

ECOSISTEMAS AGROALIMENTARIOS Y CRISIS GLOBAL

¿RESILIENCIA A QUÉ Y DE QUÉ?

Resumen

La situación ecológica y climática a nivel mundial ha alcanzado su punto máximo en el debate y la conciencia pública. Las consecuencias del cambio climático se sienten en todo el mundo, y algunos territorios rurales y sectores agroalimentarios han sido especialmente afectados. El sector agrícola ha sido particularmente vocal en la advertencia sobre el impacto del cambio climático en los ecosistemas y la producción alimentaria. En este contexto, el artículo se centra en el agroecosistema como un sistema socioecológico y su capacidad para resistir a la crisis ambiental global. La resiliencia socioecológica del agroecosistema se debe entender en términos ecológicos y sociales. Por un lado, la capacidad del ecosistema para absorber, resistir y recuperarse de perturbaciones y factores estresantes externos. Por otro lado, la habilidad de grupos o comunidades que los habitan y transforman para autoorganizarse, aprender, adaptarse y resistir estresores externos. La resiliencia socioecológica del agroecosistema reconoce la interdependencia entre los sistemas sociales y ecológicos, y busca promover la gestión integrada de los recursos naturales, la participación efectiva de los actores locales en la toma de decisiones y el compromiso del Estado en la generación de políticas públicas. El artículo plantea también los elementos claves a considerar para una gestión integrada de nuestros agroecosistemas.

Palabras Clave: cambio climático, producción de alimentos, sistema socioecológico, resiliencia socioecológica, gestión ambiental integrada, políticas públicas.

Summary

Agri-food ecosystems and global crisis ¿resilience to what and from what?

The global ecological and climate situation has reached its peak in debate and public awareness. The consequences of climate change are felt all over the world, and some rural territories and agri-food sectors have been especially affected. The agricultural sector has been particularly vocal in warning about the impact of climate change on ecosystems and food production. In this context, the article focuses on the agroecosystem as a socioecological system and its ability to resist the global environmental crisis. The socio-ecological resilience of the agroecosystem must be understood in ecological and social terms. On the one hand, the capacity of the ecosystem to absorb, resist and recover from disturbances and external stressors. On the other hand, the ability of groups or communities that inhabit and transform them to self-organize, learn, adapt and resist external stressors. The socio-ecological resilience of the agroecosystem recognizes the interdependence between social and ecological systems, and seeks to promote the integrated management of natural resources, the effective participation of local actors in decision-making and the commitment of the State in the generation of public policies. The article also raises the key elements to consider for an integrated management of our agroecosystems.

Keywords: climate change, food production, socioecological system, socioecological resilience, integrated environmental management, public policies.

Introducción

La situación ecológica, ambiental y climática a nivel planetario ha alcanzado su cúspide en el debate, en argumentos, visiones, posiciones e intereses cada vez con mayor visibilidad en diferentes espacios y medios de comunicación.

En los territorios rurales y sectores agroalimentarios desde la voz de sus habitantes es común escuchar como desde hace unas pocas décadas las lluvias son extemporáneas, las sequías prolongadas, no hay brisa fresca desde las montañas severamente deforestadas, pequeños ríos y quebradas ya no tienen agua todo el año, hierbas medicinales desaparecieron por el excesivo laboreo de los suelos y en consecuencia algunos pájaros locales, insectos y polinizadores han desaparecido por el uso continuo de agroquímicos persistentes. Estos asuntos novedosos, lo relacionan con el llamado cambio climático. En la sociedad, sobre todo en grandes ciudades, ante el desconocimiento o el excesivo contenido que se difunde relacionado, ha generado incluso lo que llaman “ecoansiedad” o ansiedad climática, por el temor crónico a sufrir un cataclismo ambiental y sus posibles consecuencias actuales y en el futuro.

Las primeras alarmas ante la opinión pública sobre el impacto de las actividades humanas en los diferentes sistemas socioecológicos se remonta al primer informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en el año 1990, y posteriormente la famosa cumbre de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la Cumbre para la Tierra, celebrada en Brasil en 1992. En estos espacios se demostró como los diferentes sectores de la sociedad contribuían en mayor o menor medida al deterioro ambiental y el efecto invernadero. Quedando muy claro que las naciones más industrializadas tenían una mayor responsabilidad e impacto y por lo tanto más intereses económicos que proteger. Posteriormente muchos han sido los documentos y estudios, que desde hacía décadas atrás han descrito desde la geología, biología, ecología, climatología, agronomía, oceanografía y otras áreas del saber, la trasgresión de algunos límites planetarios.

Desde el sector agrícola se ha venido advirtiendo a través de estudios, informes, cumbres, encuentros, foros, el daño irreversible de los ecosistemas y las consecuencias para la producción de alimentos y la seguridad alimentaria global por el agotamiento y contaminación de los recursos suelo y agua principalmente, y su impacto en la reducción de la calidad y cantidad de los cultivos, aumentar los costos de producción, mayor presión sobre los recursos naturales, especialmente en regiones donde la agricultura es altamente dependiente del agua y donde los suelos son vulnerables a la erosión y la desertificación.

Es objeto de estudio de este artículo el agroecosistema, visto como un sistema socioecológico y su capacidad para resistir en mayor o menor medida a los embates de la crisis ambiental global, a partir de definiciones claves, reflexiones y orientaciones para una gestión ambiental integrada. Se abordarán las características, componentes y rasgos de los territorios agroalimentarios, es decir, *de que* componente es o debe ser resiliente el agroecosistema, así como los factores externos que presionan al sistema, y por tanto *a que* debe ser resiliente, no

solo en aspectos climáticos ambientales sino factores político-económicos que debilitan o fortalecen la resiliencia socioecológica.

