



# Nuevos caminos para reforzar la **resiliencia agroecológica** al cambio climático

Editores:  
Clara I. Nicholls y Miguel A. Altieri



# **NUEVOS CAMINOS PARA REFORZAR LA RESILIENCIA AGROECOLOGICA AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Editores: Clara I. Nicholls y Miguel A. Altieri



Berkeley, California 2017

## TABLA DE CONTENIDO

Enfrentando el cambio climático: estrategias agroecológicas para la agricultura campesina <i>Clara I. Nicholls, Miguel A. Altieri</i>	4
Funciones de resiliencia: Base para la gestión agroecológica de sistemas de producción agropecuaria expuestos a sequía. <i>Luis L. Vázquez Moreno</i>	12
Resiliencia de pequeños caficultores, desde el enfoque de las interacciones ecosistema - cultura (Anolaima, Cundinamarca - Colombia) <i>Cindy Alexandra Córdoba Vargas; Gonzalo Pradilla; Estyben Pirachicán; Tomás Enrique León Sicard</i>	18
Semiárido Brasileño: Estrategias agroecológicas y sociales de adaptación al cambio climático <i>Aldrin M. Perez-Marin, Miguel A. Altieri, Clara I. Nicholls-Estrada, Luis F. Ulloa, Luciano Silveira, Victor M. Oliveira<sup>3</sup> y Barbara, E. Domingues-Leiva</i>	32
Marco conceptual para evaluar los niveles de resiliencia socioecológica, aplicación en estudios de caso en pequeños productores de café. <i>Mónica María Machado-Vargas</i>	46
Evaluando la resiliencia al cambio climático e identificación de prácticas y adaptaciones productivas desarrollados por pequeños agricultores de 4 macrozonas del centro sur de Chile <i>Agustín Infante L., Karina San Martín F.</i>	54
Metodología para la evaluación de la resiliencia socioecológica de fincas familiares. Aplicación en fincas del Macizo Guamuhaya en Cuba <i>Leidy Casimiro Rodríguez</i>	66
Creación de capacidades en territorios agrícolas de Cuba para la resiliencia socioecológica a sequía y ciclones tropicales <i>Luis L. Vázquez Moreno, Maikel Márquez Serrano</i>	78
Creando resiliencia socio-ecológica: Dos ejemplos desde Bolivia <i>J. Carlos Escalera, Johanna Jacobi</i>	86

# ENFRENTANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO: ESTRATEGIAS AGROECOLÓGICAS PARA LA AGRICULTURA CAMPESINA

*Clara I. Nicholls<sup>1</sup>, Miguel A. Altieri<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Presidenta de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) y Coordinadora Regional de Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES)*

*<sup>2</sup>Profesor Emerito de Agroecología, Universidad de California, Berkeley.*

## RESUMEN

Entre las prácticas agroecológicas más radicales que fortalecen la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales a la variabilidad climática se incluyen la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, los sistemas agroforestales y los sistemas que combinen la agricultura con la ganadería, acompañados por el manejo orgánico de los suelos, la conservación y la cosecha de agua y un incremento general de la agrobiodiversidad. Los estudios sobre el terreno y los resultados reportados en la literatura sugieren que los agroecosistemas son más resilientes cuando están insertos en una matriz de paisaje compleja, que incluya germoplasma local adaptado en sistemas de cultivos diversificados manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación-cosecha de agua.

**Palabras claves:** Agroecología, residencia, materia orgánica, policultivos, agroforestería.

El IPCC predice que el cambio climático llevará a una reducción de rendimientos en la mayoría de los países debido a alteraciones en la temperatura y los patrones de precipitación. Las amenazas incluyen inundaciones de zonas bajas, mayor frecuencia y severidad de sequías, y temperaturas calurosas extremas que pueden limitar la producción vegetal y animal afectando la seguridad alimentaria e incluso agudizando el hambre. De hecho, ya se estima que el cambio climático ha reducido los rendimientos globales de maíz y trigo en un 3,8% y 5.5 % respectivamente. Muchos científicos predicen que el cambio climático agravará aún más las vulnerabilidades que experimentan los campesinos como resultado de la pobreza, la sensibilidad de sus localidades geográficas (áreas de secano, laderas, etc.) y su alta dependencia en recursos naturales. La conclusión prevalente es que la

agricultura campesina es particularmente vulnerable por su condición de marginalidad y que, aunque los campesinos tengan experiencia en lidiar con la variabilidad climática, sus estrategias tradicionales para enfrentarla no serán suficientes para enfrentar la severidad de la variabilidad que se predice. Por lo tanto, el sistema oficial de investigación agrícola mundial plantea que el uso de nuevas tecnologías asociadas a la “agricultura climáticamente inteligente” (CSA) serán fundamentales para el futuro de la agricultura de pequeña escala. La CSA se enfoca en soluciones técnicas rápidas y basadas en insumos, enfatizando el uso de la ingeniería genética para desarrollar cultivos que resistan condiciones climáticas más extremas. Al depender de pesticidas químicos y fertilizantes sintéticos, estas semillas transgénicas no son una opción sostenible para la mayoría de los productores

vulnerables y pobres (Nicholls y Altieri 2013).

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

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

En adición ya hay disponibles metodologías amigables a los agricultores ([www.redagres.org](http://www.redagres.org), [www.socla.co](http://www.socla.co)) que permiten a miembros de la comunidad identificar los sistemas que hayan resistido eventos climáticos recientemente y entender las características agroecológicas de esos sistemas que les permitieron resistir o recuperarse de las sequías, tormentas, inundaciones o huracanes. La idea es evaluar el nivel de resiliencia de cada finca y qué prácticas agroecológicas conocidas y accesibles por la comunidad o existentes en comunidades cercanas, deben adoptarse y diseminarse para mejorar la resistencia a la sequía y a las fuertes tormentas.

## Enfrentando las sequías

**Variedades locales:** El uso de variedades localmente adaptadas permite a cultivos adaptarse a una gama de condiciones climáticas. Al utilizar mejor el agua disponible, las variedades tradicionales generalmente

rinden más que las variedades modernas bajo condiciones de stress hídricos. Por ejemplo, en India, variedades locales de trigo exhibieron una producción con respecto al uso de agua tres veces más alta (620.94 kg/ha/cm de agua) que variedades mejoradas de trigo (293.1 kg/ha/cm de agua). La creación de bancos de semillas comunitarios que recojan el rico germoplasma adaptado a la sequía aun existente en una región es de un valor estratégico.

**Adición de materia orgánica al suelo:** La continua adición de residuos de cosecha, compost y el uso de cultivos de cobertura o abonos verdes incrementan el contenido de materia orgánica del suelo, lo que a su vez incrementa la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, mejorando la resistencia de cultivos a la sequía. Según el suelo, por cada 1% de incremento de materia orgánica, el suelo almacena hasta 1,5 litros de agua por metro cuadrado. Investigaciones han mostrado que un incremento de materia orgánica de 0,5 a 3.0% duplico la cantidad de agua disponible para los cultivos (Magdoff y van Es. 2000).

**Activación de la biología del suelo:** Un suelo orgánico bien manejado contiene altas poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos. Se han reportado poblaciones bacterianas muy por sobre 5 millones por gramo de suelo seco, que ayudan a descomponer residuos y a disponibilizar nutrientes. Entre los hongos, la presencia de micorrizas (VAM) que colonizan las raíces de muchos cultivos, es clave ya que estas incrementan la eficiencia del uso del agua lo que ayuda a los cultivos bajo condiciones de stress hídrico.

**Cobertura del suelo:** Manteniendo la vegetación de barbecho sobre el suelo reduce la evaporación conservando 4 % más agua en el suelo, lo que equivale a unos 8 mm adicionales de lluvia. Un estudio realizado en Centro América encontró que prácticas agroecológicas como cultivos de cobertura y mulching pueden incrementar el almacenamiento de agua en el suelo entre un 3-15%. La conservación de agua en el perfil del suelo, hace que los nutrientes estén disponibles de manera inmediata en sincronía con los períodos de mayor absorción de los cultivos.

**Policultivos:** Datos de 94 experimentos con varias asociaciones de sorgo con guandul, demostraron que

para un “evento extremo” particular, el monocultivo de guandul fallaría una en cinco, el sorgo fallaría una vez en ocho mientras que el policultivo fallaba una en 36. Los policultivos exhiben mayor estabilidad en los rendimientos y menores declives de producción que monocultivos bajo condiciones de sequía. Al manipular el estrés hídrico se observó que los cultivos intercalados de sorgo y maní, mijo y maní y sorgo y mijo rindieron consistentemente más que los monocultivos en cinco niveles de disponibilidad de humedad. Interesantemente, las diferencias relativas en la productividad de los monocultivos y los policultivos se fueron acentuando más conforme aumentaba el estrés (Natarajan y Willey. 1986). En China, la eficiencia del uso de agua en papas intercaladas con frijoles fue 13,5% mayor que en monocultivos.

**Sistemas agroforestales:** Cuando el café y cacao se cultivan en sistemas agroforestales, un nivel de sombra de 40-60% de los árboles crea un microclima que protege a estos cultivos de altas fluctuaciones de temperatura y también de las bajas precipitaciones al reducir la evaporación de agua del suelo. En casos de extrema sequía, muchos agricultores al perder sus cosechas, intercambian madera por alimentos y también suplementan sus dietas con frutas, vainas y hojas de árboles resistentes (Malezieux 2012).

**Sistemas silvopastoriles:** Las pasturas enriquecidas con altas densidades de arbustos forrajeros, árboles y palmeras pueden neutralizar los efectos negativos de la sequía. El año 2009 fue el año más seco de los últimos 40 años en el Valle del Cauca, con una caída en las precipitaciones de 44%. A pesar de una reducción del 25% en la biomasa de los pastos, la producción de forraje de árboles y arbustos en la Finca El Hatico permitió mantener la producción de leche constante, mientras agricultores de zonas vecinas reportaron pérdidas severas en la producción de leche y en el peso de los animales, además de altas tasas de mortalidad.

## Enfrentando tormentas y huracanes

En laderas centroamericanas, los agricultores que utilizaban prácticas de diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería sufrieron menos daños por el huracán Mitch, que sus vecinos que producían monocultivos convencionales. Se encontró que las parcelas diversificadas tenían de 20 a

40% más cobertura vegetal, más humedad en el suelo y menos erosión y que experimentaron pérdidas económicas menores que las de sus vecinos convencionales. En Chiapas, los sistemas de café con sombra diversificada sufrieron menos daños por el huracán Stan que los sistemas de café más simplificados. En zonas afectadas por el huracán Ike en Cuba en 2008, investigadores encontraron que las fincas diversificadas exhibieron pérdidas de productividad del 50% en comparación con el 90 o el 100% en los monocultivos vecinos, a la vez que mostraron una recuperación de la producción más rápida (80 a 90%) 40 días después del huracán) que las fincas de monocultivos. Todos estos estudios corroboran que los sistemas agroforestales al incrementar la materia orgánica del suelo mejoran la infiltración del agua, al proveer cobertura previenen la erosión del suelo y muchos árboles actúan como rompe vientos disminuyendo la velocidad del viento y el impacto de las tormentas. Las raíces profundas y superficiales de los árboles también ayudan a estabilizar el suelo (Nicholls et al 2015).

Policultivos de maíz con guandul incrementan la infiltración del suelo (lo que aumenta el agua almacenada en el perfil y reduce la escorrentía) debido a una mayor cobertura del suelo, y mejor estructura del suelo. En suelos manejados con policultivos por 5 años consecutivos, la infiltración se incrementó de 6 mm h<sup>-1</sup> a 22 mm h<sup>-1</sup> y experimentaron menos escorrentía (68%) que en los monocultivos (94%).

En laderas, cultivos de cobertura como *Mucuna pruriens* cubren rápido el suelo con mucha biomasa (más de 10 ton/ha) fijando entre 90—170 kg/ha de N, sobre la cual se siembra maíz alcanzando producciones aceptables de 3,5 a 4,5 t/ha, evitando erosión, en la ausencia de fertilizantes y sin importar la variabilidad climática.

## Conclusiones

La agroecología plantea que para el diseño de una agricultura resiliente es necesario reincorporar agrobiodiversidad (mezclas de variedades, policultivos, agrofresiteria, integración animal, etc.) en las parcelas agrícolas, junto a prácticas de conservación y cosecha de agua, pero además restaurando los paisajes circundantes (Figura 1). A nivel de paisaje la diversificación de la matriz debe ir acompañada de una serie de actividades

complementarias para alcanzar los objetivos de la resiliencia socio-ecológica (Tabla 1).

En muchas zonas vulnerables los campesinos pueden recurrir a los sistemas agrícolas tradicionales que aún prevalecen y que representan depósitos de abundantes conocimientos sobre resiliencia a las condiciones climáticas extremas. La cuestión a tratar es discernir qué principios y mecanismos han permitido a estos sistemas resistir y/o recuperarse de sequías, tormentas, inundaciones o huracanes. Estos mecanismos pueden ser descifrados utilizando las metodologías descritas por REDAGRES ([www.redagres.org](http://www.redagres.org)) en una serie de documentos que entregan herramientas fáciles para evaluar la resiliencia socio-ecológica de los sistemas agrícolas y así reforzar la capacidad de respuesta de los agricultores.

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

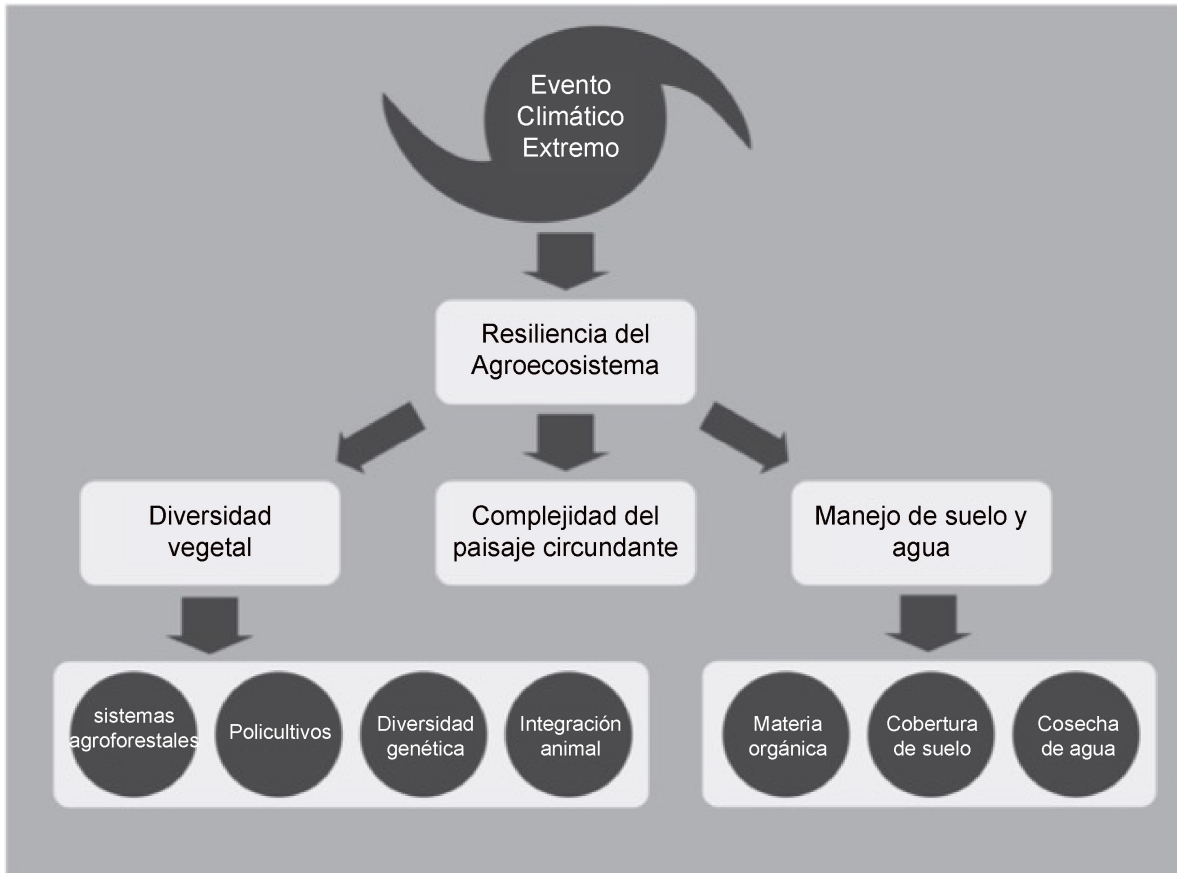
La capacidad de los grupos o comunidades para adaptarse frente a stress sociales, políticos o ambientales externos debe ir de la mano con la resiliencia ecológica. Para ser resilientes las sociedades rurales deben demostrar capacidad para amortiguar las perturbaciones con métodos agroecológicos adoptados y difundidos a través de la auto-organización y la acción colectiva. El reducir la vulnerabilidad social a través de la ampliación y consolidación de redes sociales, tanto a nivel local como regional, puede contribuir a incrementar la resiliencia de los agroecosistemas. La vulnerabilidad de las comunidades agrícolas depende de lo bien desarrollado que esté su capital natural y social, lo que a su vez hace que los agricultores y sus sistemas sean más o menos vulnerables a las perturbaciones climáticas.

En las regiones donde el tejido social se ha roto, el reto será rehabilitar la organización social y las estrategias colectivas en las comunidades, incrementando así la capacidad de respuesta de los agricultores para implementar mecanismos agroecológicos que les permitan resistir y/o recuperarse de los eventos climáticos. El rediseño de los agroecosistemas con principios agroecológicos conlleva a sistemas con propiedades deseables de resiliencia socio-ecológica (Tabla 3).

## Referencias

- Henao, A, M.A Altieri y C.I. Nicholls 2016 Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes. REDAGRES- Instituto Humboldt, Medellín.
- Lin, B.B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *BioScience* 61: 183-193.
- Magdoff, F. and H. van Es. 2000. *Building Soils for Better Crops*. Sustainable Agriculture Network. Beltsville, M.A. 230 p.
- Natarajan, M. and R.W. Willey. 1986. The effects of water stress on yield advantages of intercropping systems. *Field Crops Research* 13: 117-131.
- Nicholls CI, Altieri MA (2013) *Agroecología y cambio climático: metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales*. Red Iberoamericana de Agroecología para el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático (REDAGRES). Gama Gráfica, Lima, Peru.91 p.
- Nicholls, C.I., M.A. Altieri, A. Henao, R. Montalba y E. Talavera 2015 *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. REDAGRES, Lima.
- Malezieux, E. 2012. Designing cropping systems from nature. *Agron. Sustain. Dev.* 32: 15-29.
- UNU-IAS, Bioversity International, IGES y UNDP (2014) *Toolkit for the indicators of resilience in socio-ecological production landscapes and Seascapes (SEPLS)*. Yokohama.

**Figura 1.** Diversificación a nivel de finca y de paisaje, complementado por prácticas de manejo y conservación de suelo y agua que incrementan la resiliencia ecológica al cambio climático.





**Tabla 1.** Resultados esperados y actividades potenciales como estrategia para incrementar resiliencia a nivel de paisaje (UNU-IAS 2014).

Resultados esperados a nivel de paisaje	Actividades recomendadas para obtener resultados
<b>Manutención e incremento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos</b>	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
<b>Más sistemas sostenibles de producción y mayor seguridad alimentaria</b>	a) Diversificación de paisajes (ej., agroforestería, setos); b) Diversificación de sistemas de producción (ej., mayor diversidad de variedades y de cultivos e integración de cultivos, animales y árboles); c) Sistemas agroecológicos de bajo insumo; d) Establecimiento de bancos de semillas comunitarios
<b>Sistemas de vida sustentables; mayores ingresos familiares</b>	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
<b>Mejor gobernanza a nivel del paisaje o territorios</b>	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, e) estrategias de reducción de riesgo, sistemas tempranos de información climática, proyectos de prevención y mitigación de desastres.

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

	INCREMENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO	CICLAJE DE NUTRIENTES	> COBERTURA DEL SUELO	REDUCCIÓN ET	REDUCCIÓN DE ESCORRENTÍA	> RETENCIÓN DE HUMEDAD	> INFILTRACIÓN	REGULACIÓN MICROCLIMÁTICA	REDUCCIÓN DE LA COMPACTACIÓN DE SUELOS	REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN DE SUELOS	> REGULACIÓN HIDROLÓGICA	> USO EFICIENTE DEL AGUA	> REDES TRÓFICAS DE MICORRIZAS
<b>DIVERSIFICACIÓN</b>													
CULTIVOS INTERCALADOS			✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	
AGROFORESTERÍA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ROTACIÓN DE CULTIVOS	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓		✓	
MEZCLA DE VARIEDADES LOCALES			✓									✓	
<b>MANEJO DE SUELOS</b>													
CULTIVOS DE COBERTURA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
ABONOS VERDES	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
MULCHING													
APLICACIÓN DE COMPOST	✓					✓							✓
AGRICULTURA ORGÁNICA DE LABRANZA CERO			✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
<b>CONSERVACIÓN DE SUELOS</b>													
CURVAS A NIVEL					✓		✓		✓	✓	✓		
BARRERAS VIVAS			✓		✓		✓			✓	✓		
TERRAZAS					✓		✓			✓	✓		
PEQUEÑAS REPRESAS ENTRE LAS CÁRCAVAS					✓		✓			✓	✓		

**Tabla 3.** Propiedades de agroecosistemas socio-ecológicamente resilientes

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

# **FUNCIONES DE RESILIENCIA: BASE PARA LA GESTIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EXPUESTOS A SEQUÍA.**

**Luis L. Vázquez Moreno**

*Ing. Agron., PhD., La Habana. Cuba. llvazquezmoreno@yahoo.es*

## **Resumen**

Una evaluación realizada en diez territorios agrícolas de Cuba durante los años 2009-2011, introdujo el concepto de funciones de resiliencia para identificar practicas adaptativas a sequía innovadas por los agricultores. Las prácticas identificadas, agrupadas en ocho funciones, contribuye a reenfocar la adaptación y resiliencia a la sequía, al proponer nuevos criterios para el diseño y manejo de sistemas de producción. Las funciones de resiliencia son aquellas que contribuyen a la adaptabilidad del sistema de producción ante la exposición a un evento extremo. Estas pueden ser originadas interna o externamente; las funciones de resiliencia interna pueden ser de tres tipos: (a) resistencia, (b) recuperación, (c) transformabilidad. Las funciones de resiliencia externas pueden ser de varios tipos: (a) regulación ecológica de la matriz del territorio, (b) servicios técnicos de apoyo, (c) sistema de innovación, (d) proveedores de insumos, (e) financiamiento, etc.

**Palabras clave:** resiliencia, adaptación, sequía.

## **Introducción**

Un desafío clave para los científicos es definir un marco conceptual y metodológico, para poder descifrar los principios y mecanismos claves que explican la resiliencia de los sistemas diversificados, de manera de que estos puedan ser transmitidos a otros agricultores en cada región para que estos mejoren la capacidad de resistencia y de recuperación de sus fincas (Altieri y Nicholls, 2013).

Varios estudios sobre resiliencia de sistemas de producción agropecuaria a sequía, realizados en Cuba en el marco de la participación en la Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES), han sido

conducidos en sinergia con otros proyectos nacionales, a saber: (a) “BioFincas: Generar diseños y manejos de cultivos y la vegetación auxiliar para incrementar las interacciones benéficas de la biodiversidad funcional”, perteneciente al Programa de Alimento Humano y ejecutado por el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal; (b) Diseño, implementación y diseminación de Sistemas Integrados de Ganadería Agroecológica (SIGA), financiado por Veterinarios Sin Frontera y ejecutado por la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) de la provincia La Habana y (3) Prácticas Agropecuarias Sostenibles Adaptadas al Cambio Climático en la provincia Guantánamo, financiado por el Gobierno Belga y OXFAM e implementado en la provincia por la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP),

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y Consejo de la Administración Provincial (CAP).

Como resultado se logró conceptualizar que las *funciones de resiliencia* pueden ser consideradas como soporte científico y metodológico en la realización del diagnóstico y el diseño de la gestión agroecológica, para lograr sistemas de producción agropecuaria resilientes, de lo cual se ofrece una síntesis en el presente documento.

## Funciones de resiliencia

Una evaluación realizada en diez territorios agrícolas de Cuba durante los años 2009-2011, introdujo el concepto de funciones de resiliencia para identificar prácticas adaptativas (diseño y manejo) a sequía innovadas por los agricultores. Expresaron que la diversidad de prácticas identificadas, agrupadas en ocho funciones, contribuye a reenfocar la adaptación y resiliencia a la sequía, al proponer nuevos criterios para el diseño y manejo de sistemas de producción, considerando la interacción prácticas-funciones (Vázquez et al., 2015).

Posteriormente, un proceso de coinnovación participativa realizado en la provincia de Guantánamo para la resiliencia agroecológica de fincas de campesinos a sequía, se determinaron diez funciones de resiliencia que deben lograrse con los diseños y manejos de fincas. Como resultado definió que, las funciones de resiliencia son aquellas que contribuyen a la adaptabilidad del sistema de producción ante la exposición a un evento extremo. Estas pueden ser originadas interna o externamente; las funciones de resiliencia interna pueden ser de tres tipos: (a) resistencia, (b) recuperación, (c) transformabilidad. Las funciones de resiliencia externas pueden ser de varios tipos: (a) regulación ecológica de la matriz del territorio, (b) servicios técnicos de apoyo, (c) sistema de innovación, (d) proveedores de insumos, (e) financiamiento, entre otras (Vázquez et al, 2016).

Aunque nuevos estudios se encuentran en proceso, hasta el presente se han definido 31 funciones de resiliencia a sequía, que se recomiendan para el diseño y manejo agroecológico de sistemas de producción agropecuaria (Tabla 1), 13 de ellas generadas en los estudios anteriormente citados y las restantes 18 aportadas por el

proyecto SIGA, que actualmente está identificando las prácticas adaptativas apropiadas en la gestión de fincas que integran agricultura y ganadería en zonas suburbanas de la provincia de La Habana.

Las *funciones de resistencia* están relacionadas con la capacidad de resistir o tolerar que poseen los componentes expuestos (especies productivas, suelo, agua, prácticas agrícolas, cosechas, otros), con la menor afectación posible, los efectos físicos y prolongados de la sequía. Depende mucho del diseño y manejo de la biodiversidad en el sistema de producción.

Las *funciones de recuperación* constituyen las capacidades existentes para recuperarse con posterioridad al evento, e incluso desde que está ocurriendo. Considera la rapidez con que se alcanza el estado anterior, por lo que está muy relacionada con la dotación de capitales del sistema de producción (natural, físico, humano, social y financiero).

Las *funciones de transformabilidad* se justifican porque la adaptación al cambio climático debe gestionarse como un proceso continuo, que no se limite solamente a prepararse antes de la inminencia de un evento extremo, sino que paulatinamente se estén realizando acciones para mejorar la capacidad de resistencia y de recuperación. Esta capacidad está determinada por el capital humano, social y financiero.

Aunque la necesidad de abordar el estudio de la biodiversidad desde una perspectiva más sistémica, condujo al surgimiento del concepto de diversidad funcional (Tilman, 2001), dados sus estrechos vínculos con los procesos ecológicos, para establecer relaciones causales entre las características de los organismos presentes y los procesos y servicios de los ecosistemas (Hooper *et al.*, 2005), resulta cada vez más evidente que el diseño y manejo de la biodiversidad para lograr multifunciones en los agroecosistemas, requiere de mayor articulación con actores externos en los propios territorios, precisamente porque el rediseño funcional de sistemas de producción resilientes, es inherente a las personas que actúan dentro y fuera del mismo, evidenciándose la importancia estratégica de una mayor convergencia entre funciones ecológicas y de gestión.

Al respecto Toledo (1998) argumentó que la introducción

**Tabla 1.** Funciones de resiliencia a sequía (generadas por: a (Vázquez et al, 2015); b (Vázquez et al, 2016); c (incorporadas en el proyecto SIGA para identificar practicas adaptativas).

<b>Componentes</b>	<b>Funciones (ecológicas y sociales)</b>
Resistencia	1. Oferta de servicio de información y pronóstico agrometeorológico <sup>b</sup>
	2. Tolerancia de variedades y razas de especies productivas <sup>b,c</sup>
	3. Resistencia por vigor del material reproductivo <sup>b,c</sup>
	4. Retención de humedad en el suelo <sup>b,c</sup>
	5. Cobertura del suelo <sup>a,b,c</sup>
	6. Reducción de radiaciones directas de rayos solares sobre las plantas y los animales productivos <sup>a,b,c</sup>
	7. Disponibilidad de agua (acceso, almacenamiento, optimización) <sup>a,b,c</sup>
	8. Reducción de afectaciones por plagas <sup>a,c</sup>
	9. Eficacia técnica de las intervenciones fito y zoonitarias <sup>a,c</sup>
	10. Reducir efectos sobre las producciones durante la cosecha y post cosecha <sup>a,c</sup>
	11. Regulación del microclima <sup>b,c</sup>
	12. Favorecimiento de los procesos fisiológicos, la defensa natural de plantas y animales y las interacciones bióticas positivas en el agroecosistema <sup>b,c</sup>
Recuperación	13. Disponibilidad de material reproductivo <sup>b,c</sup>
	14. Conservación y mejoramiento en el manejo del suelo <sup>b,c</sup>
	15. Manejo racional del agua <sup>b,c</sup>
	16. Infraestructura productiva <sup>c</sup>
	17. Medios de producción <sup>c</sup>
	18. Infraestructura de apoyo <sup>c</sup>
	19. Autoabastecimiento y conservación de alimento humano <sup>c</sup>
	20. Autoabastecimiento y conservación de alimento animal <sup>c</sup>
	21. Obtención de bioinsumos para la nutrición de cultivos y mejoramiento del suelo <sup>c</sup>
	22. Obtención e integración de bioproductos para la sanidad de cultivos y animales <sup>c</sup>
	23. Aprovechamiento de subproductos <sup>c</sup>
	24. Oferta de servicios técnicos a los agricultores <sup>c</sup>
	25. Acceso a mercados <sup>b</sup>
Transformabilidad	26. Ofertar capacitación y actualización técnica a agricultores <sup>b</sup>
	27. Lograr equidad en el empleo <sup>c</sup>
	28. Establecer sistema de autorganización <sup>c</sup>
	29. Crear condiciones para el bienestar de los trabajadores <sup>c</sup>
	30. Establecer espacios para intercambios recíprocos <sup>b</sup>
	31. Crear capacidad de innovación local <sup>b</sup>
	32. Articulación en redes de valores <sup>c</sup>
	33. Estabilidad productiva y económica <sup>b</sup>
	34. Servicios financieros <sup>b</sup>
	35. Políticas públicas para la resiliencia <sup>b</sup>
	36. Integrar la resiliencia en el sistema de enseñanza <sup>b</sup>
	37. Servicios ecológicos en el manejo de cuencas <sup>b</sup>
	38. Manejo territorial del abasto de agua <sup>b</sup>
	39. Servicios de proveedores de insumos <sup>b</sup>
	40. Servicio de perforación de pozos <sup>b</sup>
	41. Zonificación de cultivos <sup>b</sup>
	42. Reforestación

del concepto de sustentabilidad a la discusión sobre el desarrollo, permite a la economía ecológica introducir el concepto de sistema resiliente; agrega que dos cuestiones cruciales emergen de esta discusión: la primera se refiere al hecho de que la esencia de la sustentabilidad ecológica es el cambio y la adaptabilidad. La segunda, es la vinculación estrecha entre la biodiversidad y la resiliencia. La biodiversidad como medio de asegurar la resiliencia y la resiliencia como medio de asegurar la sustentabilidad del desarrollo (Perrings, 1994; Holling, 1994).

Disponer de funciones que deben lograrse para la resiliencia a la sequía, constituye un marco de referencia para las tres acciones de mayor importancia en la gestión agroecológica de sistemas de producción expuestos a este evento: (1) diagnóstico para la resiliencia (utilizar indicadores contextuales); (2) innovación para la resiliencia (identificar, validar y adoptar practicas apropiadas) y (3) crear capacidades en agricultores para la transformación hacia fincas resilientes.

Precisamente, los indicadores recomendados para determinar la complejidad del diseño y manejo de la biodiversidad en fincas (Vázquez, 2013), y para evaluar el proceso de reconversión agroecológica de fincas (Vázquez y Martínez, 2015), logrados por los proyectos BioFincas y SIGA respectivamente, han contribuido con indicadores para determinar la capacidad de resiliencia de fincas, ya que la mayoría tributan a los diferentes tipos de funciones de resiliencia. Este último enfatiza que durante la transformación que se logre en el diseño y manejo del

sistema de producción, no es suficiente con aumentar la complejidad de los diseños agroecológicos en la escala de los campos de cultivos y cuarterones de ganadería, así como en la escala del sistema de producción, sino que se requiere que estos diseños favorezcan multifunciones, todo lo cual constituye un reto para la investigación agroecológica en fincas.

## Aplicaciones

Como resultado del estudio realizado en diez territorios agrícolas de Cuba durante los años 2009-2011 (Vázquez et al., 2015), se registraron 154 practicas adaptativas a sequía innovadas por los agricultores, las que agrupadas en ocho funciones de resiliencia evidencian una mayor atención a las prácticas para reducir afectaciones por plagas y mantener humedad en el suelo (Tabla 2).

En el proceso de coinnovación participativa que se realizó en la provincia de Guantánamo, se identificaron 64 prácticas agroecológicas (diseño y manejo de fincas) que se recomiendan a los agricultores para los municipios más expuestos a la sequía en esta provincia, todas consideradas como apropiadas y sostenibles (Vázquez *et al*, 2016).

De las practicas identificadas, determinaron la mayor contribución para las funciones de resiliencia sobre favorecimiento de los procesos fisiológicos, la defensa natural de plantas y animales y las interacciones bióticas positivas en el agroecosistema (62,5 %), retención de humedad en el suelo (57,8%), reducción de radiaciones

**Tabla 2.** Practicas adaptativas a sequia innovadas por agricultores en diez regiones de Cuba (Vázquez et al., 2015).

Funciones de resiliencia	Prácticas	
	Total	%
Capturar, conservar y optimizar agua	18	11,7
Mantener humedad en el suelo	30	19,5
Reducir impacto sobre las propiedades del suelo	23	14,9
Reducir efectos del exceso de radiaciones solares directas sobre los cultivos	8	5,2
Reducir afectaciones por plagas y enfermedades	31	20
Lograr eficiencia de las intervenciones fitosanitarias (químicos, bioquímicos y biológicos) y las liberaciones de entomófagos	17	11
Reducir efectos sobre las producciones antes de la cosecha	12	7,8
Reducir efectos post cosecha	15	9,7

directas de rayos solares sobre las plantas y los animales productivos y aumento del vigor del material reproductivo (menos estrés por exposición) ambas con 40,6% (Tabla 3).

Este proyecto concluyó con la generación de una guía con 54 indicadores, agrupados en componentes de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad) y adaptabilidad

(resistencia, recuperación, transformabilidad), para determinar la resiliencia de fincas a la sequía; también evidenciaron que no es suficiente con realizar la evaluación y disponer de las prácticas adaptativas (diseños y manejos) apropiadas, sino que es necesario lograr una articulación eficiente de actores externos locales, quienes pueden jugar un rol importante para la recuperación posterior al evento y la transformación constante de dichos sistemas.

**Tabla 3.** Contribución de las prácticas identificadas a cada una de las funciones de resiliencia (Proyecto: Prácticas Agropecuarias Sostenibles Adaptadas al Cambio Climático en la provincia Guantánamo).

