierte en un ambiente ecológico más heterogéneo aumentando las alternativas de manejo (Valdivia y Le Coq, 2021).

La capacidad de ajuste y atenuación al cambio del clima está fuertemente asociada con la disposición para conformar organizaciones sociales que ayuden resistir y reponerse ante los fenómenos meteorológicos intensos, especialmente en aquellas poblaciones que dependen de los recursos naturales para su subsistencia. Esto se produce porque los sistemas agroecológicos son el resultado de una acción progresiva de interacción entre los pueblos indígenas originarios y la naturaleza, generando lo que algunos autores han llamado "resiliencia socioambiental" (Nicholls et al., 2015). Entonces, la vulnerabilidad se produce en gran proporción por la poca habilidad colectiva para enfrentar y/o ajustarse a las variaciones del clima, sumado a la intensidad del fenómeno climático y los elementos ambientales del sistema (Nicholls y Altieri, 2018).

De acuerdo con Cipaguata y Cepeda (2020), aunque existen dudas sobre el éxito del escalamiento hacia la transición agroecológica, el conocimiento actual indica la importancia de diseñar políticas gubernamentales que procuren dar solución en el corto plazo a la problemática hidrológica y la fluctuación térmica relacionada con los fenómenos del clima, así como dirigir los planes para el aprovechamiento de los recursos hídricos y de la posesión de las áreas geográficas, pero con perspectivas a largo plazo, y este ajuste es el mayor desafío que tienen los gobiernos frente al cambio climático, ya que frecuentemente se producen variaciones climáticas que afectan de manera diferente en modo e intensidad, a los sistemas agrícolas establecidos en los territorios más marginales (Anderson et al., 2019).

En el transcurso de los próximos años, el cambio del clima se traducirá en un indicador de inseguridad social en las poblaciones, operando como factor de amenazas, incrementando las impotencias y resistencias alrededor de los territorios más vulnerables (IPCC, 2021). Se puede estimar que empeore la pobreza, que tenga un efecto significativo en los patrones de migración local y regional, y que golpee a las poblaciones más frágiles, las cuales pueden caer en la inestabilidad, conflictos sociales y un aumento severo de la miseria (FAO, 2018).

En este contexto, los fenómenos del clima no sólo son marcadores del ambiente sino también catalizadores de hechos, interviniendo sobre los sistemas naturales, y al mismo tiempo en la organización social, promoviendo tareas perentorias para ajustarse y atenuar las fluctuaciones de precipitaciones y temperaturas, que han llegado para quedarse (FAO, 2018). Estos sucesos

meteorológicos se manifiestan en vulnerabilidad socio productiva, salud humana, acentuando el desequilibrio del progreso, y exaltando la perplejidad de los bienes y servicios ambientales requeridos para la estabilidad social de las familias campesinas.

De acuerdo con la CEPAL (2019), no se podrá evadir los efectos del cambio en el clima sólo con ajuste y atenuación; no obstante, éstas pueden complementarse y disminuir de forma considerable las amenazas de los fenómenos ambientales como “El Niño y La Niña”. Por lo tanto, las políticas y tácticas relacionadas con el clima deben comprender la diversificación de la producción, por ejemplo, mediante sistemas agroforestales bien adecuados, genotipos de especies sostenibles y adaptados al clima o la regeneración de los suelos y aguas (CIAT, 2020).

Sistemas agroecológicos heterogéneos y resiliencia ante el cambio climático

Actualmente, los sistemas de producción agroecológicos han venido aumentando en todos los países latinoamericanos, promovidos por algunos elementos claves como: la aceptación de los agricultores de instaurar sistemas más sostenibles y disminuir los gastos de la siembra, la exigencia de los consumidores hacia alimentos nutritivos e inocuos, las políticas públicas de fomento a la agroecología como estrategia para asegurar la producción de alimentos, y la gradual concienciación de la urgencia de que los agroecosistemas puedan ajustarse a las tensiones del cambio en el clima (RAPAL, 2020).

En la planificación y operación de los sistemas agroecológicos, es preciso tomar en cuenta su organización territorial y edafoclimática que beneficien diferentes escalas de las interrelaciones operativas entre las especies cultivadas y aquellas que conforman el paisaje natural (Vásquez et al., 2012). Al mismo tiempo, asumiendo que los agroecosistemas tienen ordenación y operatividad ecológica propia, que pudiesen interactuar o no con la organización de la vegetación circundante, entonces se precisa configurar el entramado de las conexiones ecológicas que los agrupan (León-Sicard et al., 2015).