En primer lugar, el agroecosistema se define como un lugar físico y un sistema naturaleza-sociedad, en el que las personas dependen y modifican el entorno natural con el fin de producir alimentos, madera, flores y subproductos para la pervivencia, salud humana y actividad comercial. Por tanto, es un sistema socioecológico complejo que depende de límites ecológicos y biofísicos naturales en reciprocidad con intereses sociales, culturales, políticos y económicos (Godoy, 2021).

Al definir la resiliencia socioecológica, es necesario insistir en la comprensión de la dimensión social y la dimensión ecológica que abarca el concepto. Por un lado, resalta y rescata la importancia del análisis de lo ecológico, los componentes biológicos, ambientales y climáticos, en ese sentido el concepto está referido a la capacidad del ecosistema de absorber, resistir y recuperarse de perturbaciones y factores estresantes externos de modo que el sistema permanezca dentro del mismo régimen, manteniendo esencialmente su estructura, funciones, capacidad de proporcionar alimentos y otros servicios ecosistémicos. La dimensión social de los agroecosistemas se refiere a la habilidad de grupos o comunidades que los habitan y transforman para autoorganizarse, aprender, adaptarse y resistir estresores externos, como consecuencia de cambios ambientales, socioeconómicos o políticos. Esta capacidad se manifiesta, además, en acciones colectivas para aplicar diseños agroecológicos y prácticas agrícolas sostenibles, gestionar eficientemente los recursos naturales disponibles (en especial el suelo y el agua), proteger la diversidad biológica y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Todo esto implica la integración de conocimientos y prácticas tradicionales locales con los científicos y tecnológicos responsables con el medio ambiente. Cada sistema socioecológico es único, por lo que no existen dos iguales en el mundo (Holling 1973, Gunderson y Holling 2002, Walker et al. 2004, Folke et al. 2011, Altieri, 2021, Godoy 2021).

Este enfoque de resiliencia socioecológica reconoce la interdependencia entre los sistemas sociales y ecológicos, y busca promover la sostenibilidad a través de la gestión integrada de los recursos naturales, la participación efectiva de los actores locales en la toma de decisiones, y el compromiso del Estado en la generación de políticas públicas, planes, programas y proyectos que contribuyan a la adopción de modelos de producción agroalimentarios resilientes ante la crisis ambiental global.

Algunas experiencias explican cómo comunidades rurales y sus sistemas productivos a nivel local resisten y se recuperan de eventos extremos, aunque el daño y las consecuencias son globales como: la tasa de pérdida de biodiversidad y cambios en el ciclo biogeoquímico global del nitrógeno y el fósforo, incremento de la temperatura, cambio en las precipitaciones y nivel del mar, pérdida de bosques y acidificación de los océanos y desertificación de los suelos que desencadenan cambios no lineales, desafiando de este modo la resiliencia ecológica a escalas regionales, de allí la importancia de la labor local en detener el impacto de la agricultura y diseñar estrategias para la salud integral de los sistemas socioecológicos agroalimentarios.

De igual forma se consideran de importancia los estudios de resiliencia los dirigidos a resaltar los aspectos sociales, políticos, económicos culturales y de identidad, que determinan la capacidad de las personas, que habitan y transforman los agroecosistemas a resistir eventos extremos. Ya que, los agroecosistemas son más vulnerables en sus límites geográficos y cuando los grupos humanos carecen de armonía social y su identidad cultural se ha erosionado.

I. Reflexiones sobre el impacto de la crisis ambiental en la agricultura

El deterioro de los agroecosistemas y sus formas de vida se debe en gran medida a la industrialización de los modelos de producción, la intensificación de la producción de alimentos y agotamiento de recursos naturales generando insustentabilidad de los sistemas agrícolas, que deben adaptarse y superar condiciones adversas, ecológicas y sociales que esto conlleva. Se resalta además la importancia de reconocer la gran diversidad ecológica y cultural de los agroecosistemas, con una complejidad territorial local que debe ser abordada según cada caso (Godoy, 2021).

Sin embargo aunque se presenten unas condiciones y características locales, algunos problemas son de naturaleza global, bien por su origen natural: las corrientes marinas interconectadas entre todos los océanos, la generación de lluvias intercontinentales, fenómenos naturales de huracanes y ciclones que en algunos casos involucra regiones enteras; bien por su origen antrópico: gases de efecto invernadero (Cuadro 1), derretimiento de los glaciares e incremento del nivel del mar, destrucción de hábitats y acelerada pérdida de diversidad biológica, desertificación de los suelos, pérdida global de bosques, contaminación del agua dulce, entre otros. Esto a su vez, impacta en la cantidad y calidad de los alimentos producidos, genera pobreza y desigualdad, migraciones y desnutrición, es decir, la salud de los agroecosistemas será finalmente salud para todos los seres vivos incluyendo la humanidad.

El lado “injusto” del cambio global, es que no todos los territorios rurales son la causa del deterioro ambiental, algunos han conservado prácticas y estilos de vida en armonía con la naturaleza y convivencia con la diversidad biológica e igual sufren las consecuencias del caos ambiental global, pero la generalidad nos lleva a un modelo global que tiende a la industrialización y al uso intensivo de los suelos y agua y otros recursos naturales.