Funciones de resiliencia	Prácticas	
	Total	%
Reducción de la afectación por uso de variedades y razas tolerantes (menos sensibles, que estén menos tiempo expuestas o que escapen al periodo de sequía).	9	14,1
Reducción de radiaciones directas de rayos solares sobre el suelo.	17	26,6
Reducción de radiaciones directas de rayos solares sobre las plantas y los animales productivos.	26	40,6
Disponibilidad de agua necesaria a la agricultura y la ganadería.	21	32,8
Mejoras de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	17	26,6
Manejo racional del agua.	10	15,6
Regulación del microclima.	27	32,2
Favorecimiento de los procesos fisiológicos, la defensa natural de plantas y animales y las interacciones bióticas positivas en el agroecosistema.	40	62,5
Aumento del vigor del material reproductivo (menos estrés por exposición)	26	40,6
Retención de humedad en el suelo.	37	57,8

Los resultados de este proyecto constituyen un desafío en la gestión del agua bajo las condiciones de Cuba, ya que los efectos de la sequía sobre la producción agropecuaria están desencadenando medidas y planes de varios ministerios, para lograr una utilización racional de este recurso natural, debido a que en los últimos años se ha producido una reducción paulatina de las cantidades disponibles en las principales fuentes de abasto subterráneas y superficiales.

Esto es particularmente importante porque, según un estudio realizado en los principales territorios agrícolas del país (Vázquez *et al.*, 2015), la vulnerabilidad a la sequía de la mayoría de los principales tipos de sistemas de producción agropecuaria (organopónicos, huertos intensivos, fincas de campesinos, fincas convencionales, fincas de ganadería) está por encima del 70%, excepto las fincas agroforestales de café que es del 64,6%; mostrando el suelo, los cultivos en crecimiento, el riego y el control

de plagas la mayor sensibilidad (>60 %).

Aunque en el país se ha implementado una metodología y un sistema para determinar riesgos de desastres a nivel territorial, que incluye la sequía (AMA, 2014); no se dispone de herramientas para la evaluación de la resiliencia de sistemas de producción agropecuaria expuestos a este evento, como base para la identificación y adopción de prácticas adaptativas apropiadas.

La resiliencia a la sequía excede el hecho de disponer de una mayor cantidad de agua para las plantas y los animales productivos; requiere lograr además un microclima que atenúe sus efectos, optimice el uso del agua y reduzca el gasto energético por evapotranspiración, todo lo cual es posible mediante el rediseño multifuncional de las fincas (Vázquez *et al.*, 2016).



Este enfoque holístico para la gestión de la sequía está justificado además porque, según Planos (2014), el clima del futuro en el país pudiera describirse como más árido y extremo, caracterizado por prolongados y frecuentes procesos de sequía y severos déficits de agua. Los paisajes secos de la zona oriental se intensificarán y avanzarán progresivamente hacia la zona occidental, produciéndose una transformación del clima tropical húmedo a subhúmedo seco, con amenazas de procesos de desertificación. Los escenarios climáticos considerados más probables para el país, expresan que para 2050 la temperatura promedio del aire puede aumentar entre 2,6 y 4,5°C y que la precipitación anual puede disminuir entre un 15 y 60%, respecto a los valores actuales.

Son diversos los estudios e informes que demuestran los impactos negativos de la sequía sobre la producción agropecuaria, principalmente las evidencias por estrés de plantas y animales productivos, por estar expuestos directamente a altas temperatura y escasez de agua; de la misma forma que se trabaja aceleradamente en la búsqueda de material genético tolerante a estas condiciones y sistemas para distribuir y utilizar óptimamente el agua, entre otras; sin embargo, la mayoría de estas investigaciones convergen en desarrollos o transferencias tecnológicas para enfrentar el factor limitante, enfoque lineal que ha caracterizado la agricultura convencional, que es muy vulnerable.

Resulta evidente que la importancia potencial del evento sequía en los territorios agrícolas, requiere de un cambio de enfoque tecnológico en los sistemas de cultivo y ganadería, así como en el rediseño de sistemas de producción y de la matriz de los paisajes agrícolas, que se base en el entendimiento de las interacciones específicas entre emisiones físicas directas y efectos bioecológicos indirectos, tanto sobre la biota productiva (plantas y animales), como en el suelo, agua, aire y la biota asociada, como base para generar nuevos diseños y manejos que logren en una agricultura multifuncional, que posea los atributos de la sostenibilidad, soberanía y resiliencia.

## Referencias

Agencia de Medio Ambiente (AMA). Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Ed. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y PNUD. La Habana. 110p. 2014.

- Altieri, Miguel A. y Clara Inés Nicholls. Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8 (1): 7-20, 2013.
- Holling, C. S. "New science and new investments for a sustainable biosphere" en Am. Jansson, M. Hammer, C. Folke y R. Costanza (eds.), *Investing in natural capital*, Island Press-International Society for Ecological Economics, 1994.
- Hooper, D.U.; F.S. Chapin; J. J. Ewel; A. Hector; P. Inchausti; S. Lavorel; J.H. Lawton; D. M. Lodge; M. Loreau; S. Naeem; B. Schmid; H. Setälä; A.J. Symstad; J. Vandermeer; D.A. Wardle. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35. 2005.
- Perrings, C. "Biotic diversity, sustainable development, and natural capital" en Am. Jansson, M. Hammer, C. Folke y R. Costanza (eds.), *Investing in natural capital*, Island Press-International Society for Ecological Economics, 1994.
- Planos, E. O. Síntesis informativa sobre impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Edit. Proyecto Basal, La Habana. 26p. 2014.
- Tilman, D. Functional diversity. In: *Encyclopedia of Biodiversity*. R. Levin (Ed.), pp. 109-120. Academic Press, San Diego, CA. 2001.
- Toledo, A. Economía de la biodiversidad. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N° 2. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 209 p. 1998
- Vázquez, L. L. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Revista de Agroecología*. Universidad de Murcia. No 8. pp. 33-42. 2013.
- Vázquez, L. L. y H. Martínez. Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología* 10 (1): 33-47. 2015.
- Vázquez, Luis L., Janet Alfonso, Yaril Matienzo, Ana Ibis Elizondo, Deisy González, Regla C. González, Antonio Enrique Joya, Delvis Subit, Elda Consuegra, Domingo A de León, José Raúl Martínez, María Caridad Diéguez, Adriana Pérez, Sebero Aranda, Meybel Ríos. Vulnerabilidad a la sequía y prácticas adaptativas innovadas en territorios agrícolas de Cuba. *Revista agricultura Orgánica* 21 (3): 26-34. 2015.
- Vázquez, L. L.; Y. Aymerich; A. Díaz; A. Peña; R. Cobas; E. Álvarez; L. Rodríguez; C. L. García; J. A. Gómez; Y. Peña; E. Constante; Y. Savón; D. Wilson; N. Fonseca; J. M. Pérez; C. Fernández; R. Hernández; M. Rodríguez. Resiliencia a sequia sobre bases agroecológicas. Sistematización de un proceso de coinnovación participativa. Provincia de Guantánamo, Cuba. Ed. OXFAM, Gobierno Belga, CITMA, ANAP. Guantánamo. 143p. 2016.

# RESILIENCIA DE PEQUEÑOS CAFICULTORES, DESDE EL ENFOQUE DE LAS INTERACCIONES ECOSISTEMA - CULTURA (ANOLAIMA, CUNDINAMARCA - COLOMBIA)

**Cindy Alexandra Córdoba Vargas<sup>1</sup>; Gonzalo Pradilla<sup>2</sup>; Estyben Pirachicán<sup>3</sup>; Tomás Enrique León Sicard<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bióloga Dr. Agroecología. Docente. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, Colombia). Email: cacordobav@unal.edu.co, <sup>2</sup>MSc en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, Colombia). Email: gpradillav@unal.edu.co, <sup>3</sup>MSc en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, Colombia). Email: epirachicana@unal.edu.co, <sup>4</sup>Dr. Tecnología Agroambiental. Profesor Titular. Instituto de Estudios Ambientales., Universidad Nacional de Colombia. Email: teleons@unal.edu.co.

*“El problema ambiental está, por lo general, mal planteado en la arena del debate teórico y de la acción práctica. No es un problema que atañe solamente a los ecosistemas naturales o que se pueda solucionar simplemente con medidas tecnológicas. Requiere la formación de una nueva sociedad.” Augusto Ángel Maya, 1995. La Fragilidad Ambiental de la Cultura.*

## Resumen

Este estudio propone un análisis de la resiliencia de los agroecosistemas, con énfasis en la capacidad de transformación e innovación y presenta su aplicación en seis agroecosistemas cafeteros en Anolaima, Cundinamarca (Colombia). El trabajo incluyó recopilación y análisis de información cualitativa sobre las familias de los agricultores, su entorno biofísico y sus sistemas productivos, a partir de 46 criterios ecosistémicos y culturales. Los puntajes de cada variable fueron ponderados por un coeficiente de importancia generado con participación de profesionales y agricultores locales, con lo cual se obtuvo una calificación total de la resiliencia de cada agroecosistema en una escala entre 0 y 500. Los mayores coeficientes los obtuvieron las variables alimentos producidos; grado de pertenencia al territorio; capacidad de cosecha de agua; formación política; precio de venta del café; pertenencia a organizaciones y/o cooperativas; ingresos extra; grado de decisión política; acceso a agua potable, y propiedad de la tierra. Las fincas estudiadas presentaron niveles medios a bajos de resiliencia. Las que poseen mayores capacidades de transformación presentaron los más altos valores (entre 334 y 209) en relación con las de menor capacidad de organización, que presentaron puntuaciones de 172 en promedio. De esta manera, variables asociadas a la capacidad de transformar tuvieron el mayor peso, como en el caso de la cantidad de alimentos producidos (7,74%), el nivel de formación política (4,18%), el sentido de pertenencia al territorio (6,28%) o la capacidad de cosechar agua (4,33%), que junto a la propiedad de la tierra (3,26%) y la cosecha de agua (4,33%), confieren a los agricultores y sus fincas posibilidades de una mayor resiliencia. Por otra parte, las condiciones geomorfológicas, el acceso a agua potable y para riego, la baja capacidad de decisión e incidencia política, así como la precariedad en la capacidad de ahorro de las familias y los precios de venta del café, fueron los aspectos que más fuertemente limitan la resiliencia de las fincas evaluadas.

**PALABRAS CLAVE:** agroecología; cambio climático; variabilidad climática; transformabilidad; resiliencia, adaptación; sistemas complejos; café; agricultura campesina.

## Introducción

La pequeña agricultura campesina, que según algunas estimaciones provee más del 53% de la comida en el mundo (Graeub et al., 2015), es la base de millones de familias que sobreviven en condiciones precarias, agravadas por los impactos de la variabilidad y el cambio climático, especialmente en los países del sur global. Estas condiciones de pobreza resultan de múltiples factores, entre los que pueden mencionarse la precariedad en la tenencia de las tierras como consecuencia de dinámicas de acaparamiento y despojo, poco acceso a crédito o tecnologías agrícolas y la marginalización histórica de las comunidades rurales en cuanto a la construcción de las políticas de desarrollo rural y la gestión del territorio.

Los impactos de fenómenos como la variabilidad climática no son en absoluto independientes de las condiciones económicas y políticas de las personas o las comunidades, sino que por el contrario, están fuertemente determinados por ellas (Ribot, 2010). Solo un enfoque integral, tanto en conceptualización como en metodologías, que incorpore aspectos humanos y biofísicos, permitirá comprender a profundidad los retos y posibilidades de la agricultura campesina para hacer frente a la variabilidad climática. En este sentido, ha venido cobrando especial relevancia el concepto de resiliencia, bajo definiciones e interpretaciones muy variadas, y en algunos casos, difusas (Friend & Moench, 2013).

El discurso oficial predominante sobre la resiliencia, tiende a concebirla de manera aséptica, independiente de la constelación de factores de poder en que está inmersa, desconociendo las múltiples relaciones sociales, éticas e históricas de las comunidades y sus territorios.

De otro lado, algunos investigadores centran su atención en aspectos de corte más ecosistémico (Altierti y Nicholls, 2013; Nicholls, 2013; Henao, 2013) cuyos análisis, sin ser menos importantes, revelan parcialmente la complejidad de estos fenómenos. En general, muchos aspectos simbólicos y otros de índole social, económica e institucional quedan invisibilizados en estos tipos de trabajos. Tal como plantean Lopez-Ridaura y otros (2005), refiriéndose a las metodologías para medir sostenibilidad, en general se continúa dando más peso a los indicadores ecológicos que a los sociales, ya que estos últimos son

cuantitativos y difíciles de medir, integrar y ponderar.

Sin embargo, en los últimos años aparecen estudios que amplían la visión de los estudios sobre resiliencia, afirmando que ella está mediada por los intereses de los grupos o clases sociales que se preguntan por ella (Friend & Moench, 2013; Pelling & Manuel-Navarette, 2011) y que, en lugar de entenderla como un “retorno a la normalidad”, debería concebirse más como capacidad de cambio, adaptación y transformación de los sistemas socioecológicos ante distintos tipos de disturbio (Friend & Moench, 2013; Folke et al., 2010; Davoudi, 2012; Pendall, Foster, & Cowell, 2009; Carpenter et al., 2005; Berkes & Folke, 1998).

Al tenor de lo anterior, Córdoba-Vargas et al. (2015) propusieron la siguiente definición de la resiliencia, que será utilizada en este documento:

“...es una propiedad emergente de los sistemas complejos (familia, agroecosistema, región, país) producto de la interacción dialéctica de sus elementos a diferentes escalas, la cual les permite amortiguar, adaptarse y especialmente innovar y transformarse no solo frente a factores puntuales de tensión, sino también frente a los inevitables y continuos cambios biofísicos y sociales del entorno. La resiliencia no es un concepto neutral, sino que debe analizarse desde el punto de vista de los intereses y del lugar que ocupa en la sociedad el grupo que se pregunta por ella. Por tanto, no representa única ni principalmente un retorno de los sistemas a un estado “normal” sino que, por el contrario, implica necesariamente discontinuidades, fluctuaciones y desarrollos dinámicos del sistema...”

Esta definición destaca la capacidad de transformación, porque aduce que la resiliencia no es un retorno a las condiciones previas al disturbio, sino que por el contrario “... son cambios cualitativos en la estructura de los sistemas, que, en el caso de comunidades o naciones, significaría transformación de los valores sociales, las estructuras burocráticas, las instituciones o los regímenes políticos...” (Darnhofer, 2014; Pahl-Wostl, 2009).

De esta manera el acento se traslada desde la adaptabilidad en las concepciones tradicionales de resiliencia, a la

permanente capacidad de transformación que poseen las comunidades, es decir, "...a la capacidad de reinventarse a sí mismas cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales las hacen insostenible..." (Walker et al., 2004).

En este artículo se analiza la resiliencia de agroecosistemas cafeteros en el municipio de Anolaima (Cundinamarca, Colombia) a partir de la aplicación de una propuesta metodológica que contiene cuatro elementos nucleares de la resiliencia planteados por Córdoba- Vargas et al., (2015). El primero de ellos, la causalidad, explora cómo la historia de las relaciones políticas y económicas incide en las actuales condiciones de vida de las familias cafeteras de la zona y, por supuesto, en la resiliencia. El segundo, el equilibrio dinámico, sustituye la idea de un solo tipo de equilibrio estático, puesto que la vida misma está ligada a cambios y dinámicas impredecibles a diferentes escalas, mediadas por condicionamientos culturales. El tercero se refiere a la diversidad biológica y cultural y el cuarto desarrolla la capacidad de transformar como elemento fundamental de la resiliencia.

## Metodología

La investigación se desarrolló en la zona rural del municipio de Anolaima (Cundinamarca - Colombia), localizado a 71 km al occidente de Bogotá, entre los años 2011 y 2015, en 6 fincas cafeteras ubicadas entre los 1.600 y 1.700 msnm.

La herramienta metodológica para la medición de la resiliencia se planteó a partir de la conceptualización propuesta por Córdoba – Vargas *et al.* (2015), después de lo cual se escogieron 46 indicadores de resiliencia con la participación de expertos y de la comunidad de caficultores (Parris & Kates, 2003), incluyendo 5 de tipo biofísico, 9 de aspectos sociales, 8 de prácticas de manejo de cultivos y agua, 4 de diversidad biológica y agrícola, 6 de salud, 7 de aspectos técnicos, 7 de aspectos organizativos y políticos, evaluados mediante una metodología participativa, que combinó la toma *in situ* de datos biofísicos, ecológicos y bioclimáticos en las fincas de estudio con información cualitativa sobre los agricultores, sus familias y sistemas productivos. Cada variable se calificó en una escala de 0 a 5, en donde 0 representa menores posibilidades de resiliencia y 5 la máxima. Los valores fueron ponderados empleando criterios aportados por los campesinos y el

grupo investigador y se determinaron valores de referencia para cada indicador. Su interpretación posterior se realizó con base en la propuesta de "semáforo" (Altieri & Nicholls, 2013).

En la presente investigación, el grupo realizó estancias de campo con los agricultores cada mes durante 4 años, en los cuales se desarrollaron entrevistas semiestructuradas (N= 96) y encuestas (N= 266), así como ejercicios de observación participante y cartografía social (N= 30) con los agricultores. El estudio a profundidad de seis fincas, se complementó con entrevistas y reuniones con habitantes de la zona rural del municipio (N=8) para tener una mejor comprensión del contexto en el que se encuentran inmersos los agroecosistemas.

Las entrevistas semiestructuradas se efectuaron de forma individual y grupal y estuvieron enfocadas tanto en aspectos ecosistémicos, como tecnológicos, políticos, económicos e ideológicos. Esto permitió caracterizar los sistemas agrícolas, tanto a nivel de cultivo (e.g. distribución espacial, área, variedades), como de las prácticas utilizadas (e.g. manejo de suelos, formas fertilización), así como diferentes factores ecológicos (e.g. origen y calidad de agua, tipo de sombrero), y rasgos de orden cultural<sup>1</sup> (sociales, económicos y políticos) de los agricultores (e.g. composición familiar, edades, ingresos estimados, redes de apoyo).

Otros componentes fueron obtenidos como parte de tesis de pregrado y maestría realizadas por el Grupo de Agroecología del Programa de Estudios Ambientales Agrarios del Instituto de Estudios Ambientales-IDEA, Universidad Nacional de Colombia, a saber: caracterización florística y diversidad vegetal (Mesa, 2012);

---

<sup>1</sup> Siguiendo a León (2013), en este artículo se usa el concepto de cultura como un macro concepto unificador que engloba todas las actuaciones de los seres humanos en sus relaciones con el entorno ecosistémico. La cultura es, en tal sentido, un sistema adaptativo, diferente al del resto de seres vivos, que incluye las construcciones teóricas de tipo simbólico, es decir, las formas de pensar y de entender el mundo (que van desde los mitos hasta la ciencia, pasando por el derecho, la filosofía, el análisis histórico, las creencias religiosas, las representaciones ideológicas o las expresiones del arte), los diferentes tipos de organización socioeconómica, militar y política, y las amplias y diferenciadas plataformas tecnológicas que se constituyen en los sistemas e instrumentos del ser humano para transformar el medio ecosistémico.

estimación del sombrío e incidencia de broca en cafetales (Neira, 2016); caracterización fisicoquímica de suelos, comunidades y actividad microbiológica (Caballero & Mejía, 2015; Fernández & Perdomo, 2015); autonomía alimentaria y autoconsumo de los hogares (Pirachicán, 2015); Estructura Agroecológica Principal empleando diversos índices de paisaje (Martínez, 2014); viabilidad de la economía campesina (Ardila, 2015).

Finalmente y a partir de un trabajo previo en el que se usaron un total de 62 variables para analizar la resiliencia de sistemas productivos campesinos (Córdoba- Vargas & León, 2013), se construyó una matriz de calificación compuesta por 46 variables agrupadas en 6 componentes (Anexo 1), que fueron puntuadas de 0 a 5, siendo 0 el nivel más bajo de resiliencia de la variable y 5 el estado más alto. La calificación de cada variable fue ponderada por un coeficiente de importancia, obtenido aplicando el método Delphi (Hsu & Sandford, (2007), Okoli & Pawlowski, (2004) con la participación de 7 profesionales y expertos de diversos campos, incluyendo agroecología, biología, geografía, suelos, ciencias económicas y sociales, junto con 20 agricultores locales. Con base en estos valores ponderados, se realizaron los cálculos que dieron lugar al valor final de resiliencia en cada agroecosistema.

## Resultados y discusión

A continuación, se discutirán los resultados de la evaluación

de la resiliencia de los seis agroecosistemas estudiados bajo la metodología propuesta, incluyendo elementos sobre biodiversidad vegetal y edáfica, algunos rasgos sociales de las familias y el territorio de Anolaima, las condiciones de vida de los hogares, las prácticas agrícolas y culturales empleadas en las fincas y algunos elementos acerca de las relaciones económicas y políticas de los agricultores.

## Causalidad, condiciones y contexto

Dentro de las características biofísicas que se evaluaron se tuvieron en cuenta un total de 5 variables referentes a las condiciones climáticas, geográficas y edáficas de las fincas estudiadas. Estas cinco variables se calificaron a partir de la agregación de otras características más específicas valoradas en campo, que para efectos de síntesis no son incluidas en detalle en éste artículo.

La variable con menor calificación fue el relieve para todas las fincas, esto se debe a que tanto las pendientes (de más de 75%) y las condiciones geomorfológicas de los predios son susceptibles a fenómenos de remoción en masa y erosión (Córdoba- Vargas & León, 2013).

La cantidad, tamaño y distancia a las fuentes de agua obtuvo en general baja calificación en todas las fincas, en 3 de ellas la disponibilidad de agua fue insuficiente tanto para las necesidades de los hogares como de los sistemas productivos. En las tres fincas restantes la disponibilidad

**Tabla 1.** Calificación de los criterios Biofísicos en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca						
		SL	EP	LO	ET	EM	LC	
BIOFÍSICO	1	Ríos, quebradas y cuerpos de agua (cantidad y tamaño)	0	0	1	2	0	2
	2	Clima	2.73	4.1	5	1.36	1.36	0
	3	Relieve	0	0	0	0	0	0
	4	Suelos (fertilidad %M.O.)	3.05	3.24	4.37	1.44	1.76	1.15
	5	Cercanía a bosques y fuentes de agua	2.94	2.81	3.63	2	1.5	1.5

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

fue baja debido a los valores obtenidos a partir de los índices propuestos por Subirós *et al.* (2006) para distancia y tamaño de las fuentes de agua.

Para la valoración del clima se emplearon mediciones de 2 años del microclima de los diferentes sistemas productivos. Se otorgó una calificación cuantitativa que compara el porcentaje de registros que superan los 23 ° C, eso debido a que según reportes de DaMatta (2004), por encima de dicho valor, la calidad del café disminuye.

La calificación de los suelos se obtuvo a partir de la agregación de variables relativas a la profundidad del suelo, la textura y fertilidad en función del contenido de materia orgánica cuantificado con análisis fisicoquímicos. Cabe resaltar que, los valores más altos de fertilidad están asociados a fincas que desarrollan prácticas como la fertilización orgánica, el manejo de cobertura del suelo y arvenses y la asociación del café con árboles de sombrío (SL, EP y LO).

## Rasgos Sociales

Se valoraron 15 indicadores que están relacionados con la capacidad de las familias de reaccionar frente a diferentes situaciones de cambio.

Aspectos como el tamaño y tipo de propiedad de la tierra influyen de manera importante en la resiliencia de los agroecosistemas, sobre todo en un país como Colombia

en el cual el problema de la tierra aún no ha sido resuelto. En este sentido, todas las fincas obtuvieron calificaciones bajas, debido a que se encuentran por debajo de la Unidad Agrícola Familiar (UAF) determinada para el municipio de Anolaima (Cundinamarca), que es de 9 ha (Incoder, 2013). La falta de tierra acarrea problemas en la producción debido a la falta de espacio para implementar otros cultivos, para la infraestructura y para el mantenimiento de animales, así como dificultades para el establecimiento de áreas de conservación.

Las bajas valoraciones para este criterio implican que los caficultores no poseen tierra suficiente para sostenerse a partir de las actividades del agro, sobre todo en el caso de las fincas El Pantano y El Mirador, consideradas como microfundistas.

En cuanto a la propiedad de la tierra, solo la finca El Turista, se encuentra en la modalidad de arrendamiento, lo cual disminuye su grado de pertenencia al territorio, además de incrementar su grado de inseguridad económica ante la posibilidad de no renovación del contrato. Las otras 5 fincas mostraron un alto grado de pertenencia al territorio, lo cual juega a favor de su resiliencia, ya que esto permite conocer mejor las condiciones biofísicas de la zona y tejer mayores conexiones sociales en la misma.

Un factor importante a destacar para todas las fincas es el limitado acceso a capital, que es un rasgo común a la producción cafetera en Latinoamérica. De esta forma los caficultores implementan diferentes estrategias para suplir

**Tabla 2.** Calificación de los rasgos sociales en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca						
		SL	EP	LO	ET	EM	LC	
RASGOS SOCIALES	1	Tamaño de la tierra	2.8	0.6	2.1	3.3	1.7	3.9
	2	Propiedad tierra	5	5	5	2	5	5
	3	Tiempo permanencia	5	5	5	1	5	5
	4	Edad familia	1	5	3	3	1	3
	5	Número de hijos trabajando campo	0	5	3	1	0	0
	6	Estado de carreteras	2	2	2	3	2	2
	7	Calidad y acceso a comunicaciones (periódico, teléfono internet, radio, tv)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	8	Calidad vivienda	2	1	4	3.5	3.5	4
	9	Servicios públicos	2.5	1.3	3.8	3.8	3.8	3.8

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

dicha necesidad, incrementan la autoexplotación de su fuerza laboral, establecen cultivos de pancoger, reducen la compra de insumos externos y desempeñan diferentes trabajos por fuera de la finca o incluso fuera de la región (Fischer & Victor, 2012; Forero, 2012).

Aspectos como la calidad de las viviendas, el acceso a vías, medios de comunicación y servicios públicos fueron considerados, ya que estos interfieren en la capacidad y costos de comercialización de los productos, el acceso a mercados, el nivel de información y la capacidad de respuesta frente a diversos eventos biofísicos o sociales. La mayoría de las fincas tiene acceso directo únicamente a caminos de vías terciarias, que se inundan con facilidad en temporadas de lluvias, dificultando el intercambio de productos y aumentando la vulnerabilidad de los caficultores (Córdoba- Vargas & León, 2013; Velaga, 2012).

La calidad del servicio de salud fue calificada en general como deficiente, lo cual puede generalizarse al municipio, ya que Anolaima ocupa el quinto lugar en el departamento con mayores necesidades de salud insatisfechas (Secretaría de Salud de Cundinamarca, 2013).

En relación con la frecuencia de consumo de alimentos se encontró que el consumo de frutas y verduras fue bajo en la mayoría de las fincas, autores como Pirachicán (2015) consideran que la edad avanzada de los miembros del hogar podría estar relacionada con una baja capacidad para proveer y preparar alimentos. Adicionalmente se encontró una correlación entre la incidencia de enfermedades y familias conformadas por adultos mayores.

### Prácticas de manejo y agrobiodiversidad

Los agroecosistemas evaluados corresponden en su mitad a sistemas convencionales (ET, EM, LC) y la otra mitad a sistemas ecológicos (SL, EP, LO), en cada uno de ellos se valoraron las prácticas agrícolas que emplean.

Se evidenció que las fincas bajo manejo convencional tienen mayor dependencia de compra de insumos externos, esto resulta más importante en un escenario de variabilidad climática, en el cual la incidencia de plagas o enfermedades puede aumentar, exigiendo la disponibilidad de capital para la adquisición de pesticidas. Esta situación puede emporar al considerar el bajo acceso a capacitación y asistencia técnica para su uso (McDowell & Hess, 2012).

Por otro lado, las fincas que emplean prácticas ecológicas pueden ahorrar dinero al hacer uso de los servicios ecosistémicos de la finca. Ardila (2015) reporto para una de estas fincas (SL) un ahorro anual de \$ 3.360.000 y \$ 365.000 en fertilizantes y alimentación del ganado respectivamente.

Por otro lado, una de las fincas bajo manejo convencional (ET) cuenta con mayor capacidad de cosecha de agua debido a la disponibilidad de capital propio para construir pozos de recolección. Las otras fincas no cuentan con capital ni con organización comunitaria que gestione estos procesos.

En la región se evidencia en los últimos años un aumento

**Tabla 3.** Calificación de los criterios de salud en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca						
		SL	EP	LO	ET	EM	LC	
SALUD	1	Agua potable	1	1	1	1	1	1
	2	Frecuencia consumo frutas y verduras	0.9	1.1	4	1.1	1	1
	3	Frecuencia consumo alimentos proteicos (queso, huevos, leguminosas, carnes)	2.3	2.5	5	3.1	2.7	4.0
	4	Enfermedades presentes en familia	2	5	2	5	2.5	4
	5	Actividad física	3	5	3	3	3	3
	6	Calidad servicio de salud	1	1	3	1	1	2

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

**Tabla 4.** Calificación de las prácticas en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio		Indicador	Finca					
			SL	EP	LO	ET	EM	LC
PRÁCTICAS	1	Conservación semillas	3.6	3.6	5.0	0.5	1.0	1.0
	2	Sombra	0.0	2.9	0.0	0.4	1.8	2.4
	3	Cosecha de agua (cantidad que guarda)	1.0	0.0	2.5	3.0	0	2.5
	4	Uso fertilizantes	5.0	5.0	5.0	1.0	2.0	2.0
	5	Manejo arvenses	5.0	4.0	5.0	0	0	2.0
	6	Uso de herbicidas y plaguicidas	5.0	5.0	5.0	1.0	2.0	2.5
	7	Riego	1	0	2	2	0	2
	8	Dependencia compra insumos	2.0	2.0	1.1	0.3	0.3	0.3

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

de cultivos como tomate y habichuela, que requieren mayor cantidad de agua, probablemente en un intento de búsqueda de otros mercados con mejores retribuciones económicas. Esto ha incrementado la presión sobre las fuentes hídricas, ya afectadas por la variabilidad en el clima, además de un mayor uso de fertilizantes de síntesis química.

Se emplearon 4 indicadores que dan cuenta de la diversidad en el suelo y sobre el mismo. La Tabla 4 muestra que la diversidad de árboles y arbustos fue media a alta en todas las fincas (3.6 a 4.4), mientras que la diversidad de arvenses se ubicó en un rango medio.

Se encontraron niveles medios de diversidad microbiológica

**Tabla 5.** Calificación de los criterios de diversidad biológica en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio		Indicador	Finca					
			SL	EP	LO	ET	EM	LC
BIOLOGICA	1	Microorganismos (suelo)	2.5	3.7	3.3	2.5	2.4	1.1
	2	Árboles y Arbustos	4.3	4.1	4.4	3.6	3.6	4.2
	3	Arvenses	3.8	3.8	3.8	3.3	2.6	3.6
	4	Alimentos producidos (vegetal y animal)	1.8	3.3	5.0	2.4	0.6	12.0

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

en los suelos, salvo en el caso de la finca LC, lo cual puede estar asociado con la aplicación de plaguicidas de síntesis química y el bajo aporte de materia orgánica al suelo. Para el caso de las fincas con manejo ecológico las prácticas de conservación de fertilidad del suelo y mantenimiento de la diversidad vegetal, proporcionaron hábitat para el crecimiento de diferentes grupos de microorganismos.

Esta diversidad también aumenta el autoconsumo de las familias, entre el 15 y el 46% de los alimentos provienen de las huertas caseras. En una de las fincas con manejo ecológico (LO) se emplean 62 especies para la alimentación familiar. Esto favorece la autonomía alimentaria de los hogares de acuerdo con sus costumbres y tradiciones (Pirachicán, 2015).



### Capacidad de transformación e innovación

La definición de resiliencia propuesta por Córdoba – Vargas et al. (2015), pone énfasis en la capacidad de transformación, incluyendo indicadores que dan cuenta del grado de decisión de las familias y comunidades, para afrontar y proponer cambios en sus condiciones de vida en diferentes escalas, lo cual implica transformaciones sociales. Los criterios culturales fueron fuertemente ponderados por el grupo de expertos y de caficultores y fueron determinantes en la medición total, de la resiliencia frente a situaciones adversas.

Las posibilidades económicas de los caficultores se calificaron partiendo de cinco variables: ingresos extra, capacidad de ahorro, instalaciones para procesamiento del café, productividad y precio de venta del café.

Las encuestas aplicadas mostraron que en general las familias no subsisten solo con los ingresos obtenidos de la actividad agropecuaria al interior de sus fincas. Todas las fincas reportaron percibir ingresos de otro tipo de actividades, los más mencionados se refieren a actividades

como jornaleo y empleo en oficios no agrícolas. También reciben dineros de pensiones, remesas y arriendo de inmuebles.

Esta diversificación se debe al estancamiento en las actividades agropecuarias y se implementan como una estrategia para adaptarse a riesgos y factores de estrés (Reardon *et al.*, 2007). En ese sentido Ardila (2015) reporta ingresos por actividades derivadas de la finca por debajo del salario mínimo legal vigente, como en el caso de la finca SL, solo en las fincas ET y LC, de manejo convencional, se obtuvieron valores dos y tres veces por encima del salario mínimo. De la misma forma el ingreso diario percibido está por debajo del precio del mercado, como en la finca SL.

La baja productividad de los sistemas cafeteros puede estar relacionada con la baja capacidad de ahorro, que supone poca disponibilidad de capital y baja capacidad de endeudamiento, así como con la sobre explotación de la propia mano de obra para suplir la baja de ingresos. La finca con mayor productividad es la que emplea de manera

**Tabla 6.** Calificación de los criterios técnicos en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	Finca						
		SL	EP	LO	ET	EM	LC	
TÉCNICO	1	Ingresos extra	3.0	2.5	2.3	1.2	1.5	2.2
	2	Capacidad de ahorro	0	0	2.5	0	1	2.0
	3	Capacitación Cambio Climático	5	5	5	0	0	4
	4	Conocimientos agroecológicos	5	5	5	0	0	2.5
	5	Instalaciones procesamiento de café u otros	0	2.5	0	3	0	2.5
	6	Productividad del café	1.21	1.5	3.55	4.43	1.94	2.38
	7	Precio de venta del café	0	0	5	0	0	0

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

más intensiva el uso de insumos de síntesis química.

costos al tener que adquirir estos servicios de terceros.

El precio de venta de café fue calificado como bajo en 5 de las 6 fincas, lo cual está relacionado con la precariedad de las vías, que aumenta los costos del transporte, la dificultad de acceso a mercados y las fluctuaciones internacionales de los precios de los precios del café. El nivel tecnológico de las fincas también fue bajo y esto representa mayores

En cuanto al conocimiento y capacitación de los caficultores en relación con aspectos climáticos y prácticas agroecológicas, se observan diferencias marcadas en fincas ecológicas y convencionales. Las fincas ecológicas muestran mayor conocimiento relativo al uso de indicadores climáticos de diferente tipo: biológicos,

atmosféricos, astronómicos y sensoriales. Cabe destacar que la interacción con este tipo de investigaciones es vista por los caficultores como un factor clave para aumentar su resiliencia en la medida en que aporta información precisa sobre factores biológicos o climáticos y que enriquece los debates que favorecen sus procesos de formación política.

Este conjunto de variables evidenció que las redes de apoyo, los niveles de organización y cohesión comunitaria se mantienen en una valoración de intermedia a baja. El grado de formación política, es decir, el interés de los

caficultores hacia asuntos políticos que afectan el entorno local y mundial, así como su comprensión de las relaciones de poder en la sociedad, fue calificada entre bajo y medio.

