

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”

Trabajo Integrador Final
Posgrado de Especialización en Agroecología
Escuela de Posgrado UNLAM (Argentina)

Autor: Ing. Marcelo C. Belloni (Esp. Agroecología)

Tipo de trabajo : Trabajo de investigación documental (bibliográfica).

Director de TIF: Biol. Gregorio Gavier Pizarro, Phd, MSc. (IRB CIRN INTA)

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
1. Introducción.....	5
1.1. Fundamentación de la relevancia del estudio para el campo de la agroecología	5
1.2. Antecedentes y contexto del trabajo.	6
1.3. Objetivos generales.....	7
1.4. Objetivos específicos	7
2. Percepción de las causas y los efectos del Cambio Climático sobre la producción agrícola.	8
3. La vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al Cambio Climático y su relación con la biodiversidad.	11
4. La Ciencia de la Agroecología	16
5. Resiliencia socioecológica de los sistemas agroecológicos ante el Cambio Climático.....	17
6. Agroecología y Ecología del Paisaje. Estructura y función de los agroecosistemas.	20
7. Agroecología y Cambio Climático. Ejemplos.....	27
8. Agroecología. Pautas de conversión hacia sistemas sustentables y resilientes. ...	28
8.1. Chacra “La Aurora”. Ejemplo de experiencia exitosa de conversión agroecológica (‘faro agroecológico’) en la Región Pampeana Argentina.....	33
8.2. Limitantes para su adopción.	34
9. Conclusiones.....	34
ANEXO I. Los 10 Principios de la Agroecología.....	37
ANEXO II. Definiciones y conceptos dados por referentes nacionales e internacionales relacionados con la Agroecología.	38
ANEXO III. Monocultivos vs. Policultivos. ¿Por qué el monocultivo es el arreglo que domina en el mundo?	41
ANEXO IV. La Producción de alimentos sanos. Su relación con los agroquímicos.	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

DEDICATORIA

“A mis padres por haber incentivado y apoyado desde pequeño mi formación profesional en las ciencias”

AGRADECIMIENTOS

“Agradecer fundamentalmente a todas las personas que, de una forma u otra, acompañaron, acompañan y acompañarán este proceso individual de formación en las ciencias del área de la agroecología. Y un especial agradecimiento a Gregorio Gavier Pizarro, en aportar su experiencia para dar revisión y orientación al presente trabajo”

“en pos del desarrollo humano, soberanía y libertad de los pueblos...”

RESUMEN

No hay duda que la variabilidad y cambio climático (CC) se ha acentuado en estos últimos años, y está afectando tanto a agricultores familiares, pueblos originarios, agricultores tradicionales, y sistemas productivos convencionales. La creciente agudización del CC hace urgente encontrar o desarrollar técnicas y tecnologías para minimizar los efectos negativos en los sistemas productivos, lo que incluye abordar medidas de adaptación y en muchos casos plantear la necesidad de rever y readecuar las prácticas y sistemas productivos. En este contexto, los sistemas agroecológicos se presentan como un modelo interesante de adaptación al CC, que podría ser llevado a otros sistemas productivos.

El objetivo del presente trabajo es analizar las características de los sistemas agroecológicos que les permitirían adaptarse al CC y su potencial como una opción a ser desarrollada a gran escala. Los resultados de esta revisión indican que la diversidad de elementos naturales encontrados en los sistemas agroecológicos, proveen una gran capacidad de resiliencia y resistencia al CC. Niveles altos de biodiversidad y el mantenimiento de los procesos naturales en sistemas agroecológicos proveen múltiples opciones para reducir los efectos y encontrar formas de adaptarse a los cambios y eventos extremos relacionados al CC.

Finalmente, resaltamos la importancia de plantear la transformación de sistemas productivos convencionales en agroecológicos diversificados, como una estrategia viable de adaptación al CC.

1. Introducción.

1.1. Fundamentación de la relevancia del estudio para el campo de la agroecología

Muchos agricultores que viven en entornos hostiles en África, Asia y América Latina, han desarrollado y/o heredado sistemas agrícolas complejos manejados de las más diversas y “creativas” formas, al tener que lidiar continuamente con fenómenos meteorológicos extremos y la variabilidad climática a través de los siglos (Nicholls et al, 2015). En este contexto, estos sistemas han permitido a los pequeños agricultores satisfacer sus necesidades de subsistencia sin depender de tecnologías agrícolas modernas (Denevan, 1995). Enormes extensiones cultivadas de manera tradicional por estos productores por tanto tiempo prueban el éxito de estos sistemas (Wilken, 1987).

Los sistemas agrícolas tradicionales son una rica fuente de prácticas y principios que pueden servir de base para el diseño de sistemas agrícolas adaptados y ayudar a que los sistemas agrícolas modernos sean más resilientes ante la variación climática extrema. Las estrategias agroecológicas utilizadas por estos productores, incluyen la diversificación de cultivos, la integración de los animales silvestres, el mantenimiento de la diversidad genética local, la adición de materia orgánica del suelo, la conservación y la cosecha de agua, etc., siendo la base de la resiliencia de los agroecosistemas tradicionales (Nicholls et al, 2015).

La adaptación es clave ante la severidad futura de los impactos del CC sobre la producción agrícola. Pues estos impactos afectarán los niveles de producción de alimentos y el abastecimiento de los mismos, alterando la estabilidad social y económica y la competitividad regional. Al aun no haber soluciones tecnológicas que ayuden a resolver los problemas presentados en los sistemas agrícolas modernos, y entendiendo que la implementación de estrategias agroecológicas presenta una buena estrategia para enfrentar al CC y una vía para abordar los problemas planteados, es una buena razón para defender la expansión agroecológica a nivel global.

1.2. Antecedentes y contexto del trabajo.

Bajo el modelo hegemónico actual, el desarrollo de los sistemas de producción de alimentos fue orientado a la búsqueda de paquetes de tecnologías generales y universales, destinados a maximizar la producción por unidad de superficie. Como consecuencia se produjo un deterioro en la biodiversidad de los sistemas, los servicios ecosistémicos, el suelo, entre otros, tornándose más vulnerables al CC que otros sistemas más complejos, y trayendo graves problemas impactando sobre el medio ambiente y la sociedad (Marasas et al, 2014). El deterioro de los sistemas productivos indica la necesidad de avanzar hacia una propuesta alternativa de producción más sustentable y resiliente, siendo el enfoque o transformación agroecológica el camino a seguir (Marasas et al, 2014).

En este sentido muchas de las comunidades rurales dominadas por agricultura tradicional, parecen arreglárselas pese a las fluctuaciones extremas del clima. Las estrategias que ellos implementan están estrechamente ligadas a un uso muy bajo de insumos externos, un alto nivel de agrobiodiversidad, el uso de diversidad genética local, la utilización de agroforestería y cobertura del suelo mitigando las variaciones microclimáticas, el uso de indicadores naturales para el pronóstico del clima reduciendo riesgos en la producción, entre otros (Koochafkan y Altieri 2010; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Mijatovic et al, 2013).

Investigaciones recientes indican la necesidad de un cambio en los sistemas de producción hegemónicos, y el aprovechamiento de valiosa información proveniente de sistemas de producción tradicionales. Observaciones realizadas durante las dos últimas décadas han revelado que la resiliencia a los efectos de los desastres climáticos está íntimamente relacionada con los niveles de biodiversidad de las fincas (Altieri y Nicholls, 2009), mientras que sistemas genéticamente uniformes u ecológicamente homogéneas son más vulnerables a las invasiones y brotes de plagas (Adams et al, 1971; Altieri y Nicholls, 2004).

La homogeneización del paisaje tiene una fuerte relación con la vulnerabilidad al CC. En varios estados de EE.UU. la expansión del cultivo de biocombustibles como monocultivo ha resultado en una menor diversidad del paisaje, disminuyendo el suministro de enemigos naturales en las parcelas de soja y reduciendo los servicios de control biológico en un 24%. Esta pérdida ha costado a los productores un estimado

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

de US\$ 58 millones por año a causa del menor rendimiento y el aumento en el uso de pesticidas (Landis et al, 2008). Otros efectos del CC podrían agudizar estos procesos, por ejemplo, la alteración de los patrones de viento podría cambiar la expansión tanto de las plagas de insectos propagadas por el viento como de las bacterias y hongos que son agentes de muchas enfermedades de los cultivos (Coakley et al 1999). Las consecuencias de la homogenización agrícola han sido evidentes en EE.UU. desde las pérdidas masivas de producción en maíz (más de 15 millones de toneladas) por la epidemia del hongo *Bipolaris maydis* (southern corn leaf blight) que equivalió a una pérdida de 18,5 trillones de calorías (1 ton de maíz = 888.889 kcal) (Nicholls y Altieri, 2013; Heinemann et al, 2013).

Este estado ecológico en que se encuentra la agricultura industrial, constituye una amenaza importante para la seguridad alimentaria de la humanidad (Heinemann et al, 2013).

1.3. Objetivos generales

Analizar la capacidad potencial de estabilidad y resiliencia de los sistemas agroecológicos como una estrategia de adaptación ante el CC.

1.4. Objetivos específicos

Analizar la vulnerabilidad de los sistemas productivos ante el CC.

Analizar la capacidad de auto-organización de los sistemas agroecológicos, y habilidad para adaptarse al estrés y al cambio después de una perturbación climática.

Enumerar los principales componentes del sistema y sus interacciones que le otorgan a los sistemas agroecológicos propiedades deseables de resiliencia al CC.

Resaltar la importancia del uso de esquemas basados en la agroecología y soberanía alimentaria de los sistemas de producción tradicionales para adaptarse al CC.

2. Percepción de las causas y los efectos del Cambio Climático sobre la producción agrícola.

El CC se define como *el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables.*

El CC global, explicado en gran parte por una serie de procesos antrópicos ligados al consumo y al comercio, al cambio de uso de la tierra, a la poca educación ambiental, a la falta de políticas preventivas y, en general, a los actuales modelos de desarrollo imperantes como guías rectoras de los deseos de la sociedad contemporánea, es uno de los mayores problemas ambientales a los que la sociedad actual debe hacer frente (Córdoba y León, 2013).

El último informe del IPCC¹ (2014) indica que el aumento de CO₂ y de gases de efecto invernadero asociados, podría causar un aumento de entre 1,4 a 5,8°C en las temperaturas superficiales globales, con consecuencias en la frecuencia y cantidad de las precipitaciones. Respecto a América Latina el informe indica que la temperatura ha aumentado entre 0,7 y 1°C desde mediados de la década de 1970, y esto ya tiene repercusiones en los ciclos hídricos, la salud de los bosques, la salud de los arrecifes de coral, etc. Existe una tendencia al aumento de las lluvias anuales en el sudeste de Sudamérica (0,6 mm/d en el período 1950-2008) y un decrecimiento en Centro América (-1mm/d entre 1950 y 2008).

En la Argentina se han observado cambios en el clima desde la segunda mitad del siglo pasado que, según las proyecciones de los modelos climáticos, en general se intensificarían o no se revertirían en este siglo. En la mayor parte de la Argentina no patagónica, hubo un aumento de temperatura de hasta 0,5°C entre 1960 y 2010 con menores aumentos en el centro del país. En la Patagonia el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1°C. Los

¹ El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, conocido como IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), es una organización internacional, constituido a petición de los gobiernos miembros. Fue establecido por primera vez en 1988 por dos organizaciones de Naciones Unidas, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y posteriormente ratificada por la Asamblea General de las Naciones Unidas. Se encuentra formado por expertos en la evolución del clima y sus consecuencias ambientales, ecológicas y sociales. Este panel tiene por finalidad el brindar asesoría a los gobiernos sobre las consecuencias del cambio climático y las posibles medidas de adaptación y mitigación del mismo.

cambios en el este y norte del país en los índices relacionados con las temperaturas extremas, como menos heladas y más frecuentes olas de calor fueron consistentes con el calentamiento observado. Entre 1960-2010, la precipitación media aumentó en casi todo el país, aunque con variaciones interanuales e interdecadales. El ascenso de la isoterma de 0°C ha ocurrido en toda la extensión de la Cordillera de los Andes, lo que es consistente con la recesión de los glaciares documentada con numerosas fotografías. Los excesos hídricos producidos por prolongados periodos de precipitación intensas, generan inundaciones por desbordes de lagunas o de cursos de agua o simplemente han ocupado grandes zonas en las áreas más bajas de las grandes llanuras que se extienden por el este del país, generando cuantiosas pérdidas en el sector agropecuario. Las proyecciones de los modelos climáticos indican en general que los extremos de las altas temperaturas y de precipitación extremas seguirán aumentando en la mayor parte del país (Secretaría, 2014).