En contexto, el origen del problema, en lo que respecta al sector agrícola, es bastante reciente. No alcanza los 100 años para lo que ha significado en daños al planeta. Algunas primicias de la ciencia agronómica en la década de los 50 y 60 del siglo XX, ofrecían paquetes tecnológicos tendientes a incrementar la producción de alimentos en el mundo, y en ese sentido se obtuvo avances significativos en los rendimientos obtenidos, no obstante si bien se lograron establecer algunos perfiles muy acertados en algunos cultivos, los planes de implementación no consideraron límites biofísicos naturales, y aspectos culturales, que además fueron mediados por intereses económicos de grandes transnacionales vinculadas a la industria química y farmacéutica, que no permitió la equilibrada distribución de los alimentos producidos, la apropiación del conocimiento por parte de los territorios agrícolas y los ingresos, generando en muchos casos pobreza y hambre en los sectores rurales.

Cuadro 1. Contribución de la agricultura intensiva de alto uso de insumos químicos al incremento de gases de efecto invernadero en las últimas décadas. Elaboración propia, 2023.

COMPUESTO	FÓRMULA	ORIGEN	IMPACTO
Óxido nitroso	N ₂ O	Está vinculado directamente a la actividad agrícola. Se genera a partir de fertilizantes de nitrato de amonio, deforestación y quema de biomasa en los procesos de agricultura de alta dependencia de insumos químicos.	Gas de efecto invernadero con una permanencia media de 100 años en la atmósfera. Actualmente se le atribuye el 5% del efecto invernadero, además de atacar la capa de ozono, reduciéndolo a oxígeno molecular y liberando dos moléculas de monóxido de nitrógeno.
Metano	CH ₄	En la agricultura se genera en la ganadería intensiva, durante el proceso digestivo del ganado rumiante, conocido como fermentación entérica bajo dietas especiales en alimentos concentrados. En tal sentido, la ganadería intensiva es responsable del 14,5% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero. El cultivo de arroz inundado genera las condiciones para las bacterias anaeróbicas y la generación de gas metano en un 10% global de emisiones.	Si bien el metano está ubicado en segundo orden de importancia posee un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el dióxido de carbono (IPCC, 2022) por tener un impacto más nocivo que el dióxido de carbono.
Dióxido de carbono	CO ₂	En la agricultura las emisiones de CO ₂ representan de 3 a 4 %, relacionado a la labranza intensiva mecanizada, el cultivo de suelos orgánicos, la remoción de biomasa para biocombustible, combustión de madera (leña), pérdidas del suelo por erosión, mineralización y lixiviación. La mayoría ocurren durante los primeros años de la transformación de los ecosistemas naturales en ecosistemas manejados.	El dióxido de carbono es un importante gas de efecto invernadero. La quema de combustibles de carbono desde la Revolución Industrial ha aumentado rápidamente su concentración en la atmósfera, lo que ha llevado a un calentamiento global. Es además la principal causa de la acidificación del océano, ya que se disuelve en el agua formando ácido carbónico.

Algunas cifras relacionadas a la disponibilidad de alimentos en el mundo (FAO, 2017), reflejan resultados y consideraciones muy alejados a los objetivos de la revolución verde en el siglo XX. Esto posiblemente a que no se consideraron aspectos de la dimensión social del agroecosistema como intereses económicos, políticos, características culturales, o identidad y costumbres culnarias, por lo que el siglo XXI inicia con una realidad que contrasta:

- 800 millones de personas en el mundo sufren de desnutrición crónica.
- 70 por ciento de los más pobres viven en zonas rurales, la mayoría de ellos en función de la agricultura para su sustento.
- 500 millones de pequeños agricultores en el mundo producen para casi 2 billones de personas a partir de variedades locales.
- En Asia y África subsahariana pequeñas granjas producen alrededor del 80 por ciento de los alimentos consumidos.

Por otro lado, cuatro de los ocho riesgos del cambio climático en los diferentes sectores indicados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en su quinto informe (IPCC,2014), tienen consecuencias directas para la seguridad alimentaria:

- Pérdida de medios de vida rurales y de sus ingresos
- Pérdida de ecosistemas marinos, costeros y sus medios de vida
- Pérdida de ecosistemas terrestres y sus medios de vida
- Inseguridad alimentaria y descomposición de los sistemas alimentarios.

Y con respecto al estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo la Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura de la FAO, ha presentado un informe alarmante sobre la situación de los ecosistemas a nivel global (FAO, 2019).

- La diversidad de cultivos en los campos de los agricultores ha disminuido y las amenazas están aumentando.
- Se ha señalado que 694 especies se utilizan en la acuicultura. Las capturas de las pesquerías marinas a escala mundial se ejercen sobre más de 1 800 especies de animales y plantas.
- La biodiversidad del suelo está en peligro en todas las regiones del mundo.
- En los últimos años, se han producido pérdidas enormes de arrecifes de corales en todo el mundo.
- De las 6.000 especies de plantas cultivadas destinadas a la alimentación, 9 representan el 66% de la producción de cultivos total.
- Se estima que el 33% de las poblaciones de peces están sobreexplotadas, el 60% están explotadas a un nivel de sostenibilidad máximo y el 7 % están infraexplotadas.
- La Lista roja de especies amenazadas de la UICN contiene más de 9 600 especies silvestres comestibles, el 20% de las cuales se considera que está amenazado.
- Se estima que en los últimos 100 años la superficie mundial cubierta por praderas submarinas ha disminuido un 29%.
- De las 7745 razas locales de ganado existentes en el mundo, se considera que el 26% está en riesgo de extinción.
- La pérdida de colonias de abejas está aumentando; el 17% de las especies de polinizadores vertebrados están en peligro de extinción a nivel mundial.