De la misma forma el grado de decisión e incidencia de las mujeres en la toma de decisiones políticas en diferentes esferas locales y nacionales, obtuvo una baja calificación. Esto da cuenta de la baja frecuencia de mujeres en roles de dirección, su escasa participación en organizaciones propias de mujeres, juntas de acción comunal, cooperativas, entre otros.

**Tabla 7.** Calificación de los criterios organizativos en los 6 sistemas cafeteros estudiados

Criterio	Indicador	SL	EP	LO	ET	EM	LC	
ORGANIZATIVO	1	Grado pertenencia al territorio (ventajas de vida en el campo)	5	5	5	1	5	3.5
	2	Formación política	4	4	3.5	1	1	2.5
	3	Vínculo con Universidades u organizaciones	2	2.5	2	2	2	2
	4	Redes apoyo	2	3	2.5	2	2	2.5
	5	Pertenencia a organizaciones cooperativas	1.5	3.5	2	1.5	1	2
	6	Grado de decisión política	1	2	1	0.5	0.5	1
	7	Grado decisión política de las mujeres	0	1	1.5	0	0	1.5

SL: Santa Lucía; EP: El Pantano; LO: Los Ocobos; ET: El Turista; EM: El Mirador; LC: La Cajita

## Resiliencia total de los Agroecosistemas

Para determinar el valor de resiliencia total de cada agroecosistema, se empleó la ponderación de cada una de las variables, mediante la multiplicación por el coeficiente de importancia (Anexo 1) asignado luego de utilizar el método Delphi conjuntamente con el grupo de expertos y agricultores.

Los mayores coeficientes de importancia los obtuvieron las variables: alimentos producidos; grado de pertenencia al territorio; capacidad de cosecha de agua; formación política; precio de venta del café; pertenencia a organizaciones y/o cooperativas; ingresos extra; grado de decisión política; acceso a agua potable, y propiedad

tierra.

El resultado final fue un valor entre 0 y 500, donde 0 representaría el mínimo nivel de resiliencia posible, y 500 las condiciones de resiliencia ideales en una finca. La Tabla 8 muestra los valores finales obtenidos para cada finca:

La mayoría de las fincas fueron valoradas con un grado de resiliencia entre medio y bajo. Las fincas con puntuación más alta son las que mostraron capacidades de transformar más desarrolladas.

Las condiciones geomorfológicas de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, y el difícil acceso a agua para riego y consumo, fueron las variables biofísicas que

**Tabla 8.** Valoración total ponderada de la resiliencia de cada agroecosistema

Fincas	SL	EP	LO	ET	EM	LC
<b>Puntaje total</b>	209.6	234.0	334.6	158.2	143.1	216.7

más negativamente inciden en la resiliencia de las fincas. Asimismo, la baja capacidad de decisión (incidencia) política, junto a la precariedad en la capacidad de ahorro de las familias y los bajos precios de venta del café, son algunos de los aspectos de orden sociocultural que de manera más importante incidieron en la calificación de la resiliencia de las fincas en esta zona. Éstas últimas incidieron de manera similar sobre las fincas, de manera relativamente independientemente del tipo de prácticas de manejo empleadas (ecológica o convencional).

De otro lado, la posibilidad de contar con tierra propia, un nivel de formación política medio y un sentido de pertenencia al territorio altos, confieren a los agricultores y sus fincas posibilidades de acción y transformación de sus realidades, jugando a favor de una mayor resiliencia. Como lo plantean Altieri & Nicholls (2013), las estrategias agroecológicas que aumentan la resiliencia ecológica de los sistemas agrícolas son esenciales pero no suficientes para alcanzar la sostenibilidad, y en tal sentido, lo que los autores denominan como resiliencia social y las estrategias de organización social, son un componente clave de resiliencia.

No obstante, los citados autores, entre otros, tienden a poner demasiado énfasis en las adaptaciones y cambios de índole agroecosistémicas, como pueden ser la diversificación de las especies cultivadas o la conservación de suelo: *“El desafío es identificar aquellas [pre-condiciones sociales y agroecológicas] que sirven para intensificar [las capacidades de responder] de manera que la vulnerabilidad pueda ser reducida, aumentando la capacidad de reacción de las comunidades para desplegar mecanismos agroecológicos que permitan a los agricultores resistir y recuperarse de los eventos climáticos”* (Altieri & Nicholls, 2013 p. 19).

Las transformaciones sociales en este contexto están sobre todo dirigidas a la aplicación de prácticas y estrategias ecológicas (mantenimiento de fertilidad del suelo y aumento de la biodiversidad), rebajando la atención de

aspectos fundamentales de la resiliencia que tienen que ver con la capacidad de transformar, lo cual se produce en todas las escalas de forma interrelacionada (individuos, instituciones, tecnología, economía, política) e implica cambios tanto en los estilos de vida, las normas y los valores, como en las relaciones de poder (Brown, 2014; León, Córdoba- Vargas, & Pradilla, 2014).

Finalmente, la calificación obtenida con base en la ponderación mostró que las variables de orden cultural tienen un mayor peso que las ecosistémicas, sin que esto niegue por supuesto la constante retroalimentación entre unas y otras. Esto se traduce en que, por ejemplo, para un agricultor contar con una sólida organización comunitaria puede significar la posibilidad de exigir y agenciar el cumplimiento de sus derechos o gestionar recursos. En tanto que las medidas técnicas relativas al manejo de los cultivos, si bien son importantes, se hallan mediadas fuertemente por las limitaciones de tipo social, económico y político que impiden la toma de decisiones colectivas y las mejoras significativas en la calidad de vida de las familias.

## Conclusiones

1. La metodología empleada integró variables cuantitativas y cualitativas, tanto del orden ecosistémico y agronómico, como de tipo cultural en su sentido más amplio. La investigación participativa desarrollada desde el planteamiento metodológico hasta la valoración de cada uno de los indicadores, permitió combinar el saber académico especializado con los conocimientos de los propios agricultores, para una comprensión más amplia de la resiliencia de los agroecosistemas.

2. En el municipio de Anolaima, el histórico bajo nivel de organización y participación política, los bajos ingresos y ahorros de las familias, aunados a los bajos precios percibidos por la venta de café, se suman a condiciones geomorfológicas desfavorables, a un déficit

de acceso al agua, siendo estos los principales factores que limitan la resiliencia de los agroecosistemas analizados.

3. Sin embargo, contrario a las concepciones prevalentes sobre el concepto de resiliencia, que la conciben fundamentalmente como la capacidad de los sistemas de retornar a las condiciones previas al shock, el estudio de las fincas campesinas en este trabajo pone de manifiesto el papel central de las variables culturales de la resiliencia, en especial, aquellas que le confieren a los agricultores, familias y comunidades, la capacidad de innovar y generar transformaciones de su contexto socioecológico.

## Fuentes bibliográficas

- Altieri M. y Nicholls C. 2013. Agroecología y Resiliencia al Cambio Climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20.
- Ardila C. 2015. Resilience and Peasant Economy. A study case form Anolaima, Colombia. Working Paper. Master's programme in Agroecology SLU-Alnarp.
- Berkes F y Folke C. 1998. Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. (F. Berkes & C. Folke, Eds.). Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Brown K. 2014. Global environmental challenge I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 38(1), 107–117.
- Caballero J y Mejia K. 2015. Actividades enzimáticas en suelos de agroecosistemas cafeteros (ecológicos y convencionales) en Anolaima, Cundinamarca. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Libre.
- Carpenter S. Westley F y Turner G. 2005. Surrogates for Resilience of Social–Ecological Systems. *Ecosystems*, 8(8), 941–944.
- Córdoba-Vargas C. Hortúa S. y León-Sicard T. 2015. Dimensions of resilience to climate change: a necessary debate from Agroecology. Working paper.
- Córdoba-Vargas C. y León-Sicard T. 2013. Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca - Colombia). *Agroecología*, 8(1), 21–32.
- DaMatta F. 2004. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, 86(2-3), 99–114. <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001>
- Darnhofer I. 2014. Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics*, 41(3), 461–484. <http://doi.org/10.1093/erae/jbu012>
- Davoudi S. Shaw K. Haider L. Quinlan A. Peterson G. Wilkinson C. 2012. Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? “Reframing” Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planni. *Planning Theory & Practice*, 13(2), 299–333. <http://doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>
- Fernández A. y Perdomo L. 2015. Grupos funcionales de microorganismos (fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos) en suelos de agroecosistemas cafeteros (ecológicos y convencionales) en Anolaima, Cundinamarca. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Libre.
- Fischer E. y Victor B. 2012. El café de alta calidad y los minifundistas cafeteros de Guatemala. *Ensayos Sobre Economía Cafetera*, 25(28), 15–41.
- Folke C. Carpenter S. Walker B. Scheffer M. Chapin T. y Rockstrom J. 2010. Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20–28.
- Forero J. 2012. Estrategias adaptativas de la caficultura colombiana. En M. Samper & S. Topik (Eds.), *Crisis y transformaciones del mundo del café. Dinámicas locales y estrategias nacionales en un periodo de adversidad e incertidumbre* (1a ed., pp. 37–83). Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Friend R. y Moench M. 2013. What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Urban Climate*, 6, 98–113. <http://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.09.002>
- Graeb B. Chappell M. Wittman H. Ledermann S. Kerr R. y Gemmill-Herren B. 2015. The State of Family Farms in the World. *World Development*, xx. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>
- Heno S. 2013. propuesta metodológica de la medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología* 8 (1). 85-91pp.
- Hsu C. y Sandford B. 2007. The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. Retrieved from <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>
- Incoder 2013. Resolución 1132 de 2013. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER. Retrieved from [www.incoder.gov.co/documentos/](http://www.incoder.gov.co/documentos/)
- León-Sicard T. 2013. La dimensión ambiental del cambio climático en la agricultura. En Nicholls C. Ríos L. y Altieri M. (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 180–192). Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Proyecto de: la Sociedad Científica Latinoame.
- León-Sicard T. Córdoba C. y Pradilla G. 2014. Las dimensiones política y tecnológica de la resiliencia a la variabilidad climática: un enfoque ambiental. *Revista Semillas*, (57/58), 30–24.
- Lopez- Ridaura V. Van Ittersum M. Leffelaar P. 2005. Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environment, Development and Sustainability* 7:51–69.
- Martínez A. 2014. Adopción y permanencia de la agricultura ecológica: razones y motivaciones de los agricultores ecológicos de Guasca y Anolaima. Tesis de grado para optar al título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales - IDEA. Universidad Nacional de Colombia.

- McDowell J. y Hess J 2012. Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change*, 22(2), 342–352. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.002>
- Mesa S. 2012. Comparación de la diversidad y usos de especies en agroecosistemas convencionales y ecológicos en los municipios de Guasca y Anolaima. Bogotá D.C.: Tesis de grado. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- Neira A. 2016. Comparación de prácticas agrícolas y asociaciones con la temperatura, humedad y la infestación por poblaciones de broca *Hypotenemus hampei* (Ferrari), en cafetales de Anolaima, Cundinamarca, Colombia. Tesis de grado para optar al título de Magister en Ciencias Ambientales. Universidad de Buenos Aires.
- Nicholls C. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En C. I. Nicholls, L. A. Ríos, & M. Á. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 180–192). Medellín, Colombia: Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) Proyecto de: la Sociedad Científica Latinoamericana.
- Okoli C. y Pawlowski S. 2004. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15–29. <http://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Pahl-Wostl C. 2009. A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>
- Parris T. y Kates R. 2003. Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 559–586.
- Pelling M. y Manuel-Navarette D. 2011. From resilience to transformation: The adaptive cycle in two Mexican urban centers. *Ecology and Society*, 16(2), 11. [online]. Retrieved from <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art11/>
- Pendall R. Foster K. y Cowell M. 2010. Resilience and regions: building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 71–84. <http://doi.org/10.1093/cjres/rsp028>
- Pirachicán E. 2015. Autonomía alimentaria en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales en Anolaima (Cundinamarca). Tesis de grado para optar al Título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales.
- Reardon T. Berdegue J. Barrett C. y Stamoulis K. 2007. Household Income Diversification into Rural Nonfarm Activities. En T. Reardon, J. Berdegue, & C. B. Barrett (Eds.), *Transforming the Rural Nonfarm Economy: Opportunities and Threats in the Developing World* (Vol. 16, pp. 115–140). Baltimore: Intl Food Policy Res Inst. Johns Hopkins University Press. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=5QNHAAQBAJ&pgis=1>
- Ribot J. 2010. Vulnerability does not fall from the sky: Towards multi-scale, pro-poor climate policy. En R. Mearns & A. Norton (Eds.), *Social dimensions of climate change: equity and vulnerability in a warming world* (pp. 47–74). Washington, D.C.: The World Bank. <http://doi.org/10.1088/1755-1307/6/34/342040>
- Secretaría de Salud de Cundinamarca 2013. Análisis de la situación en Salud con el modelo de los Determinantes Sociales en Salud. Departamento de Cundinamarca 2013. Retrieved from <http://www.cundinamarca.gov.co/>
- Subirós J. Linde D. Pascual A. y Palom A. 2006. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, (48), 151–166. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnàlisi/article/view/72657>
- Velaga N. Beecroft M. Nelson J. Corsar D. y Edwards P. 2012. Transport poverty meets the digital divide: accessibility and connectivity in rural communities. *Journal of Transport Geography*, 21, 102–112. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.005>
- Walker B. Holling C. Carpenter S. y Kinzig A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. [online]. Retrieved from <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Listado de las 46 variables calificadas y coeficiente de importancia para su ponderación

Aspecto	Criterio		Indicador	Coef. de importancia
CONDICION -CONTEXTO	BIOFISICO	1	Ríos, quebradas y cuerpos de agua (cantidad y tamaño)	2,85
		2	Clima	2,19
		3	Relieve	1,34
		4	Suelos (fertilidad)	2,73
		5	Cercanía a bosques y fuentes de agua	2,28
	RASGOS SOCIALES	6	Tamaño de la tierra	2,42
		7	Propiedad tierra	3,26
		8	Tiempo permanencia	0,48
		9	Edad familia	1,11
		10	Numero hijos trabajando campo	0,61
		11	Estado de carreteras	0,64
		12	Calidad y acceso a comunicaciones (periódico, teléfono internet, radio, tv)	0,33
		13	Calidad vivienda	0,59
		14	Servicios públicos	0,44
	SALUD	15	Agua potable	3,53
		16	Frecuencia consumo frutas y verduras	2,03
		17	Frecuencia consumo alimentos proteicos (queso, huevos, leguminosas, carnes)	1,89
		18	Enfermedades presentes en familia	1,12
		19	Actividad física	0,87
		20	Calidad servicio de salud	2,53

DIVERSIDAD	PRACTICAS	21	Conservación semillas	1,50
		22	Sombra	1,83
		23	Cosecha de agua (cantidad que guarda)	4,33
		24	Uso fertilizantes	1,00
		25	Manejo arvenses	1,42
		26	Uso de herbicidas y plaguicidas	0,74
		27	Riego	2,17
		28	Dependencia compra insumos	1,45
BIOLOGICA	29	Microorganismos (suelo)	1,03	
	30	Árboles y Arbustos	2,34	
	31	Arvenses	1,70	
	32	Alimentos producidos (vegetal y animal)	7,74	
CAPACIDAD DE TRANSFORMAR	ORGANIZATIVO	33	Grado pertenencia al territorio (ventajas de vida en el campo)	6,28
		34	Formación política	4,18
		35	Vínculo con Universidades u organizaciones	1,54
		36	Redes apoyo	2,27
		37	Pertenencia a organizaciones y/o cooperativas	3,84
		38	Grado de decisión política	3,82
		39	Grado decisión política de las mujeres	2,66
	TÉCNICO	40	Ingresos extra	3,83
		41	Capacidad de ahorro	2,39
		42	Capacitación Cambio Climático	0,63
43		Conocimientos agroecológicos	0,73	
44		Instalaciones procesamiento de café u otros	1,30	
45		Productividad del café	2,12	
46		Precio de venta del café	3,91	
<b>TOTAL</b>				<b>100,00</b>

# SEMIÁRIDO BRASILEÑO: ESTRATEGIAS AGROECOLÓGICAS Y SOCIALES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

**Aldrin M. Perez-Marin<sup>1\*</sup>, Miguel A. Altieri<sup>2</sup>, Clara I. Nicholls-Estrada<sup>2</sup>, Luis F. Ulloa<sup>3</sup>, Luciano Silveira<sup>4</sup>, Victor M. Oliveira<sup>3</sup> y Barbara, E. Domingues-Leiva<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Instituto Nacional do Semiárido (INSA) y Programa de Post-Graduación en Ciencias del Suelo, Universidad Federal de la Paraíba, Campina Grande, Paraíba. Brasil, aldrin.perez@insa.gov.br; <sup>2</sup>Department of Environmental Science, Policy and Management (ESPM), University of California, Berkeley, CA 94720, USA; agroeco3@berkeley.edu; <sup>3</sup>INSA – Proyecto ASA-INSA, oliveiravmn@gmail.com, luisfelipeulloa@gmail.com; <sup>4</sup>Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) y Assessoria a Projeto em Agricultura Alternativa (ASPTA), luciano@aspta.org.br*

## Resumen

El presente artículo sistematiza las estrategias agroecológicas y sociales de adaptación al cambio climático y procesos de desertificación que las familias agricultoras del semi-árido brasileño vienen adoptando. Tales resultados fueron producto del Proyecto colaborativo de investigación participativa titulado “*Monitoramiento de Sistemas Agrícolas resilientes al cambio climático en el semiárido brasileño*”, ejecutado a partir de la articulación entre una institución pública Brasileña de Ciencia, Tecnología e Innovación – El Instituto Nacional do Semiárido (INSA) y una entidad representativa de la Sociedad del Semi-Árido Brasileño – *Articulação do Semiárido Brasileiro* (ASA-Brasil), la cual agrupa más de 3.000 ONGs y que atienden cerca de 2 millones de familias. Los resultados indican que la adaptación al cambio climático en la región semiárida pasó de ser un concepto a convertirse en un hecho como consecuencia del conjunto de transformaciones estructurales, agroecológicas, sociales y de manejo en combinación con el fortalecimiento de mecanismos de reciprocidad comunitaria, caracterizados por a) movilización social y canalización para crear almacenamiento de recursos con el fin de utilizarlos en periodos de sequías, b) la reducción de la pérdida de recursos de los agroecosistemas y uso su eficaz y c) la articulación, organización y momentos sinérgicos de comunicación entre los diversos actores.

**Palabras-Claves:** Resiliencia, Agroecología, Sostenibilidad, Tierras secas, Investigación Participativa.

## Introducción

Las tierras secas, con diversos niveles de aridez, representan el 40% del área continental (UNEP, 1997). Se estima que más del 42% de la población mundial habita en estas áreas, acumulando experiencias de vida vinculadas a los cambios climáticos y procesos de desertificación (Dobie 2011, Perez-Marin *et al.* 2012). En Brasil, las tierras secas se restringen al Semi-Arido Brasileño (SAB), un

área superior a los 900.000 km<sup>2</sup> distribuida en 1.135 municipios, representando 11.5% del territorio nacional. Esta región alberga una población superior a 24 millones de personas, de la cual, 33%, viven, en la zona rural, ocupando 1.7 millones de propiedades rurales, de las que 1.0 millón, poseen menos de 5.0 hectáreas (Medeiros *et al.* 2012). En esta región, muchas familias vienen respondiendo a condiciones climáticas cambiantes, demostrando innovación y capacidad de respuestas a las



diversas situaciones como por ejemplo ante los episodios de sequías extremos en frecuencia e intensidad que se manifiestan debido a cambios climáticos y procesos de desertificación (Menezes et al. 2005, Perez-Marin et al. 2012). Las innovaciones o cambios se integran a la dinámica de los agroecosistemas, cumpliendo funciones económicas, ecológicas, sociales, valorizando su capital ecológico. El rescate y mapeo de esas experiencias en las zonas áridas y semiáridas que combinan el uso de estrategias agroecológicas (e.i, micro estructuras de captación de agua de lluvia, patios productivos, arborización) pueden indicar alternativas viables y sólidas para aumentar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos para otras regiones más favorables ambientalmente y que serán afectadas con los cambios climáticos. Estas observaciones adquieren mayor importancia en la medida que el mundo se va haciendo más dependiente de agroecosistemas industriales cuyo fin es la producción de granos, generando una alta vulnerabilidad (Nicholls et al. 2015). Así, la revelación de que muchas familias de las zonas áridas y semiáridas, no solamente enfrentan al cambio climático y la desertificación, pero que de hecho se preparan para los cambios, minimizando las pérdidas es de gran importancia para la seguridad alimentaria mundial (Altieri et al. 2015). Esto es precisamente lo que se observa en la región semiárida de Brasil, donde los agricultores familiares vienen promoviendo procesos de intensificación de la producción, a partir de la valorización de los recursos locales, uso de tecnologías y prácticas de manejo que diversifican los sistemas productivos con estrategias que se complementan y permiten el almacenamiento y una mayor circulación interna de recursos dentro de los agroecosistemas.

En ese contexto, este artículo sistematiza las estrategias agroecológicas y sociales de adaptación al cambio climático y procesos de desertificación que las familias agricultoras del semi-árido brasileño vienen implementando. Tales resultados fueron producto del Proyecto colaborativo de investigación participativa intitulado *“Monitoramiento de Sistemas Agrícolas resilientes al cambio climático en el semiárido brasileño”*.

## Materiales y Métodos

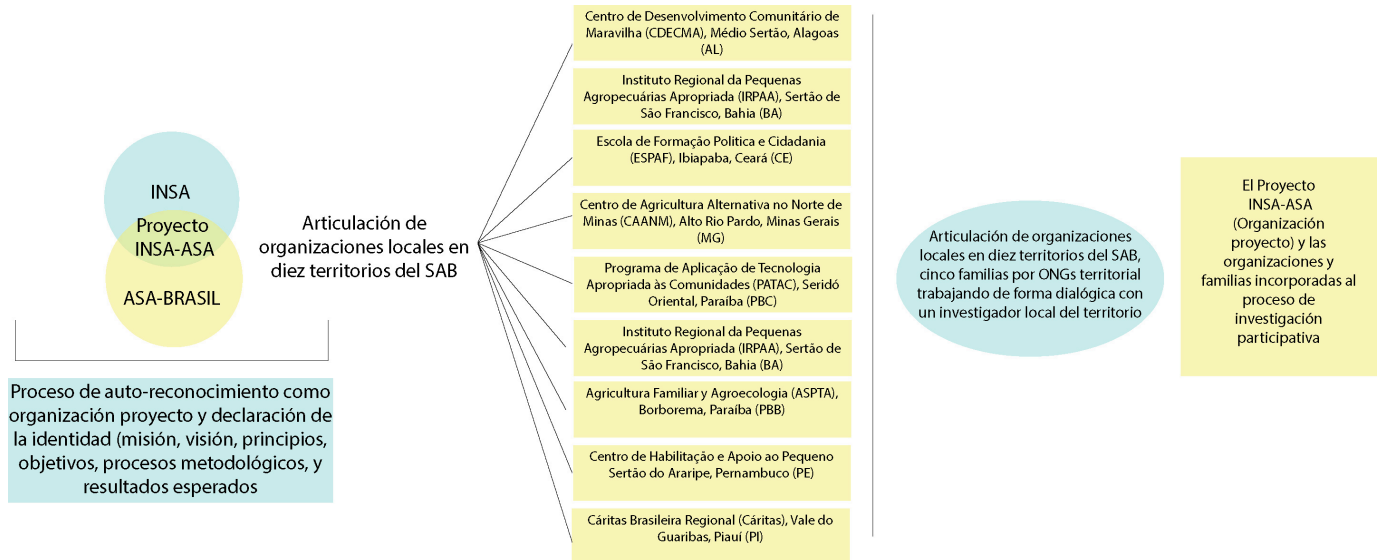
Este artículo se enmarcó dentro del Proyecto de

Investigación Participativa “Monitoramiento de Sistemas agrícolas resilientes en el SAB”, diseñado y ejecutado – como se muestra en la Figura 1. A partir de la articulación entre una institución pública Brasileña de Ciencia, Tecnología e Innovación – El Instituto Nacional do Semiárido (INSA) y una entidad representativa de la Sociedad del Semi-Árido Brasileño – Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA-Brasil), la cual agrupa más de 3.000 ONGs y que atienden cerca de 2 millones de familias.

Para la realización de las actividades de investigación de campo, inicialmente fueron identificadas, seleccionadas y articuladas instituciones locales vinculadas a ASA-Brasil que trabajaban con agricultura sustentable en diez territorios de los nueve Estados del Semi-árido brasileño (Figura 1). En cada territorio, las instituciones participantes indicaron las comunidades y familias atendidas por ellos, que vienen participando de los programas *“Formación y Movilización para Convivencia con el Semi-Arido un millón de Cisternas Rurales – P1”* y *“Una tierra y dos Aguas- PM1+2”*. En total participaron 50 familias durante un periodo de tres años. En cada Estado y territorio participante, equipos de investigadores locales del Proyecto ASA-INSA, trabajaron con las comunidades y familias que hicieron parte de investigación (Figura 1). Mediante entrevistas semi-estructuradas, los investigadores locales y organizaciones de apoyo, elucidaron en detalle y con prudencia, las características y los mecanismos vinculados a las estrategias de gestión específicas que habían permitido a las familias el desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático, especialmente con la sequía e incluso la recuperación de la misma.

Para el análisis de cada sistema, fue utilizada una versión de la herramienta metodológica, conocida como *“Línea del tiempo”* (ASPTA 2015). Este instrumento metodológico, fue estructurado en atributos y estrategias tecnológicas y sociales que las familias adoptan a nivel del agroecosistema (Tabla 1) y territorios (Tabla 2). Estos indicadores fueron co-construidos a partir de la percepción y conocimiento de las familias, quienes, los destacaron como sustancialmente relevantes y pertinentes para la adaptación al cambio climático. Para esto se realizaron los siguientes procesos: a) caracterización cualitativa y revisión histórica de los sistemas y del territorio estudiado, b) recorridos de las propiedades, a fin de observar y comprender la ocupación

**Figura 1.** Proceso de articulación e investigación desarrollado por ASA-Brasil e INSA durante el diseño, co-construcción y co-ejecución del Proyecto de Investigación Participativa “*Monitoramiento de Sistemas agrícolas resilientes en el SAB*”, llamado Organización Proyecto ASA-INSA o INSA-ASA.



de los espacios en los sistemas familiares, procurando identificar los diferentes usos y manejos de cada espacio de la propiedad, c) identificación de los mecanismos de gestión de los recursos disponibles y producciones; d) identificación de aspectos significativos de las condiciones de vida de la familia; e) revisión, restitución y socialización de los resultados a través de la realización de 100 talleres locales (en las comunidades) y seis (06) regionales (todos los territorios en conjunto) entre los periodos de 2012 a 2016.

En la parte superior de la línea del tiempo fueron registradas las innovaciones tecnológicas relativas al agroecosistema (Tabla 1) y en la parte inferior las innovaciones ocurridas a nivel del territorio (Tabla 2) a lo largo del tiempo.

La línea del tiempo fue complementada con una descripción cualitativa de los componentes e interacciones de los agroecosistemas familiares utilizando modelos de diagramas flujos (Figura 2), que permitieron una visualización completa del complejo de informaciones envueltas en la gestión económica, técnica y social de las

unidades familiares de producción (ASPTA 2016). Las descripciones cualitativas y modelos de diagramas de flujos subsidiaron el proceso de análisis de este artículo, pero no es el enfoque principal.

Con las informaciones obtenidas se estableció una base de datos que fue analizada en el Laboratorio de agroecología de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), en la Universidad de California, Berkeley, USA/Departamento de Ciencias Ambientales, Políticas e Gestión de Recursos Naturales (ESPM). Los datos fueron analizados en el Software *Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS). Para facilitar la interpretación rápida de las estrategias por territorio, las mismas fueron clasificadas en una escala de colores a partir del porcentaje de adopción o implementación en cada territorio, siendo Rojo para valores menores de 33% de adopción de la estrategia en el territorio; (<33%), Amarillo para valores mayores de 33% y menores de 67% de adopción (<67%>33%) y Verde para valores mayores de 67% (>67%) de adopción en el territorio.

**Tabla 1.** Componente, atributos y estrategias tecnológicas a nivel del agroecosistema derivados de la Línea del Tiempo y co-construidos con las familias de adaptación al cambio climático en los territorios (Semi-Arido Brasileño).

COMPONENTE	ATRIBUTO	ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS	SIGLAS
Agroecosistemas	Acceso a Infraestructura Hídrica (AIH)	Cisterna de Consumo (Estructura de cosecha de agua)	CC
		Cisterna de Producción (estructura de cosecha de agua)	CP
		Acequia Trinchera o tipo calicata	ATC
		Pequeñas represas	PR
		Grandes represas	GR
		Represa subterránea	RS
		Tanque de Piedra	TP
		Pozos de concreto	PC
		Pozos artesanales	PA
		Acequias en formato de pequeñas lagunas	AFL
		Reuso de agua	RA
	Diversidad de Sistema de Producción Animal (SAN)	Cría de aves (gallinas)	SA
		Cría de bovinos	SB
		Cría de caprinos	SC
		Cría de ovejas	SO
		Cría de abejas	SPI
		Cría de peces	SPS
		Cría de porcinos	SS
	Diversidad de Sistemas de producción Vegetal (SPVEG)	Cultivo de hortalizas (+ de 10 tipos)	SH
		Cultivos asociados o “ <i>Roçados</i> ”	SR
		Áreas de pastos	SP
		Reforestación o Arborización	SARB
		Patios Productivos (alrededor de la casa)	SQP
		Área de reserva Legal	MRL
		Cultivo de café sombreado	CF
		Almacenamiento de forrajes	SARMF

**Tabla 2.** Componente, atributos y estrategias sociales a nivel del territorio derivados de la Línea del Tiempo y co-construidos con las de adaptación al cambio climático en los territorios analizados (Semi-Arido Brasileño)

COMPONENTE	ATRIBUTO	ESTRATÉGIAS SOCIALES	SIGLAS
Territorio	Participación en la Gestión de Bienes Comunes (PGB-COM)	Bancos de semillas familiar	BSF
		Bancos de semillas comunitarios	BSC
		Frentes productivas de trabajo o Trabajos colectivos	FPT
		Participación Asociativista	PA
		Fondo Rotativos Solidarios	FRS
		Procesamiento de frutas	BF
	Integración en Espacios Políticos-Organizativos (IEPO)	Participación asociativa y cooperativas	ASS/COP
		Participación en el Sindicato de Trabajadores Rurales	STR
		Redes diversas	REDES
		Participación en Polos Sindicales	PSIND
		Participación en Movimientos Sociales	MOVS
	Participación en Políticas Públicas presente en el territorio (PPP)	Mercado de Agricultura Familiar	FA
		Programa Adquisición de Alimentos	PAA
		Programa Nacional de Alimento Escolar	PNEA
		Programa de Agricultura Familiar	PRONAF
		Banco do Nordeste	BNB
		Becas Familia – mecanismo condicional de transferencia de recursos a familias con ingreso per cápita entre 22 a 44 dólares.	BF
		Becas ingresos – Ídem	BR

## Resultados y Discusión

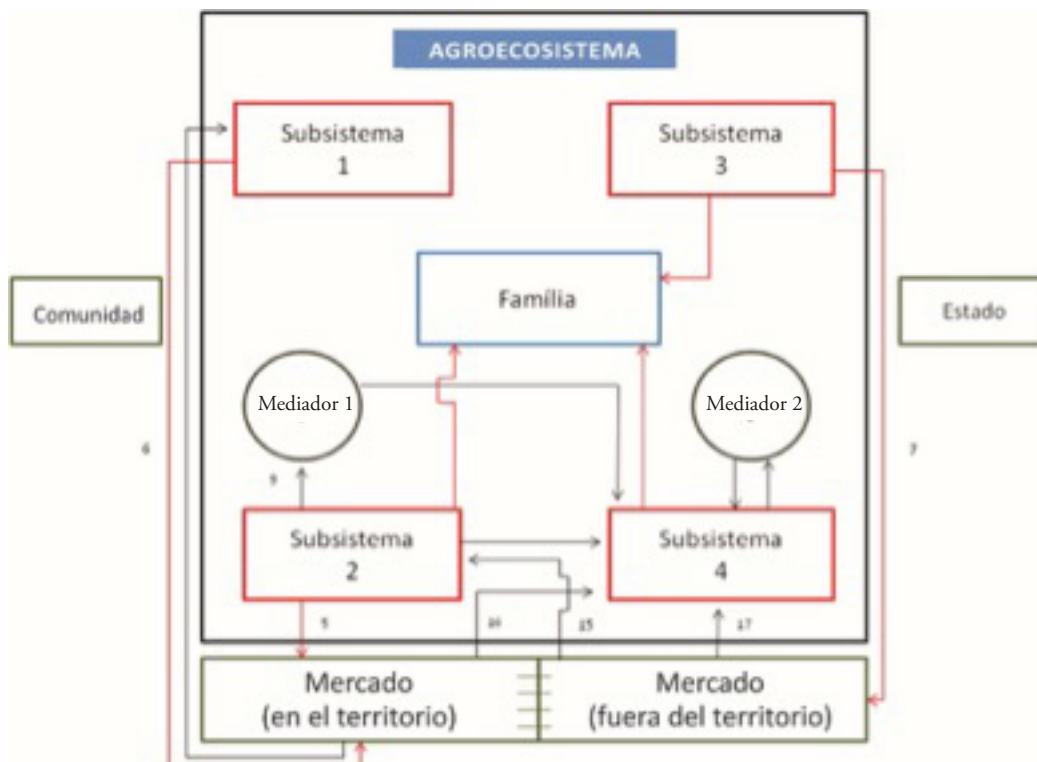
A partir de esta investigación en los diez territorios del SAB, se identificaron tres categorías de innovaciones técnicas y sociales agroecológicas de adaptación al cambio climático: 1) movilización y canalización para establecer almacenamiento de recursos, especialmente agua, nutrientes y energía; 2) reducción de las pérdidas de recursos (suelo, agua, materia orgánica) del agroecosistema familiar y uso eficiente de los recursos disponibles y, 3) articulación, organización y momentos sinérgicos de comunicación.

### 1- Movilización social y canalización para crear almacenamiento de recursos con el fin de utilizarlos en periodos de sequías

Tres estrategias se destacan en esta categoría: (a) la captación

de agua de lluvia, (b) la implementación de bancos de semillas criollas y (c) la implementación de bancos de forraje. Entre las innovaciones tecnológicas de captación de agua lluvia, se destacan las Cisternas de Consumo (CC) de 16 mil Litros y las Cisternas de Producción (CP) de 52 mil litros. La primera captura el agua de lluvia a través del techo de las casas y el agua capturada es utilizada para beber y cocinar. Esta tecnología permite una autonomía de 8 meses, para una familia de 5 personas. La segunda innovación, CP, captura el agua de la lluvia por medio de una calzada o plancha de cemento de 200 m<sup>2</sup> construida directamente sobre el suelo. Con esa área de calzada, una precipitación de 300 mm de lluvia es suficientes para llenar la cisterna de 52 mil litros que está acoplada a la calzada, construida en la parte baja del terreno. Otras de las innovaciones más comunes son los tanques de piedra, una forma bien popular de almacenar agua que viene de las partes altas o de las montañas.

**Figura 2.** Modelo del diagrama de flujos utilizados durante el estudio para representación de los componentes estructurales de los agroecosistemas familiares y su disposición espacial, así como sus interacciones. Las flechas negras representan el flujo de insumos o el camino recorrido de los insumos consumidos en el agroecosistema. Las flechas rojas representan el flujo de productos dentro de los subsistemas. Fuente: ASPTA 2016.