Respecto a América Latina el aumento del nivel del mar ha afectado y seguirá afectando a los sistemas costeros y marinos. La gran variedad de ecosistemas latinoamericanos, que ya se encuentran debilitados por el aumento de la agricultura, las actividades extractivas y la industrialización, sufrirán los efectos del clima, dado que esta región está cada vez más expuesta a presiones relacionadas con el incremento de cambio de uso del suelo, la industrialización y la creciente necesidad de exportaciones hacia el mercado global. Buena parte de los ecosistemas han sido destruidos o degradados. La deforestación es la principal causa de la pérdida de ecosistemas y biodiversidad y es uno de los principales contribuyentes al CC de la región. Se prevé que el CC repercuta negativamente en la productividad agrícola, lo que tendría importantes consecuencias para la seguridad alimentaria y la economía de varios países (Honty y Gudynas, 2014).

La agricultura contribuye al CC y se ve afectada por el CC. A nivel global la agricultura es uno de los sectores económicos de mayor impacto ambiental. La agricultura en particular libera importantes cantidades de metano y óxido nitroso, dos potentes gases de efecto invernadero (digestión del ganado, estiércol, residuos orgánicos, fertilizantes nitrogenados orgánicos y minerales, etc.). Entre 2001 y 2011, las emisiones globales

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

de la producción agrícola y ganadera crecieron un 14%, y se estima que la demanda global de alimentos crecerá hasta un 70% en las próximas décadas².

La productividad de los cultivos y del ganado podría disminuir debido a las altas temperaturas y al estrés causado por las intensas lluvias y sequías, variando los efectos según las regiones (Nicholls et al, 2015). El rendimiento del maíz, el trigo y otros granos importantes de producción a gran escala, ya ha sufrido reducciones considerables relacionadas con el clima equivalentes a 40 millones de toneladas por año desde 1981 hasta 2002 a nivel global (Lobell et al 2011; Nicholls et al, 2015). Se proyecta una reducción de alrededor del 10% en la producción de maíz en África y América Latina en diversos escenarios climáticos para 2055, lo que equivaldría a pérdidas de US\$ 2 billones por año (Jones y Thornton, 2003; Nicholls et al, 2015).

Desde las ciencias sociales cuestiones tales como las fuerzas socioeconómicas que dirigen el CC han sido identificadas y analizadas. Estas incluyen (el aumento de la demanda de energía y de recursos básicos, el estilo de desarrollo dominante que se caracteriza por el manejo destructivo de los recursos naturales, el mercado³, entre otras) (Pardo, 2007).

En cuanto a la percepción que la sociedad tiene respecto al CC, diversos estudios se han llevado a cabo. Citando por ejemplo algunos de los resultados:

- Estudios realizados en México, permitieron observar que, en general, las poblaciones humanas en estudio, se han percatado y tienen el conocimiento empírico de cambios en el ambiente, derivados del CC (Martínez et al, 2013).
- Estudios realizados en Colombia, indican que el CC es reconocido, pero aún no tiene mucha difusión y hay poco conocimiento sobre sus causas, consecuencias y formas de mitigarlo. Sin embargo, la gente lo percibe como una problemática local, regional y global que potencialmente puede tener solución mediante la acción colectiva (Pinilla Herrera et al, 2012).

² Informe Agencia Europea de Medioambiente. Link: <http://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/la-agricultura-y-el-cambio-climatico>.

³ El informe Stern sobre la economía del cambio climático - Cambridge Univ. Press, UK, p.xviii (Stern, N. 2007), define que: «El cambio climático es “la mayor falla de mercado que el mundo haya nunca visto”, e interactúa con otras imperfecciones de mercado...». Atribuible a que los distintos sectores económicos nunca han internalizado los costos de las externalidades negativas derivadas de sus emisiones de gases de efecto invernadero (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático México, 2009).

No es suficiente que las sociedades sepan del CC para involucrarse en el tema, ya que se necesita que el público tenga interés, esté motivado y sienta que pueda tomar acciones. Es necesario entonces promover estrategias de comunicación locales sobre los impactos del CC, las cuales deben usar medios masivos (televisión y radio local) para informar y llamar la atención sobre la necesidad y facilidad de ejecutar acciones por parte de las personas, teniendo la precaución de no generar con que dicho mensaje, que el CC sea visto como un problema que no tiene solución (Pinilla Herrera et al, 2012; Lorenzoni y Pidgeon, 2006; O’Neill, 2008). Se requiere la participación del conjunto de la sociedad para afrontar el CC, con el objetivo de conseguir la cohesión social necesaria para resolver los complicados problemas a los que se enfrentan las sociedades actuales, en factores tales como los biológicos, sociales, económicos y políticos.

3. La vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al Cambio Climático y su relación con la biodiversidad.

Las actividades pecuarias y agrícolas inherentes a los agroecosistemas, afectan la biodiversidad desde el momento mismo en que se decide transformar o eliminar la cobertura vegetal natural para dar lugar a los sistemas productivos específicos. De la misma manera, las prácticas que incluyen la incorporación de elementos que subsidian el gasto energético del agroecosistema o que lo mantienen en estados fitosanitarios aceptables, inciden en los distintos niveles de la biodiversidad ecosistémica, específica o genética (Nicholls et al, 2015). El grado de afectación sobre la biodiversidad de las prácticas agropecuarias, depende de muchos factores específicos del lugar y del sistema productivo. Siendo la creación de los agroecosistemas condicionada por el ser humano, las decisiones en este sentido están mediadas por el poder político, la capacidad tecnológica y las señales de mercado que se imponen sobre las restricciones naturales (vocación natural o capacidad de uso) de las tierras (León, 2014).

La gran expansión de la producción agrícola mundial orientada al monocultivo⁴, cuya transformación se encuentra dominada por capitales extranjeros, no solo homogeniza los paisajes con la consecuente pérdida de biodiversidad, sino que está desplazando de sus tierras a las poblaciones rurales productoras de alimento, implicando esto problemas de seguridad alimentaria para la región, y en muchos casos obligándolos a migrar a las urbes, agravando en ellas problemas sociales, entre otros (León, 2014).

En América Latina la agricultura convencional, que ocupa el 35,8% de su superficie total, se expande a expensas de los bosques naturales. Los bosques naturales se deforestan a una tasa de 4,3 millones de hectáreas anuales para dar paso a la agricultura de monocultivo para la exportación y al incremento de pasturas, plantaciones de eucaliptus y cultivos como la soja –mayoritariamente transgénica–, la caña de azúcar y la palma africana. Estos cultivos, ahora llamados flexibles (flex crops), crecen a una tasa anual de 3,25% (Altieri et al, 2014).

Este avance de la agricultura convencional, el cambio en el tipo de sistema productivo y las grandes plantaciones de agrocombustibles, han hecho que desaparezca la diversidad biológica, tanto de especies silvestre como de variedades y tipos de cultivos (Altieri et al, 2014).

Investigaciones revelan las maneras de como la biodiversidad se relaciona con la capacidad funcional y la resiliencia de agroecosistemas (Lin, 2011; Vandermeer et al, 1988). La biodiversidad incrementa la función del agroecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan nichos diversos. Por ejemplo, la polinización se vuelve más eficiente dado el incremento de la diversidad de polinizadores; la disponibilidad de corredores biológicos, atraen insectos benéficos que luchan contra las plagas, etc. En general hay más especies que funciones en un agroecosistema diverso, por lo que existe redundancia en los sistemas. Esos componentes que parecen ser redundantes en un tiempo determinado, son importantes cuando ocurre un cambio ambiental. De esta manera las redundancias del sistema permiten que en medio de cambios ambientales el agroecosistema siga cumpliendo funciones y prestando servicios ecológicos (Nicholls et al, 2015).

⁴ Ver ANEXO III. “Monocultivos vs. Policultivos. ¿Por qué el monocultivo es el arreglo que domina en el mundo?”

La reducción drástica de la diversidad de plantas cultivadas en los sistemas agrícolas industrializados, ha puesto a la producción de alimentos del mundo en mayor peligro (Adams et al 1971; Altieri y Nicholls, 2004). Tal como, la gran hambruna de Bengala en la India en 1943 fue el resultado de una enfermedad devastadora (*Cochliobolus miyabeanus*) que casi acabó con la producción de arroz. La hambruna irlandesa por la destrucción del cultivo de la papa fue el resultado de la diseminación de un clon genéticamente uniforme (de una sola variedad llamada Lumpers) y el brote de una epidemia de un hongo, el tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*), que causó una reducción del 80% en el rendimiento. En las cercanías del 1900, en Francia ocurrió una devastación a gran escala por plagas de insectos cuando las cepas de vides fueron totalmente eliminadas por ataques de *Phylloxera vitifoliae* (Thrupp, 1998).

Dada la homogeneidad ecológica de este tipo de agricultura, estos sistemas se tornan muy inestables o vulnerables, pudiendo ser gravemente afectados por invasiones y brotes de plagas, o eventos climáticos, afectando directamente la abundancia y diversidad de los enemigos naturales de insectos plaga (Adams et al 1971; Altieri y Nicholls 2004).

Los agroecosistemas biodiversificados, presentan propiedades emergentes que permiten comprender la relación entre resiliencia y biodiversidad, y su importancia en los agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2013):

- Compensación: la biodiversidad incrementa la función del agroecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan nichos diversos. Si una especie falla, existe otra que la reemplaza en su función.
- Complementariedad: resulta de combinaciones espaciales y temporales de plantas que facilitan el uso complementario de los recursos o brindan otras ventajas, como en el caso de las leguminosas que facilitan el crecimiento de cereales al suplirlos de una dosis extra de nitrógeno, o de flores que proveen polen y néctar a enemigos naturales que controlan una plaga específica.
- Redundancia: en un agroecosistema muy diverso hay más especies que funciones, por lo que existe redundancia y son precisamente aquellos componentes, redundantes en un tiempo determinado, los que se tornan importantes cuando ocurre un cambio ambiental. Ante cambios ambientales la

redundancia construida por varias especies permite al ecosistema continuar funcionando.

- Resiliencia: los agroecosistemas diversos retienen su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación.

La implementación de prácticas para incrementar la diversificación de las parcelas, se produce a través en incrementar la variedad genética y diversidad de especies, como en las mezclas varietales y los policultivos, y en diferentes escalas a nivel de parcelas y paisajes como en el caso de la agrosilvicultura (cultivo-bosque); la integración de cultivos y ganadería; la implementación de setos vivos y los corredores, etc. Resultando en un mejor aprovechamiento de la luz solar, el agua, los recursos del suelo y la regulación natural de las poblaciones de plagas, y proporcionando a los agricultores una amplia variedad de opciones y combinaciones para la implementación de esta estrategia (Nicholls et al, 2015).

Según Altieri et al (1987) los campesinos aumentan y manejan la diversidad de sus agroecosistemas a tres niveles:

- Nivel paisajístico: muchos campesinos practican una “agricultura de mosaicos” caracterizada por campos pequeños insertos en una matriz paisajística dominada por vegetación natural. Por ejemplo, los sitios SIPAM⁵ comprenden paisajes rurales que no han sufrido fragmentación ni homogenización por la intensificación productiva y donde la matriz agrícola es clave para el control de la estructura y dinámica de la biodiversidad (LEISA, 2014).
- Nivel predial: los sistemas de cultivo múltiple constituyen sistemas agrícolas diversificados en el tiempo y el espacio tomando la forma de cultivos en franjas, cultivos intercalados, cultivos con cubierta vegetal, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Entre las ventajas potenciales que surgen del diseño inteligente de estos policultivos se encuentran: la disminución de la población de plagas de insectos por enemigos naturales albergados en ambientes complejos, la supresión

⁵ Con el fin de salvaguardar y apoyar los sistemas del patrimonio agro cultural mundial, la FAO, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrario y otros donantes, inició la gestión de la conservación y adaptación de los Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM), con el objetivo de establecer las bases para su reconocimiento internacional, su conservación dinámica y el manejo adaptativo de su biodiversidad cultural y agrícola asociada, como son los sistemas de conocimiento, la seguridad alimentaria y los medios de vida en todo el mundo.

de arvenses (mal llamadas malezas) por el sombreado de doseles (copas y regiones superiores de los árboles) más densos o por alelopatías (compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta), el uso más eficiente de los nutrientes del suelo, y la mejora de la productividad por unidad de superficie. Un estudio realizado en América Central después del huracán Mitch en 1998, reveló que los agricultores que utilizaban prácticas de diversificación como cultivos de cobertura, sistemas intercalados y sistemas agroforestales, sufrieron menos daño que sus vecinos con monocultivos convencionales (Altieri y Nicholls, 2013).