De esta forma, se hace visible como los ecosistemas agroalimentarios son causa y consecuencia en algunos casos, del cambio climático o la crisis ambiental global, ya que el modelo intensivo industrial, el uso excesivo de agroquímicos, el laboreo excesivo de los suelos y uso ineficiente del agua, ha contribuido en un 30% al caos global, pero a su vez, el sector agrícola sufre las consecuencias de los eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones, plagas y enfermedades emergentes en los cultivos.

En lo que respecta al sector agrícola y su contribución al daño de los ecosistemas globales y la superación de límites planetarios (Folke et.al.,2011; Rockström et.al.,2009), están referidos

específicamente a: la tasa creciente de deforestación y posterior uso intensivo de los suelos, pérdida de materia orgánica y desertificación; uso excesivo de fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo; uso de combustibles fósiles; agroquímicos de alta toxicidad; agotamiento y contaminación de cuerpos de agua dulce; daño a los hábitat y pérdida de la diversidad biológica; pobreza y dependencia.

No obstante, debido a que cada país ha generado un modelo diferente de consumo energético y desarrollo agrícola no se puede generalizar el sector a nivel global, sino colocar la lupa en el modelo de aquellos países que con una menor población presentan una mayor contribución al daño global, como lo son, por ejemplo, Estados Unidos y los países de Europa que se caracterizan por un modelo agrícola y de sociedad muy industrializado, de alto consumo de energía, recursos naturales e insumos externos.

Ante esta problemática global del estado de los ecosistemas y territorios agroalimentarios, es necesario analizar el abordaje en términos generales, de un agroecosistema y su capacidad para resistir eventos extremos según sus componentes o según esos eventos extremos.

II. ¿Resiliencia de qué?: Conociendo los componentes del agroecosistema

Los territorios agrícolas son sistemas socioecológicos, y las diversas formas de agricultura existentes en el mundo son la resultante de las variaciones locales de la biósfera, del clima, del suelo, del tipo de cultivos, de factores demográficos, de las organizaciones sociales y también de otros factores económicos directos: precio, mercado, disponibilidad de capital y acceso a créditos o subsidios (Figura 1). Para entender la resiliencia en los agroecosistemas, es importante analizar sus componentes esenciales. A esto llamamos la resiliencia *de que*, es decir, la resiliencia a partir de los componentes y características únicas y particulares de ese sistema socioecológico.

Uno de los principales componentes de la resiliencia es la diversidad. La diversidad de cultivos, animales, microorganismos y paisajes es fundamental para aumentar la resiliencia de un agroecosistema. Esto se debe a que la diversidad permite que el sistema sea más resistente a enfermedades, plagas, sequías y otros factores de estrés. Por otro lado, la diversidad proporciona servicios ecosistémicos claves, como la polinización, la fijación de nitrógeno y la regulación del clima.

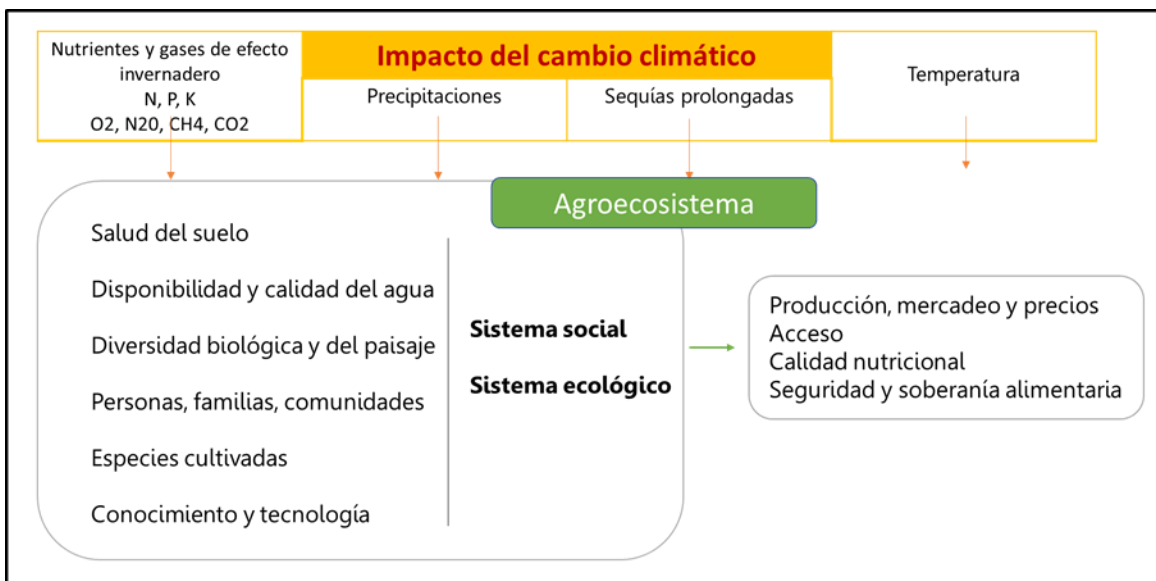


Figura 1. Componentes de un agroecosistema que interfieren en la resiliencia socioecológica ante el cambio climático y su impacto en el sistema alimentario. Elaboración propia, 2023.