**Tabla 1.** Estrategias de Infraestructura Hídrica por cada territorio de adaptación al cambio climático implementadas por familias del semiárido brasileño. Los colores Rojo, Amarillo y Verde, indican respectivamente, Bajo (porcentajes menores que 33%), Medio (porcentajes menores que 67% y mayores que 33%) y Alto (porcentajes mayores que 67%) adopción de la tecnología en cada territorio (Semi-Arido Brasileiro).

TERRITORIOS	ESTRATEGIAS DE INFRAESTRUTURA HIDRICA										
	CC	CP	BT	B	A	BS	TP	P	C	BR	RA
AL	Verde	Verde	Rojo	Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
BA	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Rojo
CE	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo
MG	Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
PBB	Amarillo	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Amarillo	Rojo
PBC	Amarillo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Verde	Verde	Rojo	Verde	Verde
PE	Amarillo	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Rojo
PI	Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo
RN	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Amarillo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Verde
SE	Amarillo	Verde	Rojo	Amarillo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Amarillo	Rojo

AL= Médio Sertão -Alagoa; BA=Sertão San Francisco- Bahia; CE=Ibiapaba – Ceará; MG=Alto Rio Pardo – Minas Gerais; PBB=Borborema – Paraíba; PBC= Carirí – Paraíba; PE=Sertão do Araripe -Pernambuco, PI=Vale do Guaribas -Piauí; RN=Sertão do Apodi- Rio Grande do Norte, SE=Alto Sertão - Sergipe

Estas iniciativas vienen siendo ejecutadas por ASA-Brasil a través de los Programas “*Formación y Movilización para Convivencia con o Semi-Árido un millón de Cisternas Rurales*” y “*Una tierra y dos Aguas*”. Este último programa permite el acceso a la tierra y encara el desafío de complementar la cisterna de consumo (agua para beber e cocinar), con la de producir alimentos. De acuerdo con el Mapa de Tecnologías de la ASA-Brasil (2017), actualmente ya fueron construidas 607.021 cisternas de consumo y 95.658 Cisternas de Producción, incluido otros modelos como represas subterráneas, acequias trincheras, tanques de piedra” y bombas populares”. Estas innovaciones han sido esenciales en la dinamización económica de las familias, como fue demostrado en un análisis económico, realizado por el Proyecto INSA-ASA (ASA 2016). El análisis comparó y analizó diferentes indicadores económicos de las familias antes y después de acceder a las infraestructuras hídricas del programa P1 y P1+2 (Tabla 2).

Fue verificado que con la presencia de CC y CP, la familia obtuvo una mejora significativa de todos los indicadores económicos. Como por ejemplo rentabilidad bruta (RB)

y agrícola (RA) por hectárea, las cuales fueron de 26 y 32 % mayores con las tecnologías hídricas, respectivamente (ASA-Brasil 2016). Luego, es posible percibir el nivel de impacto generado por estas innovaciones en los agroecosistemas a partir de la conquista de las tecnologías hídricas y de almacenamiento de agua de lluvias en las propiedades, permitiendo el desarrollo de nuevos sistemas de producción, como los patios productivos, sistemas asociados, o cría de animales menores (aves, porcinos, Caprinos, Ovinos) y re-arborización de las propiedades. La otra innovación utilizada en la creación de almacenamiento de recursos, enfatizada en este estudio, son los bancos de semillas criollas, familiares y comunitarios. Estos bancos de semillas garantizan soberanía alimentaria a las familias (Tabla 2). En otras palabras, les dan el derecho de decidir a las familias sobre qué plantar, cómo producir, qué y cómo consumir, en correspondencia con la coherencia de la sustentabilidad de sus modos de vida. Actualmente ya llegan a 662 los bancos de semillas construidos y reformados en la región estudiada.

Por fin, destacamos el almacenamiento de forraje para

**Tabla 2.** Efecto de las tecnologías hídricas de captación de agua da lluvia sobre la economía de las familias agricultoras en el semiárido brasileño.

<b>Indicadores económicos</b>	<b>Sin Cisterna (US \$)</b>	<b>Con Cisterna (US \$)</b>	<b>Diferencia (US \$)</b>	<b>Incremento (en %)</b>
Rentabilidad bruta	5196	6535	1339	26
Ventas	3206	3852	646	20
Autoconsumo	1092	1333	241	22
Intercambio y donaciones de productos	213	363	150	70
Almacenamiento de productos	706	1023	317	45
Valor agregado	3428	4422	995	29
Consumos intermediarios	1062	1089	27	3
Rendimiento agrícola monetario	1935	2551	617	32
Costo de producción	1272	1300	29	2

la alimentación animal en la época seca (Tabla 2). Las tecnologías más comunes son la henificación y el ensilaje de plantas nativas y restos de cultivos y la formación de almacenamientos vivos especialmente de Cactáceas, tales como el Nopal Forrajero (*Opuntia ficus-indica* y *Napolea cochenillifera*), Xique-Xique (*Policereus gounelli*) y Mandacarú (*Cereus jamacaru*). Estas estrategias contribuyen a fortalecer la infraestructura ecológica de los agroecosistemas, una vez que les permiten captar, almacenar, procesar y transportar recursos productivos o esenciales, ejerciendo una función mediadora de fertilidad-vitalidad de los mismos en el SAB.

## 2- Reducción de la pérdida de recursos del agroecosistema familiar y uso eficiente de los recursos disponibles

Debido a la variabilidad e intensidad de las lluvias en la región del SAB, los agroecosistemas funcionan de acuerdo a pulsos de disponibilidad de recursos, controlados fuertemente por la disponibilidad de agua (Menezes et

al. 2012a, Menezes et al. 2012b). Así, las innovaciones implementadas por las familias son orientadas a reducir las pérdidas de recursos (agua, suelo, nutrientes) y a un uso eficiente de los recursos disponibles basados en dos estrategias (a) re-arborización y biodiversificación de los agroecosistemas con especies vegetales y animales capaces de aprovechar más rápidamente los pulsos de disponibilidad de recursos, en combinación con prácticas biotecnológicas de conservación de suelo (acequias, barreras de piedra, fertilización orgánica) y (b) manejo de la vegetación nativa, donde esta no haya sido removida totalmente y queda alrededor o dentro de la finca (Tabla 2).

En el primer caso, la re-arborización y bio-diversificación se desarrolla en áreas más intensamente ocupadas y donde la vegetación nativa fue significativamente reducida. La re-arborización y bio-diversificación de los agroecosistemas amortigua los efectos negativos de la alta variabilidad de la precipitación pluviométrica e incrementa en más de 70% la producción de biomasa (Perez-Marin et al. 2007, Martins et al. 2013), propiciando excelentes bancos de

**Tabla 3.** Estrategias tecnológicas de diversidad productiva animal y vegetal para la adaptación al cambio climático implementadas por las familias en el territorio del semiárido brasileño. Los colores Rojo, Amarillo y Verde, indican respectivamente, Bajo (porcentajes menores que 33%), Medio (porcentajes menores que 67% y mayores que 33%) y Alto (porcentajes mayores que 67%) de acceso o presencia del indicador o tecnología en cada territorio en relación a los períodos analizados.

TERRITÓRIOS	DIVERSIDAD PRODUCTIVA ANIMAL							DIVERSIDAD PRODUCTIVA VEGETAL							
	AS	SB	SC	SO	SPI	SPS	SS	SH	SR	SP	SARB	SQP	M.RM	CF	SARMF
AL	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
BA	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
CE	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
MG	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
PBB	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
PBC	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
PE	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
PI	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
RN	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SE	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

AL= Médio Sertão -Alagoa; BA=Sertão San Francisco- Bahia; CE=Ibiapaba – Ceará; MG=Alto Rio Pardo – Minas Gerais; PBB=Borborema – Paraíba; PPC= Cariri – Paraíba; PE=Sertão do Araripe -Pernambuco, PI=Vale do Guaribas -Piauí; RN=Sertão do Apodi- Rio Grande do Norte, SE=Alto Sertão - Sergipe

proteínas, como innovación tecnológica que promueve una mayor estabilización en la producción de biomasa para alimentación animal. Además de la producción de biomasa, la re-arborización y biodiversificación de los agroecosistemas del SAB, permite la obtención de leña, una importante fuente de energía que atiende las necesidades de las residencias domésticas de las familias, una vez que la leña representa 33% de la matriz energética en la región (Araujo y Carvalho 2001, Perez-Marin *et al.* 2007). Paralelamente, postes y varas sirven para el establecimiento de cercas vivas permanentes y los restos de maderas son usados como barreras de madera perpendiculares al declive, para protección del suelo (Perez-Marin *et al.* 2007). Estas prácticas son complementadas con técnicas de manejo de conservación del suelo para regular los flujos hídricos e incrementar la infiltración de agua, tales como canaletas de difusión e infiltración, terrazos, barreras de piedra y barreras vivas con cactáceas (Nopal) (Perez-Marin *et al.* 2015). Resultados de investigaciones sobre los efectos de estas prácticas indican reducciones de 80% en la pérdida de suelo por erosión (Sampaio *et al.* 1995, Galindo *et al.* 2005) e incrementos de 25 a 150% en los niveles de materia orgánica del suelo (Perez-Marin *et al.* 2006, Menezes *et al.* 2002, Sampaio y Salcedo 1997, Tiessen *et al.* 2003). Las barreras vivas de Nopal (*Opuntia sp.*) son capaces de retener hasta 100 t ha<sup>-1</sup> año de suelo (Galindo *et al.* 2005).

En el segundo caso, relativo al manejo de la vegetación nativa, este se desarrolla en áreas donde todavía existe vegetación nativa, con posibilidad de manejo forestal sostenible. Estas prácticas básicamente consisten en retirar las especies vegetales no forrajeras y manejar a través de podas, las especies de mayor valor forrajero, todo esto con el objetivo de aumentar la disponibilidad de forraje y aumentar la productividad, sin causar grandes impactos sobre la biodiversidad y el suelo. Básicamente son tres prácticas de manejo de la vegetación nativa que las familias implementan (Araujo-Filho 1990, Araujo y Carvalho 2001): (a) raleo, que implica el control de la densidad de las especies leñosas, permitiendo mayor entrada de luz al agroecosistema, facilitando así el desarrollo de herbáceas nativas forrajeras; (b) rebajamiento o podas de las especies forrajeras hasta una altura de 30 a 40 cm para facilitar el ramoneo, y por último (c) el enriquecimiento de la vegetación nativa, que implica la introducción o plantío de especies herbáceas o arbóreas forrajeras nativas o exóticas

dentro del agroecosistema. Otra estrategia de manejo, que ocurre especialmente en el Estado de Bahía, son los llamados Fondos de Pastos o comunidades de fondo de pastizales. En estos sistemas los animales pastorean en áreas colectivas de vegetación nativa que pueden llegar a 3000 has, permitiendo la cosecha de frutas nativas, que luego son procesadas y transformadas en nuevos productos en mini-fabricas. Como ejemplo citamos el caso de las comunidades de fondo de pasto de Areia Grande, Bahía, un área donde 365 familias son albergadas- trabajan en una acción comunitaria de 27 mil hectáreas de vegetación nativa (Caatinga), con pocas actividades agrícolas y/o pecuarias individuales. Durante el periodo seco obtienen 30 ton de miel. Cabras y Ovejas producen carne, leche, queso, cueros, sin perjuicios económicos durante todo el periodo seco. Es un sistema con elevada autonomía, flexibilidad y resiliencia a la variabilidad climática de la región y relaciones comerciales y/o de subordinación social a agentes externos.

Es con esas estrategias, que hoy en día, caprinos, ovinos, aves, porcinos, bovinos, plantas herbáceas y arbóreas, dividen los espacios en los agroecosistemas familiares del SAB, formando diferentes subsistemas o mosaicos de producción de proteínas de origen animal y vegetal que alimentan las familias y generara recursos económicos con la venta de los excedentes en ferias de agricultura familiar o programas nacionales de adquisición de alimentos.

### **3- Articulación-Organización y momentos sinérgicos de comunicación entre los diversos actores (familias, facilitadores, investigadores, profesores).**

La participación en redes, asociaciones, cooperativas, movimientos sociales ha posibilitado conceptualizar y gestionar políticas públicas de acceso y democratización del agua para consumo animal, vegetal y humano. La participación en los procesos de formación y gestión colectiva fortalecen las estrategias de adaptación al cambio climático (Tabla 3). Gracias a esas articulaciones, las innovaciones técnicas y sociales comunican y discuten todo el territorio del SAB, siguiendo procesos abiertos de aprendizajes, re-lecturas, cuestionamientos, concertación, proposición y formulación de preguntas.

De esta manera, los procesos de articulación, organización



y comunicación fortalecen la autonomía y autoestima de las familias, propiciando condiciones para crear, experimentar y replicar tecnologías (Duque 2008). Se van convirtiendo así, estas familias, en verdaderos semilleros tanto de investigación como de educación popular.

Los procesos de intercambios y co-construcción de conocimiento, que por definición son participativos, consisten en la realización de diversos momentos sinérgicos de comunicación, tales como las visitas comunitarias de intercambio, encuentros municipales, estatales y nacionales, conocido como Encuentro Nacional de Agricultores Experimentadores (ENCONASA).

“Sinérgicos”, implica que los productos de estos encuentros dialógicos, superan cualitativamente lo que podría ser la suma de los avances que cada participante en particular podría lograr por separado. Para que un encuentro sea sinérgico, es necesario llenar ciertas condiciones, por eso estas actividades además de centrarse en saber-hacer, favorecen el establecimiento de lazos de amistad y solidaridad, en medio del fortalecimiento de la esperanza de que sí es posible construir un mundo más humano.

Las experiencias de cada familia son sintetizadas en un boletín conocido como “Candilero”. En el momento de escribir este artículo ya habían sido publicados 1.269 experiencias y habían sido realizados 49.300 intercambios. Todos estos procesos despiertan la fuerza colectiva, la fuerza del todos-juntos, desarrollando en las y los participantes el poder de impulsar o demandar acciones exitosas para la formulación de políticas públicas contextualizadas para la región.



## Aprendizaje sobre las condiciones necesarias

Hasta aquí, podemos derivar, que, para fortalecer las estrategias de adaptación al cambio climático, son necesarios cinco conjuntos de condiciones, a saber:

a) El ejercicio de la comunicación, la educación contextualizada, y la intencionalización expresada en las creaciones y transformaciones humanas, sean estas físicas o abstractas. Es decir, la cultura intencionada, como estrategia para comprender las limitaciones y potencialidades de las zonas áridas, semi-áridas y sub-húmedas secas, y la capacidad transformadora y creadora de sus habitantes, desde una formación crítica y ciudadana;

b) la agroecología como ciencia, como proceso de transformación social, como conocimiento acumulado, como procesos de construcción y afirmación de las comunidades y pueblos, sustentada en el conocimiento y las prácticas locales;

c) la reanudación de la asistencia técnica rural, basada en conceptos y estrategias de la convivencia y resiliencia en las zonas áridas, semi-áridas y sub-húmedas secas, asumidas como de gestión del conocimiento y no como la imposición de conocimientos, tecnologías e innovaciones;

d) el acceso a la tierra, agua y biodiversidad como condiciones básicas para la construcción de la capacidad de recuperación, adaptación, mitigación y soberanía alimentaria, y por fin,

e) el fortalecimiento de la convergencia de conocimiento de las matrices académicas y populares, estimulando el dialogo de saberes y la realización de reflexiones y estudios cada vez más transdisciplinarios, dejando siempre abierta la puerta para nuevas perspectivas y aplicaciones.

## Conclusión

En este estudio, fueron mapeados las estrategias de adaptación al cambio climático que las familias del semiárido implementan. La adaptación al cambio climático en el Semi-Arido Brasileño pasó a ser un concepto a convertirse en hecho por el conjunto de transformaciones estructurales, sociales y de manejo en combinación con el fortalecimiento de mecanismos de

reciprocidad comunitaria. En una visión más amplia, se evidenció que la adaptación al cambio climático en el SAB ha sido posible por las políticas públicas contextualizadas relacionadas con (a) la democratización y acceso a la tierra, biodiversidad y agua, (b) la agroecología como ciencia, como proceso de construcción de comunidades y pueblos, (c) la educación contextualizada, (d) la inclusión de la agenda de la juventud rural y (e) el reconocimiento del ámbito urbano como un espacio estratégico cuando hablamos de producción de alimentos (importantes consumidores de recursos y pasivos socio-ambientales). Por sus características climáticas y fisiográficas, las intervenciones en las zonas aridas y semiaridas deben maximizar los beneficios socioeconómicos para la generación actual, preservando la calidad ambiental y las capacidades de producción para las generaciones futuras, asegurando así el mantenimiento de la productividad biológica - garantías para el desarrollo sustentable en la región.

## Agradecimientos

Agradecemos a todos los agricultores familiares del semiárido brasileño que participaron de esta investigación, al Instituto Nacional del Semiárido (INSA-MCTI), a la Asociación para la Región Semi-árida Brasileña (ASA-BRASIL) y a la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) por el apoyo financiero (acuerdo # 01.13.0345.00), así como los equipos técnicos de asistencia en las actividades de campo. Queremos agradecer también al Laboratorio de Agroecología de la Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos por colaborar en la redacción de este manuscrito.

## Referencias

- Altieri, MA, Nicholls, CI, Henao A, Lana, MA. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainability Development* 35: 869–890.
- Araújo-Filho JA, Carvalho FC. 2001. Sistemas de produção agrosilvopastoril para o Semi-Árido Nordeste. In *Sistemas Agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais* (Carvalho MM, Alvim JM, Carneiro JC, eds). Juiz de Fora: Embrapa Gado Leite; Brasília: FAO. p.101-110.
- Araújo-Filho JA. 1990. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Sobral, CE: EMBRAPACNPC. 18p.

- (Circular Técnica, 11).
- ASA-BRASIL. 2016. Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Síntese dos Estudos de Caso do Território de Atuação do Coletivo Regional das Organizações da Agricultura Familiar do Cariri, Curimataú e Seridó Paraibanos; ASA-BRASIL: Recife, Pernambuco, Brasil. p. 26.
- ASPTA. 2015. Avaliação Econômica-Ecológica de Agroecossistemas; Parte II; Procedimentos metodológicos: Rio de Janeiro, Brasil. p. 47.
- Dobie P. 2011. The Global Drylands Partnership, UNDP: Nairobi, Kenya, 2011. 24p.
- Duque G. 2008. "Conviver com a seca": contribuição da Articulação do Semi-Árido/ASA para o desenvolvimento sustentável. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente* 17:133-140.
- Galindo ICL, Sampaio EVSB, Menezes RSC. 2005. Uso da palma na conservação dos solos. In a palma no nordeste do brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso (Menezes RSC, Simões DA, Sampaio EVSB, eds) Recife: Universitária da UFPE. p. 163-176.
- Martins JCR, Menezes RSC, Sampaio EVSB, Nagai MA. 2013. Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no cariri paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17:581-587.
- Medeiros SS, Cavalcante AMB, Perez-Marin AM, Tinoco LBM, Salcedo IH, Pinto TF. 2012. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. Campina Grande, Paraíba, Brasil: INSA. 103p.
- Menezes RSC, Garrido MS, Perez-Marin AM. 2005. Fertilidade dos Solos no Semi-Árido. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo XXX, 2005, RECIFE. Solos, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental.
- Menezes RSC, Salcedo IH, Elliott ET. 2002. Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. *Agroforestry System* 56:27-38.
- Menezes RSC, Sampaio EVSB, Giongo V, Perez-Marin AM. 2012a. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. *Brazilian Journal of Biology*, 37:643-653.
- Menezes RSC, Sampaio EVSB, Giongo V, Perez-Marin AM. 2012b. Ciclos biogeoquímicos, biomas e sistemas hídricos. In Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (Ambrizzi, T, Araújo M, Silva Dias, PL, Wainer I, Artaxo P, Marengo JÁ, eds). Base Científica das Mudanças Climáticas 1:21-24.
- Nicholls CI, Henao A, Altieri MA. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología* 10:7-31.
- Perez-Marin AM, Menezes RSC, Dias EM. 2006. Efeito da gliricídia *sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 30:555-564.
- Perez-Marin AM, Cavalcante AMB, Medeiros, SS, Tinôco IBM, Salcedo IH. 2012. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? *Parceria Estratégica* 17:87-106.
- Perez-Marin AM, Menezes RSC, Salcedo IH. 2007. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:669-677.
- Salcedo IH, Tiessen H, Sampaio EVSB. 1997. Nutrient availability in soil samples from shifting cultivation sites in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. *Agriculture Ecosystem Environment* 65:177-186.
- Sampaio EVSB, Salcedo IH, Silva FBR. 1995. Fertilidade de solos no semi-árido do Nordeste. Reunião Brasileira de Fertilidade dos solos e Nutrição de Plantas, 21., 1995, Petrolina. Anais. Insumo básico para a agricultura e combate à fome. Petrolina, Embrapa-CPTSA/SBCS. p.51-71.
- Tiessen H, Menezes RSC, Salcedo IH, Wick B. 2003. Organic matter transformations and soil fertility in a treed pasture in semi-arid NE Brazil. *Plant and Soil* 252:195-205.



# MARCO CONCEPTUAL PARA EVALUAR LOS NIVELES DE RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA, APLICACIÓN EN ESTUDIOS DE CASO EN PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÉ.

*Mónica María Machado-Vargas*

*Universidad de Antioquia, monica.machado@udea.edu.co*

## Resumen

El concepto de resiliencia socioecológica actualmente está siendo muy utilizado en agroecología para medir el nivel de resiliencia que exhiba un agroecosistema. Sin embargo, la selección de indicadores tanto ambientales como sociales se debe basar en una clara definición de la resiliencia socioecológica. La selección de indicadores implica escoger un conjunto de variables críticas que den cuenta del sistema como un todo, igualmente que permitan medir el riesgo ambiental y social al cual están sometidos las poblaciones rurales, su vulnerabilidad y su capacidad de respuesta. El propósito de este artículo es proponer un conjunto de indicadores basados en un marco teórico para medir el nivel de riesgo/resiliencia socioecológica de nueve agroecosistemas de pequeños caficultores en la Cuenca del Río Porce, Antioquia, Colombia.

**Palabras claves:** Resiliencia, Agroecología, indicadores, agroecosistemas de café, capacidad adaptativa

## Introducción

En Colombia existen alrededor de 530.000 caficultores, de los cuales el 95% son pequeños que cuentan con menos de cinco has de área sembrada (FNC, 2013). La actividad cafetera es intensiva en mano de obra, por esta razón el sector ha aportado al desarrollo socioeconómico del campo colombiano, generando aproximadamente 500.000 empleos (CONPES, 2013). Sin embargo, la participación del café en el empleo generado por los principales productores ha disminuido en los últimos años, ya que pasó de 36% en 2002 a 32% en 2012. Este hecho se explica porque en la actualidad la fuerza de trabajo que proviene de los hogares de pequeños caficultores está siendo absorbida por actividades diferentes al café

(con mayor estabilidad y mejor remuneración), tal es el caso de los productores de frutales y de plátano, que han aumentado su aporte a la generación de empleo en el sector (CONPES, 2013). Así mismo influye el hecho de que no se ha presentado relevo generacional en la caficultura (CONPES, 2013).

Cerca del 50% de los municipios de Colombia producen café (Café de Colombia, 2015), por lo tanto, la fluctuación del precio del café puede afectar tanto económica como socialmente a muchas regiones, influyendo en la calidad de vida de más de un millón de familias colombianas (Abaunza et al., 2013). En cuanto a los niveles de pobreza, se puede afirmar que en términos generales los hogares cafeteros se encuentran en mejores condiciones de vida

que los no cafeteros, independientemente del número de habitantes en el municipio. Esto evidencia el hecho de que las externalidades generales por la caficultura inciden en las mejores condiciones de vida de los municipios cafeteros (CONPES, 2013).

Sin embargo, para el año 2013 los precios externos e internos (precio para los caficultores) y las utilidades cayeron drásticamente para el final del año, lo que significó que la utilidad para los caficultores en esa época estuvo en un margen muy por debajo de los \$500.000 (pesos colombianos) que es el punto de equilibrio, lo que representó una pérdida para las familias cafeteras y esto continuó cayendo hasta principios del 2014. Esto ocurre cuando baja el precio internacional del café y los caficultores no pueden cubrir los costos de producción especialmente los fertilizantes y los plaguicidas. Para principios del año 2014 la disminución de los precios ocasionó un paro nacional y manifestaciones por parte de los caficultores que exigieron un subsidio por parte del gobierno, este subsidio se daba por carga de café que se vendía, y permitía cubrir el desfase entre el precio del grano en el mercado y los costos reales de producción (Pérez et al., 2016).

De acuerdo a Katlyn et al., (2013) los caficultores invierten más tiempo y energía en la producción de café, que en producir alimentos para su seguridad alimentaria, lo cual da como resultado que muchos pequeños caficultores y sus familias pasen periodos de escasez de alimentos, a esto se suma la pobreza, la ausencia de educación, la falta de diversificación en la producción y de redes de mercado, en Colombia la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), es quien regula el precio y la comercialización del café, además es la institución que supervisa, verifica y es responsable de hacer seguimiento de la calidad del café (Abaunza et al., 2013). En cuanto a la vulnerabilidad de los pequeños caficultores, esta se debe en parte a los altos costos de la producción de café y a la fluctuación de los precios internacionales como se evidenció en el año 2013, y en algunos casos a la tenencia de la tierra o cambios en el uso de la misma y variabilidad climática (Hausermann, 2014).

Es por eso que conocer el estado en que se encuentran los agroecosistemas, su vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de estos sistemas y de sus comunidades es uno

de los objetivos de los investigadores y extensionistas. Así mismo, identificar el nivel de riesgo/resiliencia socioecológica de un agroecosistema ayuda a entender sus dinámicas y permite diseñar estrategias que enfrenten el escenario actual y futuro, encaminadas al desarrollo de una agricultura diversa, productiva, adaptable y socialmente justa.

Por lo tanto, es importante un marco conceptual para evaluar la resiliencia socioecológica de los agroecosistemas de café, a partir de la construcción de un sistema de información de indicadores estratégicos que dé cuenta de la complejidad de los agroecosistemas cafeteros, sus amenazas, vulnerabilidades, capacidad adaptativa de los agroecosistemas y los actores involucrados. Así mismo que sean acorde con un marco conceptual de sostenibilidad de la resiliencia socioecológica como objeto de estudio. De esta manera, los indicadores seleccionados deben ser sencillos y fáciles de medir en campo, además de tener en cuenta la participación de los agricultores. Lo anterior, con el fin de que sean más accesibles para extensionistas, agricultores e investigadores, y se conviertan en herramientas útiles para las comunidades y actores sociales a la hora de tomar decisiones con el propósito de mejorar la sostenibilidad de sus sistemas agropecuarios.

### **Marco conceptual para medir la resiliencia socioecológica en pequeños productores de café**

Para evaluar la resiliencia socioecológica se debe tener claro el marco conceptual de este. En este artículo se entiende como resiliencia socioecológica la capacidad que tiene un sistema socioecológico de sobreponerse a perturbaciones encontrando diferentes puntos de equilibrio y mantener sus funciones o atributos esenciales auto-regulándose por medio de procesos adaptativos, ya que la resiliencia se fundamenta en la perspectiva del cambio adaptativo (Holling, 2001; Berkes et al., 2003; Ríos et al., 2013). Una preocupación reciente de la agroecología es entender la resiliencia socioecológica de los agroecosistemas, ya que esta se enfoca en el diseño de agroecosistemas para incrementar la resiliencia, de manera de lograr una agricultura adaptada a los cambios actuales y futuros. Actualmente la capacidad adaptativa es comúnmente analizada y discutida en el contexto del cambio climático, sin embargo, el concepto puede ser utilizado más ampliamente, es que incluye una respuesta

social, económica e institucional que afectan los sistemas socioecológicos (Speelman et al., 2014). Por otro lado, para estudiar los agroecosistemas de café es importante examinar los cambios económicos, institucionales, en el uso de la tierra y la respuesta de las comunidades a la reorganización social, así mismo estudiar las estrategias de diversificación de los modos de vida, y la capacidad adaptativa de estas poblaciones.

Teniendo claro el marco conceptual de resiliencia socioecológica se debe seleccionar unos indicadores de acuerdo con los atributos de esta. Los indicadores para analizar la resiliencia socioecológica de agroecosistemas de pequeños caficultores deben estar relacionados con lo social, económico y el sistema ambiental, que interacciona en una escala temporal, espacial y organizacional. Así mismo, se debe definir los niveles de evaluación que van de lo general a lo particular, es decir, categoría de análisis, descriptores e indicadores. En una revisión sistemática (Machado-Vargas & Ríos-Osorio, 2016) para evaluar la sostenibilidad de agroecosistemas de pequeños productores de café, se encontró que algunos autores proponen indicadores técnico-ambientales para conocer el estado actual de un agroecosistema, mientras que otros autores combinan indicadores técnico-ambientales y socioeconómicos basados en atributos para evaluar los modos de vida sostenibles de los pequeños productores, generando una línea base para valorar la capacidad adaptativa de las poblaciones rurales frente a los cambios sociales, ambientales y económicos del entorno. De acuerdo a (Machado-Vargas & Ríos-Osorio, 2016), en la literatura no se observa claridad sobre las categorías de análisis, indicadores y variables para evaluar la resiliencia socioecológica de pequeños productores de café. Por lo anterior, se hace necesario generar sistemas de información acorde con la concepción del concepto de resiliencia socioecológica que se está desarrollando actualmente y describir los indicadores y las categorías de análisis para evaluar este tipo de sistemas.

### **Propuesta de indicadores para la evaluación de la resiliencia socioecológica de agroecosistemas de pequeños agricultores de café en la cuenca del Río Porce, Antioquia.**

Para evaluar la resiliencia socioecológica de los

agroecosistemas de café, se deben tener en cuenta indicadores socioeconómicos y ambientales que permitan visualizar como estos reaccionan a eventos climáticos, cambios en el mercado, entre otros. Holling, (2001) sugiere que la complejidad de los sistemas socioecológicos emerge no de una asociación aleatoria de un gran número de factores que interactúan, sino desde un pequeño conjunto de variables críticas que controla el proceso, que crean y mantienen esta auto-organización. Para este estudio de la resiliencia de los pequeños caficultores de la Cuenca del Río Porce se intentó definir este conjunto de variables críticas y se seleccionó un grupo de indicadores que permitan estimar las amenazas (climáticas y económicas), las vulnerabilidades en los agroecosistemas de café y la capacidad de respuesta de los caficultores frente a estas amenazas.

Para determinar los niveles de riesgo/resiliencia de pequeños productores de café se tomó como base el Índice Holístico de Riesgo (IHR) propuesto por Barrera et al., (2007), así como los trabajos realizados por Henao (2013), Montalba et al., (2013), Altieri (2013) y Gazzano et al., (2015). Esta metodología considera tres elementos principales para establecer el Riesgo: Amenaza, Vulnerabilidad y Capacidad de respuesta (capacidad adaptativa). Teniendo en cuenta que la amenaza para una comunidad de productores, se considera como la probabilidad de que ocurra un riesgo, ya sea ecológico, social y/o económico, frente al cual esa comunidad o finca es vulnerable (Altieri, 2013). Vulnerabilidad se refiere a la incapacidad de una comunidad de productores o productor para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su ambiente, es decir su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio (Henao, 2013). Capacidad de respuesta o adaptativa, es definida como la habilidad individual o colectiva para modificar o ajustar el manejo de los recursos y reducir los riesgos sociales y ambientales (Speelman et al., 2014). De esta forma, el Riesgo resulta de la relación entre Amenaza, Vulnerabilidad y Capacidad de Respuesta, como se muestra en ecuación 1 (Barrera et al., 2007): Ec1.

De acuerdo a lo anterior se relacionan los indicadores propuestos para evaluar la resiliencia socioecológica de pequeños productores de café en la Cuenca de Río Porce. En la tabla 1 se describen los componentes, indicadores con su respectiva descripción y su referencia.



**Tabla 1.** Descripción de los indicadores propuestos para evaluación de la resiliencia socioecológica en agroecosistemas de pequeños productores de café del Nordeste Antioqueño.

COMPONENTE	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
AMENAZA	Disponibilidad hídrica por pluviosidad	Las precipitaciones óptimas para el desarrollo de café arábico son 1200 a 1800 mm por año. Con una deficiencia hídrica de 125 mm mensual, la planta de café resultaría afectada en su crecimiento y producción.	Cenicafé, 2009 (García et al., 2015)
	Fluctuaciones del Precio productor interno por carga café pergamino	Las fluctuaciones de los precios del café puede ser explicados por eventos externos como heladas, sequias o políticas particulares de un país. Así como los mercados especulativos de <i>commodities</i> y altos costos de producción.	Abaunza et al., (2013). CONPES (2013)
VULNERABILIDAD	Productividad del café	(Kg/ha/año), tomando como referente la productividad de la variedad Castillo según Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Las condiciones de producción del cultivo de café pueden estar influenciada por la deficiencia de agua de periodos largos.	Machado-Vargas et al., (2015) Cenicafé, 2009
	Nivel de autosuficiencia alimentaria en el hogar	A veces los hogares caficultores experimentan un periodo de escases de alimento, esto sucede cuando los ingresos caen por debajo de \$600.000 y a la dependencia de la cosecha de café.	Katlyn et al., 2013.
	Grado de uso interno de insumos (dependencia insumos externos)	Las tecnologías de bajos insumos y la utilización eficiente de los recursos (reciclaje de nutrientes y utilización de subproductos) reducen la dependencia de insumos externos. En Colombia los costos de fertilización han aumentado del 10% al 20% en los últimos años, lo que incide en los costos de producción de la carga de café.	(Gliessman, 1998; Altieri, 2002, Funes, 2009). Khalajabadi, (2008)

CAPACIDAD DE RESPUESTA	% de árboles de sombra asociado al café	Los sistemas agroforestales como el café bajo sombra, con una densidad de árboles adecuada, regula el microclima, proporcionan refugio y hábitat para enemigos naturales y garantiza servicios ecosistémicos como la polinización, el control biológico y control de la erosión y la captura de carbono. Se ha determinado que la cobertura o sombra debe estar entre el 35 y 45%, y los porcentajes por encima del 45% afectan negativamente la producción de café	(Poveda et al., 2001; Jha et al, 2011; Schroth et al, 2009; Meylan et al., 2013).
	Cobertura del suelo	La protección del suelo contra la erosión, los mantillos o mulching de cultivos y abonos verdes es una estrategia fundamental para aumentar la resiliencia de los agroecosistemas	Nicholls, (2013)
	Diversidad paisajística circundante	Los remanentes de bosque, proporcionan alimento y refugio para enemigos naturales que controlan plagas y proveen recursos para una gran diversidad de aves. Al preservar la vegetación en las riberas de las cañadas y cauces de ríos y quebradas, se conservan estas fuentes, además de regular el microclima.	(Machado-Vargas et. al., 2015) (Altieri & Nicholls, 2004)
	Diversidad productiva de sistemas de producción (café y otros)	Una mayor diversidad de sistemas de producción ayuda a que los caficultores puedan soportar épocas donde los precios del café son bajos.	Abaunza et al., (2013).
	Autonomía de mercados	La agroecología incentiva la autonomía en los mercados locales y la acción comunitaria.	(Altieri y Toledo, 2011).
	Nivel de cualificación en conocimiento agroecológico	La educación contribuye a la sostenibilidad por permitir una evaluación crítica de los problemas ambientales y su posible solución. El conocimiento agroecológico permite el diseño de sistemas diversificados, que disminuye el riesgo de los agricultores.	Rhan et al., 2013 Altieri y Nicholls, 2004
	Nivel de organizaciones	El pertenecer a grupos formalizados, aumenta las relaciones de confianza, reciprocidad e intercambio que facilita la cooperación	DFID (1999)

## **Experiencia de aplicación de los indicadores propuestos en nueve agroecosistemas de pequeños caficultores en la Cuenca del río Porce, hallazgos generales.**

En este estudio utilizando los indicadores anteriores y la metodología IHR, se encontró que los agroecosistemas más vulnerables fueron aquellos que presentaron valores bajos en los indicadores de nivel de autosuficiencia alimentaria y grado de uso interno de insumos, esto se debió a que los agricultores no producen sus propios alimentos y los insumos agrícolas que utilizan en la finca son externos, ya que no aprovechan los residuos de cosecha del café, ni los residuos domésticos para elaborar sus propios insumos, así mismo, no realizan prácticas que fomenten los procesos de reciclaje de nutrientes dentro de la finca, lo cual puede llevarlos a obtener una baja producción de café y a ser más vulnerables frente a los costos de producción. Por el contrario los agroecosistemas con baja vulnerabilidad obtuvieron niveles altos de autosuficiencia alimentaria, ya que la mayoría de sus alimentos los producen dentro de la propia finca, permitiendo tener seguridad alimentaria. Por otro lado, los agroecosistemas con una capacidad de respuesta alta presentaron valores altos de diversidad productiva, ya que tienen otros sistemas productivos además del café como son algunos cultivos secundarios que utilizan para la venta, esto les permite obtener otras entradas económicas además del café haciendo que los cambios en el precio del café les afecte menos.