- Nivel genético: Los campesinos poseen una gran variedad genética para sus cultivos, producto de cosechas y costumbres ancestrales. Dicha diversidad genética proporciona: El uso de múltiples variedades de cada cultivo proporciona diversidad intra (miembros de una misma especie) e interespecífica (miembros de especies diferentes), mejorando así la seguridad de las cosechas; hace que los cultivos sean resilientes y menos vulnerables a condiciones de estrés biótico (plagas, enfermedades) como abiótico (sequías y heladas); actúa como un seguro para enfrentar el cambio ambiental o las necesidades sociales y económicas futuras, ya que la riqueza varietal disminuye la variabilidad de la producción. En promedio se pueden encontrar fácilmente 50 variedades de papas en los campos de los agricultores de pueblos andinos y, por referencias locales, la existencia de hasta 100 variedades nativas en un solo pueblo (LEISA, 2014).

Las propiedades emergentes y el manejo son claves en los agroecosistemas biodiversificados, dado que las redundancias del sistema y una mayor diversidad de especies permiten que los ecosistemas continúen funcionando y proporcionando servicios ante cambios bruscos en el entorno (Nicholls et al, 2015). Los sistemas agrícolas complejos que incorporan variedades nativas, como los que utilizan o han heredado muchos agricultores que viven en entornos hostiles en África, Asia y América Latina, se encuentran adaptados de mejor manera a los fenómenos meteorológicos extremos y la variabilidad climática, a través los siglos (Nicholls et al, 2015).

Mientras que, incrementar la diversidad genética y ecológica de los principales cultivos reduce el riesgo de futuros brotes de plagas y enfermedades, la vulnerabilidad de los

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

sistemas agrícolas modernos más simplificados, representan un mayor riesgo al enfrentarse al CC. Los monocultivos homogéneos y variedades transgénicas, carecen de mecanismos de compensación o de resiliencia frente a eventos climáticos extremos (sequías, huracanes, etc.), y no poseen los mecanismos de defensa ecológica necesarios para prevenir o tolerar el impacto de los brotes de plagas (Pimentel y Levitan, 1986; Nicholls et al, 2015). Asimismo, las características de los granos genéticamente modificados pueden extenderse hacia las variedades locales que los pequeños productores suelen sembrar, afectando la sustentabilidad natural de estas razas (Nicholls et al, 2015). De esta manera, El nivel existente de biodiversidad puede marcar la diferencia entre que el sistema se estrese o sea resiliente al enfrentarse a perturbaciones bióticas o abióticas. En todos los agroecosistemas se requiere una diversidad de organismos para que funcione el ecosistema y para proporcionar servicios ambientales (Altieri y Nicholls, 2004).

4. La Ciencia de la Agroecología

Según la definición de Agroecología⁶ dada por León y Altieri (2010): “... es la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus interrelaciones ecológicas como culturales...”, que propone además el estudio o abordaje de: “la capacidad de resiliencia⁷ de estos agroecosistemas a eventos extremos externos (cambio climático u otros)”⁸. El término agroecología debe desbordar la concepción ecologista y aprehender las variables complejas que propone el enfoque cultural o el enfoque ambiental (entendiendo también, por supuesto, que el término ambiental no es equivalente a la idea ecologista, sino que se refiere al complejo ecosistema-cultura). Un problema del término agroecología en su etimología, remite al interesado a tratar las relaciones ecológicas de los campos de

⁶ Otras definiciones, conceptos y enfoques aportados sobre Agroecología, son citados en el ANEXO II desde varios referentes nacionales e internacionales

⁷ La resiliencia de los ecosistemas es la capacidad de un ecosistema de recuperarse de un disturbio o de resistir presiones en curso. Se refiere a los complejos procesos físicos y ciclos biogeoquímicos regenerativos que realizan los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema en un tiempo determinado como respuesta para recuperar su estado anterior al efecto producido por el factor externo, y en esa medida tender al equilibrio (Chamocho, 2005).

⁸ Ver los diez Principios de la Agroecología citados en el ANEXO I.

cultivo, y a olvidar el profundo significado cultural de la producción agraria. La palabra “agroecología” puede tener por lo menos tres significados (León, 2014):

- la descripción de un paradigma científico que emerge y se consolida en el siglo pasado;
- un movimiento social que critica los postulados de la revolución verde y las ideas del desarrollo clásico;
- o un estilo de agricultura ecológica (eco agricultura), práctica o sistema que hace parte de las llamadas agriculturas alternativas.

Por tal, no es una ciencia que se limita al estudio ecológico de lo que sucede al interior y al exterior de las fincas o de los campos de cultivo. Es una ciencia que abarca los estudios simbólicos, sociales, económicos, políticos y tecnológicos que influyen en el devenir de las sociedades agrarias. Incluye, por supuesto, los análisis ambientales de las tecnologías utilizadas, del manejo de bienes naturales, de las visiones del desarrollo rural, de las externalidades económicas. Es en este proceso de estudios y reflexiones ambientales, cuando la agroecología se convierte en un proceso político y social, en un movimiento contestatario y crítico de la sociedad y, a la vez, en una alternativa como sistema agrario (León, 2014).

5. Resiliencia socioecológica de los sistemas agroecológicos ante el Cambio Climático.

La resiliencia socioecológica se define como: *“la habilidad de grupos o comunidades de prepararse y hacer frente a estresores externos y/o disturbios como resultado de un cambio ambiental, socioeconómico o político, y que se refleja en acciones colectivas para aplicar diseños agroecológicos resilientes en sus fincas”*. Se refiere a la capacidad de un sistema de auto-organizarse y su habilidad para adaptarse al estrés y al cambio después de una perturbación (Nicholls et al, 2015; Cabell y Oelofse, 2012).

Los agricultores de más bajos recursos son los más afectados ante los impactos al CC, dada la exposición geográfica, bajos ingresos, mayor dependencia en la agricultura para su sobrevivencia y su limitada capacidad de buscar otras alternativas de vida (Altieri, Nicholls, 2013). No obstante, muchos agricultores se enfrentan a la

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

variabilidad del clima, con técnicas sencillas pero eficientes y económicas, mediante la implementación de técnicas de conservación y cosecha de agua, el cuidado y conservación de los suelos, técnicas tradicionales de cultivo (la utilización de especies resistentes a sequía o ambientes extremadamente húmedos), sistemas diversificados (policultivos), sistemas agroforestales, etc. (Fig. 1).

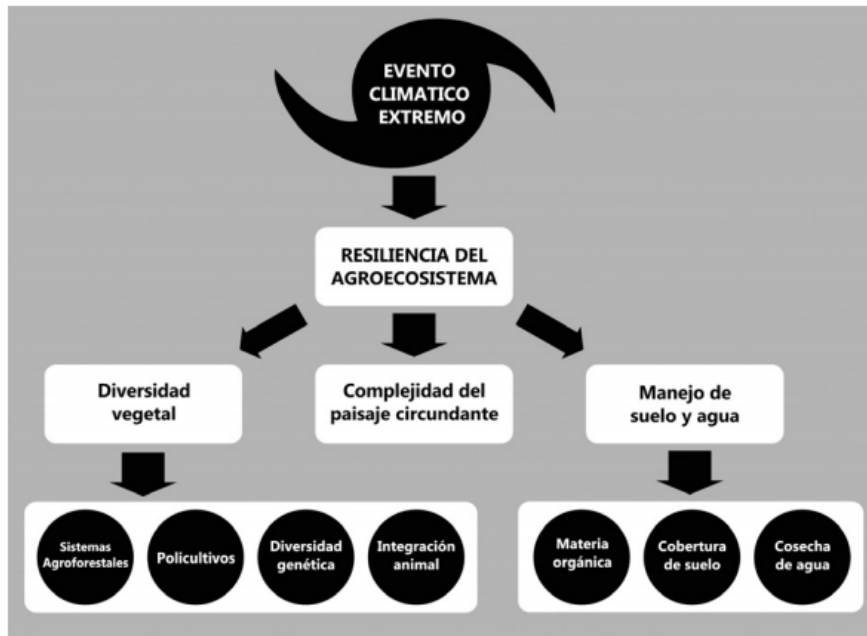


Figura 1 - Diversidad paisajística y a nivel de finca y prácticas de manejo y conservación de suelo y agua que incrementan la resiliencia ecológica al cambio climático (Nicholls et al, 2015)

Los agroecosistemas serán más resilientes cuando estén insertados en una matriz compleja del paisaje, con sistemas de cultivo genéticamente heterogéneos y diversificados, manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación del agua. Estas características contribuyen sustancialmente a minimizar la pérdida de rendimiento ante una contingencia climática (Nicholls et al, 2013).

Pero, la vulnerabilidad no está determinada tanto por la magnitud del stress ambiental y las características ecológicas del sistema, sino en mayor parte por la capacidad social de lidiar y/o recuperarse del cambio ambiental (Fig. 2). La resiliencia ecológica

de los agroecosistemas, se encuentra íntimamente ligada a la resiliencia social (capacidad de generar estructuras sociales para soportar y recuperarse antes perturbaciones extremas) particularmente en comunidades dependientes de los recursos ambientales para su sobrevivencia (Nicholls et al, 2013). Esta relación llamada resiliencia socioecológica, se debe a que estos sistemas no ocurren en un vacío social, sino que más bien han sido el producto de un proceso coevolutivo entre grupos étnicos interactuando con la naturaleza.



Figura 2 - Características socio-ecológicas que determinan la capacidad reactiva de los agricultores para mejorar la resiliencia de sus sistemas y sus comunidades (Nicholls et al, 2013)

La vulnerabilidad de las comunidades agrícolas, depende de que tan bien este desarrollado su capital natural y social (cuadros centrales de la Fig. 2). La capacidad de amortiguar y ser resilientes a las perturbaciones climáticas por parte de estas comunidades, se encuentra relacionada con los métodos agroecológicos adoptados (biodiversidad, el uso de especies nativas, etc.) y diseminados a través de la auto-organización y la acción colectiva (cuadros conectados por el anillo en la Fig. 2). Las estrategias de organización social (redes de solidaridad, intercambio de alimentos,

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

etc.) utilizadas por los agricultores para manejar circunstancias difíciles impuestas por tales eventos son un componente clave de resiliencia (Tompkins y Adger, 2004).

Los elementos de la resiliencia socioecológica, incluyen el estado de los procesos sociales, tales como el aprendizaje y la memoria social, los modelos mentales y la integración del sistema de conocimiento, la visión y la creación de escenarios, el liderazgo, los agentes y grupos de actores, las redes sociales, la inercia institucional y organizativa y su cambio, la capacidad adaptativa, la transformabilidad, y los sistemas de gobernabilidad adaptativa que permitan la gestión de los servicios esenciales de los ecosistemas (Folke, 2006).

Estos sistemas de agricultura tradicional que conservan y regeneran los recursos naturales, son modelos de resiliencia y sostenibilidad socioecológica ante al CC, ya que minimizan riesgos, promueven diversidad nutricional, estabilizan los rendimientos, limitan el uso de insumos externos, maximizan retornos con el uso de recursos locales, y mantienen una oferta alimentaria local todo el año contribuyendo a la seguridad alimentaria a nivel local, regional y nacional (Altieri et al, 2014; Netting 1993).

En este sentido la agroecología se enfoca más en la necesidad de aprender a vivir en o con sistemas cambiantes, más que en “controlarlos” (Nicholls et al, 2013).