Un sistema socioecológico puede ser de cualquier tamaño, complejidad, origen o propósito, cada uno con sus propios vínculos únicos y muy variados. Los sistemas socioecológicos son sistemas complejos, adaptativos, dinámicos e integrados, conformado por condiciones naturales e interacciones entre seres humanos que se encuentran en constante proceso de adaptación, aprendizaje y autoorganización,

En los componentes de la dimensión social del agroecosistema, como lo son las personas, familias y comunidades que hacen vida en los territorios agroalimentarios y zonas rurales, la ciencia y la tecnología, el mercado y los intereses político- económicos sobre los alimentos y los recursos naturales, han estado mediados a aspectos relacionados a la agricultura moderna que según algunos autores (Giraldo et. al., 2021, 2022) debilitan la dimensión social del ecosistema, debido a que se incrementa el distanciamiento entre los productores, consumidores e investigadores, ya que, bajo la presión selectiva de este modelo agrícola, las estrategias agrícolas que eran únicas a ciertas culturas y ecosistemas, se homogeneizaron en el proceso de globalización.

Esta pretensión de uniformidad de los paquetes tecnológicos agrícolas aplicados por igual a nivel global, afecta uno de los condicionantes más claves como lo es la diversidad, referida no solamente a la biológica sino incluso a la sociocultural. Algunos autores (Altieri y Nichols, 2020) proponen la agroecología para abordar, comprender y respetar las interacciones entre las personas, sus conocimientos, organización y cultura, y de esta manera fortalecer la armonía social y ecológica, las interacciones entre las plantas de cultivo y las silvestres, entre las plantas y los insectos, entre el ganado y el suelo, entre las raíces y los microorganismos, entre factores bióticos y abióticos, desde un mirada sistémica, compleja e integral.

Otra ruta para comprender la importancia de los componentes de la dimensión social para construir resiliencia en agroecosistemas, tiene que ver con el concepto de “metabolismo social”

que plantea Toledo (2022), para analizar las relaciones de las comunidades humanas en su relación con los recursos naturales locales. Este autor considera que existe dos dimensiones entre la naturaleza y la sociedad, una tangible (energías y materiales apropiados que circulan, se transforman, se consumen, en flujos de entradas y salidas) y otra intangible (creencias, interpretaciones, significados, deseos). Desde las sociedades tecnológicamente más simples el proceso metabólico material siempre ha ocurrido, ha estado embebido, dentro de determinadas relaciones sociales, es decir, siempre ha estado condicionado por diversos tipos de instituciones, formas de conocimiento, cosmovisiones, reglas, normas y acuerdos, saberes tecnológicos, modos de comunicación, de gobierno y formas de propiedad.

Los agroecosistemas como sistemas socioecológicos, tienen las siguientes características en sus componentes, que les confiere resiliencia y capacidad de autoorganización:

- Son sistemas adaptativos complejos: Están compuestos por múltiples componentes interconectados que se adaptan continuamente entre sí.
- Son sistemas abiertos: Intercambian materia, energía e información con su entorno. Esto les permite estar en constante cambio y adaptación.
- Tienen múltiples escalas espaciales y temporales: Las interacciones ocurren a escalas que van desde lo local hasta lo global, y desde el corto hasta el largo plazo.
- En los sistemas socioecológicos se resaltan las interdependencias sistémicas y la no linealidad: Las interacciones entre sus componentes pueden generar retroalimentaciones, umbrales, dando lugar a comportamientos impredecibles y sorpresivos.
- Tienen múltiples equilibrios o estados estables: Pueden existir múltiples configuraciones estables de los componentes que satisfacen las necesidades del sistema, confiriéndole resiliencia.
- En los sistemas socioecológicos los componentes subjetivos y objetivos son relevantes: La dimensión social y la ecológica están interconectadas, por lo que no pueden entenderse por separado. El sistema en su conjunto emerge de estas interconexiones.
- Producción y servicios ecosistémicos: Los sistemas socio-ecológicos producen bienes y servicios que benefician a la sociedad, como alimentos, agua limpia, biodiversidad, etc. Estos flujos de servicios son esenciales para el bienestar humano.

En resumen, los sistemas socioecológicos tienen propiedades de sistemas complejos adaptativos que surgen de las interacciones entre componentes sociales y ecológicos a múltiples escalas. Su capacidad de proveer servicios esenciales depende de su resiliencia y sostenibilidad en el largo plazo.

III. ¿Resiliencia a qué?: perturbaciones e impactos que recibe el sistema

Al analizar las perturbaciones o impactos que puede recibir un agroecosistema, nuevamente se refiere a la dimensión ecológica y social y los principales elementos que influyen. Tal como se mostró en la Figura 1, el clima y por lo tanto los cambios antropogénicos o la variabilidad natural es determinante para la supervivencia y adaptación de las especies. Y, por otro lado,

intereses o expectativas económicas, políticas, culturales marcan la pauta en la toma de decisiones.

Se considera que el clima determina en gran medida la productividad potencial de los agroecosistemas. Las variables climáticas como la radiación solar, temperatura, precipitación, humedad, vientos, fotoperíodo, etc. impactan fuertemente en los cultivos y la biodiversidad. La variabilidad natural del clima origina riesgos para las actividades socioeconómicas, sobre todo en la agricultura y el cambio climático global puede ser entendido como un incremento de la variabilidad natural, por distintas causas, así que los riesgos podrían ser cada vez mayores.