En consecuencia, los agroecosistemas de café que obtuvieron niveles de resiliencia socioecológica bajo presentaron una alta vulnerabilidad y una capacidad de respuesta es baja. Esto debido a la baja diversidad productiva y la alta dependencia de insumos externos, la falta de autosuficiencia alimentaria y la falta de autonomía de los mercados, es decir, solo depende de la venta café para la FNC. Lo anterior los hace ser más vulnerables frente a la amenaza de las fluctuaciones de los precios internacionales del mercado. No obstante, los niveles altos de resiliencia socioecológica fueron obtenidos por los agroecosistemas que presentaron baja vulnerabilidad y una capacidad de respuesta alta, esto debido a la alta autosuficiencia alimentaria, buena cobertura del suelo, diversidad productiva y nivel de organización productiva. Lo que confirma, que la diversidad productiva y la

autosuficiencia alimentaria para agroecosistemas de café son estrategias adaptativas que sirven para disminuir la vulnerabilidad frente a las fluctuaciones de los precios internacionales de café.

En este estudio es importante analizar que aunque se encontraron agricultores resilientes socioecológicamente, se debe entender que desde el enfoque agroecológico para hablar de la resiliencia de un agroecosistema es necesario que dentro del mismo se cuente con soberanía alimentaria, soberanía energética (el derecho de la población rural de generar energía a partir de fuentes sostenibles) y soberanía tecnológica mediante la optimización de todos los procesos y recursos de la finca (Altieri y Nicholls, 2013). Pero también un sistema es resiliente socioecológicamente cuando presenta estrategias adaptativas que contribuyan a reducir la vulnerabilidad del sistema frente a posibles riesgos.

## **Conclusiones**

En este estudio se encontró que la amenaza principal que enfrentan los pequeños caficultores es la fluctuación de los precios, ya que estos están relacionados con los altos costos de producción, y por ende con la rentabilidad del cultivo. Es por esto que es urgente promover la conversión de los sistemas de café convencionales a sistemas de producción agroecológica para que los caficultores alcancen un nivel de autonomía frente a la dependencia de insumos externos y reducir los costos de producción, haciendo a los agricultores más resilientes.

Por otro lado, la metodología de IHR permite visualizar cuál nivel de vulnerabilidad tienen los caficultores frente a unas amenazas y cuáles son sus capacidades de respuesta. Teniendo en cuenta qué tan alta, media y baja sea la capacidad de respuesta, esto va a influir en su nivel de resiliencia socioecológica como uno de los objetivos principales de la sostenibilidad de los sistemas agrarios. Por otro lado, se requieren más estudios de campo para generar un proceso de validación mayor del instrumento y la escala de medición de la resiliencia socioecológica, que sea más precisa para poder ser utilizada en diferentes sistemas agropecuarios.

## Referencias

- Abauza, O. F.; Arango, A. S. & Olaya, M. Y. 2013. Estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos: Una aproximación con dinámica de sistemas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Comisión para la celebración del Bicentenario de la Independencia.
- Altieri, M. A. 2002. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En Sarandón S. (ed.) *Agroecología: El Camino hacia una Agricultura Sustentable*. Buenos Aires: Ediciones Científicas Americanas, pp. 49-56.
- Altieri, M.A. 2013. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En Nicholls Estrada, Ríos Osorio y Altieri (eds.) *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín-Colombia: REDAGRES, CYTED y SOCLA, pp. 94-104.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C. I. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el trópico. *Manejo integrado de plagas y agroecología*, 73: 8-20.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1): 7-20.
- Altieri M.A. & Toledo, V. 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38(3): 587-612.
- Barrera, J. F.; Herrera, J. & J. Gómez. 2007. Riesgo-vulnerabilidad hacia la Broca de café bajo un enfoque de manejo holístico. La broca del café en América tropical: hallazgos y enfoques, pp. 131-141.
- Berkes, F; Colding, J. & Folke, C. (2003). Introduction. En Berkes, Colding & Folke (eds.). *Navigating socioecological systems: Building resilience for complexity and change*. New York: Cambridge University Press, pp. 1-31.
- Café de Colombia. Recuperado en noviembre de 2015 de <http://www.cafedecolombia.com>.
- Cenicafé. 2009. Variabilidad climática en la zona cafetera Colombiana asociada al evento del EL NIÑO y su efecto en la caficultura. *Avances técnicos*, 390: 2-8.
- CONPES. 2013. Una estrategia para la competitividad de la Caficultura Colombiana- Comisión de Expertos. Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, 29 de agosto, pp. 33.
- DFID. 1999. Sustainable Livelihoods: Lessons from early experience. Department for International Development. London UK: Russell Press Ltd.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2013. Comportamiento de la industria Cafetera de Colombia 2012. Recuperado el el 14 de noviembre del 2013 de <http://www.federaciondefcafeteros.org>
- Funes-Monzote, F. 2009. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios, elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado. Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF).
- García, L. J. C.; Posada, S. H. E.; Salazar, V. F. A. 2015. Factores de producción que influyen en la respuesta de genotipos de *Coffe arabica* L. bajo diversas condiciones ambientales de Colombia. *Cenicafé*, 66(2): 30-57.
- Gazzano, I.; Altieri, M.; Achkar, M. & Burgueño, J. 2015. Holistic Risk Index: A case study of cattle producers in the protected area of Farropos Estuaries-Uruguay. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(2): 209-223.
- Gliessman, S. 1998. *Agroecology: ecology processes in sustainable agriculture*, ANNN. Michigan: Arbor Press.
- Hauserman, H. 2014. Maintaining the Coffee Canopy: Understanding Change and Continuity in Central Veracruz. *Human Ecology*, 42:381-394.
- Henaó, A. 2013. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los Andes Colombianos. *Agroecología*, 8(1): 85-91.
- Holling C. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems*, 4: 390-405.
- Jha, S.; C. M. Bacon; S. M. Philpott; R. A. Rice; E. Méndez & Läderach, P. 2011. A review of Ecosystem Services, Farmer Livelihoods, and Value Chains in Shade Coffee Agroecosystems. En Campbell & López Ortiz (eds.) *Integrating agriculture, conservation and ecotourism: examples from the field*. Netherlands: Springer, pp. 141-208.
- Katlyn S. M.; Mendez, V.E. & Olson, M.B. 2013. 'Los meses flacos': seasonal food insecurity in a Salvadoran organic coffee cooperative. *The Journal of Peasant Studies*, 40(2): 457-480.
- Khalajabadi, S.S. 2008. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, pp. 44 (Boletín Técnico No. 32).
- Machado-Vargas, M., Nicholls, C.I.; Márquez, S.M. & Turbay, S. 2015. Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *Revista IDESIA*, 33(1): 69-83.
- Machado-Vargas, M & Ríos-Osorio L. A. Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: revisión sistemática. *Revista IDESIA*, 34(2): 3-11.
- Montalba, R.; García, M.; Altieri, M.; Fonseca, K. & Vieli, L. 2013. Utilización del Índice Holístico de Riesgo (IHR) como medida de resiliencia socioecológica a condiciones de escasez de recursos hídricos. Aplicación a comunidades campesinas e indígenas de la Araucanía, Chile. *Agroecología*, 8(1): 63-70.
- Nicholls, C. I. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En Nicholls, Ríos y Altieri (eds.) *Agroecología y resiliencia socioecológica. Adaptándose al cambio climático*. Medellín: Redagres, Cyted, Social, Universidad de la Frontera, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, pp. 18-29.
- Peréz, A., G. J. Rosique; S. Turbay & Machado-Vargas, M. 2016. Estudio de la seguridad alimentaria y nutricional de unidades campesinas productoras de café en rediseño agroecológico (cuenca del río Porce, Antioquia). *Agroalimentaria*, 22(42): 171-189.
- Poveda, G.; Á. Jaramillo; M. M. Gil; N. Quiceno & Mantilla R. 2001. Seasonality in ENSO-related precipitation, river discharges, soil moisture, and vegetation index in Colombia. *Water Resources Research*, 37(8): 2169-2178.
- Rahn, E.; Läderach, P.; Baca, M.; Cressy, C.; Schroth, G.; Malin, D.; Rikxoort van, H. & Shriver, J. 2013. Climate change adaptation,

- mitigation and livelihood benefits in coffee production: where are the synergies? *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, 19: 119-1137.
- Ríos-Osorio, L.; Salas-Zapata, W. & Espinosa-Alzate, J.A. 2013. Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En Nicholls, Ríos y Altieri (eds.). *Agroecología y resiliencia socioecológica: Nicholls, Agroecología y resiliencia socioecológica. Adaptándose al cambio climático*. Medellín: Redagres, Cytel, Socal, Universidad de la Frontera, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, pp. 60-75.
- Speelman E.N.; Groot J.C.J.; García-Barrios, L.E.; Kok, K.; Keulen van H. & Tittone, P. 2014. From coping to adaptation to economic and institutional change –Trajectories of change in land-use management and social organization in a Biosphere Reserve community, Mexico. *Land Use Policy*, 41: 31-44.

# EVALUANDO LA RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO E IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS Y ADAPTACIONES PRODUCTIVAS DESARROLLADOS POR PEQUEÑOS AGRICULTORES DE 4 MACROZONAS DEL CENTRO SUR DE CHILE

*Agustín Infante L., Karina San Martín F.*

*Centro de Educación y Tecnología (CET), Yumbel, Casilla 66, Región del Biobío, Chile. cetbiobio@gmail.com*

## RESUMEN

Los efectos del cambio climático se están haciendo cada vez más evidentes, en especial entre las comunidades campesinas. En Chile, las políticas y programas de desarrollo rural aún no consideran este tema con la fuerza y compromiso que la realidad requiere. A lo largo del país existen diferentes programas estatales de apoyo a las comunidades campesinas aún con una mirada productiva-convencional, sin embargo en la medida que el movimiento agroecológico se ha ido difundiendo, muchos equipos técnicos hoy la difunden entre sus beneficiarios y entienden que la temática de mitigación al cambio climático debe abordarse a corto plazo. En mayo de 2016 se realizó un curso taller con un grupo de estos técnicos para conocer, practicar y adaptar una guía de evaluación del grado de resiliencia de predios campesinos al cambio climático. Una vez logrado un documento consensuado se aplicó en sus territorios de trabajo. El estudio sintetiza dicho trabajo, el cual abarcó 4 macrozonas del Centro-Sur del país, en 11 comunas, con 29 familias campesinas. Los resultados muestran que las familias con enfoque agroecológico, dada su condición sociocultural y/o su formación, muestran valores más altos de resiliencia al cambio climático. Además, el estudio identificó una serie de prácticas que les permiten estar en esta condición **más favorable**. La metodología utilizada demostró, una vez más, que la agroecología proporciona las bases para contribuir con los pequeños agricultores a aumentar un manejo adaptativo y resiliente, y así aportar a la discusión y elaboración de políticas agrarias más sustentables.

**Palabras claves:** cambio climático, resiliencia, agroecología

## Introducción

La amenaza del cambio climático global ha causado consternación entre científicos ya que la producción de cultivos se podría ver seriamente afectada al cambiar radicalmente los regímenes de temperaturas y lluvias, comprometiendo así la seguridad alimentaria tanto a nivel local como mundial (Altieri y Nicholls 2013). En Chile las amenazas climáticas incluyen mayor frecuencia y

severidad de sequías de la zona sur, lluvias torrenciales en territorios áridos y semiáridos en el norte y temperaturas calurosas extremas en zonas templadas y mediterráneas (CONAMA 2006), que pueden limitar el normal funcionamiento de los agroecosistemas. Como efecto colateral de esto, se añaden los grandes incendios forestales de los últimos años que han sido devastadores en el centro y sur del territorio. Pero todo esto tiene una historia de muchos años atrás, pues es una situación potenciada, entre

otros fenómenos, por la ejecución de prácticas agrícolas y ambientales inadecuadas (Ovalle, C y Del Pozo, A 1994). Estas prácticas, en la mayoría de los casos, apuntaron a la sobreexplotación de los recursos alejada de la sustentabilidad y el conservacionismo necesario para la cada zona en particular. Estas prácticas, ejecutadas por las generaciones anteriores al siglo pasado, han terminado por agotar gran parte de los recursos naturales presentes en la zona (Infante 2013). Es así como el rápido agotamiento de estos frágiles suelos, la inviabilidad de la agricultura y el cambio del modelo político y económico de Chile a finales de los 70, condujo a otro rápido proceso de transformación, esta vez asociado a la expansión de plantaciones forestales de especies exóticas (principalmente pinos y eucaliptus) (Montalba *et al* 2006). Luego de estos procesos de transformación del paisaje y degradación de los recursos prediales, las comunidades indígenas y grupos campesinos han quedado relegados a suelos marginales y rodeados de plantaciones forestales exóticas, agravando la situación de escasez de recursos hídricos.

Si bien es cierto que muchas poblaciones indígenas y campesinas están particularmente expuestas a los impactos del cambio climático, degradación de sus recursos naturales y son más vulnerables dados sus estilos de vida ligados a recursos naturales en ecosistemas marginales, muchas de estas mismas poblaciones están activamente respondiendo a las condiciones climáticas cambiantes y han demostrado innovación y resiliencia frente al cambio climático (Montalba *et al* 2013).

Por otro lado los equipos profesionales y técnicos que trabajan en diferentes programas de desarrollo campesinos en las áreas rurales consideran que los sistemas agrícolas más tecnificados y modernos presentan mayor capacidad de resiliencia a cambios globales tales como el cambio climático. Pero en estos mismos territorios están trabajando equipos técnicos con una formación agroecológica que rescata conocimientos campesinos e indígenas y que imprimen un enfoque más agroecológico a sus programas de extensión rural. Conjuntamente, también en el mismo territorio, existe un grupo de agricultores que están buscando y aplicando nuevas prácticas agrícolas sustentables, así como también instituciones no gubernamentales de formación agroecológica que se esfuerzan en la conservación de estos agroecosistemas (Infante, A 2013).

La adaptación cultural al cambio climático está ocurriendo ahora mismo. Es urgente comprender cómo la población rural se ve afectada y lo que ellos mismos están haciendo para adaptarse. Al mismo tiempo, es necesario la generación de herramientas para el análisis del nivel de vulnerabilidad de los predios y con ello poder tomar medidas para incrementar su resiliencia frente a los eventos climáticos extremos.

La Red Iberoamericana de Agroecología Para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático – REDAGRES, elaboró una herramienta que permitirá la sistematización de experiencias de agricultores que han enfrentado exitosamente la variabilidad y con esta información sentar las bases agroecológicas para el diseño y escalonamiento de sistemas resilientes. El objetivo principal de esta herramienta es entender los principios y/o mecanismos que explican la resiliencia del predio y como el manejo agroecológico puede ayudar a mejorar la adaptación de las fincas a variaciones climáticas adversas que afectan la agricultura cada vez más (Altieri, M 2013). A través del uso de esta herramienta se busca mostrar que, a pesar del cambio climático, la aplicación de diferentes prácticas agroecológicas puede llevar a cambios positivos en la producción, en la resiliencia predial, en la biodiversidad y sus servicios ambientales que se traducen en beneficios para las comunidades rurales.

El objetivo del presente artículo es aplicar una herramienta de evaluación de resiliencia al cambio climático, con agentes públicos de extensión rural, en predios de pequeños agricultores pertenecientes a programas estatales de desarrollo, en 4 macro zonas del centro sur de Chile. De esta forma se espera describir una experiencia de aplicación de una herramienta para evaluar resiliencia al cambio climático, evaluar el grado de resiliencia al cambio climático de pequeños agricultores en diferentes territorios del Centro-Sur de Chile e identificar prácticas agroecológicas aplicadas por los agricultores que aumentan el grado de resiliencia al cambio climático.

## Metodología

Se identificaron 15 agentes de desarrollo de la zona centro sur del país que trabajan en programas de desarrollo rural, con los cuales se realizó un curso-taller de 32 horas en la

metodología de aplicación de la herramienta para evaluar resiliencia al cambio climático, en el mes de mayo 2016 en la comuna de Yumbel en CET. En este curso se realizaron talleres de evaluación y análisis de la guía elaborada por SOCLA “Herramienta didáctica para la planificación de Fincas resilientes” (Henao, A et al 2013), a la cual se le hicieron algunas adaptaciones técnicas y metodológicas para su aplicación en el centro sur de Chile. Una vez consensuada la guía de evaluación, ésta fue aplicada por cada profesional en sus respectivos territorios, con pequeños agricultores asesorados por ellos.

Este estudio describe la aplicación realizada en 4 macrozonas del Centro-Sur del país, abarcando 11 comunas y con un total de 29 agricultores, con situaciones agroecológicas y socioculturales distintas. En la Tabla 1 se describen algunas características agroecológicas y socioculturales más relevantes de cada zona.

Durante los meses de junio a Diciembre de 2016 se encuestaron a los 29 agricultores(as). Este estudio identificó y valoró comparativamente, en conjunto

con los productores, las condiciones bajo las cuales las prácticas de manejo agroecológicas se correlacionan con la resiliencia Socio-ecológica al Cambio Climático.

Los indicadores seleccionados fueron construidos durante el curso-taller, e intentan abordar: a) la caracterización del evento climático (amenazas), b) estimación del nivel de vulnerabilidad y c) la capacidad de respuesta a través de prácticas de agricultura sostenible (Henao 2013).

Para la recolección de la información se utilizó un modelo de encuesta semi-estructurada, y se incorporaron diferentes técnicas de medición en campo fáciles de aplicar y sencillos de trabajarlo con los agricultores. A continuación se describen los tres momentos de la toma de datos:

**a) Estimando la Resiliencia:** en la primera parte del encuentro con los productores se realizaron observaciones del paisaje en donde se ubican los predios, para determinar el grado de Resiliencia considerando variables físicas

**Tabla 1.** Características Agroecológicas de las Macrozonas en estudio.

	<b>Secano interior</b>	<b>Zona Arauco</b>	<b>Zona de las Lluvias</b>	<b>Zona Maule</b>
Comunas Participantes	Yumbel Cauquenes	Coronel Arauco Cañete Tirúa Contulmo	Valdivia Chiloé	Longaví Maule
Suelo	Lomajes suave Pobres Degradados	Lomajes suaves Suelo rojo arcilloso	Planos y lomajes Profundos	Planos Profundos Fértiles
Agua	Sin riego Lluvias 700 mm Concentradas en 3 meses	Sin riego La precipitación anual es de 1200 a 1300 mm	Sin riego Sobre 1800 mm	Con riego Lluvias de 800 a 900 mm al año
Clima	Mediterráneo Temperaturas extremas	Mediterráneo	Templado Frio Húmedo	Mediterráneo temperado
Agricultura	Cultivos tradicionales Cereales y legumbres Frutales Forestal	Cultivos tradicionales Papa, arvejas, avena Vacunos Forestal	Cultivos tradicionales Papas, cereales, Praderas Ganadería	Fruticultura Comercial
Etnia	Tradicionales Minifundistas	Mapuches	Huilliches	Agricultor tradicional





como: calidad de suelo, biodiversidad, disponibilidad de agua y semillas, sanidad en los cultivos. Además se consideró el ámbito social. Se dieron valores cuantitativos a cada variable. En la Tabla 2 se detallan los indicadores observados.

**b) Estimando la capacidad de respuesta:** en la segunda parte se procede a la identificación en campo de la capacidad de respuesta y recuperación de los predios, por medio de un análisis de las prácticas culturales aplicadas allí, tales como: prácticas de conservación de suelos, autoconsumo, autosuficiencia de insumos externos, banco de semillas, manejo de alimento animal, diversificación de cultivos y reciclaje. Esta identificación busca evaluar los atributos de los predios y las estrategias y manejos que usan los productores para reducir los riesgos de eventos climáticos

de manera de poder sobrevivir, resistir y recuperarse de los daños causados por dichos eventos.

La nueva guía desarrollada permite examinar las actividades adaptativas que los agricultores han utilizado (o no) y los efectos que tales prácticas han tenido en aliviar los impactos negativos del cambio climático.

**c) Caracterización del evento climático:** en este último abordaje, en conjunto con los productores, se busca identificar el evento climático más crítico ocurrido dentro de los últimos años.

En la Tabla 3, se detalla el número de participantes por comuna, así como los agricultores entrevistados, los cuales constituyen la base de los resultados obtenidos.

**Tabla 3.** Número de profesionales y técnicos, comunas y agricultores según Macrozona

Macrozona	Nº Profesionales y Técnicos	Comunas	Nº Agricultores
Secano	4	2	8
Arauco	3	5	6
De las Lluvias	2	2	9
Maule	2	2	6
TOTAL	11	11	29

## Resultados

### Análisis de resultados por Macrozona

#### Evaluación Macrozona de Secano

La macrozona de secano, es un sector de la Cordillera de la Costa, altamente degradado por el monocultivo de trigo durante 2 siglos. En este territorio están establecidas comunidades campesinas, familias minifundistas, dedicadas principalmente al autoconsumo o agricultura de subsistencia (Maldonado, I 2004). Los principales programas de desarrollo llevados a cabo por el gobierno, se refieren a programas del Instituto de desarrollo Agropecuario INDAP y los Municipios, específicamente Prodesal - Programa de Desarrollo Local.

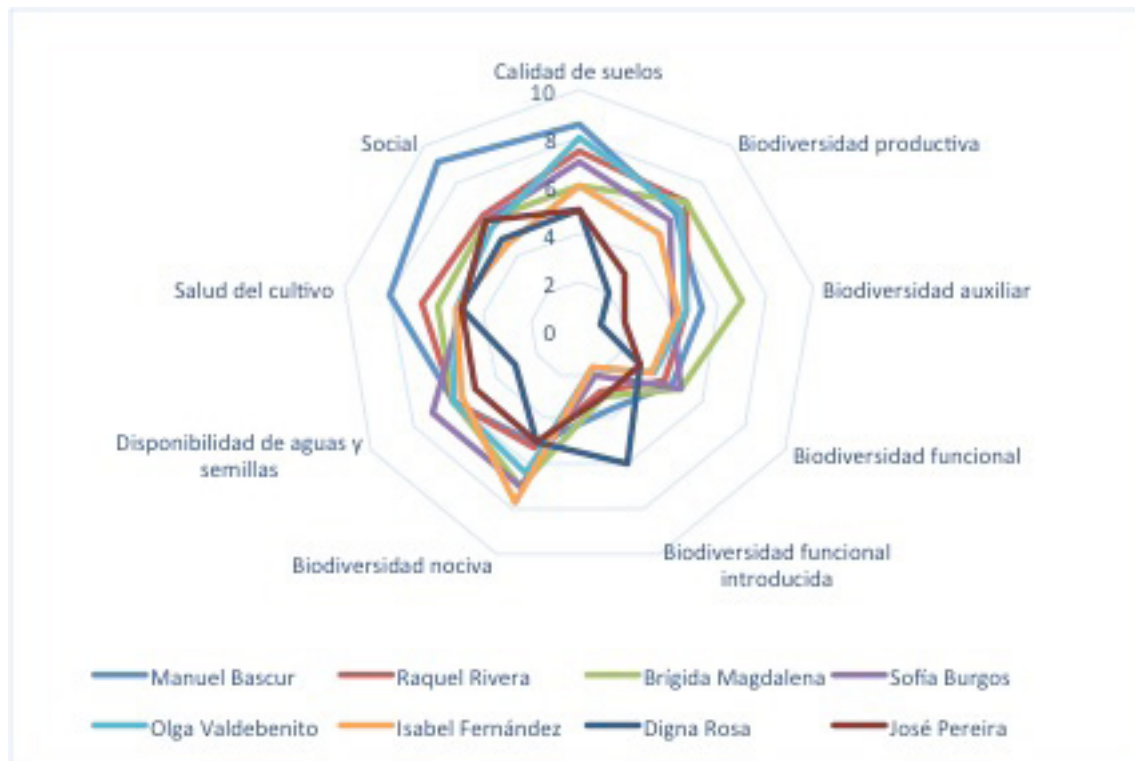
En este estudio en específico, participaron agricultores que han contado con cierto grado de información teórica

y práctica de manejo agroecológico. Los resultados de la evaluación aplicada en terreno, arroja los siguientes resultados, según muestra la Figura 1.

Los resultados de la evaluación de la calidad de suelos son bastante semejantes entre los distintos agricultores y demuestra que a pesar del grado de degradación inicial, se han ido recuperando con manejos ecológicos. Destacan más los agricultores que han manifestado agregar altos volúmenes de abonos orgánicos desde hace muchos años. En general, son familias que cuentan con poca disponibilidad de agua, por lo cual algunas han optado por técnicas como cosecha de agua lluvia.

La biodiversidad en estos predios no es muy alta dado que la condición de suelos degradados, pocas lluvias y sin riego, no permite mucho el desarrollo de vegetación abundante. Sin embargo, esta condición permite tener bajos niveles de biodiversidad nociva.

**Figura 1.** Evaluación de la Resiliencia al Cambio Climático Macrozona Secano - Región del Biobío



En general son familias con relaciones comunitarias internas, pero poco conectadas con redes sociales externas, históricas y territorialmente aisladas, a excepción de la Familia Bascur los cuales son activos dirigentes vecinales.

Las principales prácticas agroecológicas descritas por los agricultores se presentan en la Tabla 4.

### Evaluación de la Macrozona Arauco-Región del Biobío

Esta Macrozona tiene características muy particulares, por un aspecto geográfico, dado que está encerrado entre una alta Cordillera de la Costa y el mar. Además en este territorio conviven comunidades mapuches y grandes extensiones de plantaciones forestales. Algunos de los programas de desarrollo han tenido un enfoque agroecológico y otras de corte más convencional.

Las familias participantes de este estudio, participan en su mayoría a programa de desarrollo del estado, PDTI, correspondiente al Programa de Desarrollo Territorial Indígena, el cual tiene un fuerte componente de apoyo

indígena y social.

Al analizar los resultados, se observan diferencias muy grandes entre las familias, en casi todos los indicadores. Esta diferencia se debe principalmente al tipo de asesoría que ellos reciben, donde las familias más resilientes han tenido los últimos años apoyo de equipos técnicos con formación agroecológica a diferencia de las familias más vulnerables que han carecido de ello. La Figura 2 da cuenta de ello.

Las prácticas agroecológicas utilizadas por estas familias se describen en la Tabla 5, donde se ha hecho la diferencia de quienes han obtenido formación agroecológica.

### Evaluación de la Macrozona De las Lluvias-Región de Los Ríos y Los Lagos

La zona descrita corresponde en el extremo sur del país, específicamente en comunas de las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Esta corresponde a una zona preferentemente de aptitud ganadera, con un limitado número de cultivos. La zona estudiada corresponde a comunidades campesinas

**Tabla 4.** Prácticas Agroecológicas descritas por los agricultores en la Macrozona Secano

	Práctica Identificada
Suelo	Uso de guano descompuesto y abonos orgánicos Aplicación de biofertilizantes orgánicos líquidos Prácticas de rotación de cultivos Siembra de abonos verdes Forestación en zonas degradadas
Agua	Cosecha de agua lluvia desde los techos Protección de fuentes de agua mediante el uso de bosquetes Riego tecnificado
Biodiversidad	Barreras vivas y cercos vivos Cultivos intercalados Uso de plantas repelentes Presencia de hierbas medicinales, ornamentales, flores Integración animal, cultivos y hortalizas
Salud de los cultivos	Uso de pesticidas orgánicos por medio de plantas y minerales Existe baja incidencia de plagas y enfermedades Pocos problemas de malezas
Social	Guardan e intercambian semillas Venden en ferias locales Pertenecen a grupos sociales (juntas de vecinos, agrupaciones campesinas, escuela)
Evento climático relevante	Sequía Falta de agua en verano Heladas tardías

con fuerte arraigo cultural, como los Huilliches en Chiloé. Al igual que las zonas anteriores, los programas de desarrollo son PRODESAL y PDTI, de parte del Municipio e INDAP.

Los resultados de la evaluación de este grupo se presentan en la Figura 3.

Dentro de las familias participantes, existen 3 de ellas que destacan por su alto grado de resiliencia, dado que practican manejos agroecológicos por su herencia cultural ancestral y por contar con apoyo en programas con orientación agroecológica. Estas se refieren a las familias de la Isla de Chiloé (Nauto, Pairo y Vargas). En el caso contrario, corresponde a familias que practican una agricultura más convencional, con orientación más comercial, por lo que no realizan prácticas conservacionistas de manejo de suelo ya que cuentan con suelos relativamente buenos y por ello

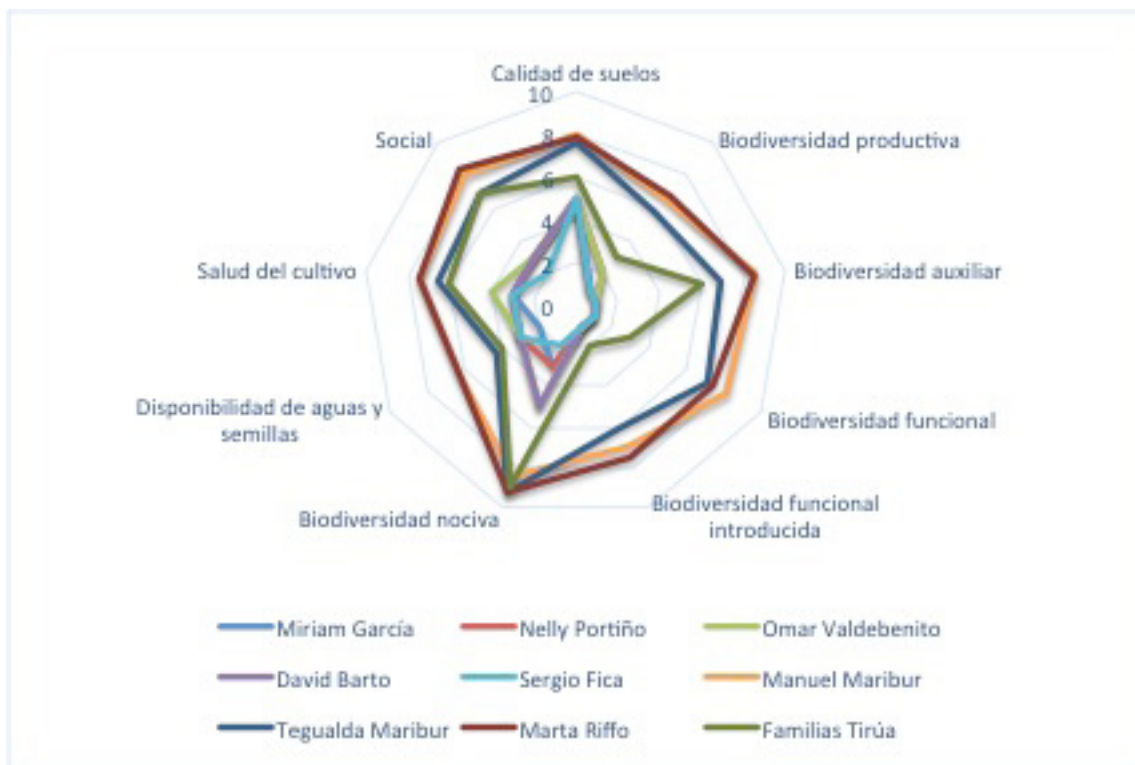
no es una prioridad. Su biodiversidad es baja debido a que tienen una orientación más bien comercial, monocultivo y poseen una limitada orientación hacia la producción para el autoconsumo. Esto sumado a una condición climática adversa, especialmente fría y lluviosa, limita sus posibilidades de altos niveles de biodiversidad.

Las principales prácticas agroecológicas se muestran en la Tabla 6.