6. Agroecología y Ecología del Paisaje. Estructura y función de los agroecosistemas.

Uno de los puntos claves para la implementación de los sistemas de base agroecológica, es el diseño del paisaje. En este sentido aparece la *Ecología del Paisaje* definida como: 'el estudio de las relaciones físico-biológicas (entre el patrón espacial y los procesos ecológicos) que gobiernan las unidades espaciales de una región; relaciones tanto verticales (dentro de cada unidad), como horizontales (entre unidades)" (Troll, 1950). Focalizando su atención en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio (Forman y Godron, 1986).

Como tal, brinda las herramientas de análisis y diseño del paisaje, para abordar el diseño de un sistema o paisaje agroecológico sostenible. Para ello es necesario definir la mejor unidad de análisis en un agroecosistema, considerando *la escala* (a niveles muy pequeños, el paisaje dominante convoca a utilizar categorías amplias como

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

cuenas hidrográficas o territorios; y en escalas muy grandes, a usar el cultivo o la finca como objeto de estudio), y *la inconmensurabilidad* (las variables culturales son continuas en el tiempo y el espacio, y su inclusión incide en la manera de nombrar los agroecosistemas) (León, 2014).

La finca es adoptada como la unidad de análisis en los agroecosistemas, con muchísima mayor permanencia en el tiempo y el espacio (*Agroecosistema de Nivel Mayor*) que las parcelas de cultivo, praderas o sistemas agroforestales (*Agroecosistemas de Nivel Menor*). La finca (como sistema complejo de elementos culturales y ecosistémicos), expresa varios componentes o subsistemas que interaccionan entre sí, como el suelo, agua, cultivos, sitios agroforestales, praderas, animales silvestres y domésticos, enfermedades, y agro-biodiversidad, agrupados como las dimensiones: ecosistémica, simbólica, tecnológica, política, económica y social. Podrían incluirse otras dimensiones como, por ejemplo, las estéticas, éticas, artísticas o psicológicas, entre otras. Se maneja y se comprende mejor en términos culturales. Los efectos de las tecnologías se manifiestan mejor a escala de finca que de cultivo (Fig. 3) (León, 2014).

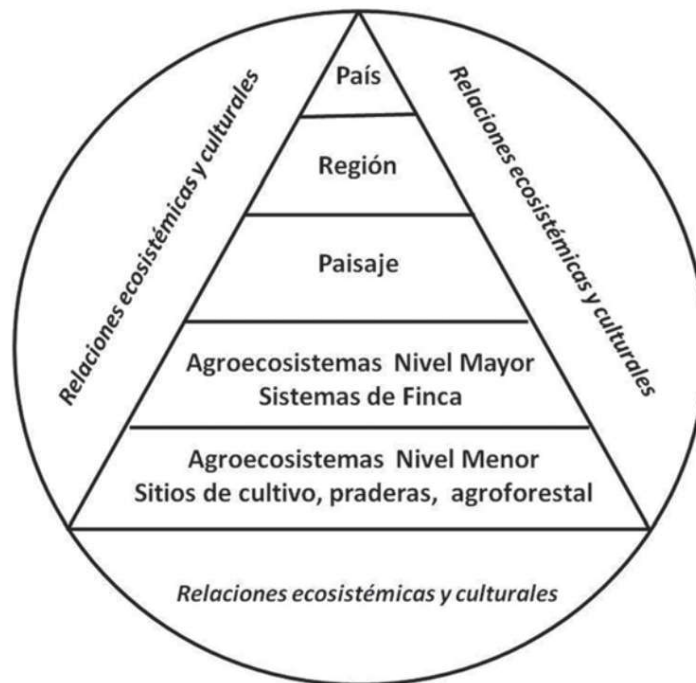


Figura 3 - Posición jerárquica de los agroecosistemas en el territorio (León, 2014).

Se podría adicionar una categoría superior al Agroecosistema Mayor o finca, para dar cuenta de los agregados de agroecosistemas en el paisaje, en donde el paisaje ecosistémico se interrumpe y/o superpone con el paisaje cultural. Empleando categorías agroecológica de orden superior, que podrían ser **territorio agroecológico, provincia agroecológica, zona homogénea agroecológica** u otro similar, que diera cuenta de esta relativa homogeneidad. (León, 2014).

Las pautas de cómo abordar de mejor manera el complejo campo de relaciones presentes en un finca, se encuentran reflejadas en las características especiales que estas relaciones presentan (León, 2014):

- Son complejas, en la medida en que relacionan los mundos ecosistémicos y culturales.
- Generan muchas vías de impacto, que se producen al unísono y que generan efectos sinérgicos y acumulativos.
- Son dinámicas y continuamente generan cambios, difíciles de estudiar en límites definitivos de tiempo y espacio.
- No son lineales.
- Difícilmente predecibles.
- Involucran diversos actores que poseen disímiles visiones del mundo, aun perteneciendo a clases sociales y económicas similares.
- Afectan y son afectadas por otras esferas decisionales, ubicadas tanto en espacios virtuales como materiales (biofísicos).
- Poseen varios hilos conductores que facilitan su estudio: los cambios tecnológicos, los flujos de materia, los ciclos y eficiencias energéticas, los procesos sociales, económicos y políticos, los cambios ecosistémicos. Ello, conservando siempre la dependencia e integralidad de sus variables.
- Pueden ser aprehendidas con mayor facilidad por grupos interdisciplinarios.
- Para su estudio e interpretación requieren el concurso de distintas visiones del mundo y de diversos modos de generar y transmitir conocimientos.
- Son definitivas para marcar el rumbo de los estilos de sostenibilidad ambiental de las sociedades rurales.

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

Para entablar el diálogo necesario entre la Ecología del Paisaje y la Agroecología, se define el concepto de “*Estructura Agroecológica Principal*” (EAP) de la finca, que, al estar relacionado estrechamente con la biodiversidad funcional del paisaje, aporta un interesante marco para abordar el estudio de la resiliencia socioecológica de los sistemas productivos ante el CC.

León (2010) define la EAP como: “... *la configuración o arreglo espacial interno del agroecosistema mayor (la finca) y la conectividad entre sus distintos sectores, parches y corredores de vegetación o sistemas productivos (agroecosistemas menores), que permite el movimiento y el intercambio de distintas especies animales y vegetales, les ofrece refugio, hábitat y alimento, provee regulaciones funcionales de distinto orden e incide en la producción, conservación de bienes naturales y en otros aspectos ecosistémicos y culturales*”.

Una finca con EAP completa y funcional, comprende todos los espacios físicos de la finca conectados por medio de cercas vivas y presentando su perímetro externo, límites ocupados por distintas especies de plantas (izquierda Fig. 4).

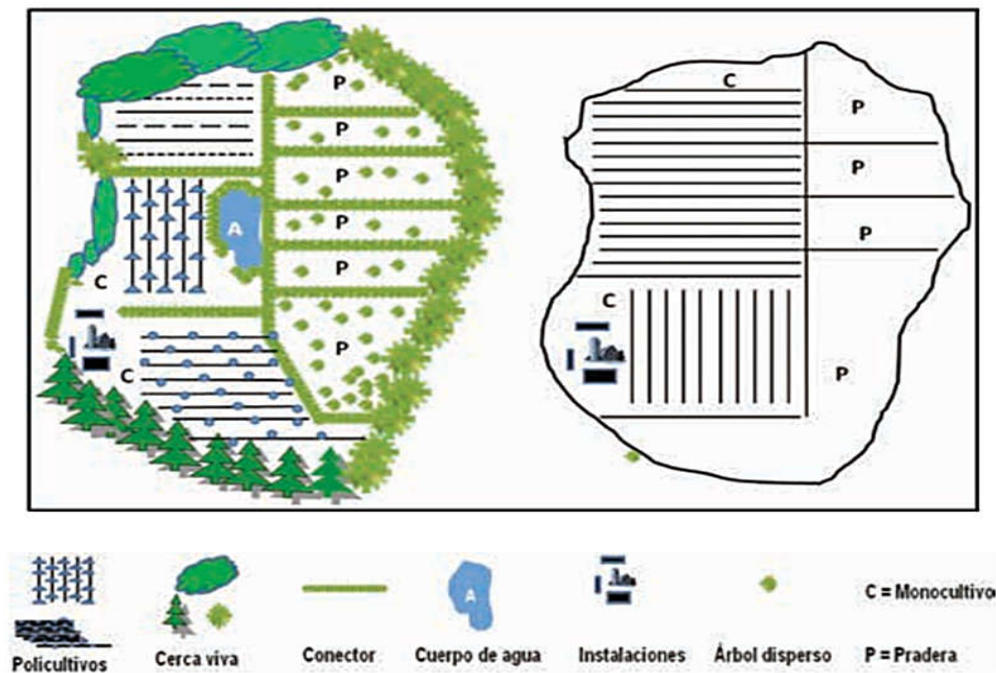


Fig. 4 - Agroecosistema Mayor con Estructura Agroecológica Principal (EAP) completa (Izquierda) y Agroecosistema Mayor (finca) sin EAP (León, 2014)

Las propiedades de la EAP pueden ser valoradas definiendo los siguientes 10 elementos o índices (León, 2014). Cada una de ellos valorados entre 1 a 10:

1. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP).
2. Extensión de Conectores Externos (ECE).
3. Diversificación de Conectores Externos (DCE).
4. Extensión de Conectores Internos (ECI).
5. Diversificación de Conectores Internos (DCI).
6. Uso y Conservación del Suelo (US).
7. Manejo de Arvenses (MA).
8. Otras Prácticas de Manejo (OP).
9. Percepción – Conciencia (PC).
10. Capacidad de Acción (CA).

Siendo, la evaluación final de la Estructura Agroecológica Principal de la finca, la sumatoria de los índices anteriores:

$$EAP = EEP + ECE + DCE + ECI + DCI + US + MA + OP + PC + CA$$

La escala de interpretación del estado de la EAP es la siguiente:

<i>Interpretación de la EAP de la finca</i>	<i>Valor numérico</i>
Fuerte	80 – 100
Medrada	60 – 80
Ligera	40 – 60
Débil	20 – 40
Sin estructura o con estructura débil sin potencial cultural para establecerla	< 20

Los valores cercanos a 100 corresponden a fincas fuertemente desarrolladas (biodiversidad, corredores biológicos, conciencia ambiental, etc.), en contraposición a valores menores 20 “sin estructura”, correspondientes a típicas fincas de agricultura convencional de monocultivos o de praderas aisladas, sin corredores biológicos, etc.,

y cuyos propietarios tampoco conocen o no se interesan por los problemas ambientales y de manejo de la biodiversidad.

La EAP es uno de otros tantos métodos⁹, que tratan de reunir la agrobiodiversidad en una expresión numérica que ayude en la descripción de una cualidad o característica de los agroecosistemas, para posteriormente dar sustento a las explicaciones en los cambios del paisaje¹⁰. Pues, lo que sucede a nivel individual en las fincas, se refleja a nivel colectivo en el paisaje (León, 2014).

Es importante enfatizar la conexión entre la finca y el paisaje, valorándose en relación a la distancia con los fragmentos cercanos de vegetación natural, principalmente a las coberturas boscosas y con la calidad de los corredores existentes. Pudiendo una finca estar desconectada de los dichos flujos biológicos o servicios ecosistémicos que el paisaje provee (Fig. 5 – A), estar parcialmente conectada a través de uno de sus lados (Fig. 5 – B), o estar íntimamente conectada (Fig. 5 – B).



Figura 5. Relaciones espaciales de fincas con EAP completa (León, 2014).

⁹ Existen otros enfoques metodológicos que podrían ser utilizados en este sentido. Uno de ellos es el método MESMIS, en donde los resultados obtenidos por indicadores, se presentan de forma integrada mediante un mapa multicriterio tipo Amoeba (Maserá et al, 2000).

¹⁰ Otros investigadores continúan mejorando este método incorporando otros criterios de estudio y ponderaciones, como el estudio de la variabilidad climática en fincas de pequeños agricultores en Colombia (Pradilla, 2016), estudios de ordenamiento territorial, relaciones con la salud de productores y consumidores, entre otros.

Estas características de finca fuertemente desarrollada y su integración con la estructura del paisaje (la importancia de incrementar la diversidad vegetal y la complejidad de los sistemas agrícolas), va a jugar entre otros factores, un rol determinante a la hora de reducir la vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos, tal como se ejemplificará en el siguiente capítulo.