Los sistemas agroecológicos heterogéneos han encontrado la forma de ajustarse y atenuar los efectos de los fenómenos del clima, ejemplo de ellos lo constituyen los sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y policultivos. Los sistemas agroforestales presentan una gran solidez en su organización, que se ha utilizado como apaciguador ante las frecuentes variaciones de temperatura, donde las plantas se desarrollan a niveles cercanos al óptimo requerido (Moreira y Castro, 2017). Asimismo, con las siembras intercaladas se logra producir diferentes rubros al mismo tiempo, reduciendo el riesgo para los cultivos y los productores (Sergieieva, 2022). De igual manera, los cultivos múltiples presentan una mejor fijación en los rendimientos y poca reducción de la productividad en épocas de escasas precipitaciones, algo contrario a lo que ocurre con los monocultivos (FAO, 2017).

De acuerdo con Noguera et al. (2019), se pueden concebir los sistemas agroecológicos como tácticas de planificación para la operatividad de la producción sostenible de alimentos con fundamentos ecotecnológicos. Aquí

destaca el papel de la planeación del sistema y la capacidad del mismo en función de los elementos como la exigencia energética para el alcance de una eficiente reutilización de los recursos y el control de patógenos; adicionalmente, la distribución territorial y temporal de las siembras, con énfasis en los indicadores de tensión progresiva de las familias campesinas que participan en el sistema y la coexistencia entre sus elementos.

El aumento en la producción de los cultivos se logra con la aplicación de tácticas y arreglos en los sistemas de siembra, tanto en el territorio como en el tiempo; un ejemplo lo constituye el sistema de cultivos múltiples, donde con el empleo de diferentes rubros en la misma siembra, se alcanzan varios propósitos productivos sin necesitar algún sofisticado acondicionamiento (Gutiérrez et al., 2008). Este sistema de cultivo permite un mejor manejo de las malas hierbas, insectos y patógenos que atacan a las plantas, facilitan un mayor aprovechamiento de los recursos agua y suelo, mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo y aumentan la estabilidad de los rendimientos, lo cual incide sustancialmente en los ingresos y el bienestar social de las familias campesinas (Mier et al., 2018).

En la mayoría de los países, los policultivos se han perfilado como la alternativa fiable para asegurar la alimentación de sus habitantes debido a su sostenibilidad en la preservación de los suelos y las fuentes de aguas en contraposición con los monocultivos (Vandermeer et al., 2019). Esta inevitable comparación reafirma los provechos que pueden obtener los agricultores si ponen en práctica los sistemas agroecológicos múltiples ya que un rubro altera el microclima que favorece al rubro vecino, facilitando su manejo.

Experiencias de sistemas agroecológicos para la resiliencia climática

La conservación de la agro biodiversidad en los predios facilita la formación de diferentes condiciones climáticas a pequeña escala que modera las fluctuaciones térmicas en la época de verano, manteniendo los niveles de saturación hídrica del sistema. Asimismo, la combinación simultánea de especies en el terreno reduce el efecto de la lluvia sobre el suelo, manteniendo su integridad y fertilidad al disminuir la escorrentía y la erosión; aparte de incrementar la acción de la flora microbiota que se encarga de descomponer los restos orgánicos en el suelo y que pueden ser aprovechados por los cultivos (Moreira y Castro, 2017).

En los países latinoamericanos, el cultivo del café bajo sombra es común a pequeña y gran escala. El control del sombreado es la estrategia para la operatividad de los sistemas agroecológicos en este cultivo, por lo tanto, se utilizan algunos arreglos temporales que permiten el establecimiento de especies con sombra provisoria que favorece las primeras etapas del café y otras para el sombreado definitivo.

En una evaluación socio ambiental en el bosque mesófilo de montaña (BMM) de Veracruz (México) se demostró la resiliencia de los cafetales bajo sombra, ya que este sistema mantiene una alta agrobiodiversidad al combinar el cultivo con la vegetación nativa del BMM o especies introducidas (Hernández-Sánchez et al., 2022). La existencia de plantas de diferentes tamaños forma capas en el dosel

que permiten el hábitat de muchas especies de flora y fauna agrupadas en diferentes categorías taxonómicas (Sosa-Fernández et al., 2017). Esto corrobora la teoría de estimación de los procesos ambientales con enfoques agroecológicos para el manejo del cafeto bajo sombra.