Según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014), la seguridad climática se refiere a evaluación de los riesgos que el cambio climático supone para las personas y las comunidades, incluidas las amenazas a los medios de subsistencia, la cultura y la estabilidad política. Cuando se asocia con la seguridad humana, la seguridad climática proporciona una base sólida para desarrollar una visión integrada de la relación entre las condiciones y los efectos climáticos materiales, las estructuras globales de desigualdad y la comprensión comunitaria de los valores fundamentales y su capacidad de adaptación.

En Venezuela, se tiene que el sistema climático está influenciado por las temperaturas del Océano Atlántico Tropical y las oscilaciones regionales, así como la Zona de Convergencia Intertropical. Esto origina anualmente temporadas lluviosas (invierno) y una sola temporada seca (verano o sequía). Estas temporadas pueden verse afectadas por eventos extremos causadas por un fenómeno natural llamado El Niño, que modula el clima en la región suramericana, y que genera una alta variabilidad climática, del tipo de extraordinarias sequías y del tipo de abundantes precipitaciones. La importancia de estos aspectos del clima radica en que, del total nacional de superficie cultivada en Venezuela, 94,3% es agricultura de secano, es decir depende del agua de lluvia y 5,7% bajo riego, y estas características son más o menos las mismas en toda la región e incluso en el mundo (FAO, 2020).

El Quinto Informe del IPCC (2014), los expertos nuevamente resaltan que, deben tomarse en cuenta algunos aspectos relacionados a la adaptación al cambio climático y la actividad agrícola:

- Los aspectos sociales y ambientales a las escalas local, regional y global están inextricablemente ligados, y afectan al desarrollo sostenible: pobreza, cambio climático, desastres naturales, pérdida de biodiversidad, desertificación, disponibilidad de agua fresca y calidad del agua están todos interconectados.
- El cambio climático afectará fundamentalmente a los países más pobres y a los sectores más pobres en cualquier país, por su alta vulnerabilidad y su escasa capacidad para tomar medidas de adaptación y/o mitigación.
- Es más fácil adaptarse a condiciones climáticas medias a largo plazo que a fenómenos extremos y a variaciones interanuales en las condiciones climáticas. El tiempo necesario para la adaptación socioeconómica varía entre años y decenios, y en función del sector y de los recursos disponibles.

Seguido del clima como determinante externo a los agroecosistemas, se tiene el Mercado. Intereses y expectativas locales, regionales y globales determinan la demanda y precios de los productos agrícolas, influyendo en las decisiones de los agricultores sobre qué y cuánto producir. Los mercados globales pueden generar presiones para la intensificación o especialización de la producción. En algunos casos, la producción primaria de alimentos, no llega al consumidor final aun siendo suficiente, por las complejas relaciones de mercadeo, transporte, distribución, almacenamiento, manejo postcosecha, combustible, etc. Se ha determinado incluso, que el problema del hambre en el mundo no es debido a una baja producción de alimentos, si no de distribución y mercadeo. Se estima que alrededor de un tercio de los alimentos producidos en el mundo para consumo humano se pierden o desperdician cada año, y una gran parte de esta pérdida ocurre durante el proceso postcosecha. Según un informe (FAO,2019), se pierden o desperdician alrededor de 1.300 millones de toneladas de alimentos al año en todo el mundo, lo que equivale a alrededor de un tercio de la producción mundial de alimentos para consumo humano.

Como tercer elemento externo que debilitan la resiliencia socioecológica de los agroecosistemas están las Políticas y regulaciones: Las políticas agrícolas, ambientales, económicas, pueden promover o limitar ciertas prácticas y pueden impactar la sostenibilidad de los agroecosistemas. Las regulaciones ambientales y de uso de recursos son claves para una gestión sostenible.

La Cultura, identidad, arraigo campesino y valores sociales determinan las expectativas y preferencias de la sociedad en relación a la producción agrícola, alimentación, ambiente, bienestar animal, migraciones, acceso al conocimiento y tecnologías, relaciones armoniosas o no con el entorno natural, capacidad de organización de la producción y mercadeo justo de la cosecha. Estos valores influyen en las decisiones individuales, locales, territoriales y políticas públicas referentes a la gestión sostenible del agroecosistema.

Por último, la Ciencia y la Tecnología: Las tecnologías disponibles determinan las capacidades de la sociedad para manejar y hacer uso de los agroecosistemas. Las tecnologías pueden mejorar la productividad agrícola pero también degradar el ambiente, generar dependencia y pobreza si no se utilizan de forma adecuada. Para ello es necesario e importante incorporar tecnologías apropiadas y apropiables a cada contexto, preferiblemente que surjan del saber local.

Todos estos factores mencionados, determinan a que se enfrenta un agroecosistema no sólo en términos climáticos y ecológicos, si no ámbitos sociales, políticos, económicos y tecnológicos de un territorio que pueden socavar o fortalecer un modelo de producción en armonía con el ambiente y la humanidad presente y futura.