7. Agroecología y Cambio Climático. Ejemplos.

El impacto ocasionado sobre los modernos sistemas de producción, dada la alta variabilidad y condiciones extremas del clima, el aumento de las temperaturas, la aparición de procesos súbitos o crónicos de inundaciones, las sequías, huracanes, y la aparición de plagas y enfermedades, entre otras, requiere de una forma de agricultura que sea resiliente y que permita aumentar la capacidad adaptativa de los agricultores (Nicholls et al, 2015).

Los sistemas productivos de base agroecológica resultan herramientas claves en la adaptación y resiliencia ante el CC. Resultan más resilientes a fuerzas biofísicas externas, que los agroecosistemas convencionales (o de revolución verde), porque la Estructura Agroecológica Principal (EAP) de la finca está más desarrollada (tal como se ha detallado en el capítulo anterior), o porque incluyen otras prácticas que le imprimen estabilidad, que hacen que determinadas características permanezcan en el tiempo y en el espacio (según se trate de las poblaciones animales y vegetales del agroecosistema, de los microorganismos presentes en el suelo, de la producción económica, o a su estabilidad social, económica o política). (León, 2014).

Estudios realizados por Holt-Giménez (2001; 2008) en fincas agroecológicas y convencionales afectadas por el paso del huracán Mitch en América Central (oct-nov de 1998), con aproximadamente 1.000 explotaciones afectadas, en Honduras, Guatemala y Nicaragua, demuestran como los agroecosistemas con base agroecológica se adaptaron o se recuperaron, reduciendo o mitigando los efectos del CC. Las fincas agroecológicas comparadas con las parcelas convencionales luego del paso del huracán, arrojaron los siguientes resultados:

- 40% más de capa fértil superficial (horizonte A).
- 70% menos de hundimientos.
- 50% menos de fenómenos de erosión y deslizamientos de tierra.
- 18% menos de pérdida de tierras de cultivo.
- 47% menos de cárcavas (zanjas producto de la erosión que generalmente sigue la pendiente máxima del terreno).
- 58% menos en la frecuencia de cárcavas.

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

Esta cualidad de resiliencia en los agroecosistemas fue posible dada la intervención de los agricultores que (por décadas) implementaron prácticas ecológicas en sus fincas (León, 2014).

Estudios realizados en Cuba posteriores el paso del huracán Ike (2008), arrojaron los siguientes resultados en las fincas agroecológicas comparadas con las parcelas convencionales, en varias provincias (Altieri y Nicholls, 2013; Rosset et al, 2011):

- 50% de pérdidas de cultivo frente al 90%-100% en fincas vecinas con monocultivos.
- 80-90% más rápida de recuperación de la producción 40 días después del paso del huracán, que las fincas bajo monocultivos.

Resultados arrojados en la Chacra “La Aurora”¹¹ (Benito Juárez, Bs. As., Argentina), sistema productivo de base agroecológica, durante 2008/09 en la mayor sequía de los últimos 70 años (en donde perecieron 15.000 cabezas por falta de alimento en la región) indican que no ha evidenciado pérdidas, gracias a que el suelo y los pastos así trabajados resistieron la debacle (Aranda, 2014).

Estos y otros estudios, enfatizan la importancia de incrementar la diversidad de la vegetación y la complejidad de los sistemas agrícolas para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. Las observaciones anteriores reafirman que la biodiversidad es esencial para mantener el funcionamiento de los ecosistemas, y de la utilidad de las estrategias de diversificación de cultivos utilizadas por los agricultores, como una importante estrategia de aumento de resiliencia en los agroecosistemas (Altieri y Nicholls 2013).

8. Agroecología. Pautas de conversión hacia sistemas sustentables y resilientes.

La transición o conversión agroecológica, se define como el proceso de transformación de los sistemas convencionales de producción hacia sistemas de base

¹¹ Para mayor detalle consultar (Cercá et al, 2012).

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

agroecológica¹², que comprende no solo elementos técnicos, productivos y ecológicos, sino también aspectos socioculturales y económicos del agricultor, su familia y su comunidad. También es un proceso político, que involucra cambios en las relaciones de poder y que atraviesa a todos los actores sociales activos en la transición agroecológica (Marasas et al, 2012; Caporal y Costabeber, 2004).

El desafío de la reconversión agroecológica como proceso complejo implica, lograr capacidades internas, recuperar y conservar los recursos naturales, mejorar la calidad como hábitat para las especies productivas y los trabajadores, así como ser eficiente en el orden productivo, económico, ecológico y social, de manera que se pueda alcanzar la sostenibilidad, la soberanía en amplio sentido (tecnológica, alimentaria, etc.), y aumentar la resiliencia ante perturbaciones externas (variabilidad climática, globalización, conflictos locales, etc.) (Fig. 6) (Vázquez y Funes, 2014).

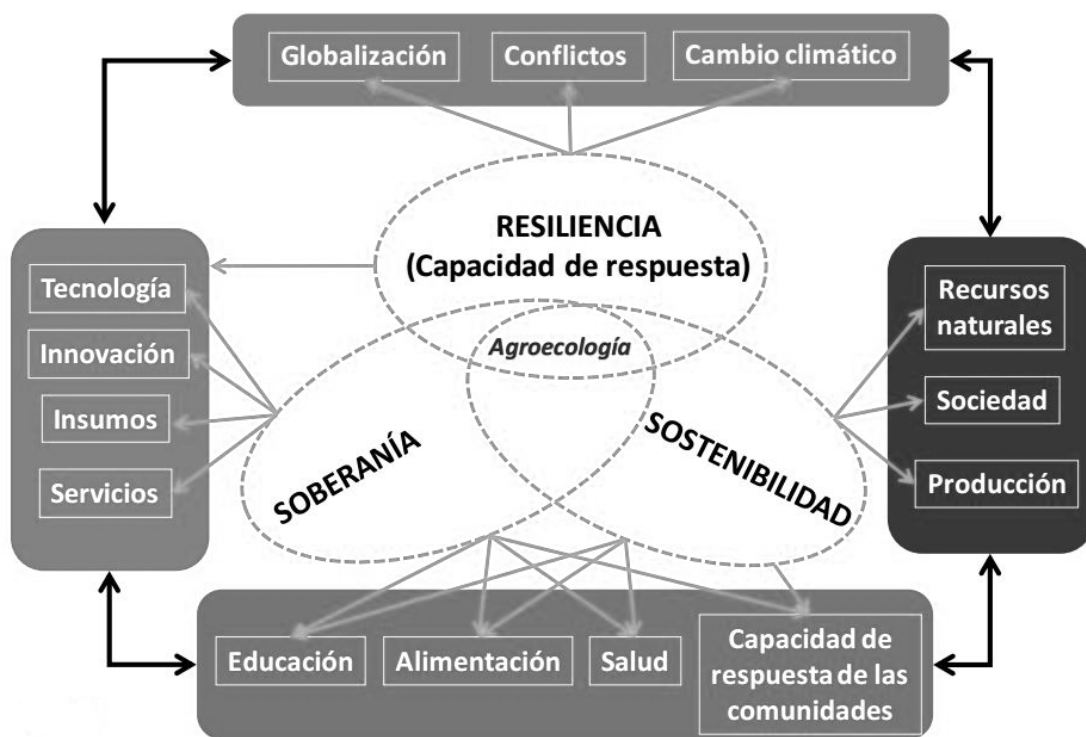


Figura 5 - Redes locales para la soberanía, sostenibilidad y resiliencia. Agricultura del futuro (Vázquez y Funes, 2014)

¹² Es importante tomar como base para comprender las pautas implicadas en la conversión agroecológica, los diez principios que han definido los investigadores Miguel Altieri, y Luis L. Vázquez (ver ANEXO II).

Abordar el proceso de transición requiere de comprender la complejidad de los sistemas de producción, comprendiendo cómo funciona el agroecosistema desde un abordaje sistémico, adoptando los principios¹³ de la agroecología a diferentes escalas, a nivel de finca o de paisaje, sea en lo temporal o espacial. Es pasar de una agricultura de insumos (sistemas agrícolas modernos), a una agricultura de procesos (Marasas et al, 2014; Vázquez 2014; Altieri 1995).

Acorde con lo planteado por Altieri y Nicholls (2007) y Gliessman (1998), el proceso de transición de la agricultura convencional (basada en el uso intensivo de insumos de síntesis química), hacia una agricultura ecológica, puede dividirse en tres grandes fases de duración variable:

1. Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, arvenses y suelos.
2. Sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos.
3. Rediseño de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional que subsidia el funcionamiento del sistema sin necesidad de insumos externos sintéticos u orgánicos.

Estas pautas a seguir como estrategias claves en el diseño o conversión hacia una agricultura sostenible con base agroecológica, se basan en implementar prácticas para estabilizar los agroecosistemas, incluyendo la diversificación de las parcelas agrícolas y los paisajes circundantes y manejarlas más eficientemente, suelos cubiertos y ricos en materia orgánica, cosecha de agua de lluvia, la restauración de tierras degradadas, entre otras. Con el fin de lograr una producción estable y de calidad, poco dependiente de insumos extremos, disminuyendo los costos de producción, y alcanzar los objetivos de la resiliencia socioecológica tal como se han descrito en el capítulo 5. Estas prácticas que hacen que el sistema se torne más resiliente a nivel de paisaje, son condicientes con las pautas o lineamientos a llevar a cabo en un proceso de conversión agroecológica (Altieri y Nicholls, 2004; Nicholls et al, 2015).

¹³ Ver los diez Principios de la Agroecología citados en el ANEXO I.

Tabla 1 - Resultados esperados y actividades potenciales de la red COMDEKS como estrategia para incrementar resiliencia a nivel de paisaje (UNDP 2014)

Resultados esperados a nivel de paisaje	Actividades recomendadas para obtener resultados
Manutención e incremento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos	a) Restauración de bosques; b) Conservación de suelos y sistemas mejorados de manejo de agua; c) Restauración de humedales; d) Remoción de especies invasoras; e) Sistemas de pequeña escala de recarga de acuíferos.
Más sistemas sostenibles de producción y mayor seguridad alimentaria	a) Diversificación de paisajes (e.g., agroforestaría); b) Diversificación de sistemas de producción (e.g., mayor diversidad de cultivos e integración de cultivos, animales y arboles); c) Sistemas agroecológicos de bajo insumo; d) Establecimiento de bancos de semillas comunitarios.
Sistemas de vida sustentables; mayores ingresos familiares	a) Actividades que promueven acceso a mercados amigables a la biodiversidad; b) Actividades que promueven ecoturismo que genera ingresos a las comunidades locales; c) Actividades que diversifican los modos de vida aumentando y proveyendo alternativas viables a la agricultura de subsistencia.
Mejor gobernanza a nivel del paisaje o territorios	a) Actividades que promueven sistemas de gobernanza participativa para tomar decisiones e implementar estrategias a nivel de paisaje; b) Fortalecer las organizaciones de base y ONGs para un mejor manejo y gobernanza del paisaje; c) Promoción de redes para acciones colectivas, aprendizaje y comercio; d) Establecimiento de lazos colaborativos con agencias gubernamentales de gobierno, municipalidades, instituciones académicas y el sector privado.