### **Evaluación de la Macrozona Maule**

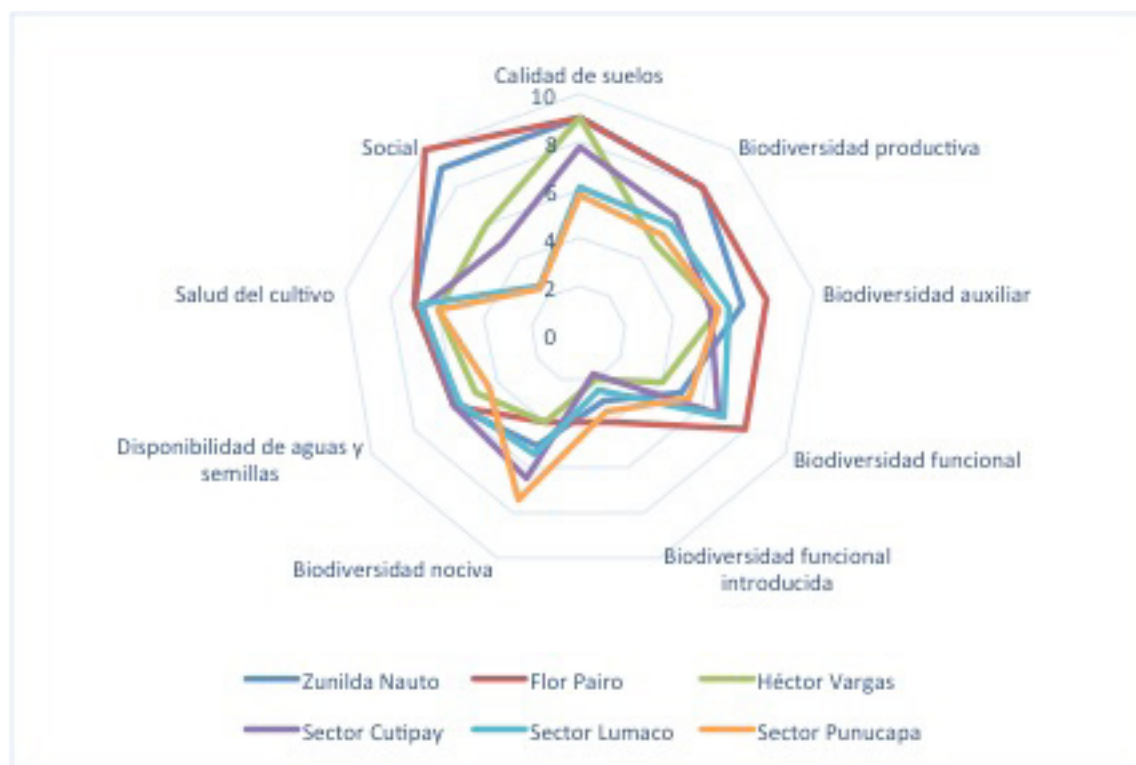
Esta corresponde a una zona de agricultura tradicional, sin mayores limitaciones para la agricultura, ya que cuenta con las condiciones favorables, tanto de suelo, agua y clima. Esto ha llevado a desarrollar una agricultura más tecnificada, moderna y comercial, con un paquete tecnológico convencional. Los programas de desarrollo

**Figura 2.** Evaluación de la Resiliencia al Cambio Climático de la Macrozona Arauco - Región del Biobío



**Tabla 5.** Prácticas Agroecológicas descritas por los agricultores en la Macrozona Arauco- Región del Biobío

	Predios con manejo agroecológico	Predios sin manejo Agroecológico
Suelo	Uso de abonos orgánicos Uso de rotaciones de cultivos	No hay prácticas de conservación de suelos Labranza excesiva, fertilización química
Agua	Algunos con riego tecnificado	No hay prácticas de cosecha de agua
Biodiversidad	Existe alta biodiversidad Tienen huertos familiares y distintas variedades de hortalizas Alta presencia de bosquetes, hierbas medicinales y flores	No existe preocupación por mantener o aumentar la biodiversidad
Salud de los cultivos	No hay alta presencia de enfermedades en cultivos	
Social	Cubren necesidades de autoconsumo Mantienen las organizaciones locales y el conocimiento ancestral Espíritu emprendedor con proyectos de agroturismos, producción de artesanías y alimentos típicos	Dependen de insumos fuera del predio Se ha perdido conocimiento tradicional Dependen de semillas comerciales
Evento climático relevante	Sequía	Sequía

**Figura 3.** Evaluación de la Resiliencia al Cambio Climático Macrozona De las Lluvias - Región de los Ríos y Los Lagos**Tabla 6.** Prácticas Agroecológicas descritas por los agricultores en la Macrozona de las Lluvias- Región de los Ríos y Los Lagos

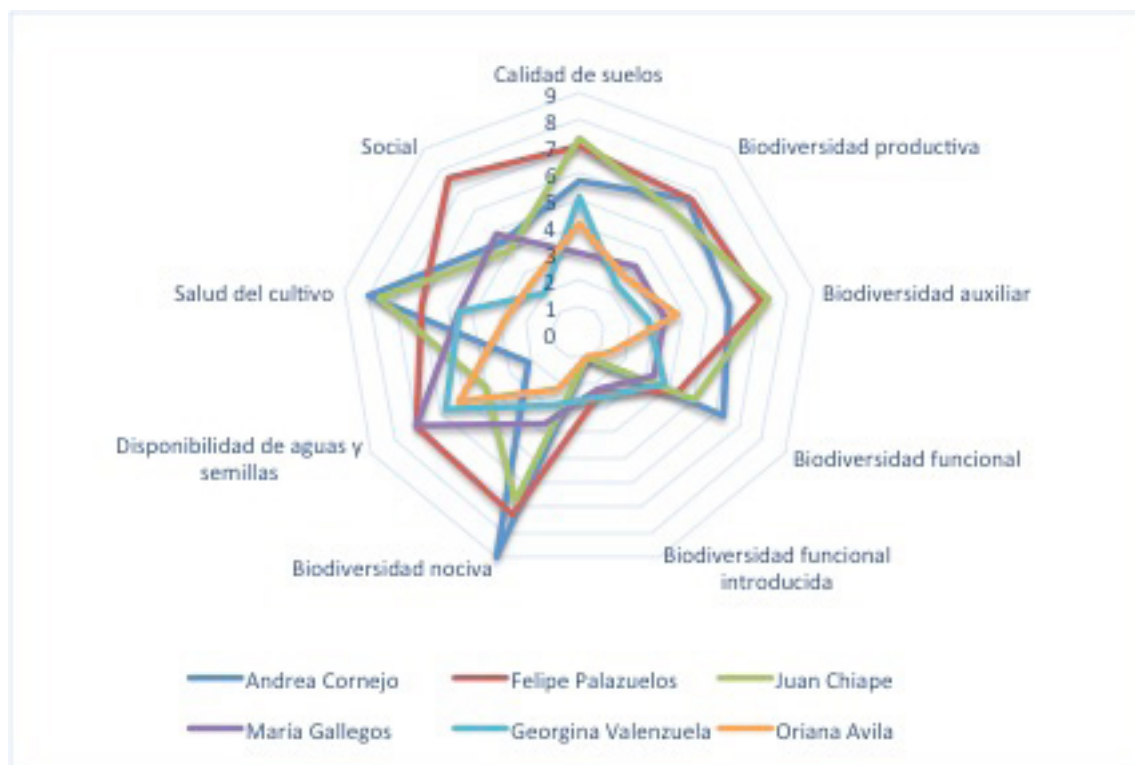
	Práctica Identificada
Suelo	Uso de cama animal Uso de cama alta para producción hortícola
Agua	
Biodiversidad	Diversidad especies forrajeras y forestales Distintas variedades en papas, hortalizas y manzanas Uso de siembras intercaladas Uso del calendario indígena para las siembras
Salud de los cultivos	No hay alta presencia de plagas y enfermedades
Social	Uso del conocimiento tradicional Uso de insumos prediales Capacitación y fortalecimiento de prácticas tradicionales Integrados en organizaciones sociales locales
Evento climático relevante	Heladas y sequía

del estado, apuntan al fortalecimiento de un agricultor empresarial rubrista, enmarcados en programas como Alianzas Productivas y Servicios de Asesoría Técnica SAT, del INDAP.

A continuación se presentan los resultados de esta

Macrozona, en la Figura 4.

En esta gráfica se comprueba que los agricultores que tienen más influencia agroecológica (Cornejo, Palazuelos y Chiape), los cuales están insertos en una asociación de productores agroecológicos, poseen mayor grado

**Figura 4.** Evaluación de la Resiliencia al Cambio Climático de la Macrozona Maule

de resiliencia al Cambio Climático que los demás productores que están influenciados por programas de asesorías convencionales. Destaca la mejor condición del suelo, mayor diversidad y salud de los cultivos. Además sus relaciones sociales son más ricas y sólidas.

Las prácticas agroecológicas que destacan en esta zona se presentan en la Tabla 7.

El solo hecho de utilizar prácticas de agricultura ecológica (abono orgánico, eliminación de sustancias tóxicas, cobertura permanente de suelos) genera ventajas de resiliencia frente a la sequía en comparación con las prácticas convencionales, como lo han demostrado varios investigadores. En este sentido, suelos manejados orgánicamente tuvieron mayor capacidad de retención de agua debido al aumento de materia orgánica.

## Discusión

El curso taller con los profesionales interesados en los temas agroecológicos es un buen instrumento metodológico para evaluar, discutir, practicar y adaptar la metodología y decidir los indicadores a aplicar durante

las entrevistas con las familias campesinas. Contar con una base ya aplicada en otros países ha sido, además una buena ayuda para facilitar el documento final a trabajar. De la aplicación del instrumento metodológico con los campesinos surgieron con más facilidad las prácticas agroecológicas implementadas.

Como resultado de la aplicación del instrumento, se observan diferentes niveles de resiliencia. Estas adaptaciones se encuentran en mayor grado en los sistemas agrícolas campesinos que han desarrollado prácticas culturales y estrategias agroecológicas y formas de organización productiva que les conferirían mayor capacidad de resiliencia para enfrentar los cambios climáticos. También se aprecia la diferencia por los modos culturales de vinculación hombre-naturaleza, donde la capacidad de resiliencia socioecológica puede en parte depender del origen étnico de las comunidades campesinas Arauco (mapuches), Secano (minifundistas) o de Chiloe (huilliches).

Se logró conocer y documentar algunas de las prácticas que han emprendido estos productores para mitigar los efectos que ellos reconocen. Entre las prácticas

**Tabla 7.** Prácticas Agroecológicas descritas por los agricultores en la Macrozona Maule

	Práctica Identificada
Suelo	Eliminación de fertilizantes químicos Uso de abonos orgánicos Uso de abonos foliares orgánicos No hay presencia de erosión Cobertura de suelo con residuos vegetales
Agua	Buena disponibilidad de agua en pozos Riego tecnificado Construcción de tranques Escasa cosecha de agua lluvia
Biodiversidad	Muchos árboles nativos en cercos y bosquetes Variedades resistentes Presencia de polinizadores y enemigos naturales Policultivos y polifrutales (bosque comestible) Barreras vivas naturales Vegetación silvestre o espontánea Cultivo intercalado y asociado Escaso intercambio de semillas
Salud de los cultivos	No existen muchos daños por problemas de plagas y enfermedades Control de malezas con cultivos de cobertera
Social	Autoproducción de insumos Buena disponibilidad de alimentos para los animales del predio Participación en grupos rurales, JJVV, campesinos Autodidacta Se mantiene informado del clima
Evento climático relevante	Heladas tardías y menos lluvias

sobresalen las barreras vivas, el incremento de la materia orgánica en los suelos por medio de abonos orgánicos o guanos compostados, la mantención y aumento de la diversidad (huertos familiares, rotaciones, mantención de bosquetes, uso de plantas auxiliares y diversas variedades de cultivos) y la cosecha de aguas lluvias. En conjunto, todas ellas han posibilitado el mejoramiento de las condiciones ambientales prediales, lo que les permite mitigar los efectos del cambio climático sobre su producción. Así mismo, varios agricultores han manifestado la importancia de recuperar y valorar los saberes locales, así como también potenciar la innovación y adopción de nuevas prácticas y conocimientos. La implementación de mercados locales en los últimos años gracias a iniciativas de los programas de desarrollo local también, según los participantes, han resultado ser aspectos socioeconómicos decisivos en la resiliencia.

Una gran mayoría de las familias estudiadas cuentan con conocimiento de prácticas agroecológicas resilientes y posee amplia capacidad de implementar un gran número de éstas sin dependencia externa. Las familias que además cuentan con asesoría externa con orientación agroecológica acentúan y reafirman más dichas estrategias, las cuales son reforzadas con conocimientos agrícolas tradicionales. Se refuerza la idea que la resiliencia no sólo implica prácticas agrícolas de adaptación y mitigación, sino, un enfoque arraigado de sus relaciones socio-culturales de la comunidad. En un país como Chile, donde los eventos de desastres naturales son comunes, estas relaciones y redes de solidaridad se han desarrollado. Por el contrario, los predios con menores calificaciones fueron las de Arauco, debido a que han estado en programas de asesorías de corte convencionales donde se han enfatizados temas como fertilización química, monocultivo y control químico de



plagas y enfermedades. Esto los hace más vulnerables a las condiciones climáticas y dependientes del mercado y de los precios de los insumos.

Los resultados encontrados en este estudio validan y recuperan muchos años de trabajo en conservación de suelos, diversificación y prácticas agroecológicas realizadas por los campesinos de las distintas macrozonas estudiadas. Los resultados sugieren que las prácticas identificadas por los agricultores más agroecológicos han sido eficaces en la construcción de la resiliencia, pero es evidente que variables físicas de nivel superior, como las diferencias medioambientales entre la zona de las lluvias y el secano, o las diferencias socioculturales entre mapuches, huilliches y productores comerciales del valle central, pueden generar una menor o mayor resiliencia a eventos climáticos extremos.

La metodología utilizada demostró una vez más que la agroecología proporciona la base científica, tecnológica y metodológica para contribuir con los pequeños agricultores a aumentar un manejo adaptativo y con ello la producción de los cultivos de una manera sostenible y resiliente, así aportar a la discusión y elaboración de políticas agrarias más sustentables. Son estas experiencias y conocimientos que la academia y las instituciones públicas deben considerar, aprender y fortalecer, constituyendo verdaderos puntos de entradas, si los decisores deciden inclinar la balanza de inversión en incentivo de las prácticas y diseños socioecológicos locales que apunten al desarrollo de sistemas agrarios sustentables y resilientes.

## Agradecimientos

A las familias campesinas participantes, a los profesionales Eduardo Sáez, Patricia Fariña, Cristian Pérez, Mathias Denham, Rodrigo Terreros, Marcela Morales, Rubén Díaz, Carmen Gloria Morales, María Eugenia Espinoza, Marcelo Cruz y José Vallejos. También al financiamiento de REDAGRES por medio de Clara Nicholls y Miguel Altieri.

## Referencias

Altieri MA. 2013. "Construyendo resiliencia socioecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas". En *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (Nicholls CI, Ríos LA, Altieri

- MA, eds). Proyecto REDAGRES. Medellín, Colombia, 94-104 pp.
- CONAMA, 2006. Estudio sobre la Variabilidad Climática de Chile para el Siglo XXI
- Henaó, A et al 2016. Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes. SOCLA – REDAGRES, Medellín, Colombia 62 pp
- Infante, A y Infante, F. 2013 Percepciones y estrategias de los campesinos del secano para mitigar el deterioro ambiental y los efectos del cambio climático en Chile. *Agroecología* 8 (1): 71-78
- Ovalle, C. y Del Pozo, A. 1994. *La Agricultura del Secano Interior*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Cauquenes, Chile. 234 p.
- Maldonado, I. 2004. El clima en el área agroecológica del Secano Interior. pp. 97-109. In: Pérez, C. (Ed.). *Seminario Internacional hacia una Agricultura Sustentable y Conservacionista del Medio Ambiente con la Participación de Productores*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Chillán, Chile. Actas INIA N° 26. 558 p.
- Ministerio Nacional de Agricultura (MINAGRI), 2010. "El cambio climático en el sector Silvoagropecuario de Chile". Gobierno de Chile.
- Montalba R. 2011. Historia de la transformación del sistema hombre en el medioambiente en el secano interior de la IX Región de Chile. Una Aproximación agroecológica. *Revista CUHUSO* 8: 18-38.
- Montalba R. et al 2013. Utilización del índice holístico de riesgo (ihr) como medida de resiliencia socioecológica a condiciones de escasez de recursos hídricos. aplicación en comunidades campesinas e indígenas de la Araucanía, Chile. *Agroecología* 8 (1): 63-70, 2013

# METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA DE FINCAS FAMILIARES. APLICACIÓN EN FINCAS DEL MACIZO GUAMUHAYA EN CUBA

*Leidy Casimiro Rodríguez*

*Universidad de Sancti Spiritus, Cuba, leidy7580@gmail.com*

## Resumen:

En el contexto actual de la agricultura familiar en Cuba, se enfrentan situaciones que ponen en peligro su resiliencia socioecológica (RSE). Por tanto el estudio de la RSE resulta adecuado para comprender los factores que están afectando la sostenibilidad de fincas familiares y para proponer y establecer estrategias, medidas y políticas que corrijan los puntos críticos que la ponen en riesgo. El objetivo de la siguiente investigación fue obtener una metodología para evaluar la resiliencia socioecológica de una o de un conjunto de fincas familiares en un territorio, que permita visualizar puntos críticos en el manejo agrícola y proyectar estrategias para mejorar la soberanía alimentaria, tecnológica y energética de una finca familiar, así como su eficiencia económica. Como principal resultado y a partir de la validación con un panel de expertos se concibió un conjunto de índices e indicadores para medir el grado de RSE de un sistema familiar campesino. El criterio de los expertos se validó a través del coeficiente de concordancia de Kendall y la consistencia de la herramienta usada mediante el análisis de fiabilidad que establece el Índice Alfa de Cronbach. La metodología se aplicó en un conjunto de fincas familiares en el Macizo Montañoso Guamuhaya en el centro de Cuba, lo que permitió evaluar un conjunto de criterios tecnológicos y de eficiencia y proponer acciones que podrán incidir en una estrategia de transición agroecológica enfocado en la resiliencia socioecológica de las fincas familiares en la región.

**Palabras claves:** Agroecología, resiliencia socioecológica, agricultura familiar, soberanías, eficiencia, políticas públicas.

## Introducción

La tendencia del desarrollo del modelo agrícola cubano posterior a la Revolución de 1959 y anterior a los años 90, se basó en una agricultura industrial, de altos insumos, baja eficiencia y alta dependencia externa; sustentada en una gran disponibilidad y uso de recursos foráneos, lo que, entre otros factores, creó una mentalidad entre los campesinos de que solo con altos insumos, elevada

mecanización e inversiones por área se pueden obtener altas producciones (CPP, 2014; García et al., 2014; Nova, 2016).

No obstante, las familias campesinas obtuvieron resultados productivos favorables, sobre la base de una escala productiva menor, un uso más eficiente de los limitados recursos, un mejor aprovechamiento y conservación de los recursos naturales en sistemas diversificados, la utilización de la tracción animal y fuentes alternativas de energía,

la asociación y rotación de cultivos, la producción de semillas y el uso de excretas como abono (Machín *et al.*, 2010).

Estas circunstancias amortiguaron la crisis económica cubana con la pérdida de sus mercados prioritarios y el impacto del denominado «Período Especial» a partir de los años 90. Las familias de agricultores, a partir de medidas que se tomaron, como la apertura al mercado libre campesino, garantizaron rápidos crecimientos productivos que paliaron la crisis alimentaria y favoreció el avance del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACAC) en los años posteriores (Machín *et al.*, 2010; Nova, 2016).

El MACAC demostró en Cuba el papel que pueden desempeñar las familias campesinas a través del diseño y manejo agroecológico, en el aporte a la soberanía alimentaria del país. Sin embargo, aunque en la actualidad, muchas familias campesinas siguen realizando prácticas agroecológicas, varios autores reconocen que las razones que han motivado el desarrollo de agroecosistemas menos dependientes, han estado inducidas por problemas económicos, ante la escasez de insumos y no dirigidos a la conservación de los recursos naturales o por convicción, lo que no da seguridad, que ante nuevas condiciones favorables y subsidios de paquetes tecnológicos convencionales, no se regresarían a métodos anteriores a los de la crisis económica que dio lugar a estas prácticas (Cruz, 2007; Funes-Monzote, 2009; CPP, 2014).

Las sequías que afectan al país han duplicado su frecuencia en las últimas décadas. La incidencia de huracanes en el Caribe se ha elevado, se reconocen 109 fenómenos que han impactado directamente a Cuba desde 1800 hasta 2016 (ONEI, 2016). En el 2008 por estas causas hubo pérdidas de 10 mil millones de USD en plantaciones agrícolas (Chan y Freyre, 2010). Unido a ello se prevé una reducción paulatina del potencial hídrico de las cuencas, la disminución del agua embalsada y su disponibilidad para el riego de los cultivos (CPP, 2014).

Según CPP (2014), la desertificación afecta el 14% del país, mientras que la salinización se hace presente en un millón de hectáreas. Por otra parte, las afectaciones en el territorio nacional se clasifican en: fuerte erosión (2,9 millones de has), drenaje deficiente (2,7 millones de has), altos niveles de compactación (1,6 millones de has), altos

niveles de acidez (2,7 millones de ha) y bajos volúmenes de materia orgánica (4,7 millones de has). Se reconoce que en miles de hectáreas coinciden más de una de estas afectaciones.

Además, la población rural envejece y no existe motivación entre los jóvenes para insertarse a la vida campesina. A pesar del incremento de productores agrícolas con la entrega de tierras ociosas en usufructo, para un total de 312 296 usufructuarios (ONEI, 2016), estos se están desarrollando principalmente desde una agricultura a distancia sin la seguridad de un relevo generacional para garantizar la cultura y el desarrollo de la agricultura familiar en el país, mucho menos de la agroecología.

Todo lo expuesto anteriormente, pone en riesgo la resiliencia de la agricultura familiar en el país, la cual hay que proteger, pues no solo aporta más del 75% de los alimentos que se producen en Cuba, sino que además proporciona varios servicios socioculturales, económicos y ecológicos en la producción de alimentos con características organolépticas y calidad superiores a los producidos de forma industrial.

Ante estos desafíos, el enfoque de la resiliencia socioecológica se desarrolla para determinar la sustentabilidad de los agroecosistemas, incorporando la idea de adaptación, aprendizaje, innovación, novedad y auto-organización ante situaciones de stress o luego de una perturbación, de forma tal que los sistemas socioecológicos puedan preservar los atributos esenciales dentro de un régimen socialmente deseable y ecológicamente posible, siendo de esta forma sostenible en el tiempo (Salas *et al.*, 2011; Montalba *et al.*, 2013).

La resiliencia socioecológica es la capacidad que tienen los agroecosistemas de llevar a cabo cambios adaptativos en sus estructuras e interacciones socioecológicas para sobreponerse a las perturbaciones y mantener una producción agrícola en armonía con la cultura, la organización social, la satisfacción de necesidades y la capacidad de los ecosistemas (Ríos *et al.*, 2013). Por esa razón, en su comprensión no es suficiente el conocimiento de las características y dinámicas biofísicas y técnicas de los sistemas agrícolas (Ríos *et al.*, 2013), pues también está directamente influenciada por su entorno económico, sociocultural y político.

El estudio de la RSE resulta adecuado para la transición agroecológica, ya que permite la evaluación y el rediseño de fincas campesinas sobre la base de principios agroecológicos, además en la obtención de información clave para la toma de decisiones de los actores implicados y la conformación de políticas públicas que favorezcan los medios de vida y la permanencia y prosperidad de la agricultura familiar en el tiempo.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue generar una metodología para la evaluación de la RSE de fincas familiares en Cuba, y que a la vez pueda ser factible su aplicación en fincas familiares de otras regiones del mundo.

## Materiales y métodos

Se estableció una encuesta semiestructurada con la propuesta de un conjunto de índices e indicadores para evaluar la RSE. Se presentó a un panel de 13 expertos en agroecología. La pertinencia de evaluación y medición de cada índice, la selección e idoneidad del uso de los indicadores para medir estos índices, los umbrales considerados muy favorables y muy poco favorables para cada uno de estos indicadores, así como el grado y denominación de la Resiliencia Socioecológica de una finca familiar, fueron el resultado del análisis valorativo en conjunto con el panel de expertos, utilizando la metodología Delphi (Horrillo *et al.*, 2016).

Una vez aplicada la encuesta a los 13 expertos seleccionados por sus aportes históricos a la ciencia agroecológica, para la estandarización y ponderación de los indicadores se procesaron sus criterios a través del coeficiente de concordancia de Kendall (Medina *et al.*, 2011) y se otorgó un grado de importancia ( $W_i$ ) a cada variable, así como una escala de puntuación ( $P_i$ ), a partir de la utilización del Triángulo de Füller (Medina *et al.*, 2011), donde los criterios fueron codificados con números naturales y se elaboró un triángulo que sirvió de base de comparación. Las características o variables de mayor peso constituyen las de mayor importancia y el valor de cada una representa su peso relativo (Medina *et al.*, 2011).

Se comprobó la consistencia y validez del instrumento aplicado (encuesta al panel de expertos) mediante un análisis de fiabilidad que establece el Índice Alfa de

Cronbach (Cronbach, 1951), como indicador que mide la consistencia interna de la metodológica propuesta, para lo cual se utilizó el paquete estadístico SPSS Versión 22 para Windows (IBM, 2013) y quedó validada la Metodología para la Evaluación de la Resiliencia Socioecológica de fincas familiares (MERS).

La metodología se aplicó en nueve fincas familiares del Macizo Montañoso Guamuhaya en el centro de Cuba. Las fincas se seleccionaron debido a su destacada participación comunitaria en la producción de alimentos y conocimientos, y en el desarrollo de prácticas agroecológicas, articuladas a los principales proyectos locales implementados en los últimos años. Además propuestas por la universidad en el territorio y de forma tal que estuvieran representadas las tres provincias que forman parte de la región.

Las fincas fueron caracterizadas en detalle para conocer su estructura y funcionamiento tanto como fue posible, se describieron de forma detallada los límites y superficie (área) del sistema, los subsistemas, sus interacciones principales, así como las entradas y salidas utilizando la ficha de captura de información propuesta por Casimiro Rodríguez (2016).

El análisis de los diferentes indicadores e índices se realizó con la información correspondiente al año 2016 abarcando solo el primer ciclo de MERS, no obstante para la evaluación de la RSE se tuvo en cuenta la información generada en los recorridos de campo y entrevistas realizadas a diferentes actores locales y otras familias campesinas. Por tanto se tuvo en cuenta información histórica de las diferentes comunidades.

Para determinar el valor de cada índice se establecieron las fórmulas (Casimiro Rodríguez, 2016) y procedimientos en hojas de cálculo Excel.

## Resultados y discusión

El panel de expertos emitió sus criterios según la encuesta estructurada. El coeficiente de concordancia de Kendall en cada caso fue mayor de 0,5. De acuerdo con Medina *et al.* (2011), existió coincidencia de criterios entre todos los miembros que conformaron el panel, por lo que el estudio realizado se considera confiable y la propuesta válida.

**Tabla 1.** Método de cálculo para la medición del Índice de Resiliencia Socioecológica en una finca familiar

Variable (i)	Peso (Wi)	Escala (Pi)	Índice (%)
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de proteína (Pp) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	0,33	Pp > 7; 5 7 >= Pp >= 5; 4 5 > Pp >= 3; 3 3 > Pp >= 2; 2 2 > Pp > 0; 1	Soberanía Alimentaria  $SA = \frac{\sum_{i=1}^n (Pi \times Wi)}{5 \sum_{i=1}^n Wi} .100$
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de energía (Pe) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	0,001	Pe > 10; 5 10 >= Pe >= 8; 4 8 > Pe >= 6; 3 6 > Pe >= 4; 2 4 > Pe > 0; 1	
Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca (AF) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	0,66	AF > 75%; 5 75%>= AF> 60%; 4 60%>= AF>45%; 3 45%>= AF>30%; 2 30%>= AF =0; 1	
Índice de utilización de la tierra (IUT) (Kantor, 1999) citado por Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011)	0,005	IUT > 1,5; 5 1,5 >= IUT >= 1,3; 4 1,3 > IUT >= 1; 3 1 > IUT >= 0,7; 2 0,7 > IUT > 0; 1	Soberanía Tecnológica  $ST = \frac{\sum_{i=1}^n (Pi \times Wi)}{5 \sum_{i=1}^n Wi} .100$
Porcentaje de insumos externos usados para la producción (IE) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	0,201	20%> IE =0; 5 20%<= IE < 35%; 4 35%<= IE <50%; 3 50%<= IE <70%; 2 70%<= IE <100%; 1	
Diversidad de la producción utilizando el índice de Shannon (H) (Shannon, 1948) citado por Funes Monzote, 2011).	0,281	H > 2; 5 2>= H >= 1,5; 4 1,5> H >= 1; 3 1> H >= 0,5; 2 0,5 > H > 0; 1	
Índice de aprovechamiento del potencial de Fuentes Renovables de Energía asociado a tecnologías apropiadas (IAFRE) (Casimiro Rodríguez, 2016).	0,401	IAFRE > 75%; 5 75%>= IAFRE > 50%; 4 50%>= IAFRE >35%; 3 35%>= IAFRE >20%; 2 20%>= IAFRE =0; 1	
Intensidad Innovadora de la finca familiar (IIF) (Casimiro Rodríguez, 2016).	0,111	IIF > 80%; 5 80%>= IIF > 70%; 4 70%>= IIF >50%; 3 50%>= IIF >30%; 2 30%>= IIF =0; 1	
Eficiencia energética (EE) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011; Altieri <i>et al.</i> , 2012).	0,402	EE >3,5; 5 3,5 > EE >= 2,5; 4 2,5 > EE >= 1,5; 3 1,5 > EE >= 1; 2 1 > EE 1	Soberanía Energética  $SE = \frac{\sum_{i=1}^n (Pi \times Wi)}{5 \sum_{i=1}^n Wi} .100$
Porcentaje de energía inyectada a la finca proveniente del exterior (EFE) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	0,110	30%> EFE =0; 5 30%<= EFE < 40%; 4 40%<= EFE <60%; 3 60%<= EFE <80%; 2 80%<= EFE <100%; 1	
Porcentaje de energía aprovechada desde la finca (EF) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	0,282	EF > 70%; 5 70%>= EF > 60%; 4 60%>= EF >50%; 3 50%>= EF >30%; 2 30%>= EF =0; 1	
Balance energético (BE) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	0,201	BE > 10; 5 10 >= BE >= 7; 4 7 > BE >= 4; 3 4 > BE >= 1; 2 1 > BE > 0; 1	
Costo energético de la producción de proteína (CEP) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	0,003	30 > CEP =0; 5 30<= CEP < 60; 4 60<= CEP <90; 3 90<= CEP <120; 2 120 <= CEP; 1	Eficiencia Económica  $EEco = \frac{\sum_{i=1}^n (Pi \times Wi)}{5 \sum_{i=1}^n Wi} .100$
Relación costo/beneficio (RCB) (Sarandón <i>et al.</i> , 2014).	0,1	0,35 > RCB ; 5 0,35 <= RCB < 0,50; 4 0,50 <= RCB <0,75; 3 0,75<= RCB <0,95; 2 0,95 <= RCB; 1	
Índice de dependencia de recursos externos (IDIE) (Sarandón <i>et al.</i> , 2014).	0,9	20%> IDIE =0; 5 20%<= IDIE < 40%; 4 40%<= IDIE <60%; 3 60%<= IDIE <80%; 2 80%<= IDIE <100%; 1	
Índice de resiliencia socioecológica (%)	$IRS = \frac{SA + ST + SE + EEco}{4}$		

A partir de este análisis se estructuraron un conjunto de 15 indicadores que responden a los índices soberanía alimentaria (SA), soberanía tecnológica (ST), soberanía energética (SE) y eficiencia económica (EEco). El promedio de los índices mencionados da como resultado el Índice de Resiliencia Socioecológica (IRS) (tabla 1).

Al aplicarse la metodología del triángulo de Fuller, se le otorgó a cada indicador, para el índice correspondiente, un peso específico y una escala para su ponderación, lo que se refleja en la tabla 1. Según el criterio del panel de expertos, se destaca la importancia que cada indicador presenta para cada índice a medir y el peso que tiene para su cálculo, el cual es determinante, pues a partir de la escala que proceda en cada caso, su valor interfiere directamente en la obtención de un resultado favorable o desfavorable en el IRS.

Los resultados mostrados constituyen la base para, a partir de las entrevistas, mediciones de campo y análisis de datos, poder realizar el cálculo de cada índice propuesto.

Con la información generada por el panel de expertos se estableció una denominación y una escala para categorizar la Resiliencia Socioecológica de una finca familiar (Tabla 2). Además se determinó mediante el análisis de fiabilidad un valor de 0,722 del Coeficiente Alfa de Cronbach, lo que demuestra la correlación existente entre las preguntas realizadas al panel de expertos con base a los indicadores propuestos. Esto evidencia que el valor de la consistencia interna de la escala utilizada es alto, es así que se confirma estadísticamente que el instrumento aplicado para medir la resiliencia socioecológica en fincas familiares y los indicadores empleados, son válidos y confiables.

MERS (Figura 1) es una nueva herramienta analítica y metodológica que permite, a partir de la evaluación del conjunto de indicadores e índices propuestos, no solo determinar la resiliencia socioecológica de una finca familiar, sino también sirve de base conceptual, metodológica y práctica para la transición agroecológica.

Su aplicación facilita, en el corto plazo, determinar cuán

**Tabla 2.** Denominación de la Resiliencia Socioecológica en una finca familiar según la escala y el grado de resiliencia del sistema.

Escala que determina el grado de resiliencia del sistema	Denominación del grado de resiliencia socioecológica del sistema	
	Valor (%)	Denominación
1	0-20	No resiliente
2	21-40	Poco resiliente
3	41-60	Medianamente resiliente
4	61-80	Resiliente
5	81-100	Altamente resiliente

resiliente es un sistema socioecológico en el contexto de la agricultura familiar, permitiendo identificar puntos críticos del diseño y manejo del sistema, establecer sobre esa base planes estratégicos que posibiliten mejorar cada indicador desfavorable y optimizar los favorables para el futuro.

Al comparar en el tiempo, el comportamiento de los diferentes indicadores y los cambios de estado de los recursos de la finca, se pueden visualizar de forma participativa y con equidad de género, aspectos ecológicos, tecnológicos, socioculturales o políticos que puedan estar incidiendo de forma negativa en sus valores y en un

bajo IRS, lo que conlleva a la formulación de estrategias locales que influyan en el mejoramiento de los resultados y contribuyan a procesos efectivos de toma de decisiones.

## Aplicación de MERS en fincas del Guamuhaya

### Contexto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Parte de esta información fue facilitada por actores del Gobierno Municipal de Manicaragua a partir del diagnóstico realizado por el proyecto de desarrollo local “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados”- “Conectando Paisaje” de la Universidad Central de Las Villas, Cuba.

**Figura 1.** Representación esquemática de la aplicación práctica de la Metodología para la Evaluación de la Resiliencia Socioecológica (MERS) de fincas familiares



La producción agropecuaria en los diferentes macizos de Cuba, es en gran parte para el consumo local, con aplicación limitada de las prácticas de conservación del suelo, dando lugar a incrementos en las tasas de erosión y a la reducción de la fertilidad del suelo y la productividad. La agricultura familiar es a pequeña escala y se basa en las prácticas tradicionales de tala y quema.

Estas áreas contienen niveles altos de biodiversidad, generan bienes y servicios de importancia nacional y son vulnerables a una serie de amenazas, tanto de origen antrópico como natural. Estas áreas también son de gran importancia para la producción de café, que constituye la principal actividad económica de las montañas.

Específicamente el grupo orográfico Guamuhaya está situado al sur de la porción central de Cuba. Limita al norte con las alturas de Santa Clara, al este con el valle del río Zaza, al oeste con el valle del río Arimao y al sur con el Mar Caribe. Ocupa una superficie de 1,948 km<sup>2</sup> (aproximadamente el 11 % del área montañosa de Cuba). La altitud de la zona oscila mayoritariamente entre 700 y 900 msnm, con algunas áreas por encima de 1000 m.

El elevado grado de complejidad del relieve y los altos valores de las características morfométricas de esta región, restringen la vocación del territorio fundamentalmente al uso forestal y a la economía cafetalera; en muchos casos con la aplicación de medidas antierosivas.

No obstante, existen áreas como los fondos de valles fluviales, la parte baja de depresiones intramontañas y fragmentos de superficies de planeación, que aceptan una utilización agrícola con cierto grado de diversificación. En la actualidad más del 50 % del área se encuentra afectada por diferentes grados de erosión: el incremento erosivo afecta de manera notoria el balance de azolvamiento que reciben actualmente fuentes de abasto tan importantes como la presa Hanabanilla.

Existen algunas amenazas presentes en el macizo, que según el proyecto Conectando Paisaje se resumen en: la destrucción y la fragmentación de hábitats naturales como principal causa de la pérdida de biodiversidad. Los incendios incontrolados provocados por los agricultores, con el fin de limpiar la vegetación, eliminar las malezas

y plagas de los pastos, conducen a la degradación de la estructura de los ecosistemas y la reducción de su valor como hábitat para especies de importancia.

Los ecosistemas de agua dulce de las zonas de montaña, y los ecosistemas costeros y marinos en los que drenan, están sujetos a la contaminación proveniente de diferentes fuentes, incluidos los desechos orgánicos de las plantas despulpadoras de café. Las prácticas agrícolas y ganaderas inadecuadas en áreas escarpadas, sin la aplicación de medidas adecuadas para la protección del suelo, está provocando la erosión del suelo y la generación de altos

niveles de carga de sedimentos en cursos de agua. Estas y otras amenazas se ven agravadas además por los efectos del cambio climático.