IV. La gestión resiliente de ecosistemas agroalimentarios

La gestión resiliente de nuestros agroecosistemas, pasa por aceptar y comprender la complejidad de las interacciones entre la dimensión social y la dimensión ecológica de este tipo de sistema socioecológico, para la toma de decisiones acertadas en donde la participación

de los habitantes del territorio es fundamental. Son ellos quienes poseen la memoria socioecológica de los hechos históricos ocurridos en largos períodos de tiempo, hechos que pueden haber sido favorables o desfavorables y que conllevaron a la toma de decisiones en su momento. Estos hechos marcan hitos y puntos de inflexión en el sistema de origen ecológico: vaguadas, huracanes, inundaciones, sequías prolongadas, plagas, enfermedades, etc., o de origen social: cambios políticos, guerras, recesiones económicas, inflación, imposición de paquetes tecnológicos foráneos y costosos, proyectos que implican deforestaciones intensivas, desplazamientos, migraciones. Una gestión acertada en la actualidad, debe considerar la historia local vivida y transmitida por la memoria socioecológica de sus habitantes, sus expectativas actuales, conocimiento y desarrollo de tecnología apropiada.

La gestión resiliente de ecosistemas agroalimentarios es un enfoque fundamental para asegurar la seguridad y soberanía alimentaria e implica también, la implementación de prácticas y políticas que fortalezcan la capacidad de estos sistemas para resistir y recuperarse de perturbaciones, al tiempo que se mantienen o mejoran su producción en el tiempo. Algunas de las estrategias clave para la gestión resiliente de ecosistemas agroalimentarios incluyen:

Garantizar y proteger la sostenibilidad económica y buen vivir de los habitantes del territorio: Se refiere a aquellos aspectos relacionados con las condiciones de vida de los habitantes, acceso al estudio, sistema de salud, viviendas, estabilidad económica y garantía de derechos. Requiere de un Estado que valore y proteja los territorios agroalimentarios, en el marco de los principios del buen vivir, basados en la complementariedad social, la armonía y el equilibrio. Esto implica trabajar de la mano comunidades, Estado y el sector privado local para promover políticas alimentarias justas y sostenibles, así como sistemas alimentarios que sean equitativos y eficientes. El territorio agroalimentario debe contar con una infraestructura y tecnología adecuada para el manejo de postcosecha y reducir la pérdida de alimentos, mejorar la calidad, la seguridad y soberanía alimentaria, y aumentar la eficiencia y uso adecuado de los recursos disponibles para ese sistema agroalimentario.

Promover y fortalecer la organización social de la producción y soberanía, a escala local y regional: Se considera clave la relación de la resiliencia social con la capacidad del agricultor de participar en organizaciones de la producción y/o comercialización agrícola, la posibilidad de comercializar de manera directa con los consumidores, tener una comercialización segura de la cosecha a un precio justo, su capacidad de tomar decisiones y reducir el uso y dependencia de insumos externos de la producción, entre otras cualidades. El fortalecimiento de las capacidades locales es fundamental para la gestión resiliente de los ecosistemas agroalimentarios. Esto implica trabajar con las comunidades locales para desarrollar habilidades y conocimientos en prácticas agroecológicas, gestión de recursos naturales y diseño de estrategias ante el cambio climático.

Respetar, conocer y valorar el arraigo e identidad campesina: Se ha considerado en este estudio, que la resiliencia socioecológica de los ecosistemas agroalimentarios, está relacionada a la cultura, tradiciones, conocimiento, memoria socioecológica, origen y el tiempo en la vida rural, amor por la tierra y su entorno, así como el sentir por su comunidad y rechazo

por la vida en la ciudad. En un sistema socioecológico, el arraigo e identidad de sus habitantes son importantes porque son ellos los guardianes y administradores del entorno natural y los recursos de sus comunidades. Su conocimiento y experiencia práctica de la tierra y los ecosistemas locales son valiosos para la gestión ambiental apropiada y mantener la biodiversidad. Además, su arraigo e identidad campesina les otorga una perspectiva única sobre la relación entre la naturaleza y la cultura, lo que puede ser muy valioso para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Cuando no existe arraigo e identidad por el entorno natural, bien porque no es el origen de esos habitantes o han estado fuera por mucho tiempo, les es indiferente el impacto ambiental que pueda generar las actividades que se desarrollen, sobre todo por expectativas económicas individuales.

Cuidar y promover la salud del suelo: La salud del suelo, está referida a la aptitud para apoyar el crecimiento de los cultivos sin degradación. Desde la perspectiva agroecológica la meta es mantener y promover procesos de formación y de protección de la materia orgánica y la biota, y comprender la fertilidad en un contexto complejo e integral. Hoy en día el suelo es un recurso natural crítico, y es la fuente principal de nutrientes y agua para las plantas, que a su vez alimentan a los animales y a los seres humanos. El suelo, además, actúa como un almacén de carbono y es un elemento importante en la regulación del clima.

Algunas prácticas agroecológicas que fortalecen la resiliencia y salud de los suelos están dirigidas a minimizar la erosión del suelo, aumentar la retención de agua y nutrientes, promover la biodiversidad y la fertilidad del suelo, a través de: rotación de cultivos, labranza mínima, uso de abonos orgánicos, reducción de abonos químicos, agroforestería, cultivos de cobertura. Y sobre todo adaptarse a la fertilidad natural del suelo y sus características físico químicas y biológicas, es decir las especies a cultivar debe estar adaptadas a esas condiciones locales.