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

Estas prácticas hacen que estos agroecosistemas, presenten las siguientes propiedades:

Tabla 2 - Propiedades de agroecosistemas socio-ecológicamente resilientes (Cabell y Oelofse, 2012)

Procesos de producción ecológicamente autorregulados vía retroalimentaciones del sistema
Alta conectividad entre los componentes bióticos y abióticos
Alta diversidad funcional y responsiva
Alta redundancia
Alta heterogeneidad espacial y temporal a nivel de finca y paisaje
Alta autonomía de control exógeno
Comunidades socialmente auto-organizadas formando configuraciones basados en necesidades y aspiraciones colectivas
Personas reflexivas y que anticipan cambios
Alto nivel de cooperación e intercambio entre miembros de la comunidad
Comunidades que honran el legado y mantienen elementos claves del conocimiento tradicional
Grupos que constantemente construyen capital humano y movilizan recursos a través de redes sociales

Sin embargo, dada la heterogeneidad ecológica y/o cultural vinculada a la complejidad de los sistemas de producción, no existen recetas únicas a la hora de diseñar o proponer transformaciones hacia esquemas productivos sustentables con base agroecológica. Se deberán buscar y pensar estrategias adecuadas a las condiciones propias de cada lugar. Los procesos de transición dependerán de los diferentes modos de intervención de los productores al modificar un ecosistema para transformarlo en un agroecosistema con fines productivos, y de como ellos logren adaptarse o amortiguar las perturbaciones frente a estresores sociales, políticos o ambientales externos, propios de cada lugar. Es fundamental dentro de este marco, instaurar o recuperar las capacidades o reorganización de los productores, grupos o comunidades¹⁴, y puedan difundir y compartir las experiencias de aquellos casos que

¹⁴ La metodología Campesino a Campesino utilizada por miles de agricultores en Mesoamérica y Cuba, que consiste en un mecanismo horizontal de transferencia e intercambio de información, es tal vez la estrategia más viable para difundir las estrategias de adaptación basadas en la agroecología (Nicholls et al, 2015; Holt-Gimenez, 1996, Rosset et al, 2011).

sean exitosos (‘faros agroecológicos’) para sean adoptados por la comunidad en forma auto-organizada (Tompkins y Adger 2004; Nicholls et al, 2013).

8.1. Chacra “La Aurora”. Ejemplo de experiencia exitosa de conversión agroecológica (‘faro agroecológico’) en la Región Pampeana Argentina.

La chacra “La Aurora” (ubicada en el partido de Benito Juárez, Bs. As., Argentina), es un claro ejemplo de ‘faro agroecológico’ producto de una transición agroecológica a gran escala con detallada sistematización de la experiencia, seleccionada por la FAO¹⁵ como una de las mejores experiencias mundiales en agroecología. Con un predio de 650 hectáreas de trigo, pasturas y vacunos, en los últimos diez años “La Aurora” produjo un promedio de trigo de 3100 kg. por hectárea (sólo 200 gramos por debajo del promedio de la zona con manejo convencional de uso de químicos), y un promedio de 100 toneladas de carne por año. Siendo los costos directos por hectárea en la zona (campos con cultivos transgénicos) de USD 350 dólares por hectárea, en “La Aurora” son de USD 100 por hectárea. Un ahorro de USD 250 dólares dado el menor gasto de insumos. Logrando un margen bruto de ganancias muy por encima que el de campos con cultivos transgénicos (Cercá et al, 2012; Aranda, 2017).

Las prácticas implementadas de control de plantas arvenses, consisten en el manejo o convivencia en forma equilibrada, y hacer competir otros cultivos asociados con ellas (trébol rojo, leguminosas, etc.), mejorando la fijación del nitrógeno en suelo, y sin que ello repercuta en el rendimiento de los cultivos. El suelo nutrido y rico en biodiversidad, sumado a sistemas que permiten el hábitat natural de insectos, anula la necesidad de uso de herbicidas, fungicidas, insecticidas, y fertilizantes químicos (Cerdá y Sarandón, 2011).

Las prácticas agroecológicas aplicadas a este campo, permitieron el aumento de stock ganadero, engorde más eficiente, y alta estabilidad en la producción (95 toneladas anuales). En la mayor sequía de los últimos 70 años (2008/9) murieron 15.000 cabezas por falta de alimento en la región. “La Aurora” no tuvo pérdidas, gracias a que el suelo y los pastos así trabajados resistieron la debacle (Aranda, 2014).

¹⁵ Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Caso que demuestra que los sistemas de producción con base agroecológica son rentables a gran escala, presentando ventajas respecto a los sistemas de producción convencionales de alto consumo de insumos externos y agroquímicos. Los resultados obtenidos muestran las potencialidades de este enfoque para ser aplicado en sistemas extensivos de producción de clima templado como los de la Región Pampeana Argentina, como así también, evidenciando su resiliencia en este caso ante el impacto provocado por la sequía.

8.2. Limitantes para su adopción.

Las respuestas a las principales limitantes para la adopción o promoción de los procesos de transformación a sistemas productivos con base agroecológica, están dadas en el orden cultural. El ANEXO III: “Monocultivos vs. Policultivos. ¿Por qué el monocultivo es el arreglo que domina en el mundo?”, describe en forma detallada las principales limitantes.

Esta limitante radica, podría decirse, en el inadecuado enfoque que prevalece en la agricultura moderna, y en la generación y transmisión del conocimiento agrario que subsiste, domina y se encuentra inmerso en la actual sociedad.

En este sentido Sarandón (2002), propone la necesidad de un cambio en los procesos educativos que deben producirse en la totalidad de la institución educativa, no solamente en los planes de estudio sino también en los paradigmas dominantes de agricultura y, por ende, en la figura del profesor/instructor del alumno, y de las técnicas pedagógicas y didácticas.

9. Conclusiones.

La sociedad, sea cual sea su percepción respecto de los impactos producidos por el CC y entorno socio-ambiental, debe tomar conciencia que es necesaria una participación conjunta para lograr una cohesión social, que permita afrontar los diversos y complicados problemas, actuales y próximos a llegar, en el orden de los ámbitos biológico, ambiental, social, político y económico. Otorgándole a la comunidad

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

la capacidad de auto-organizarse, y adaptarse al estrés y al cambio, luego de producida una perturbación extrema (resiliencia socioecológica).

La disponibilidad y el acceso al agua, el acceso a la tierra, la degradación del medioambiente, el uso inadecuado de las fuentes de energía, la distribución, disponibilidad, y forma de producción de alimentos¹⁶, entre otros, son los graves problemas que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas.

Los sistemas modernos de producción no son una excepción y presentan una marcada vulnerabilidad ante los efectos producidos por el CC, evidenciando la necesidad de repensar dichos sistemas hacia sistemas de producción más sustentables y resilientes. Al no haber aún soluciones tecnológicas que ayuden a solucionar los problemas que presentan los sistemas modernos de producción, la implementación o transición a sistemas de producción con base agroecológica representan una buena estrategia, y una buena razón para defender la expansión agroecológica a nivel global. En este sentido los sistemas de producción tradicionales, de campesinos y agricultores de subsistencia, presentan ricas experiencias, prácticas y herramientas a tener en cuenta de analizar, para ser utilizadas en las propuestas de conversión de los actuales sistemas hegemónicos de producción. No obstante, se requiere también que estas comunidades, refuercen sus prácticas socioecológicas de base agroecológica, para mejorar aún más la manera de afrontar y amortiguar los efectos producidos por el CC (disturbios dentro del ámbito ambiental, socioeconómico, etc.).

Diversas investigaciones realizadas y evidencias sistematizadas provenientes de variados sistemas de distintas partes del mundo, legitiman la capacidad y ventajas de promover nuevos sistemas de producción o de transición de base agroecológica ante los impactos del CC, respecto de los modernos sistemas de producción. Sea a pequeña o a gran escala.

Siendo demostradas estas ventajas, ¿por qué los sistemas de producción con base agroecológica no son adoptados o incentivados a ser adoptados globalmente? Tal

¹⁶ Ver ANEXO IV. La Producción de alimentos sanos. Su relación con los agroquímicos.

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

como se detalla en el Anexo III, las respuestas estas relacionadas con aspectos culturales de nuestra sociedad.

Ante el contexto del CC se requiere entonces abordar una transformación cultural, cambiando la forma de cómo se percibe y es percibido el sector agropecuario, y promover lo antes posible la adopción de sistemas productivos sustentables de base agroecológica. Considerando entre otros que:

- Se aseguraría la permanencia de los esquemas productivos de base agroecológica de los pequeños productores, como fuentes de ejemplo y experiencias de sostenibilidad, de los cuales el mundo debe aprender.
- Se aseguraría el resguardo y continuidad de especies genéticas nativas adaptadas a variaciones climáticas extremas.
- Se incentivaría la figura del productor agrario y permanencia en el campo junto a su descendencia, evitando las migraciones y concentración a las grandes urbes, con los amplios perjuicios socio-culturales que ello conlleva para estos productores.
- La transformación y democratización del sistema alimentario mundial, enfrentaría directamente las causas que originan la desigualdad y la degradación ambiental, pudiendo erradicar al mismo tiempo el hambre y la pobreza.
- Se incentivaría el cuidado del medioambiente y se reducirían los conflictos socio-ambientales dada las externalidades causadas por los modernos sistemas de producción. Se resguardaría la biodiversidad, *asegurando los amplios derechos humanos tales como, el derecho a la vida, a la salud, a la alimentación, el acceso a la tierra, al agua.*

ANEXO I. Los 10 Principios de la Agroecología.

Los diez principios a seguir, definidos por los investigadores Miguel Altieri, y Luis L. Vázquez para la implementación o conversión hacia un sistema agroecológico (actualizados a septiembre de 2015):

1. Aumentar el reciclaje de biomasa, con miras a optimizar la descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo.
2. Proveer las condiciones de suelo más favorables para el crecimiento vegetal, en particular mediante el manejo de la materia orgánica y el mejoramiento de la actividad biológica del suelo.
3. Fortalecer el sistema inmunológico de los sistemas agrícolas, mejorando la biodiversidad con funciones de regulación natural de organismos nocivos.
4. Minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos, mejorando la conservación y regeneración de suelos, recursos hídricos y la diversidad biológica agrícola.
5. Diversificar las especies y recursos genéticos en el agroecosistema en el tiempo y el espacio a nivel de campo y paisaje
6. Aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la biodiversidad agrícola, promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.
7. Articular el sistema de producción a nivel local mediante su pertenencia a organizaciones, el establecimiento de sinergias en servicios, insumos y la participación en innovaciones, entre otros.
8. Aumentar la soberanía en el autoabastecimiento en alimentos, insumos, energía, tecnologías y otros.
9. Aumentar la capacidad de resiliencia a eventos extremos externos (cambio climático u otros).
10. Contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria local, ofreciendo al mercado y otras vías diversidad de productos sanos e inoocuos a la población de manera continua.

ANEXO II. Definiciones y conceptos dados por referentes nacionales e internacionales relacionados con la Agroecología.

Seguido se lista un compendio de definiciones y conceptos provenientes de diversas fuentes de referencia sobre agroecología, con el objetivo a abarcar las diferentes miradas y matices:

- Altieri, Miguel (Univ. Berkeley. EEUU): “La agricultura del futuro será agroecológica. La agroecología debería considerarse como política de Estado, debido a que permite instaurar otro esquema que corte los circuitos hegemónicos entre productores y consumidores y actúe como bypass hacia un sistema alimentario local y justo” (Tiftonell et al, 2016).
- Chinotti, Luca (asesor de la campaña CRECE, de Oxfam, Italia): “Sigue habiendo una gran incomprensión relacionada con la agroecología. Mucha gente piensa que la agricultura orgánica es lo mismo que la agroecología”, y “distintas personas utilizan los términos ‘agricultura sostenible’ con sentidos muy diferentes”. Podemos citar, por ejemplo, que la expresión ‘agricultura sostenible’ la utilizan tanto Monsanto (transnacional estadounidense de productos agroquímicos y biotecnológicos), como Greenpeace (organización ecologista que combate el uso de las semillas modificadas genéticamente o transgénicas). (Genevieve, 2014).
- Delachapelle, Quentin (agricultor francés y vicepresidente de la Federación Nacional de Centros de Iniciativas para Valorizar la Agricultura y el Medio Rural de Francia): “uno de los principales obstáculos para la adopción de la agroecología es que se basa en una visión a largo plazo. Lamentablemente, las actuales políticas públicas y de mercado se basan únicamente en una perspectiva a corto plazo” (Genevieve, 2014).
- Giobellina, Beatriz (INTA. Argentina): “Es una oportunidad de integrar distintas dimensiones: ecológica, social, económica, política y tecnológica en el desarrollo del territorio. También un valioso aporte para pensar la sustentabilidad de las ciudades, cómo se alimentarán en el siglo XXI y cómo contribuirá a la resiliencia de los asentamientos humanos” (Tiftonell et al, 2016).
- Marcatto, Celso (téc. en agricultura sostenible. Brasil): “No se debe ver a la agroecología como un modelo o un paquete tecnológico que se pueda replicar en cualquier lugar y en cualquier momento. Hay muy pocas prácticas que puedan