## Resiliencia socioecológica en las fincas seleccionadas

La Tabla 3 muestra la caracterización de las fincas seleccionadas, en cuanto al área, objeto social y evolución de la transición agroecológica.

**Tabla 3.** Fincas familiares evaluadas en el Macizo Guamuhaya- Cuba

Provincia	Municipio	Nombre de la finca	CCS	Área (ha)	Objeto social	Evolución de la TA*
Cienfuegos	Cumanayagua	Orlando García (1)	Lucas Castellano	4	Café	3
Sancti Spíritus	Trinidad. Topes de Collantes	La Cuba (2)	Lucas Castellano	6,43	Café	3
		La Providencia (3)	Lucas Castellano	26	Café	3
		El Manantial (4)	Lucas Castellano	2	Café	4
		Mangos Pelones (5)	Lucas Castellano	8,29	Café	3
		El Jenjibre (6)	Lucas Castellano	3	Café	3
Villa Clara	Manigaragua	El Piñal (7)	Cecilio Miranda	0,58	Café	3
		Salvaremos el futuro (8)	Ignacio Pérez	17	Café	5
		El Girasol (9)	Ignacio Pérez	2,5	Café	4

\*Evolución de la TA: 1 Totalmente agricultura convencional 2: Desarrollo de algunas prácticas agroecológicas 3: Desarrollo de prácticas agroecológicas combinadas con el uso de agroquímicos y concentrados externos; 4: Predominan el diseño y manejo agroecológico aunque utilicen algunos agroquímicos y concentrados externos 5: Total manejo y diseño agroecológico.

Las fincas mostraron alta heterogeneidad entre ellas, pues a pesar de todas tener como objeto social la producción de café, varían el tamaño, diseño y manejo según su topografía y preferencias.

Se destacan varios elementos y rasgos comunes entre el total de las fincas y en la zona, a partir de las entrevistas realizadas y recorridos de campo, entre los que se pueden mencionar:

- Todas las familias tienen acceso permanente a los servicios de salud y educación gratuitas y están vinculadas a los diferentes proyectos sociales de la Revolución Cubana.
- Las familias campesinas viven dentro de su sistema productivo.
- La mano de obra en las fincas es abastecida fundamentalmente por la familia campesina.
- Las familias campesinas están asociadas a diferentes organizaciones de masa y a Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS).
- El trabajo en la finca es fundamentalmente artesanal, sin equipos o maquinarias, además con poco uso de la tracción animal. El consumo de combustibles fósiles es para el traslado de los alimentos en tractor a zonas aledañas para su comercialización.
- Los costos de los jornales para la contratación de mano de obra externa es alrededor de 50 pesos el jornal de 8 horas de trabajo.
- Integración (en mayor o menor grado) ganadería-agricultura, aunque por lo general no hay presencia de ganado vacuno en las fincas, pero sí alta presencia



de ganado menor.

- Presencia de arboleda de frutales cercana a la vivienda de la finca y de variedades de frutas exóticas.
- Abastecimiento familiar en un gran porcentaje con los alimentos producidos en la finca.
- Alto consumo de azúcar por parte de las familias entrevistadas.
- Las diferentes infraestructuras de la vivienda y de la finca están deterioradas.
- En el año 2016 presentaron los niveles históricos más bajos en la producción cafetalera, por debajo del 30% de sus valores promedios anualmente.

A partir del estudio de cada finca, su estructura, funcionamiento, subsistemas, interacciones principales, entradas y salidas, se determinó el comportamiento de los diferentes indicadores y el valor de los índices de SA, SE, ST, EEco y el IRS (Tabla 4).

Del análisis de los diferentes indicadores se pudo determinar el grado de resiliencia de cada finca estudiada (Tabla 5).

Los resultados muestran como las fincas en su mayoría son medianamente resilientes. Otros indicadores como los reflejados en la Tabla 6 muestran elementos que favorecieron la discusión.

Por lo general las fincas muestran balances energéticos desfavorables. La principal causa radica en el poco aprovechamiento de los recursos locales y de las fuentes renovables de energía.

La soberanía alimentaria tiene valores positivos en la mayoría de los casos, pues a pesar de no tener una alta productividad, la alimentación familiar es autoabastecida en más de un 80% como promedio. Este indicador es precisamente el que mayor peso e importancia tiene para el índice Soberanía Alimentaria.

Respecto a otros estudios realizados en fincas familiares en Cuba, donde como promedio los sistemas son capaces de alimentar a más de 10 personas por hectárea al año en energía y proteína (Funes- Monzote *et al.*, 2011; Márquez *et al.*, 2011, Casimiro Rodríguez, 2016), las fincas estudiadas tienen bajos rendimientos y como promedio son capaces de alimentar a solo 5 personas por hectárea al año.

Los altos valores de los indicadores Pp y Pe en la finca 4 y 7 estuvieron dados en que la producción de estas fincas se centra fundamentalmente en la cría porcina, que tiene alto potencial calórico y proteico. Sin embargo, la cantidad de concentrados usados para la alimentación de los cerdos hacen que estas fincas, a pesar de una alta diversidad de especies y cultivos sean fincas muy ineficientes desde el punto de vista energético, en concordancia con Casimiro Rodríguez (2016), dado además por dedicar mayor cantidad de fuerza de trabajo por hectárea al año.

En las fincas con mayor diversificación y una mejor estrategia en el diseño y manejo agroecológico (fincas 2 y 8), los aportes energéticos y proteicos no fueron tan destacados como en las fincas 4 y 7, a esto contribuyó que parte de la producción, como el caso de los frutales, son bajos en los aportes de energía y proteína, por lo que afectan además el balance energético, sin embargo, el autoabastecimiento familiar obtuvo porcentajes muy favorables y la interrelación con el mercado local de alimentos se caracteriza por su variedad, dinámica y flujo constante. En estas fincas el uso de insumos químicos para la producción fue menor que el resto, debido a la menor incidencia de plagas y/o enfermedades y suelos mejor conservados. Estas dos fincas son las únicas que alcanzaron el grado de resilientes.

Exceptuando las fincas 5 y 8, en las demás fincas la eficiencia energética es desfavorable, Este resultado está dado por la importación de insumos químico- sintéticos para la producción. Las fincas 5 y 8 no usan químicos sintéticos, por tanto, la eficiencia energética fue mucho mayor, al ser menos dependientes del mercado externo de insumos.

La finca 8 produce 10 toneladas de humus de lombriz al año, abono orgánico que usan en las diferentes áreas de cultivo, obteniendo resultados satisfactorios y conservando los suelos. El resto de las fincas no aprovecha los residuos para la producción de abonos orgánicos, y desperdician estos recursos para la salud de los cultivos y el suelo.

Por lo general, en todas las fincas el potencial para el aprovechamiento de las disímiles fuentes renovables de energía se está desperdiciando. A esto contribuye la inexistencia en el mercado nacional de tecnologías apropiadas y recursos para su instalación, puesta en marcha y mantenimiento, así como los altos costos de

**Tabla 4.** Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para las fincas estudiadas en el Macizo Guamuhaaya- Cuba. (año 2016)

Finca	Pp	Pe	AF (%)	IUT	IE (%)	H	IAFRE (%)	IIF (%)	EE	EFE (%)	EF (%)	BE	CEP	RCB	IDIE (%)	SA (%)	ST (%)	SE (%)	EEco (%)	IRS (%)
1	3,1	3,1	85	0,9	35	1,7	0	60	0,48	95	5	0,4	380	0,76	36	87	50	20	78	59
2	4,3	3,6	85	2,5	15	2,3	0	75	1,4	91	9	1,4	98	0,22	15	87	66	32	100	71
3	1,03	0,7	75	0,5	60	1,6	0	61	0,93	65	35	0,7	148	0,48	55	73	45	20	62	50
4	13,8	6,9	85	0,8	40	2,5	0	66	0,16	99	1	0,2	561	0,85	76	99	55	20	40	54
5	1,1	1,7	60	4,3	30	1,3	0	66	3,1	78	22	2,8	96	1,1	15	47	50	50	92	60
6	3,4	2	75	1,3	35	1,8	0	75	0,9	60	40	1,2	90	0,56	35	87	52	34	34	51
7	17	23	40	3,2	30	1,6	0	62	1,1	88	12	0,9	247	1,1	27	60	48	28	74	53
8	4,9	2,9	80	2,3	30	2,5	0	85	3,5	66	34	2,9	33,2	0,68	33	87	64	64	74	72
9	3,4	1,6	80	0,39	30	2,4	0	85	0,95	84	16	0,76	107	1,33	18	87	63	20	92	66

**Tabla 5.** Grado de Resiliencia socioecológica de 9 fincas estudiadas en el Macizo Guamuhaaya-Cuba.

Finca	IRS (%)	Resiliencia socioecológica
Orlando García (1)	59	Medianamente resiliente
La Cuba (2)	71	Resiliente
La Providencia (3)	50	Medianamente resiliente
El Manantial (4)	54	Medianamente resiliente
Mangos Pelones (5)	60	Medianamente resiliente
El Jengibre (6)	51	Medianamente resiliente
El Piñal (7)	53	Medianamente resiliente
Salvaremos el futuro (8)	72	Resiliente
El Girasol (9)	59	Medianamente resiliente

**Tabla 6.** Otros indicadores resultantes del estudio en las fincas evaluadas en el Macizo Guamuhaaya- Cuba.

Finca	Ganancias	Rendimiento por hectárea	Horas de trabajo al año por hectárea
Orlando García (1)	28.567,80	2457,3	1760
La Cuba (2)	159.429,86	4460,8	965
La Providencia (3)	69.554,50	997,3	259,2
El Manantial (4)	15.925,10	5025,9	2555
Mangos Pelones (5)	<b>-3.552,20</b>	1170,9	704,5
El Jengibre (6)	25.345,5	1567	860
El Piñal (7)	<b>-1.934,60</b>	24102	12586,2
Salvaremos el futuro (8)	33.221,00	2635,2	1536,7
El Girasol (9)	<b>-8.361,00</b>	1850,9	1752

adquisición de aquellas tecnologías que se comercializan en el país, lo que imposibilita el acceso de éstas por parte de las familias campesinas, en correspondencia con los estudios de Casimiro Rodríguez (2016).

Las ganancias en las fincas no se consideran destacadas. Las fincas 5,7 y 9 obtuvieron pérdidas, y lo desconocen, fundamentalmente porque no reflejan en los costos de producción los salarios que deben recibir los familiares por aportar su fuerza de trabajo a las labores de la finca. Esto se hace presente en la mayoría de los predios estudiados, lo que coincide con los estudios realizados por Casimiro Rodríguez (2016) en sistemas familiares del llano a lo largo del país.

Sin embargo, el índice de dependencia de recursos externos, exceptuando la finca 4 que utiliza considerables recursos monetarios para la compra de concentrados para la alimentación de los cerdos, en el resto de las fincas, obtuvo resultados satisfactorios, dado que del total de recursos monetarios usados para los procesos productivos, la mayor parte se refiere a la mano de obra que es abastecida por la familia.

Otros elementos que inciden en que las familias no obtengan mejores índices de resiliencia y suficientes ganancias para mejorar su confort y diferentes infraestructuras para la producción de alimentos, son los siguientes:

- No agregan valor a las producciones, pues las venden brutas al sector estatal o privado, ya sea por normativas establecidas o por la falta de cultura o recursos para enriquecer y alargar el ciclo productivo de alimentos, en concordancia con los estudios de Casimiro Rodríguez (2016).
- Efectos del cambio climático que les da pérdidas en las cosechas. Incremento de las temperaturas en los últimos años, así como el desfase de las diferentes estaciones, con etapas de fuertes lluvias y extensos períodos de sequía en momentos atípicos, lo que concuerda con los datos publicados por IPCC (2007) y Henao (2013), donde advierten que durante los últimos 50 años se han observado cambios generalizados en las temperaturas extremas, con un incremento de la frecuencia de precipitaciones fuertes e intensas sequías en la mayoría de las áreas terrestres,

en correspondencia con el calentamiento y los aumentos observados del vapor de agua atmosférico.

- Pobre acceso al mercado de insumos agropecuarios, dado por la poca oferta o la carestía de los existentes.
- No usan tecnologías apropiadas para el uso de las fuentes renovables de energía en la producción, por lo que son ineficientes energéticamente.
- Se desperdician volúmenes de la producción, debido a ineficiencias en los mecanismos de comercio, beneficio, empaque, transportación, conservación, y almacenamiento, lo que refuerza los resultados de la investigación de Funes-Monzote (2009) y Casimiro Rodríguez (2016).
- Pobres infraestructuras para el riego, y dependencia para el balance hídrico de lo que disponga el tiempo o las precipitaciones en las diferentes épocas del año.
- Poca uso de diseños agroecológicos o de permacultura para el aprovechamiento de los espacios y los recursos localmente disponibles.
- Dependencia de insumos externos, tales como abonos nitrogenados o concentrados para la alimentación animal.
- Poca presencia de puntos de venta o mecanismos para la comercialización local. Por tanto los campesinos se deben desplazar a grandes distancias para la venta de sus producciones y el consumidor local también debe viajar a otras comunidades para abastecer su demanda de alimentos. Todo esto conlleva a un gasto de energía y recursos innecesarios, además de perder en frescura y calidad los alimentos que se ofertan.

## **Recomendaciones para la agricultura familiar de la región**

Al evaluar el comportamiento de la resiliencia socioecológica en 9 fincas destacadas del territorio del Macizo Guamuhaya de Cuba, se considera que las propuestas que se generen de este estudio pueden ser válidas para el resto de la agricultura familiar en la zona.

A pesar de ser fincas con niveles medios de resiliencia, las ganancias económicas y los medios de vida no son favorables para la mejoría de los resultados.

En este aspecto deben influir nuevas políticas públicas y actividades de fomento para incentivar la permanencia de familias campesinas y la producción de alimentos sobre

bases agroecológicas, de igual forma para que eleven sus índices de eficiencia, productividad y resiliencia.

Para que las fincas logren aumentar sus índices de RSE deben aprovechar con mayor eficiencia los recursos endógenos y rediseñar sus sistemas bajos los principios de la agroecología, disminuir considerablemente la entrada de recursos externos, tales como concentrados, combustibles y productos químico-sintéticos, además de contextualizar diferentes tecnologías apropiadas para el máximo aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.

Por lo general, las familias campesinas estudiadas tienen alta capacidad de cambio tecnológico, y esas capacidades para innovar, experimentar y explorar ante diferentes situaciones, pueden constituir un facilitador para trabajar conjuntamente en nuevas estrategias de diseño y manejo del agroecosistema.

Programas o proyectos de desarrollo local, así como diferentes políticas, pueden proyectarse en acciones para incidir en una estrategia de transición agroecológica enfocada en la resiliencia socioecológica de las fincas familiares, algunos de los elementos que se deben tener en cuenta son:

- Procesos de capacitación sobre cultura alimentaria para la gestión del conocimiento sobre bases agroecológicas.
- Diseño y manejo agroecológico con el uso de tecnologías apropiadas para el máximo uso posible de las fuentes renovables de energía y los recursos localmente disponibles.
- Que las capacidades que se formen, sean sobre la base de la resiliencia socioecológica de la finca familiar, que afiancen la independencia del mercado externo a sus agroecosistemas y la capacidad de innovación y validación de tecnologías agroecológicas apropiadas para su contexto.
- Acceso a servicios de asistencia técnica y de extensión rural, promoviendo una interacción eficaz entre el conocimiento de los agricultores y el de los mediadores, de forma que se complementen.
- Favorecer circuitos cortos de comercialización que abaraten costos de transportación y almacenamiento, a la vez que aporten en calidad y frescura a los

productos ofertados en el mercado local.

- Incentivar el consumo responsable y la economía solidaria en la región.
- Promoción y ejecución de las actividades y tecnologías que generan más valor agregado a las producciones familiares, de forma tal que se amplíe el portafolio de productos que estas puedan ofertar en el mercado local, se amplíen las etapas de los procesos de producción dentro de sus fincas y la capacidad productiva, a la vez que generen un autoempleo familiar y comunitario más eficiente.
- Promoción de actividades y acciones para la certificación popular de las producciones de alimentos provenientes de la agricultura familiar de montaña.
- Sensibilización, inclusión y participación del consumidor en las decisiones en torno al mercado de productos agroecológicos de montaña.
- Mejoramiento de la infraestructura y los servicios en el entorno rural que favorezcan los medios de vida de las familias campesinas.
- Dado el contexto del Macizo Guamuhaya en el turismo de paisaje, involucrar a las familias campesinas no solamente con prácticas productivas de alimentos, sino también en otras actividades no agrícolas que afiancen las relaciones campo-ciudad y con otros actores de la sociedad, tales como la educación agroecológica, el turismo rural y el desarrollo de mini-industrias.

## Conclusiones

Se obtuvo una metodología para medir la resiliencia socioecológica de un sistema familiar campesino, estructurada por un conjunto de indicadores e índices, validados por un panel de expertos. Esta metodología permite visualizar puntos críticos en el manejo socioecológico y la proyección de estrategias para el desarrollo de fases futuras en una finca familiar, sobre bases agroecológicas.

Al aplicar MERS en las fincas seleccionadas se destaca la necesidad de fortalecer, sobre bases agroecológicas, la agricultura familiar en el Guamuhaya, con acciones, programas y políticas públicas que le permitan manejar de forma holística, con opciones tecnológicas válidas para su contexto, los recursos que posee en su entorno, incorporando acciones colectivas y participativas para

mejorar los niveles de vida e incrementar sus niveles de biodiversidad, eficiencia y resiliencia.

## Referencias

- Altieri MA, Koohafkan P, Holt E. 2012. Agricultura verde: fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. *Agroecología* 7 (1): 7-18.
- Casimiro Rodríguez L. 2016. Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. UdeA: Universidad de Antioquia.
- Chan M y Freyre EF. 2010. *Atando cabos. La agricultura cubana: contratiempos, reajustes y desafíos*. La Habana: OXFAM International.
- CPP. 2014. Apoyo a la implementación del programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba. La Habana: Iré Production.
- Cronbach LJ. 1951. Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika* 16 (1): 1-16.
- Cruz MC. 2007. ¿Agricultura sostenible? En *Desarrollo local en Cuba: retos y perspectivas* (Guzón A, ed.). La Habana: Academia.
- Funes-Monzote FR. 2009. *Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba*. Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Funes-Monzote FR, Martín GJ, Suárez J, Blanco D, Reyes F, Cepero L, Rivero JL, Rodríguez E, Savrán V, Del Valle Y, Cala M, Vigil MC, Sotolongo JA, Boillat S, Sánchez JE. 2011. Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. *Pastos y Forrajes* 44 (4): 445-462.
- García A, Nova A, Cruz BA. 2014. Despegue del sector agropecuario: condición necesaria para el desarrollo de la economía cubana. En *Economía Cubana: transformaciones y desafíos* (CEES, ed.). La Habana: Ciencias Sociales, pp. 197-260.
- Henaó A. 2013. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología* 8 (1): 85-91.
- Horrillo A, Escribano M, Mesias FJ, Elghann A. 2016. Is There a Future for Organic Production in High Ecological Value Ecosystems? *Agricultural Systems* 143: 114-125.
- IBM 2013. *SPSS Statistics. Versión 22 para Windows*. Valencia, España: Business Machines Corp.
- IPCC. 2007. Summary for Policymakers. In: *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon S, ed.). Cambridge: University Press, pp. 199-221.
- Machín B, Roque AD, Ávila DR y Rosset PM. 2010. *Revolución agroecológica: el Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. Cuando el campesino ve, hace fe*. La Habana: ANAP-Vía Campesina.
- Márquez M, Valdés N, Ferro E, Paneque I, Rodríguez Y, Chirino E, Gómez LM, Vargas D, Funes-Monzote FR. 2011. Análisis agroenergético de tipologías agrícolas en La Palma. En: *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático* (Ríos H, Vargas D y Funes-Monzote FR, eds.). La Habana: INCA, pp. 105-123.
- Medina A, Piloto N, Nogueira D. 2011. Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al control de gestión empresarial. *Enfoque* 2: 1-39.
- Montalba R, García M, Altieri AM, Fonseca F, Vieli L. 2013. Utilización del Índice Holístico de Riesgo (IHR) como medida de resiliencia socioecológica en condiciones de escasez de recursos hídricos. Aplicación en comunidades campesinas e indígenas de la Araucanía, Chile. *Agroecología* 8 (1): 63-70.
- Nova A. 2016. *La agricultura en Cuba. Taller Nacional de Intercambio sobre agricultura sostenible*. Varadero: Fundación Antonio Núñez Jiménez.
- ONEI. 2016. *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca*. En: *Anuario Estadístico de Cuba 2016* (ONEI, ed.). La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información, pp. 223-250.
- Pearson K. 1900. On the Criterion that a Given System of Deviations from the Probable in. *Philosophical Magazine* 5 (50): 157-175.
- Ríos LA, Salas WA y Espinosa JA. 2013. Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (Nicholls CI, Ríos LA y Altieri MA, eds.). Medellín: REDAGRES, CYTED y SOCLA, pp. 60-76.
- Salas WA, Ríos LA, Álvarez J. 2011. Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. *Revista Lasallista de Investigación* 8 (2): 136-142.
- Sarandón SJ, Flores CC, Gargoloff A y Blandi ML. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (Sarandón SJ, Flores CC, eds.). Argentina: Universidad de La Plata, pp. 375-410.

# CREACIÓN DE CAPACIDADES EN TERRITORIOS AGRÍCOLAS DE CUBA PARA LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA A SEQUÍA Y CICLONES TROPICALES

Luis L. Vázquez Moreno<sup>1</sup>, Maikel Márquez Serrano<sup>2</sup> <sup>1</sup>

SOCLA. La Habana. Cuba. CE: llvazquezmoreno@yahoo.es, <sup>2</sup>Finca Marta. Caimito, Artemisa. Cuba.  
CE: maikelm2010@yahoo.es

## Resumen

La sequía y los ciclones tropicales constituyen eventos meteorológicos extremos a que esta expuesta la producción agropecuaria en la mayoría de los territorios agrícolas de Cuba, situación que motivó que durante 2016 se realizaran talleres y encuentros en territorios agrícolas de cuatro provincias del país, para crear capacidades en resiliencia a estos eventos. Se identificaron factores de estrés tecnológicos, socioeconómicos y naturales que afectan la producción agropecuaria, con predominio de los cambios en el clima. La apropiación de los principios de la agroecología se evidenció de forma variada para las fincas que participaron y cinco de los nueve principios están por encima del 50 % de apropiación; sin embargo, los principios uno (reciclaje de biomasa), siete (articulación local) y ocho (ofertas al mercado) aún necesitan ser reforzados. En el seminario sobre diseño y manejo de la biodiversidad como base para la resiliencia de fincas, los mayores debates derivados de las preguntas realizadas fueron sobre la clasificación y denominación de los diseños agroecológicos, sus características y las funciones. Fueron identificadas 28 prácticas, medidas o acciones emprendidas por los agricultores y reconocidas por el personal técnico involucrado, para resistir y recuperarse de perturbaciones externas que limitan la reconversión hacia agroecosistemas resilientes.

**Palabras clave:** Agroecología, sequía, ciclones tropicales, resiliencia socioecológica, Cuba.

## Introducción

El clima del futuro en Cuba será más extremo; en el escenario más adverso, la temperatura media del aire puede aumentar en 4°C, la precipitación anual disminuir en más del 20%, la evapotranspiración incrementarse considerablemente y los procesos de sequía y las precipitaciones extremas incrementar su frecuencia e intensidad. Los impactos de estas condiciones producirán transformaciones importantes en la distribución y dinámica de los procesos medioambientales, en los

recursos hídricos, en la salud y en sectores económicos tales como la producción agropecuaria y el turismo (Planos et al 2013).

En muchos países la población rural más pobre vive en áreas expuestas y marginales, en condiciones que la hacen muy vulnerable a los impactos negativos del cambio climático; no obstante, resultados de investigaciones recientes sugieren que muchos agricultores se adaptan y se preparan para el cambio climático, al minimizar las pérdidas con la utilización de policultivos y variedades locales tolerantes a

la sequía, la cosecha de agua, la conservación de suelos, la agroforestería, la recolección de plantas silvestres y otras técnicas agroecológicas prometedoras. Mientras realizan estas prácticas, también contribuyen a la mitigación del calentamiento de la atmósfera a través de la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero (Ríos *et al* 2011).

Las estrategias adaptativas en conjunto consolidan, refuerzan, recuperan y reapropian conocimientos y prácticas agroecológicas e incorporan innovaciones en la producción y el consumo, así como fortalecen procesos organizativos y de participación social, económica y política de los agricultores agroecológicos, minimizan los riesgos al cambio climático y garantizan la sostenibilidad de la biodiversidad en sus territorios (Zuluaga *et al* 2013).

En el presente artículo se informan los resultados obtenidos durante el 2016 por el proyecto Redagres en Cuba, para crear capacidades sobre resiliencia de fincas expuestas a sequía y ciclones tropicales.

## Metodología

Se realizaron 12 talleres-encuentros en seis municipios de cuatro provincias en las regiones occidental y oriental de Cuba: La Palma (Pinar del Río); Caimito (Artemisa); La Lisa, Marianao y Habana del Este (La Habana) y Guantánamo. Un total de 292 personas participaron, entre ellos agricultores (53%) y técnicos, estudiantes, profesores universitarios (47%). El proceso se estructuró en dos tipos de actividades: (1) talleres territoriales y (2) encuentros en cooperativas y fincas; facilitados bajo metodologías participativas con el propósito de lograr contextualización y valor colectivo agregado.

Los talleres y encuentros comenzaron con una exploración sobre los factores de estrés en la producción agropecuaria en el territorio, que se facilitó mediante ejercicio en sesión plenaria, en que los participantes exponían los factores, se debatían si era necesario y se anotaban una vez aceptados por consenso.

La creación de capacidades sobre diseño y manejo de la biodiversidad, como base para la resiliencia de los agroecosistemas a sequía y ciclones tropicales, se realizó directamente en cooperativas y fincas mediante dos

ejercicios:

(a) Evaluación colectiva de la apropiación de los principios de la agroecología: (1) Aumentar el reciclaje de biomasa; (2) proveer las condiciones de suelo más favorables para el crecimiento vegetal; (3) fortalecer el sistema inmunológico de los sistemas agrícolas; (4) minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos; (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, para favorecer sinergias en servicios, insumos e innovaciones; (8) ofrecer diversidad de productos sanos e inoocuos a la población de manera continua, para contribuir a su seguridad y soberanía alimentaria; (9) aumentar la capacidad de resiliencia a eventos extremos externos), que se realizó según procedimiento expuesto por Vázquez y Martínez (2015), en que primeramente identificaron las prácticas agroecológicas que se realizaban y posteriormente se relacionaban con cada uno de los principios de la agroecología (Altieri 1999, 2010), para determinar el nivel de apropiación de estos en el diseño y manejo de las fincas.

(b) Seminario sobre componentes funcionales de la biodiversidad en fincas (Vázquez 2013a) y diseños de sistemas de cultivo (Vázquez *et al* 2015), para contribuir al entendimiento de la biodiversidad como base para la resiliencia.

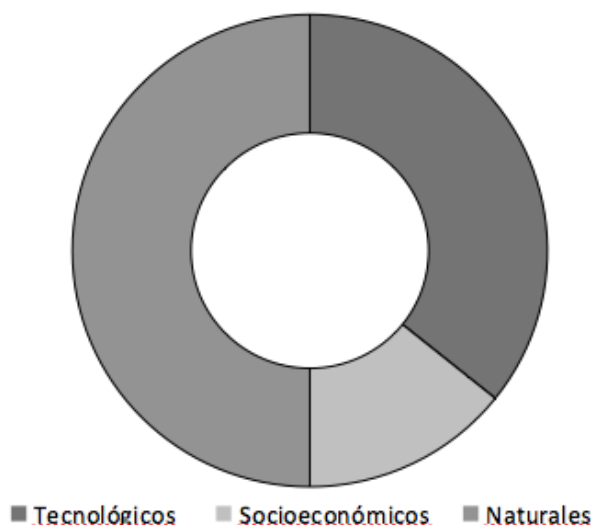
La identificación de prácticas (diseños, manejos, medidas, acciones) que contribuyen a la resiliencia a sequía y ciclones tropicales, se realizó mediante un ejercicio en talleres territoriales, para que los participantes expusieran prácticas que conocían o habían realizado en sus fincas, así como acciones locales que resultaban eficaces para la autogestión territorial de la resiliencia.

## Resultados y Discusión

### Identificación de factores de estrés

Los factores de estrés identificados en los territorios se agruparon en tres tipos (tecnológicos, socioeconómicos y naturales), con predominio de los naturales (Figura 1), principalmente los cambios en el clima; entre los factores

**Figura 1.** Factores de estrés de la producción agropecuaria. La Palma (Pinar del Río); Caimito (Artemisa); La Lisa, Marianao y Habana del Este (La Habana) y Guantánamo. 2016.



tecnológicos, las influencias de la agricultura convencional, la preferencia por el enfoque de sustitución de insumos y las malas prácticas fito y zootécnicas predominaron; de los socioeconómicos, los principales están relacionados con la escasez de recursos.

La identificación colectiva de factores de estrés en sistemas agrícolas que han estado sometidos a la explotación mediante el modelo de agricultura convencional, permite caracterizar la situación en que se encuentra la producción agropecuaria en el territorio, como base para justificar la necesidad de transitar hacia una agricultura sostenible sobre bases agroecológicas; además, tiene un efecto colateral sobre las personas que participan, porque contribuye a entender que la resiliencia debe ser diseñada considerando estos multifactores.

Como expresaran Vázquez y Martínez (2015), la calidad del agroecosistema es determinante para que las especies productivas se desarrollen adecuadamente y está influenciada por factores de estrés externos e internos; constituye un componente de gran importancia para los avances del proceso de reconversión en territorios donde los efectos de la agricultura convencional han degradado los recursos naturales, principalmente suelo y agua, así como han simplificado la matriz del paisaje.

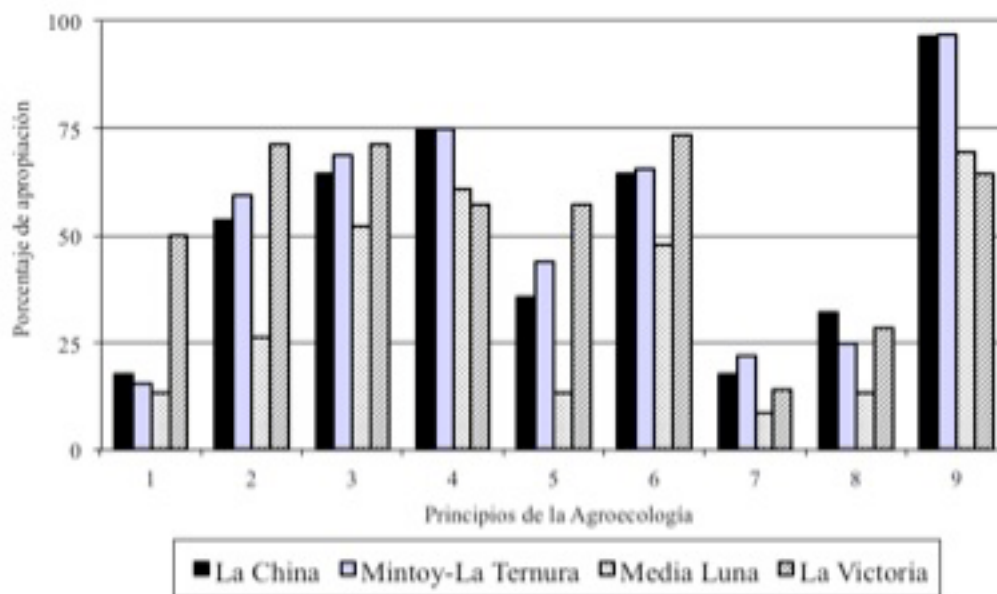
### Creación de capacidades para el rediseño de fincas resilientes

La apropiación de los principios de la agroecología se evidenció de forma variada para las fincas que participaron (Figura 2), menor por la finca Media Luna, donde aún los diseños de la biodiversidad son simples en comparación con el resto. Cinco de los nueve principios están por encima del 50 % de apropiación, destacándose el nueve (resiliencia ante eventos climáticos externos) por las fincas La China y Mintoy-La Ternura, ambas porque logran un diseño y manejo agroecológico en toda su superficie, al integrar la agricultura y la ganadería, así como la vegetación auxiliar; sin embargo, para mayor integración y efecto del manejo, los principios uno (reciclaje de biomasa), siete (articulación local) y ocho (ofertas al mercado), aún necesitan ser reforzados.

El ejercicio facilitó que los participantes entendieran con mayor claridad la relación de los diseños y manejos de la biodiversidad con los principios de la agroecología; como expresaron Vázquez y Martínez (2015), que la percepción cognitiva y conductual del colectivo de trabajadores sobre los principios de la agroecología, permite determinar



**Figura 2.** Nivel de apropiación (%) de los principios de la agroecología en las fincas “La China”, “Mintoy-La Ternura”, “Media Luna” y “La Victoria”. La Habana.



el nivel de apropiación de la agroecología, a la vez que contribuye a sensibilizarlos sobre su aplicabilidad en el proceso de reconversión agroecológica.

Durante los seminarios realizados para crear capacidades sobre diseño y manejo de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria, como base para la resiliencia a sequía y ciclones tropicales, una vez que se presentaba a los participantes los componentes funcionales de la biodiversidad y ejemplos de prácticas (Tabla 1), se generaron preguntas de diferentes contenidos, principalmente los siguientes:

- Conceptuales. Por el interés en esclarecer sobre la taxonomía de los diseños y manejos multifuncionales.
- Diseños agroecológicos. Las características de estos diseños y sus diferencias o nuevos aportes respecto a los tradicionales, principalmente los policultivos que integran hortalizas, granos, raíces y tubérculos en campos de frutales, de las cercas vivas internas y de las barreras vivas en campos de cultivos
- Funciones. La necesidad de saber la contribución de los tipos de diseños y manejos (prácticas) a la

resiliencia.

- Adopción. La aplicabilidad de los resultados bajo las diversas características biofísicas y socioeconómicas de los sistemas de producción.

De esta manera los seminarios lograban una contribución importante a enfocar la resiliencia a partir del entendimiento del rol de la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas de producción agropecuaria, mientras que en el debate a partir de las preguntas, se exponían experiencias que contribuían a que los participantes se apropiaran de la importancia de la biodiversidad y de sus funciones en el diseño y manejo de sus fincas.

Evidentemente, cada sistema de producción representa un grupo distinto de prácticas de manejo y, en consecuencia, de relaciones ecológicas. Esto subraya el hecho de que los diseños agroecológicos son específicos de sitio y lo que pueden aplicarse en otros lugares no son las técnicas, sino los principios ecológicos que subyacen a la sostenibilidad. Transferir tecnologías de un sitio a otro es inútil, si el conjunto de las interacciones ecológicas asociadas con esas técnicas no se puede replicar (Nicholls *et al* 2015).

**Tabla 1.** Componentes funcionales de la biodiversidad y ejemplos de prácticas de diseños y manejos agroecológicos recomendados para la resiliencia a sequía y ciclones tropicales (Vázquez 2011, Vázquez et al 2015).