Garantizar la calidad, disponibilidad, captación, cosecha, conservación y uso eficiente del agua: un condicionante de la actividad agrícola es la disponibilidad del agua. Algunos rasgos de agroecosistemas resilientes en zonas afectadas por sequía implican presencia de bosques alrededor de los campos, presencia de acuíferos o cuerpos de agua cercanos, prácticas de cosecha de agua y prácticas de conservación de agua. En general, el agricultor requiere de una infraestructura mínima, equipos e insumos para hacer disponible el agua en su predio, y se consideran como variables la distancia al río de agua limpia permanente o naciente (0-1000m), estructuras de almacenamiento de agua (lagunas, pozos, tanques), sistemas de riego de uso eficiente (FAO, 2017). Por otro, las estrategias para fortalecer la resiliencia ante el recurso agua está relacionado a la labor de cada habitante de forma consciente y voluntaria de gestionar el agua de manera sostenible, utilizando técnicas que maximicen la eficiencia del uso del agua, reduzcan la erosión del suelo y la contaminación del agua, participar a nivel comunitario de actividades de reforestación y restauración con especies locales y regionales, proteger los bosques y nacientes de agua dulce, participar y promover actividades comunitarias conservacionistas, conocer leyes y programas de protección de bosques y aguas, así como captar y almacenar agua de lluvia, cosecha de agua de la humedad ambiental natural y hacer productivos los espacios acuáticos con especies locales de consumo.

Reconocer la importancia de la diversidad del paisaje y dentro de los espacios de producción: La diversificación de cultivos y sistemas de producción aumenta la resiliencia de los ecosistemas agroalimentarios al reducir la dependencia de un solo cultivo o sistema y aumentar la capacidad de los sistemas para adaptarse a condiciones cambiantes. La diversificación también puede mejorar la salud del suelo, reducir la erosión y aumentar la biodiversidad, aumentar la resistencia de los sistemas a las enfermedades y las plagas, mientras que la conservación de los recursos naturales, como el agua y el suelo, puede mejorar la capacidad de los sistemas para resistir sequías y otros eventos climáticos extremos.

La gestión resiliente de ecosistemas agroalimentarios es esencial para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria local, regional y global. Ecosistemas agroalimentarios son sistemas complejos y dinámicos que enfrentan múltiples amenazas y presiones, pero la implementación de prácticas y políticas que fortalezcan su resiliencia puede ayudar a garantizar su capacidad para resistir, adaptarse y recuperarse de perturbaciones. La diversificación de cultivos y sistemas de producción, la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, el fortalecimiento de las capacidades locales, la mejora de la infraestructura y tecnología de manejo de poscosecha, y la promoción de políticas y sistemas alimentarios justos son algunas de las estrategias clave para la gestión resiliente de ecosistemas agroalimentarios.

En última instancia, la gestión resiliente de ecosistemas agroalimentarios es esencial para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, la nutrición y el bienestar humano, así como para proteger y conservar los recursos naturales y la biodiversidad. Al fortalecer la resiliencia de estos sistemas, podemos asegurar la sostenibilidad y la capacidad de los ecosistemas agroalimentarios para seguir proporcionando alimentos nutritivos, sanos, seguros y soberanos para las generaciones presentes y futuras.

Conclusiones

Los sistemas socioecológicos como lo son los agroecosistemas, tienen propiedades de sistemas complejos adaptativos que surgen de las interacciones entre componentes sociales y ecológicos a múltiples escalas, su capacidad de proveer servicios esenciales depende de componentes esenciales, como la diversidad, salud del suelo, disponibilidad y calidad de agua, expectativas, organización y participación de las personas, especies cultivadas, conocimiento y tecnología. Cada uno de estos componentes es fundamental para aumentar la capacidad de un agroecosistema y mantener su producción y funciones esenciales en el tiempo, aún en situaciones de estrés y cambio.

Bibliografía

Altieri, M. (2021). Agricultura Tradicional: un legado agroecológico para la humanidad Revista PH. 104: 180-197. Resumen de presentación en Congreso Phytoma, Tenerife, 2021. Download: <http://celia.agroeco.org/publicaciones/espanol/>

Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2020). La Agroecología en tiempos del COVID-19. CELIA. Berkeley: Universidad de California.

Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., Palutikof, J., (2008). El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC. Ginebra

FAO (2020) Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro. Revisado el 13 de julio de 2020. <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1193735/>

FAO (2019). El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo. resumen. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. <https://www.fao.org/3/ca3229es/CA3229ES.pdf>

FAO (2017). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. ISBN 978-92-5-309873-6.

Folke, C., Jansson, Å., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S., Chapin, F., Crépin, A.S., Daily, G., Danell, K., Ebbesson, J., Elmqvist, T., Galaz, V., Moberg, F., Nilsson, M., Österblom, H., Ostrom, E., Persson, Å., Peterson, G., Polasky, S., Steffen, W., Walker, B., Westley, F. (2011) Reconnecting to the Biosphere. AMBIO, 0044-7447. Doi: 10.1007/s13280-011-0184-y

Giraldo, O. F. (2022). Multitudes agroecológicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Giraldo, O. F., y Rosset, P. M. (2021). Principios sociales de las agroecologías emancipadoras. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 58.

Godoy Rangel, Y. (2021). Resiliencia socioecológica en ecosistemas agroalimentarios. Ediciones Oncti. ISBN:978980-7508-490. Caracas, Venezuela.

Gunderson, L., y S. Holling, eds. 2002. *Panarchy: Understanding Transformations in Systems of Humans and Nature*. Island Press, Washington DC.

Holling, C. S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annu Rev Ecol Syst* 4:1-23.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B.H., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, C., Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 461: 472-475 DOI 10.1038/461472a

Toledo, V. M. (2022). Agroecology and spirituality: reflections about an unrecognized link. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 46(4), 626-641.

Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. 2004. Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems. *Ecology and Society* 9:5.