- aplicarse a una gran cantidad de situaciones”. La agroecología “tiene más que ver con la introducción de nuevas formas de pensar que con la distribución de soluciones predefinidas” (Genevieve, 2014).
- Pérez, Maximiliano (INTA. Argentina): “es una herramienta que permite a los productores aumentar los niveles de autonomía”. Reduciendo los niveles de dependencia que “hoy les plantea la agricultura y la tecnología”. Otro factor importante “es el aumento de la diversidad”, ya que hay distintas formas de practicarla (Tittonell et al, 2016).
 - Tittonell, Pablo (coordinador del Programa Nacional Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecorregiones. INTA. Argentina): Respecto a cómo se aborda la Agroecología en otros lugares del mundo comenta: “es increíble que en situaciones tan disímiles como la de China, la India o la de Europa, las discusiones y las posiciones son similares. Y a veces el problema es que estamos produciendo, viviendo y consumiendo en un marco cultural y tecnológico que hemos construido nosotros mismos, que lleva bastante tiempo y por lo que es difícil de cambiar y modificar. Parece que es imposible producir de otra forma, consumir de otra forma” (Primicias Rurales, 2015). “la agroecología es agronomía de alto nivel” (Tittonell et al, 2016).
 - Sarandón, Santiago (Argentina). “Una Agricultura Sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan” (Sarandón et al, 2006).
 - Sevilla-Guzmán, Eduardo (España). La agroecología puede ser definida como el manejo ecológico de los recursos naturales a través de formas de acción social colectiva que presentan alternativas a la actual crisis civilizatoria. Y ello mediante propuestas participativas, desde los ámbitos de la producción y la circulación alternativa de sus productos, pretendiendo establecer formas de producción y consumo que contribuyan a encarar el deterioro ecológico y social generado por el neoliberalismo actual (Sevilla-Guzmán, 2009):
 - Ullé, Jorge (Coordinador REDAE INTA. Argentina): “La agroecología, como ciencia, busca establecer relaciones con los sistemas científicos y tecnológicos, pero su validación depende además del contexto socio-productivo y ambiental en

que los agricultores se desempeñan. La ciencia agroecológica tiene riqueza conceptual y empírica, y se desarrolla en universidades, centros de estudios, estaciones experimentales, foros internacionales y sociedades científicas. A su vez, también es una herramienta práctica de los sistemas de extensión en los territorios que estos operan, en la medida en que los agricultores le dan vida y sustento a la aplicabilidad de nuevos conocimientos. Este nuevo enfoque interdisciplinario, que abarca desde formas participativas de investigación-acción hasta metodologías que permitan comprender mejor la complejidad experimental en que la agroecología se desenvuelve, motiva a los investigadores a generar nuevos conocimientos y a los agricultores a cambiar paulatinamente viejos paradigmas” (Marasas et al, 2012).

- Vanloqueren, Gaëtan (agroeconomista. Bélgica): “la agroecología incluye un conjunto de prácticas, como la diversificación de las especies y los recursos genéticos y el reciclaje de nutrientes y materia orgánica. Pero también es más que el estudio científico de la ecología aplicado a la agricultura, ya que abarca principios socioeconómicos y políticos que cuestionan la base del actual sistema agrícola dominante”. “Los principios de la autonomía, la importancia de la combinación del saber tradicional y el conocimiento económico, la elaboración conjunta de soluciones por parte de organizaciones campesinas, investigadores y ciudadanos son fundamentales para definir la agroecología y son la base de lo que distingue al movimiento de la llamada ‘intensificación ecológica sostenible’” (Genevieve, 2014).
- Wezel, Alexander (Francia), entre otros, definen a la agroecología como: una disciplina científica, como un sistema de prácticas agropecuarias y como un movimiento social-político de agricultores, científicos, organizaciones de base y consumidores. Es decir: “ciencia, práctica y movimiento” (Tittonell et al, 2016).

ANEXO III. Monocultivos vs. Policultivos. ¿Por qué el monocultivo es el arreglo que domina en el mundo?

Quienes se inclinan por los monocultivos aducen que ellos son necesarios e incluso esenciales en los procesos de escalamiento de la producción (León, 2014), puesto que:

- permiten economizar insumos,
- hacer más eficiente el trabajo manual y mecánico,
- controlar con mayor precisión los focos de enfermedades y las explosiones de plagas,
- operar con rapidez las distintas fases de desarrollo y manejo de los cultivos,
- y atender eficiente y oportunamente a las demandas del mercado.

En contraposición al sistema de monocultivo, la mezcla de cultivos tiene varios beneficios. Sus defensores ven en ellos la estrategia ideal para:

- liberarse de la dependencia que generan los agroquímicos,
- manejar con menores impactos ambientales los problemas de enfermedades y plagas,
- resistir de mejor manera cambios bruscos en las condiciones climáticas o en las alteraciones económicas,
- preservar bienes naturales,
- y estabilizar la producción.

Se ha demostrado que la asociación de cultivos permite un mayor control de plagas y arvenses, ayuda a evitar la erosión por viento, y mejora la infiltración de agua en el suelo permitiendo al agricultor utilizar menor cantidad de herbicidas y plaguicidas los cuales afectan la biodiversidad (MacLaughlin y Mineau, 1995). Se ha demostrado también, que la asociación de cultivos permite la presencia de una mayor abundancia de coleópteros edáficos, en comparación con áreas donde se practican monocultivos. Estas y otras ventajas, indican que mantener niveles altos de biodiversidad (policultivos) en los agroecosistemas mayores, siempre será una estrategia que aporte múltiples beneficios en todos los planos ambientales.

León (2014) formula la siguiente pregunta: ***“si ello es así, ¿Entonces por qué el monocultivo es el arreglo que domina en el mundo?”***

Las respuestas están en el lado de la cultura, tanto en el plano simbólico como en el organizacional. A nivel simbólico se imponen:

- las regulaciones normativas que aplican mejor para un determinado cultivo que para su mezcla,
- la inclinación de la ciencia a aislar y a simplificar los procesos para entenderlos,
- los deseos comprensibles de magnificar las ganancias a través de procesos uniformes de cultivo,
- y la educación basada en la competencia, entre otros factores.

En el orden organizativo de la sociedad, el monocultivo ofrece:

- mayores posibilidades de acceso a mercados de alta demanda,
- ganancia económica inmediata sobre la base de posibles monopolios,
- mayores posibilidades de planear y organizar la empresa agraria,
- más ventajas en el control de la producción y de las relaciones obrero-patrón,
- y facilidades de acceso a créditos con garantías únicas.

En términos tecnológicos los monocultivos ofrecen mayores posibilidades de manejo con maquinaria agrícola y riego y son el objeto perfecto para introducir aplicaciones continuas de plaguicidas. En este sentido, los monocultivos son funcionales a los desarrollos de la tecnociencia, a las demandas del mercado, al poder de empresas fabricantes de estos insumos y a la acumulación de capital.

Siendo los policultivos estar relacionados con la mayor diversidad y con la prestación de más y mejores servicios ecosistémicos e incluso servicios ambientales, no logran permear por completo el sector agropecuario. Esto se debe en parte, a que las decisiones de manejo del productor agropecuario pasan por:

- presiones del mismo mercado (ofertas y demandas),
- por la presencia de compañías vendedoras de insumos funcionales al monocultivo,
- por procesos educativos y la visión del mundo que tenga cada individuo,
- por la conciencia ambiental del productor,
- por el equipamiento tecnológico disponible,
- por el acompañamiento institucional,
- por los conocimientos disponibles,

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

- y por una serie de otras relaciones y circunstancias complejas en que se desarrolla el proceso agrario.

ANEXO IV. La Producción de alimentos sanos. Su relación con los agroquímicos.

El asignarle a los agroecosistemas una función de producción de alimentos sanos, es una manera de reafirmar, desde la ética, que “ésta es su verdadera y más importante función”, que sobrepasa incluso la muy extendida y acogida función de producción (León, 2014).

La salud humana está íntimamente relacionada con la comida y los hábitos alimenticios y ellos con la calidad de los alimentos, lo cual está determinado, a su vez, tanto por la calidad del suelo y del agua utilizada en la producción como por los tipos de manejo (con o sin plaguicidas) fitosanitario que se realicen.

Uno de los temas más visibles respecto a la salud humana y los agroecosistemas, es el uso y abuso de plaguicidas que generan intoxicaciones agudas o crónicas, las primeras producto de contactos súbitos con venenos y las últimas relacionadas principalmente con exposiciones por largos periodos de tiempo y generalmente de carácter ocupacional¹⁷.

Uno de los enemigos ocultos más importantes y menos visibles de todos son los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs), grupo especial de Compuestos Tóxicos Persistentes (CTPs). Entre estos se destacan los organoclorados como DDT, Aldrín, Dieldrín, Endrin, Clordano, Heptacloro, Mírx, Metoxicloro, Hexaclorobenceno y Toxafeno; los bifenilos policlorados (PCB) y las dioxinas y furanos. Los COPs se bioacumulan en los tejidos de los organismos y causan diversos efectos tóxicos a seres humanos y animales. Constituyen una enorme amenaza a la salud pública, principalmente por su nocividad, persistencia, capacidad de bioacumulación y biomagnificación y presencia global, que hace de ellos un problema de gran complejidad (Porta et al, 2009).

Un estudio piloto realizado por la Facultad de Medicina de la Universidad Monte Sinaí de Nueva York, encontró hasta 106 sustancias distintas en un mismo individuo, de un

¹⁷ León (2007) ha realizado una síntesis de algunos problemas que afectaban la salud de productores y consumidores de alimentos en Colombia, citando estudios que contienen datos verdaderamente alarmantes.

“Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático”.

total de 210 sustancias analizadas. El promedio de sustancias por individuo fue de 91 (Weinhold, 2003).

Vale traer textualmente lo sintetizado por Porta et al (2009): *“...La contaminación por COP es un conflicto sociológico y sanitario consustancial a nuestros modelos de economía, cultura y sociedad. Los contaminantes tóxicos persistentes son sistémicos: son una de las principales características del sistema. La contaminación generada por los COP es el resultado de nuestra organización social y de nuestros hábitos individuales y colectivos (agricultura, consumo, residuos, transporte). La distribución poblacional de los COP es consecuencia de las políticas públicas y privadas que promovemos o aceptamos. Las que ejercen las instituciones políticas y también todas las organizaciones sociales (consumidores, sindicatos, cooperativas, empresas, grupos de presión, organizaciones en defensa del automóvil o de la agricultura ecológica...). Políticas sobre piensos, ganadería y agricultura, políticas de la industria alimentaria y sobre la seguridad alimentaria, sobre riesgos químicos, energía, medio ambiente, residuos, reciclaje, educación, industria, transporte, impuestos, salud pública, sanidad... La contaminación generalizada por COP es el resultado tanto de las componentes más activas de esas políticas como de las componentes más pasivas y negligentes: de sus inacciones y omisiones, de las rutinas cómplices e interesadas, de quienes eligen no visualizar los muertos, el sufrimiento y el gasto que los COP contribuyen a causar...”*

Muchos productores agropecuarios no toman aún conciencia, de las implicancias del uso de agroquímicos¹⁸, tanto respecto a la exposición a los mismos por el ser humano, otros seres vivos y medio ambiente (suelo, agua, aire), como en la producción de alimentos. Entre varios factores, debido a la falta de información sobre el tema, o determinantes sociales y económicas, de creencias y ritos, de intereses y de presiones, que se expresan en modelos generales de agricultura. Implicando a todos los actores de nuestra sociedad, tanto en lo político, económico y social.