Por otra parte, la producción silvopastoril es un sistema planificado y orientado para la siembra de especies arbóreas forrajeras y el aprovechamiento del forraje como alimento para la ganadería, siendo explotados como un sistema integral (Rusch y Skarpe, 2009). Por lo tanto, el nivel de integridad es una de las características que permite asociar a esta forma de cultivar la tierra a los enfoques agroecológicos, ya que los diseños agroforestales incorporan un manejo sostenible de los suelos y aguas, acatando las normas ecológicas del contexto natural, conservando la equidad entre la agricultura y el ambiente (Noguera et al., 2019).

En este mismo orden, Murgueitio et al. (2014), plantearon un diseño para la producción ganadera llamado sistemas silvopastoriles intensivos (SSP), en este modelo la perspectiva de sostenibilidad está cimentada en el manejo intensificado de la explotación ganadera, pero con la consideración de los aspectos del paisajismo agropecuario, y prevaleciendo al mismo tiempo, selvas naturales, ciénagas, llanuras, áreas de curso vegetal, barreras vivas, áreas forrajeras, pastizales, entre otros; en este caso, el eje de ordenamiento paisajista constituye el elemento fundamental para alcanzar y consolidar el desarrollo del modelo.

Por su parte, Moreira y Castro (2017) han demostrado que los modelos agroforestales de bananos y cacao en Costa Rica tienen buena resiliencia a los fenómenos del clima, ya que la cantidad de especies que los integran incrementan su agrobiodiversidad, contribuyendo con la economía familiar y permitiendo la atenuación a los eventos climáticos. De esta manera, la explotación de bananos y cacao bajo sistemas agroforestales vigoriza estos atributos en beneficio de las familias campesinas.

Este enfoque agroecológico para la producción de bananos y cacao se perfila como una estrategia viable ante las variaciones del clima, debido a que permite a los productores rurales explotar de forma sostenible los pocos recursos que tienen a la mano; así como variar los ingresos económicos, de manera que, frente a un impredecible evento meteorológico intenso, las familias campesinas puedan generar sustento del rubro que mejor se adapte y sea más resiliente, sorteando las pérdidas totales.

Por otro lado, la organización social desempeña un rol fundamental para la ejecución de estrategias necesarias para el ajuste y la atenuación ante los eventos adversos del clima, fortaleciendo la productividad de sus integrantes. La consolidación de las asociaciones y su conexión en redes permite la acogida de alternativas para ajustarse al fenómeno climático, a través del compartir de saberes, acercamiento de información, acceso a créditos, comercialización y tecnologías actuales. Estas tácticas facilitan a los agricultores rurales conservar algún ingreso económico, sin alterar el régimen de uso de la tierra ni deteriorar los recursos naturales (Hernández-Sánchez et al., 2022).

Una experiencia interesante lo constituye la conformación de escenarios (Ferias) para la comercialización de los productos agroecológicos. Estos espacios promueven el progreso territorial local y ayudan a fortalecer las interrelaciones comunales de una zona geográfica particular, creando vínculos entre agricultores y consumidores, estableciendo lealtad con los compradores e impulsando transacciones comerciales equitativas (Andrade, 2022).

A partir de estos proyectos, surgen los sistemas participativos de garantías (SPG) que son estructuras de participación para autenticar y apoyar sus bienes y servicios mediante una marca con sus peculiaridades, que integra el aspecto social en su presentación (Pino, 2017). Un ejemplo es la organización BioVida (Ecuador), que tiene un SPG con 37 garantías para certificar el cultivo, venta y consumo de alimentos nutritivos e inoocuos, teniendo presente las prácticas agroecológicas para la preservación de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

Los sistemas agroecológicos son vía necesaria para transformar el modelo agrícola y enfrentar los desafíos del cambio climático. Su integración de conocimientos ancestrales con políticas públicas permite fortalecer la autonomía productiva, reducir la dependencia de insumos externos y garantizar la producción de alimentos saludables y sostenibles.

Más allá de su impacto en la seguridad alimentaria, la agroecología contribuye activamente a la resiliencia climática al promover prácticas regenerativas que restauran los suelos, conservan la biodiversidad y optimizan el uso del agua. Aquí radica su fuerza: las comunidades campesinas, al liderar su implementación, generan soluciones adaptadas a cada territorio que la agricultura industrial no podría replicar.

Para que estos modelos agroecológicos sean efectivos y escalables, es imprescindible el respaldo de políticas públicas que fomenten su adopción, inviertan en investigación y promuevan la educación agroecológica. Sin este apoyo estructural, la transición hacia una agricultura verdaderamente sostenible será limitada y desigual.

Ante la crisis climática actual, la urgencia de adoptar enfoques agroecológicos no puede ser ignorada. Su adopción urgente se configura no como alternativa opcional, sino como condición para garantizar la seguridad alimentaria, proteger los ecosistemas y construir un futuro agrícola resiliente y equitativo.