¹⁸ Ver la recopilación bibliográfica de trabajos científicos internacionales y nacionales sobre el agroquímico glifosato realizada por Rossi (2016): “Antología Toxicológica del Glifosato”, ordenado por tipo de muestras a analizar, enfermedades vinculantes y mecanismos patológicos más frecuentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams MW, Ellingboe AH, Rossman EC (1971). Biological uniformity and disease epidemics. *BioScience* 21:1067–1070 DOI 10.2307/1295991
- Altieri MA. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Boulder CO: Westview Press.
- Altieri MA. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31 DOI 10.1016/S0167-8809(99)00028-6.
- Altieri MA., Nicholls C. (2004). *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Second edition, Haworth Press, New York.
- Altieri MA., Nicholls C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Revista Ecosistemas*, XVI.
- Altieri MA., Nicholls C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas. En: *Leisa revista de agroecología*. Perú. Vol. 24 N°4; p 5-8.
- Altieri MA. (2010). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (León T, Altieri M, eds). Socla-Universidad Nacional de Colombia. *Ideas* 21: 77-104
- Altieri MA., Toledo VM. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies* 38:587-612 DOI 10.1080/03066150.2011.582947
- Altieri MA., Nicholls C. (2013). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change* DOI 10.1007/s10584-013-0909-y.
- Altieri MA., Nicholls C., Montalba R. (2014). El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. En: *Leisa revista de agroecología*. Perú. Vol. 30 N°1; p 5-8.
- Aranda Darío (2014). La que se viene. *La Aurora*, en Benito Juárez. *Revista Mu*. Nro. 79, Agosto 2014. Pag 12-14.

- Aranda Darío (2017). Un modelo sin agrotóxicos. Sociedad. Página 12. [en línea]. Link: <https://www.pagina12.com.ar/22669-un-modelo-sin-agrotoxicos>.
- Cabell JF, Oelofse M (2012). An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society* 17(1):18 DOI 10.5751/ES-04666-170118.
- Caporal FR, Costabeber JA. (2004). Agroecología: alguns conceitos e princípios. Brasília. MDA/SAF/DATERIICA.
- Cerdá E. y Sarandón S.J.(2011). Aplicación del enfoque de la Agroecología para el manejo sustentable de sistemas extensivos de clima templado. El caso de “La Aurora” en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Benito Juárez. Argentina. *Cadernos de Agroecología – ISSN 2236-7934 – Vol 6, No. 2, Dez 2011. Brasil.*
- Cerdá, E.O., Sarandón, S.J., C.C. Flores (2014). El caso de “La Aurora”: un ejemplo de aplicación del enfoque agroecológico en sistemas extensivos del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Benito Juárez, Argentina. En: SJ Sarandón & CC Flores (Ed.) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 16: 437-463. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.*
- Chamocho W. (2005). La resiliencia en el desarrollo sostenible: algunas consideraciones teóricas en el campo social y ambiental. Lima, Perú.
- Coakley SM, Scherm H, Chakraborty S (1999). Climate change and plant disease management. *Annual Review of Phytopathology* 37:399-426 DOI 10.1146/annurev.phyto.37.1.399.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático México (2009). Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 - DOF 28/08/2009.
- Córdoba-Vargas Cindy Alexandra, León-Sicard Tomás Enrique (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca - Colombia). *Revista Agroecología* 8: 21-32, 2013.
- Denevan WM (1995). Prehistoric agricultural methods as models for sustainability. *Advanced Plant Pathology* 11:21–43 DOI 10.1016/S0736-4539(06)80004-8.
- Franco J, Borrás J, Vervest P, Isakson R, Levidow L (2014). Towards understanding the politics of flex crops and commodities: Implications for research and policy advocacy. Netherlands, Transnational Institute.

- Folke, C (2006). Resilience: the emergence of a perspective for social ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16:253–267 DOI 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.
- Forman, R. y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. Nueva York: Wiley and Sons.
- Genevieve Lavoie Mathieu (2014). El momento de la agroecología es ahora. [En línea]. IPS INTER PRESS SERVICE Agencia de Noticias. Link: <http://www.ipsnoticias.net/2014/09/el-momento-de-la-agroecologia-es-ahora/>
- Gliessman, SR. (1998). *Agroecology: ecological processes in Sustainable Agriculture*. Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press.
- Gudynas Eduardo (2010). Agroecología frente al cambio climático, entrevista con Eduardo Gudynas [en línea]: <http://www.ecodebate.com.br/2010/11/17/agroecologia-frente-al-cambio-climatico-entrevista-com-eduardo-gudynas/>
- Heinemann JA, Massaro M, Coray DS, Agapito-Tenfen SZ, Wen JD (2013). Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *International Journal of Agricultural Sustainability* DOI:10.1080/14735903.2013.806408 DOI 10.1080/14735903.2013.806408.
- Honty Gerardo, Gudynas Eduardo (2014). “Cambio Climático y Transiciones al Buen Vivir. Alternativas al desarrollo para un clima seguro”. Centro Latino Americano de Ecología Social – CLAES. Lima. Perú.
- Holt, E. (2001). *Measuring farmers’ agroecological resistance to Hurricane Mitch in Central America*. London: International Institute for Environment and Development.
- Holt, E. (2008). *Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable / Eric Holt Giménez*. Managua : SIMAS, Servicio de Información.
- *Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible* Managua, Nicaragua. 294 p.
- Jones PG, Thornton PK (2003) The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change* 13:51–59 DOI 10.1016/S0959-3780(02)00090-0.
- Koohafkan P, Altieri MA (2010). *Globally important agricultural heritage systems: a legacy for the future*. UN-FAO, Rome.

- MacLaughlin, A., Mineau, P. (1995). The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55 (3): 201-212.
- Masera Cerutti O., Astier M., López-Ridaura S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. México.
- Marasas M, Cap G, de Luca L. Pérez M, Pérez R. (2012). *El camino de la transición agroecológica*. Ediciones INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Marasas M, Blandi, Dubrovsky Berensztein & Fernández (2014). *Transición Agroecológica*. Capítulo 15 del libro: *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Argentina.
- Martínez Elizabeth Olmos, González Ávila María Eugenia y Contreras Loera Marcela Rebeca (2013). “Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México”, *Polis* 35 | 2013, *Revista latinoamericana (revues.org)*.
- Mijatovic Dunja, D., Van Oudenhovenb F., Pablo Eyzaguirreb, P., Hodgkins, T. (2013). The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: towards an analytical framework. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(2) 2013 DOI 10.1080/14735903.2012.691221
- Netting R, Mc C (1993). *Smallholders, Householders: Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture*. Stanford University Press, Palo Alto, CA DOI 10.1016/S0308-521X(96)00024-8.
- Nicholls Clara I., Altieri Miguel A. (2013). *Agroecología y Cambio Climático. Metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales*. REDAGRES y SOCLA. Lima. Perú.
- Nicholls Clara I., Osorio Leonardo A, Altieri Miguel A. (2013). *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. REDAGRES y SOCLA. Medellín, Colombia.
- Nicholls Clara I., Altieri Miguel A., Henao Alejandro, Montalba Rene, Talavera Edgar (2015). *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. REDAGRES y SOCLA. Lima. Perú.
- Landis DA, Gardiner MM, van der Werf W, Swinton SM (2008). Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. *PNAS* (105):20552-20557 DOI 10.1073/pnas.0804951106.

- Lang T, (2006). Agriculture, Food, and Health: Perspectives on a Long Relationship. En Understanding the links between agricultura and health. Ed Hawkes C, Ruell MT. International Food Policy Research Institute, IFPRI, 2020 Focus.
- Leisa (2014). El paisaje y la agricultura familiar campesina. Revista de agroecología, volumen 30 n° 3, septiembre de 2014. Pag. 10.
- León, T. (2007). Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia – Hombre y Arcilla. ECOE ediciones – Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá. 287 p.
- León, Tomás Enrique Sicard (2014). “Perspectiva ambiental de la Agroecología. La Ciencia de los Agroecosistemas”. Colombia.
- León T. y Altieri M. (2010). Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T y Altieri M. Eds. Pp 53 - 77.
- Lin B (2011). Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. BioScience 61:183–193 DOI 10.1525/bio.2011.61.3.4.
- Lobell DB, Gourdji SM (2012). The influence of climate change on global crop productivity. Plant Physiology 160:1686–1697 DOI 10.1104/pp.112.208298.
- Lobell DB, Schlenker W, Costa-Roberts J (2011) Climate trends and global crop production since 1980. Science 333:616–620 DOI 10.1126/science.1204531.
- Pascal G. Escalado (2002). Resiliencia a los peligros y la importancia de los vínculos entre escalas. En: Un Enfoque de Manejo del Riesgo Climático para la Reducción de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Costa Rica; 2002.
- Pardo, M. (2007). El impacto social del cambio climático. Panorama Social 5, pp. 22-35.
- Pérez, M., Marasas, M.E. (2013). Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. Ecosistemas 22(1):36-43. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.07
- Pimentel D and Levitan LC (1986). Pesticides: amounts applied and amounts reaching Pests. BioScience 36:514-515 DOI 10.2307/1310108.

- Pinilla Herrera María Carolina, Sánchez Javier, Rueda Andrés y Pinzón Carlos (2012). Variabilidad climática y cambio climático: percepciones y procesos de adaptación espontánea entre campesinos del centro de Santander, Colombia.
- Porta, M., Ballester, F., Gasull, M., Bosch, M., Puigdomènech, E. y López, E. (2009). Los compuestos tóxicos persistentes: una introducción. En: Porta, M, Puigdomènech, E. y Ballester, F. Eds: Nuestra contaminación interna. Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española. Ed Catarata. Madrid, España. Pp 19-39.
- Pradilla, G. (2016). Análisis ambiental de las prácticas campesinas de resiliencia a la variabilidad y el cambio climático en fincas ecológicas del altiplano Cundiboyacense – Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Primicias Rurales (2015). “Cuando alguien te dice que sin pesticidas no se puede producir, te está vendiendo un slogan”. Entrevista a Pablo Tittonell. [en línea] Link: <http://www.ruralprimicias.com.ar/noticia-agroecologia--pablo-tittonell--“cuando-alguien-te-dice-que-sin-pesticidas-no-se-puede-producir--te-esta-vendiendo-un-slogan”%E2%80%8F-24611.php>
- Rosset PM, Machín-Sosa B, Roque-Jaime AM, Avila-Lozano DR. (2011). The Campesino-to-Campesino Agroecology movement of ANAP in Cuba. *Journal of Peasant Studies* 38(1): 161–91.
- Rossi, Eduardo (2016). Antología Toxicológica del Glifosato. Naturaleza de Derechos [en línea]
Link: [http://www.naturalezadederechos.org/cienciadigna/Antologia Toxicologica del Glifosato2.pdf](http://www.naturalezadederechos.org/cienciadigna/Antologia_Toxicologica_del_Glifosato2.pdf).
- Sarandón SJ (2002). La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En “AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata.1: 23-48.
- Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic & E Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología*, 1: 19-28.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2014). Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. “Cambio Climático en Argentina; Tendencias y Proyecciones” (Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera).

Buenos Aires, Argentina [en línea]. Link: <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/3Com.-Resumen-Ejecutivo-de-la-Tercera-Comunicacion-Nacional.pdf>

- Thrupp LA (1998). *Cultivating Diversity: Agrobiodiversity and food security*. World Resources Institute. Washington DC.
- Tiftonell Pablo, Giobellina Beatriz, Pérez Martín, Maceira Néstor, Pérez Maximiliano, Cerdá Eduardo (2016). *Agroecología, una alternativa viable*. Revista RIA / Vol 42 / Nro 3.
- Tompkins EL, Adger WN. (2014). *Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change?* *Ecology and Society* 2004; 9(2): 10. [01/02/2005] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art10>.
- Toledo VM, Barrera-Bassols N (2008). *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. ICARIA Editorial, Barcelona.
- Troll, C. (1950): «Die geografischen Landschaft und ihre Erforschung». *Studium generale*, 3. Heidelberg, Berlín: Springer-Verlag, p. 163-181.
- Vandermeer J, van Noordwijk M, Anderson J, Ong C, Perfecto I (1998). *Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67:1–22 DOI 10.1016/S0167-8809(97)00150-3.
- Vázquez LL. (2014). *Compendio de buenas prácticas agroecológicas en manejo de plagas*. La Habana: Editora Agroecológica.
- Vázquez LL. (2016). *Evaluación agroecológica de sistemas de producción*. Seminario de Agroecología - INTA CNIA 2016.
- Vázquez LL, Matienzo Y, Griffon D. (2014). *Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fncas en transición agroecológica*. *Revista Fitosanidad* 18 (3): 151-162.
- Vigouroux J (2011). *Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops*. *Comptes Rendus Biologies* 334: 450–457 DOI <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069111000758>
- Weinhold, B. (2003). *Body of evidence*. *Environ Health Perspec*. 111: 94-99.
- Wilken GC (1987). *Good farmers: traditional agricultural resource management in Mexico and Central America*. University of California Press, Berkeley.