Conflicto de intereses / Competing interests:

El autor declara que no incurre en conflictos de intereses.

Rol de los autores /Authors Roles:

No aplica

Fuentes de financiamiento / Funding:

El autor declara que no recibió un fondo específico para esta investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

El autor declara no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Acevedo, Á. y Jiménez, N. (2019). *Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia*. Editorial Universidad del Rosario. <http://doi.org/10.12804/tp9789587842326>
- Altieri, M. A., y Nicholls C. I. (2018). Agroecología y cambio climático: ¿Adaptación o transformación? *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(2), 235-243. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., y Pimbert, M. P. (2019). From Transition to Domains of Transformation: Getting to Sustainable and Just Food Systems through Agroecology. *Sustainability*. 11(19), 52-72. <https://doi.org/10.3390/su11195272>
- Andrade, P. J. (2022). Resiliencia de los sistemas agroecológicos y sistemas agrícolas campesinos convencionales frente al cambio climático en la parroquia Ayora, provincia de Pichincha. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8997/1/T3934-MCCSD-Andrade-Resiliencia.pdf>
- Ángel M., A. (2013). *El reto de la vida, ecosistema y cultura. Una introducción al estudio del medio ambiente*. Ecofondo. <https://bit.ly/3qXNRfJ>
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A. y Smith, P. (2018). *Cool farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential*. Greenpeace International.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 2020). Observatorio del cacao fino y de aroma para América Latina. http://bit.ly/ciat_cgiar_climaLo-ca
- Cipaguata, J. M. y Cepeda, J. (2020). El cambio climático en Colombia. <https://shorturl.at/Cq0mC>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019). Medidas de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y El Caribe: una revisión general. <https://shorturl.at/X9VPu>
- Daza, O. F. y Vargas, L. A. (2012). La agroecología: una estrategia para afrontar el cambio climático. *Libre Empresa*, 9 (1). <http://www.Dialnet-LaAgroecologiaUnaEstrategiaParaAfrontarElCambioCli-4237380.pdf>

- De Schutter, O. (16 de octubre de 2020). It's time to tackle climate change and agricultural development in tandem. The Guardian. <https://digitallibrary.un.org/record/766914?v=pdf>.
- Galindo, L.M., Samaniego, J. L., Alatorre, J. E., Ferrer, J. y Reyes, O. (2014). *Cambio climático, agricultura, y pobreza en América Latina*. Estudios del Cambio Climático en América Latina (LC/W.620)
- Genevieve, L. M. (2019). El momento de la agroecología es ahora. [IPS En línea]. <http://www.ipsnoticias.net/2019/09/el-momento-de-la-agroecologia-es-ahora/>
- Gutiérrez, C. J., Aguilera, G. L. y González, E. C. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15 (46). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352008000100004
- Hernández-Sánchez, M.I., Travieso-Bello, A.C., y Angón-Rodríguez, S.A. (2022). *Adaptación al cambio climático en el cultivo de café: Buenas prácticas agrícolas*. CityAdapt. <https://shorturl.at/MSpbg>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Informe Especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5 °C. [OMM, PNUMA En línea]. <https://bit.ly/3plS9xg>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). *Informe especial del IPCC sobre Cambio Climático y la tierra. Alianza clima y desarrollo*. Robert T. Watson (Ed.). IPCC. Nueva York
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2021). *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Resumen para responsables de Políticas. Robert T. Watson (Ed.). IPCC. Nueva York
- Jones, H. P., Hole, D. G., y Zavaleta, E. S. (2012). Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, 2(7) 504-509. <https://www.ceres.org/climate?msclkid=f8b3af015da6192a4e82c88d7df78857>
- Leff, E. (2013). *La Geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: Economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza*. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/osal/20110313071126/37Leff.pdf>
- León Sicard, T. E., Córdoba Vargas, C., & Cepeda Valencia, J. (2015). Aplicaciones recientes de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) en Colombia. In *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata)*..Lin, B. B. (2011). Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental

Change. *BioScience*, 61, 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>

- López, F. A. (2015). *Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina*. CEPAL/UE. <https://shorturl.at/SbUPZ>
- Marasas M. B., Dubrovsky, B. y Fernández, R. (2014). Transición Agroecológica: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. *INTA*.
- Masera et al, (2010). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales, México. *GIRA-Instituto de Ecología*. <https://shorturl.at/VN9U4>
- Mier, J., Terán, G. C., M., Giraldo, O. F., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B. G., Rosset, P., Khadse, A. y Campos, C. (2018). Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 637–665. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1443313>
- Morales, J. (2004). Aportaciones y orientaciones metodológicas de la agroecología en México. *notas del Seminario de investigación del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Comunicación personal, México: Universidad Autónoma del Estado de México*.
- Moreira, D., Castro, C., & EUROCLIMA-IICA, P. (2017). Sistemas agroforestales: Adaptación y mitigación en la producción de banano y cacao. *Un día en la finca*. <https://hdl.handle.net/11324/3049>
- Murgueitio, R. E.; Chará, J. O.; Barahona, R. R.; Cuartas, C., y Naranjo, J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and subtropical agroecosystems*. 17(3), 501-507.
- 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. REDAGRES y SOCLA. Lima. Perú.
- Nicholls, C. I., y Altieri, M. A. (2018). Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42 (10), 1170-1193. DOI: 10.1080/21683565.2018.1499578
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017). Resumen. Sistemas agroforestales, seguridad alimentaria y cambio climático en Centroamérica. Tegucigalpa, Honduras, *PESA*. <http://www.fao.org/3/a-au008s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018). The 10 elements of agroecology. <https://www.fao.org/agroecology/overview/10-elements/es>
- Páez, A. F. (2021). Agroecología urbana frente al cambio climático. Aporte al ordenamiento territorial agroecológico en las ciudades. *Rev. Ciudades*

- Estados* *Política,* 7(3).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2462-91032020000300035
- Páez, A. y Rivera, A. (2019). Ordenamiento ambiental agroecológico en la vereda Fátima como aporte metodológico para la permanencia sustentable en el territorio de las comunidades asentadas en áreas protegidas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
<https://bit.ly/3t0erXG>
- Pino, M. (2017). Los Sistemas Participativos de Garantía en el Ecuador. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 22 (1), 120-145.
<https://doi.org/10.17141/letrasverdes.22.2017.2679>
- Red de Acción en plaguicidas y sus Alternativas de América Latina (RAPAL, 2020). Agroecology: Latin American farmers demonstrate the benefits of agroecology. https://www.panna.org/wp-content/uploads/2022/12/RAPAL_Agroecology_CaseStudies_2021_EN_G.pdf
- Rusch, G. y Skarpe, Ch. (2009). Procesos ecológicos asociados con el pastoreo y su aplicación en sistemas silvopastoriles. *Forestaría en las Américas*. 47, 12-19.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6709/Procesos_ecologicos.pdf?sequence=1
- Sánchez, L. y Reyes, O. (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. CEPAL/UE.
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/889969d0-e5a0-48cf-a01d-54432324a595/content>
- Sergieieva, K. (2022). Cultivos Intercalados y su uso en la agricultura.
<https://eos.com/es/blog/cultivos-intercalados/>
- Sosa-Fernández, V., López-Morgado, R. Toledo-Aceves, T., y Bárcenas-Pazos, G. (2017). Oportunidades de conservación del bosque de niebla a través del manejo alternativo: Los agro-ecosistemas cafetaleros. *Agro Productividad*, 10(1), 62-67
- Tittonell, P. (2020). Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*, 184.
<https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102862>
- Tittonell, P., Giobellina, B., Pérez, M., Maceira, N., Pérez, M. y Cerdá, E. (2016). Agroecología, una alternativa viable. *Revista RIA*, 42(3).
- Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: Múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1), 231-246. <https://shorturl.at/uWBt5>
- Valdivia-Díaz, M y Le Coq, JF. (2021). *Hacia una hoja de ruta para el escalamiento de la Agroecología en Colombia: un análisis de las políticas, programas y factores limitantes actuales*. Programa de investigación del

CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) y Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.

Vallet, A., Locatelli, B., Barnaud, C., Makowski, D., Conde, Y. Q., y Levrel, H. (2020). Power asymmetries in social networks of ecosystem services governance. *Environmental Science & Policy*, (114), 329-340. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.08.020>

Vandermeer J. (2022). *Tropical agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton.

Vandermeer, J., Smith, G., Perfecto, I. y Quintero, E. (2019). *Effects of industrial agriculture on climate change and the mitigation potential of small-scale agro-ecological farms*. Ann Arbor, MI: The New World Agriculture and Ecology Group. DOI:10.1079/PAVSNNR20116020.

Vásquez, M. L. L.; Matienzo, Y.; Simonetti, J. A.; Rubio, M. V.; Paredes, E. y Fernández, E. (2012). Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. *Agricultura Orgánica*, 3, 14-18.