Componentes funcionales de la biodiversidad	Ejemplos de prácticas (diseño y manejo de la biodiversidad)
Productiva	Integración agricultura, ganadería y forestería; diversificación de especies productivas; distribución espacial en unidades de manejo; manejo de la colindancia de cultivos; diseño de sistemas de cultivos y ganadería complejos; rotación multifuncional de cultivos; integración de variedades y razas tolerantes.
Auxiliar	Diseño agroecológico de cercas vivas perimetrales; diseño agroecológico e integración de cercas vivas internas; integración de arboledas; manejo de ambientes seminaturales; diseño e integración de barreras vivas laterales e intercaladas; asociación con coberturas vivas; tolerancia de arvenses.
Asociada	Conservación de enemigos naturales, polinizadores, microbiota epifítica y biota rizosférica; tolerancia de poblaciones de plagas; manejo de las intervenciones de plaguicidas.
Transformada	Elaboración artesanal de abonos orgánicos y biofertilizantes; de biopreparados botánicos y de subproductos alimenticios para personas y animales.
Introducida	Semillas y pie de crías; abonos orgánicos y biofertilizantes; inoculantes micorrízicos; bioplaguicidas microbiológicos; artrópodos entomófagos.

## Identificación de prácticas y acciones para la resiliencia socioecológica

Fueron identificadas 28 prácticas, medidas o acciones emprendidas por los agricultores y reconocidas por el personal técnico involucrado, para resistir y recuperarse de perturbaciones externas que limitan la reconversión hacia agroecosistemas resilientes. A pesar de ubicarlas en grupos diferentes, muchas de estas prácticas son complementarias. Estas son enumeradas a continuación.

**Socio-económicas:** Capacitación; ferias de biodiversidad y exposición de innovaciones tecnológicas locales; producción de alimento animal con recursos propios y locales; conservación artesanal de alimentos; acceso a nuevos nichos de mercados; integración de actores diversos para trabajo y capacitación; enfoque de género en el sistema productivo; redes locales de solidaridad y cooperación; divulgación de resultados e innovaciones; rescate de prácticas tradicionales; inclusión de niños y jóvenes en el proceso de innovación.

**Ecológico-ambientales:** Mejoramiento y conservación del suelo con prácticas tradicionales y modernas; cierre de ciclos de energía y materiales; manejo funcional de la

biodiversidad; reconversión hacia sistemas agroecológicos (fincas mixtas); protección de sistemas forestales; implementación y utilización de energías limpias; agroforestería; conservación del agua; protección de espejos de agua.

**Técnico-productivas (tecnológicas):** Introducción de variedades externas; fitomejoramiento participativo; producción de alimento animal con recursos de la finca; adopción de razas de animales mejorados.

Las prácticas de conservación y mejoramiento del suelo, de producción local y utilización de diversos tipos de abonos orgánicos, biofertilizantes y otros bioproductos relacionados con la nutrición de cultivos, la integración de especies apropiadas de forrajes para la alimentación animal, los biopreparados botánicos para el control de plagas, entre otras; destacan sobre el resto por brindarles además estabilidad en el diseño deseado.

Le siguen las prácticas relativas al manejo del material genético y reproductivo. En los últimos años se han incrementado la búsqueda de material genético tolerante a sequía y de ciclo corto para la etapa post ciclones tropicales, entre otros, incluyendo un incremento notable

de la diversidad de especies de ganado menor y aves que se integran en los sistemas de producción, la mayoría de estos en sistemas de agrosilvopastoreo.

Fue notable en estos ejercicios la identificación de prácticas de diseño y manejo del sistema de producción. Se mostró un interés particular en la utilización de elementos de integración de la vegetación auxiliar, principalmente debido a su efecto en la regulación del microclima, la contribución a reducir la erosión del suelo y su capacidad de regular plagas, entre otras funciones.

Importantes cuestiones para desentrañar los mecanismos comunitarios para enfrentar perturbaciones, ponerlos en prácticas, así como para adaptarse y mitigar el cambio climático surgieron en los talleres como parte del debate. ¿Cuál es la percepción de los campesinos y residentes en general sobre el cambio climático y social sobre el sector agroalimentario? ¿Cuáles son los umbrales establecidos localmente para cada perturbación o combinación de ellas? ¿Cómo se organiza la comunidad para enfrentar perturbaciones? ¿Qué estructura social y prácticas agroecológicas permiten que algunos agroecosistemas sean más resilientes que otros? ¿Es el liderazgo, local o institucional? Estas cuestiones sirven de base para establecer mecanismos inclusivos y participativos en la formulación de planes de contingencia.

El municipio La Palma ha sido objeto de estudio, capacitación y acción por varios proyectos de cooperación. El Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL) es uno de los principales y ha estado realizando acciones desde 1998. Su principal objetivo es forjar y fortalecer un sistema de innovación que permita mejorar en todos los frentes las condiciones de vida rural.

Sin embargo, el proceso de innovación y adopción de tecnologías no es libre de costos. Así, los mecanismos para mejorar la resiliencia de las fincas dependen además del ingenio, la adopción y la cooperación; de una reinversión económica y energética en el mismo agroecosistema.

Durante este estudio fueron encuestados cuarenta campesinos de diferentes enfoques agrícolas, quienes expresaron que, como promedio, se reinvierten en la finca solo un quince por ciento de los ingresos en: mantener funciones del agroecosistema, restaurar partes afectadas,

reparar implementos y comprar nuevos. Aventurarse en cambios de métodos, adopción de tecnologías y preparar el agroecosistema para perturbaciones externas e inesperadas, es un salto al vacío que, para campesinos con bajos ingresos, puede significar una gran amenaza pues el agroecosistema se mantiene estático frente a perturbaciones.

De esta forma, la agroecología debe ser una propuesta que genere ingresos y sea económicamente atractiva. Por ello, la permanencia en el campo, la reinversión en el sistema, la adopción de tecnologías y la innovación será determinantes en el desarrollo de mecanismos de resiliencia ante perturbaciones inesperadas y riesgos conocidos.

Por otra parte, en municipios de la provincia La Habana, donde convergen diversos proyectos con propósitos muy similares, que benefician directamente a los agricultores principalmente en recursos materiales y capacitación, hubo sinergia con el presente proceso por el proyecto de reconversión de fincas ganaderas a fincas integradas de ganadería agroecológica (ACPA 2015), donde se logró visualizar y valorizar la reconversión agroecológica como un proceso, en que deben ser considerados principalmente el capital humano, la capacidad de autogestión, la calidad del agroecosistema y la transformabilidad.

Se evidenció que desde el punto de vista agroecológico, los límites del agroecosistema se extienden, manejan y diseñan más allá de su frontera física. Además se encuentra en constante planificación y ejecución. Su objetivo principal es favorecer procesos ecológicos que contribuyan a la eficiencia económica, energética, ecológica y social. Algunos rasgos que distinguen la agroecología sobre otros modelos agrícolas son la integración agricultura-ganadería-forestería; integración de la vegetación auxiliar; manejo y conservación de recursos naturales; manejo de las intervenciones para la nutrición y la sanidad (Vázquez 2013b); además de un fuerte componente socio-político.

Específicamente en la provincia de Guantánamo, donde se desarrolla un proyecto sobre resiliencia a sequía en zonas semiáridas, implementado por la ANAP, el CITMA y el gobierno provincial de Guantánamo, financiado y facilitado por la Cooperación belga y Oxfam (Vázquez *et al* 2016), los participantes identificaron prácticas agroecológicas para el diseño de fincas y trabajan en la articulación de actores

locales, pues han entendido que el tema de la resiliencia a la sequía no es exclusivo de meteorólogos y agrónomos, sino que es tangencial a diversas disciplinas y, por tanto, requiere de un análisis integral, ya que si es abordado parcialmente desde cualquiera de las disciplinas implicadas, pudiera conducir a evaluaciones y soluciones limitadas.

En este proyecto han identificado como importantes la red de apoyo social y familiar, porque ayudan a tener una visión más integral y social de la finca con la participación de la familia y sus roles, incluyendo la equidad de género, que facilitó una visión de la realidad del campo, más allá de su función como productor de alimentos y enfatizan que la finca es también un sistema de relaciones, donde la familia actúa de diferentes formas y con grandes valores.

## Conclusiones

Entre las estrategias más comunes para garantizar la resiliencia socioecológica de los sistemas agrarios locales estudiados se destacan: a) la planificación participativa de la red alimentaria, b) el fortalecimiento de la innovación local, c) el reconocimiento del saber tradicional ancestral, d) el fomento de redes comunitarias de cooperación y e) el fortalecimiento del capital social en materia de capacitación, comunicación, derecho, enfoque de género y participación en las políticas y legislaciones agrarias y de protección ambiental.

La combinación y ajuste constante de estas cinco estrategias identificadas para el entorno socioeconómico y biofísico evaluado, contribuyen a la previsión, preparación, amortiguación, adaptación y mitigación de eventos climáticos cada vez más frecuentes e impredecibles. No obstante, incluir estas y otras estrategias, no siempre resulta en un agroecosistema resiliente.

La biodiversidad es considerada uno de los fondos clave de los agroecosistemas (Altieri 2009). Aunque sus funciones no están completamente comprendidas (Andrén y Balandreaub 1999), se acepta que la funcionalidad de las especies en el contexto del agroecosistema es más importante que la diversidad *per se*. Muchos de los estudios realizados, demuestran su rol determinante en la estabilidad y productividad de los sistemas naturales y explotados (Swift *et al.* 2004) y, su resiliencia a fenómenos perturbadores.

La disponibilidad de un excedente o liquidez económica a nivel de finca resulta indispensable para el manejo del agroecosistema frente a estreses externos. De este depende la posibilidad de acceder a nuevas y más eficientes tecnologías, inversiones en experimentación y fases de pruebas de esas tecnologías; así como la mano de obra disponible y contratable durante la fase de amortiguación o recuperación de eventos extremos.

La contextualidad y participación como ejes centrales de los procesos realizados, demuestran que la transformación hacia sistemas agroecológicos resilientes no se logra solamente con intervenciones externas, desde diferentes niveles de actuación, sino que requiere de la contribución de los agricultores y de sus organizaciones locales, para generar sistemas de gestión específicos para las condiciones socioecológicas de los territorios expuestos. La creación de capacidades en las personas que deben realizar dichas transformaciones es decisivo para lograr resultados.

## Referencias

- ACPA La Habana. 2015. Proyecto "Diseño, implementación y disseminación de Sistemas Integrados de Ganadería Agroecológica en La Habana. Cuba".
- Altieri, M. A. 1999. The ecological role of Biodiversity in Agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, No. 74, 19-31.
- Altieri, M.A. 2009. Agroecology, small farms and food sovereignty. *Monthly Review*, 61, 102-111.
- Altieri, M. A. 2010. El estado del arte de la agroecología : revisando avances y desafíos. En: T. León y M. Altieri eds. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. SoCLA-Universidad Nacional de Colombia. Ideas No. 21. pp. 77-104.
- Andrén, O., Bengtsson, J., Clarholm, M. 1995. Biodiversity and species redundancy among litter decomposers. En: Collins, H.P., Robertson, G.P. y Klug, M.J. (Eds.). *The significance and regulation of soil biodiversity* (pp. 141-151). Kluwer, Dordrecht.
- Nicholls, Clara I.; Miguel A. Altieri; Luis L. Vázquez. 2015. Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología* 10 (1): 61-72.
- Planos, E. O.; R. Rivero y V. Guevara. 2013. Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Instituto de Meteorología (INSMET), PNUD, GEF. La Habana. 428p.
- Ríos, H; D. Vargas y F. Funes-Monzote. 2011. Innovación

- agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. 242p. INCA, Mayabeque.
- Swift, M.J., Izac, M.N. y van Noordwijk, M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes—are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104, 113–134.
- Vázquez, L. L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. pp.75-101. En: Compiladores H. Ríos, D. Vargas, F. Funes-Monzote. Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. 242p. INCA, Mayabeque.
- Vázquez, L. L. 2013a. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Revista de Agroecología*. Universidad de Murcia. No 8. pp. 33-42.
- Vázquez, L. L. 2013b. Resiliencia de fincas ante afectaciones por organismos nocivos en sistemas agrícolas expuestos a sequía y ciclones tropicales. En: *Agroecología y resiliencia agroecológica. Adaptándose al cambio climático*. Pp. 77-93. Ed. Clara I. Nicholls, Leonardo A. Ríos y M. A. Altieri. REDAGRES, CYTED, SOCLA. Medellín, Colombia.
- Vázquez, Luis L. y Hortensia Martínez. 2015. Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Revista Agroecología* (Murcia, España). 10 (1): 33-47.
- Vázquez, Luis L., Janet Alfonso, Yari Matienzo, Ana Ibis Elizondo, Deisy González, Regla C. González, Antonio Enrique Joya, Delvis Subit, Elda Consuegra, Domingo A de León, José Raúl Martínez, María Caridad Diéguez, Adriana Pérez, Sebero Aranda, Meybel **Ríos**. 2015. Vulnerabilidad a la sequía y prácticas adaptativas innovadas en territorios agrícolas de Cuba. *Revista agricultura Orgánica* 21 (3): 26-34.
- Vázquez, L. L.; Y. Aymerich; A. Díaz; A. Peña; R. Cobas; E. Álvarez; L. Rodríguez; C. L. García; J. A. Gómez; Y. Peña; E. Constante; Y. Savón; D. Wilson; N. Fonseca; J. M. Pérez; C. Fernández; R. Hernández; M. Rodríguez. 2016. Resiliencia a sequía sobre bases agroecológicas. Sistematización de un proceso de coinnovación participativa. Provincia de Guantánamo, Cuba. Ed. OXFAM, Gobierno Belga, CITMA, ANAP. Guantánamo. 143p.
- Zuluaga, Gloria Patricia; Aura Luz Ruiz; Elizabeth Cristina Martínez. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. En: *Agroecología y resiliencia agroecológica. Adaptándose al cambio climático*. Pp. 43-59. Ed. Clara I. Nicholls, Leonardo A. Ríos y M. A. Altieri. REDAGRES, CYTED, SOCLA. Medellín, Colombia.

# CREANDO RESILIENCIA SOCIO-ECOLÓGICA: DOS EJEMPLOS DESDE BOLIVIA

*J. Carlos Escalera<sup>1</sup>, Johanna Jacobi<sup>2</sup>,*

*<sup>1</sup>Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia y Fundación VIDA. Email: jucavida@hotmail.com. <sup>2</sup>Centro para el Desarrollo y el Medio Ambiente, Universidad de Berna. Email: Johanna.jacobi@cde.unibe.ch*

## Resumen

Este artículo introduce dos investigaciones que complementariamente resaltan alternativas para seguir construyendo resiliencia socioecológica en Bolivia. El primer caso es la producción diversificada de coca en los Yungas de La Paz, la cual aporta en la construcción de la resiliencia mediante la reducción de la erosión de suelo, estrés hídrico, pérdida de materia orgánica y deslizamientos. A nivel económico, la coca juega un rol fundamental en la economía familiar, y culturalmente es importante para diferentes clases de rituales. El segundo caso describe el diálogo de conocimientos y consensos comunales para la resiliencia al cambio climático en dos valles de altura, Agoyu Jirapata en el Departamento de Potosí, y Chomoco en el Departamento de Cochabamba. Las experiencias tienen como aspecto común la necesidad de la auto-organización en forma de diálogo y análisis conjunto para avanzar hacia la adaptación a factores externos como el cambio climático, ya sea a nivel familiar (caso de producción de coca en sistemas agroforestales) o a nivel comunal (caso de Agoyu Jirapata y Chomoco). Esto se relaciona con el hecho de que los efectos del cambio climático no solo son de índole ecológico, sino también se materializan en los diferentes ámbitos de las dinámicas de vida, como por ejemplo, la organización del manejo del predio y los conocimientos aplicables ante contextos cambiantes.

**Palabras clave:** Resiliencia, agroecología, sistema agroforestal, variación climática, Bolivia.

## Summary

This article introduces two research studies which show alternatives for social-ecological resilience building in Bolivia in a complementary way. The first case refers to the diversified production of coca in the Yungas of La Paz, which contributes to resilience through the reduction of soil erosion, water stress, loss of organic matter, and even landslides. In economic terms, coca leaves play an important role for local families, and they are culturally important e.g. in different rituals. The second case describes a dialogue of wisdom and communal consensus for resilience to climate change impacts in two high-altitude valleys, Agoyu Jirapata in the Potosí Department and Chomoco in the Cochabamba Department. These experiences underline the need for more self-organization in the form of creating a dialogue and joint analysis to advance adaptation to external stress factors e.g. from climate change, be it on family levels (as in the case of coca production in agroforestry systems), or at the communal level (as in the case of Agoyu Jirapata and Chomoco). The two cases also relate to the fact that climate change has not only ecological impacts, but

also materializes in different areas of life, such as organization of land management and applicable knowledge face to changing conditions.

**Key words:** Resilience, agroecology, agroforestry systems, climate variability, Bolivia

## Introducción

El concepto de resiliencia socioecológica puede definirse desde varios niveles de análisis, como cultural, o económico, sin embargo, un concepto integrador de estas diversidades, define como la propiedad de un sistema de retener su estructura organizativa y productiva después de una perturbación (Holling 1973, Lin 2011). Se puede conceptualizar como la capacidad de un sistema de absorber *shocks*, aunque también enfatiza la velocidad y capacidad de recuperación de una disturbancia (Altieri 2013). En Bolivia, el concepto ha sido implementado para, entre otros, analizar sistemas agroforestales de cacao en comparación con monocultivos, según sus aportes a los diferentes componentes de resiliencia: capacidad de amortiguación, auto-organización y capacidad de aprendizaje y adaptación (Jacobi et al. 2014). La resiliencia socioecológica hace énfasis en la interfaz de aspectos sociales y ecológicos, y enfoca la construcción de fortalezas en contrapeso a los factores de vulnerabilidad. El enfoque de sistemas socioecológicos permite un abordaje integral, y se hace particularmente relevante en el análisis de prácticas agroecológicas en Bolivia, donde una gran parte se basan en saberes ancestrales y alta diversidad biocultural (Catacora-Vargas et al. 2015). Una expresión de ello son los bio-indicadores para la predicción climática, que representan estrategias ancestrales para la planificación de la producción, adelantando o retrasando las siembras en función al pronóstico de año lluvioso o año seco.

En los siguientes casos exploramos dos ejemplos de manejo agroecológico en el país basado en conocimientos tradicionales-locales. Uno proviene de los andes tropicales de Yungas, y otro desde dos valles de altura en Potosí y Cochabamba. Se describen sus implicaciones para la resiliencia socioecológica frente a las amenazas que hoy afronta la agricultura familiar, especialmente el cambio climático.

## Metodología

Los casos aquí presentados son el resultado de dos procesos de investigación. El primero, referente a la

producción de coca ecológica en sistemas agroforestales se realizó en la comunidad la Glorieta y en Coroico en el Departamento de La Paz en el período de mayo-agosto del 2014 en el marco de un proyecto más amplio sobre el estado de la agroforestería en Bolivia (Jacobi 2016). Se visitaron tres predios de coca y a través de entrevistas semi-estructuradas con cinco agricultores/as se aplicó el método participativo en el cultivo de coca en sistemas agroforestales diversificados en diferentes comunidades de los Yungas.

El segundo caso sobre el manejo de eventos climáticos en zonas de altura, se realizó en el período de 2014 - 2015 en las comunidades de Aqoyu Jirapata en Potosí y Chomoco en Cochabamba Bolivia. La investigación consistió en una sistematización de testimonios campesinos y convivencia plena con la participación del 100% de las familias de ambas comunidades. Complementariamente, se utilizaron datos climáticos sobre de fuentes secundarias desde el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAHMI).

## Resultados y discusión

### Caso 1. El cultivo agroforestal de coca en los Yungas de Bolivia

En los Yungas de La Paz en Bolivia, que conforman la zona de transición entre el Altiplano y la Amazonia, la coca (*Erythroxylum coca*) es uno de los cultivos más antiguos e importantes desde épocas pre-incaicas. En Bolivia, la coca es uno de los cultivos con mayor significado socio-cultural, como ser en diferentes rituales. Hoy en día, alrededor de 14 mil hectáreas o 55% de la tierra cultivada en los Yungas se destinan a su cultivo. Su producción contribuye en más del 80% del valor económico de la producción agrícola en la región (Álvarez 2015). A nivel familiar, su relevancia también es significativa, especialmente tomando en cuenta los altos precios de la hoja de coca, los cuales históricamente son estables. Por ejemplo, durante la más severa etapa de inflación en Bolivia entre el 1980 y 1985, sus precios se mantuvieron invariables.

La relevancia económica y la demanda internacional han provocado el cultivo intensivo de la coca, la mayoría en monocultivo muchas veces emplazados en laderas muy inestables (Figura 1). Los resultados son la degradación de los suelos, deslizamientos de terrenos, abandono de la producción de alimentos, pérdida de biodiversidad, y alto uso de agroquímicos con los correspondientes efectos dañinos para la salud humana, los sistemas de vida, los suelos y los cuerpos de agua. Es así que bajo el actual sistema de producción, la coca se ha convertido en una amenaza para los ecosistemas y la salud pública. Por otro lado, los monocultivos en los Yungas son altamente vulnerables a impactos del cambio climático, no solamente por efectos adversos como sequías y el aumento en la frecuencia de otros eventos climáticos extremos que afectan a los suelos y cultivos desprotegidos, sino también por el aumento de olas de calor que disminuyen las horas de trabajo en la región de los Yungas.

Sin embargo, la coca tiene ventajas agronómicas respecto a otros cultivos. Entre ellas está su menor demanda de nutrientes en comparación a otros, como maíz; por lo que la coca puede crecer en suelos de baja fertilidad. Además, el género *Erythroxylum* que se origina en el sotobosque, es apto para crecer en la sombra de otras plantas. Tradicionalmente, la coca fue cultivada en pequeñas extensiones con otras especies como la yuca (*Manihot esculenta*), maíz y árboles del género *Inga*, que brindaron sombra a las plantas jóvenes, disminuyendo la erosión de los suelos particularmente en las fuertes inclinaciones de los Yungas. En algunos municipios, se puede aún observar que otros cultivos de subsistencia se cultivan junto con la coca. Jacobi (2016) reporta experiencias de producción de coca diversificada, por ejemplo con chími (nombre científico no identificado), una leguminosa de hojas menudas que mejora el suelo y proporciona semi-sombra. Otras asociaciones se establecen con sikili (*Inga spp.*) y ceibo (*Erythrina poeppigiana*), los cuales proporcionan humedad y fijan nitrógeno en el suelo. Según estas experiencias, una planta de coca puede tener un ciclo productivo de hasta 80 años cuando está asociada con otros cultivos. Mientras que en monocultivo, el período de vida alcanza de 10 a 15 años. La experiencia caracterizada incluye arbustos y hierbas como barbasco (*Dioscorea composita*), wakataya (*Tagetes minuta*) y kirquiña (*Porophyllum ruderale*) alrededor de las parcelas de coca como plantas repelentes contra plagas (Figura 1).

En una cooperación entre la Asociación Departamental de Productores de Hoja de Coca de La Paz (ADEPCOCA), la ONG Ecotop y la Asociación de Organizaciones de Productores Ecológicos de Bolivia (AOPEB) se ha trabajado entre el 2007 y 2012 con más de 200 familias en la diversificación de coca bajo sistemas agroforestales dinámicos con certificación orgánica. Es decir, en sistemas complejos donde se toma en cuenta la sucesión natural, cuyos principios son densidad y diversidad de plantas, junto con podas intensas para aumentar la materia orgánica aplicada al suelo.

Hoy en día el cultivo diversificado de coca es practicado por más de 300 familias cocaleras en los Yungas. Dado su potencial, este tipo de manejo representa una oportunidad de producción para 13,500 familias, especialmente para aquellas que cultivan la coca en áreas protegidas, y para las nuevas parcelas de coca que sin duda se implementarán con una nueva ley en elaboración que permitirá aumentar el área legal del cultivo de la coca en Bolivia de 12 mil a 22 mil hectáreas<sup>1</sup>.

La producción diversificada de coca aporta en la construcción de la resiliencia socioecológica. Por un lado, por su contribución en la reducción de la erosión de suelo, estrés hídrico, pérdida de materia orgánica, e incluso deslizamientos a gran escala. A nivel económico, la coca juega un rol fundamental en la economía familiar por su demanda constante en el mercado, precio estable y alto, cosechas regulares (cada tres meses) y su bajo carácter percedero, entre otros. Según el concepto de resiliencia socioecológica que se ha trabajado en Bolivia por Jacobi et al. (2014), estos factores contribuyen a la capacidad de amortiguación de los agroecosistemas.

La capacidad de auto-organización –una segunda dimensión de la resiliencia socioecológica– es alta en los Yungas a través de la organización ADEPCOCA. La capacidad de su auto-organización se demuestra, por ejemplo, en su importante rol en la formulación de la nueva ley sobre la superficie de siembra legal de la coca, mencionada anteriormente. Una tercera dimensión de resiliencia es la capacidad de aprendizaje y adaptación.

1 Más información p. ej. en El Deber 18 de junio 2017: Adepcooca determina desconocer la Ley de Coca. <http://www.eldeber.com.bo/bolivia/Adepcooca-determina-desconocer-la-Ley-de-Coca--20170617-0027.html>

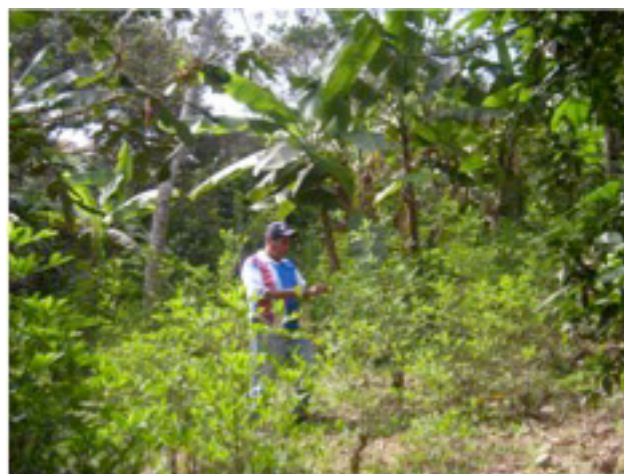


Hasta el momento, su implementación ha sido limitada por requerir apoyo político y económico, especialmente como incentivos para prevenir nuevas plantaciones de coca de monocultivos con la aplicación de altos insumos de agroquímicos. A pesar de esta limitante, se identifican iniciativas y experiencias exitosas de recuperación de conocimientos ancestrales del cultivo diversificado de la coca, integrando las técnicas de la agroforestería dinámica por productores/as cocaleros/as y diferentes organizaciones locales (como Ecotop) y externas (mayormente ONGs). Los productores y representantes de organizaciones entrevistadas resaltaron que existe una demanda de coca ecológica, que puede ser una oportunidad para incentivar cultivos más sustentables y adaptados al cambio climático, al mismo tiempo que produzcan alimentos para las familias yungueñas.

En resumen, la producción de la hoja de coca en

sistemas agroforestales diversificados puede generar beneficios económicos, sociales y ecológicos constantes y estables. El potencial beneficio de un sistema de calidad (por ejemplo, orgánica, comercio justo, ecológica a través de sistemas participativos de garantía, etc.) son aspectos por investigar a más detalle en función de los mercados, incluyendo la exportación a países vecinos. Los principios agroecológicos aplicados en este contexto son principalmente la diversificación, el uso de conocimiento local, la producción de alimentos saludables y la organización social. La diversificación tiene un rol importante por aportar a la seguridad alimentaria local, generar fuentes de ingreso desde diferentes cultivos comerciables cosechados en distintas épocas del año. Sin embargo, el cultivo de la coca diversificada está en peligro de ser olvidada y requiere incentivo y fomento para potenciar su capacidad de adaptación.

**Figura 1. Comparación de sistemas de producción de coca en los Yungas de Bolivia.** *Izquierda:* Erosión en un monocultivo de coca. *Derecha:* Coca en un sistema agroforestal joven. Fotografías: Ecotop.



## Caso 2. Diálogo de conocimientos y consensos comunales para la resiliencia al cambio climático en zonas de altura

La experiencia descrita a continuación corresponde a dos comunidades de los valles de altura: Agoyu Jirapata en el Departamento de Potosí, y Chomoco en el Departamento de Cochabamba (Figura 2). La población de ambas comunidades son de origen quechua. La agricultura practicada es de subsistencia a secano.

Para los/as agricultores/as campesinos/as de Aqoyu

Jirapata y Chomoco, un punto de discusión y análisis en sus reuniones sindicales mensuales es cómo los agroecosistemas podrán continuar produciendo si las parcelas son impactadas por sequías, heladas o granizadas. En éstas reuniones, se analiza e intercambia un conjunto de experiencias de estrategias y técnicas locales orientadas a atenuar los impactos del desajuste climático. Se evalúan bio-indicadores de predicción climática, se proyectan (o predicen) las características del año agrícola (seco, lluvioso, heladas, granizadas) concertando culturalmente las estrategias a seguir, como ser el fortalecimiento de los agroecosistemas respecto a: (i) la biodiversidad

local, (ii) la predicción climática concertada, y (iii) los consensos comunales en la planificación predial, la cual toma en cuenta la estructura familiar, principalmente la disponibilidad de la fuerza de trabajo.

En las dos comunidades mediante talleres colectivos, testimonios individuales con hombres y mujeres, el total de la población concertó que las probabilidades de mayor ocurrencia de desajustes climáticos en los sistemas de producción, son diferentes en la comunidad de Aqoyu Jirapata, donde las familias enfrentan problemas de (en orden de jerarquía) sequías, heladas y granizadas, mientras que en Chomoco la jerarquía es diferente (heladas, granizadas y sequía). A continuación se describen las estrategias de resiliencia comunal a estos factores anteriormente mencionados.

Grandes interrogantes que surgen anualmente entre los/as agricultores/as campesinos/as giran alrededor de cómo es posible predecir el comportamiento climático para un determinado ciclo. En la búsqueda de respuestas a preguntas de esta índole, los datos meteorológicos son importantes pero limitados. Está comprobado que los datos provistos por las estaciones agrometeorológicas orientan, pero no definen las estrategias productivas a seguir. En otros casos, los datos de las estaciones no coinciden con las observaciones campesinas, por ello la relevancia del conocimiento y percepciones locales en los procesos de adaptación al cambio climático. Los siguientes párrafos se enfocan en la descripción de dichas percepciones.

Resiliencia a sequía y heladas en las aynoqas familiares en Aqoyu Jirapata ¿Llueve más o llueve menos en la comunidad de Aqoyu Jirapata? Analizando los datos para un periodo de siete años con información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)<sup>2</sup> del Departamento de Cochabamba, se ha reportado que en la comunidad se ha incrementado la precipitación. Sin embargo, es insuficiente la información histórica proyectada por la institución para el periodo de análisis, tomando en cuenta que la precipitación anual mínima en Aqoyu Jirapata se registró en el 2010 con 453 mm, y la máxima en el 2012 con 1.317 mm. Complementariamente, el análisis testimonial o las denominadas “hipótesis campesinas” formuladas según la percepción colectiva, precisa que existen lluvias intensas en periodos cortos seguida por largos veranos, lo que genera alta incertidumbre productiva durante el ciclo agrícola.

La comunidad de Aqoyu Jirapata cuenta con siete *aynoqas*<sup>3</sup> comunales en diferentes niveles de enclave altitudinal, desde los 3.300 hasta los 3.900 msnm. Este sistema de producción combinando con los indicadores de predicción climática para “año seco” o “año lluvioso”, ha establecido un patrón de estrategias tomando en cuenta

2 Información solicitada en el año 2015.

3 *Aynoqas* son sistemas comunales indígena campesinos de producción en las tierras altas y valles.

**Figura 2. Paisajes de construcción de resiliencia socioecológica.** *Izquierda:* Aynoqas comunales en la comunidad Aqoyu Jirapata, Potosí. *Derecha:* Sistemas productivos familiares en la comunidad de Chomoco, Cochabamba. Fotografías: Carlos Escalera.



múltiples factores: El tipo de aynoqa en producción, el cultivo, la altitud en la que se ubica la aynoqa, el tipo de suelo y las siembras en ladera en surcos con pendiente cero, localmente llamados “surco trancado”. Esta última es una práctica generalizada en la comunidad para los años secos, transmitida y replicada de generación en generación. Se establece en suelos arcillosos (llinkis en quechua) o en tierras en descanso (phurumas).

Las estrategias locales mencionadas aportan a la resiliencia a la sequía, el principal problema climático percibido en Agoyu Jirapata. Las mismas son divulgadas en la actualidad en talleres, encuentros y faenas agrícolas, lo que las hace vigentes en la comunidad, al tiempo de fortaleciéndola en la gestión productiva a las familias campesinas.

### Recuadro 1.

Hasta hace 30 años en las dos comunidades – Agoyu Jirapata y Chomoco, era imposible realizar dos siembras al año por problemas de heladas. En la actualidad existen dos siembras, una de primavera – verano (septiembre a mayo) y otra siembra de invierno (junio a octubre). La adecuada planificación predial y consensos culturales para definir adelantar o retrasar siembras, son estrategias comunales al cambio en el patrón de heladas. Estas incluyen el manejo de la diversidad de tipo de suelos en ladera y pampa; combinado con la adecuada selección de semillas según el tipo de suelos. Ello ha permitido afianzar gradualmente las estrategias colectivas para enfrentar desajustes climáticos locales.

¿Ha disminuido la temperatura en la comunidad de Agoyu Jirapata? Las observaciones e “hipótesis campesinas” respecto a las temperaturas mínimas resultan en dos afirmaciones. La primera es que “no hace frío como antes” porque las heladas no llegan con tanta intensidad. La segunda, es que las heladas llegan de manera tardía, lo que ha modificado las estrategias de producción y planificación agrícola. El conocimiento de este comportamiento climático representa un fortalecimiento de las capacidades de adaptación. Por ejemplo, hasta el año 1970 la comunidad no sembraba trigo debido a las heladas que no permitían el éxito de los cultivos. Sin embargo, a partir de 1975 se iniciaron los primeros ensayos hasta llegar al año 2013 con la siembra generalizada de este cultivo, respaldando la afirmación campesina de que “las heladas ya no son tan fuertes como antes”. Esto ha permitido a la comunidad el manejo de nuevos cultivos y variedades en los últimos años. Una dinámica similar ha seguido el maíz, cultivo que hasta los años 90s no era factible su producción. Actualmente, su siembra es generalizada en la comunidad.

*Resiliencia a los cambios de temperatura en Chomoco.* ¿Hace más frío o el clima se ha calentado más en Chomoco? Según los testimonios campesinos/as, ya no hace frío como antes. Realizando un análisis de la información meteorológica por un periodo de 28 años, la temperatura se ha incrementado ligeramente y las temperaturas mínimas han disminuido en intensidad en la comunidad de Chomoco.

El análisis específico de resiliencia comunal ante la presencia de heladas muestra que se han modificado los eventos extremos de temperaturas mínimas diarias que se concentran en los meses de junio, julio y agosto. Esto ha permitido a la comunidad ingresar a un segundo ciclo de producción en invierno, o *mishka* como se denomina en quechua.

Empero, el éxito de un determinado cultivo para la altitud de la comunidad de Chomoco (ubicado a 3.400 msnm), no depende exclusivamente de la temperatura promedio anual o mensual, sino de los eventos extremos durante el ciclo agrícola. El siguiente testimonio, contrastado con datos meteorológicos, reafirma las estrategias de adaptación en la comunidades: “ahora ya podemos sembrar en dos ciclos de producción [...] [además de la siembra de primavera, o] jatun tarpuy en las tierras de ladera”. Con este cambio, en primavera se siembra principalmente papa, mientras que en invierno o *mishkas*, se siembran haba y papa. Hasta hace 50 años atrás, este ciclo productivo no era posible.

Desde que la comunidad ha comenzado a trabajar en dos ciclos de producción para las siembras *mishka*, se ha implementado el sistema de riego combinando la presencia de veranos largos (14 días sin precipitación) y variedades locales resistentes a sequías, como por ejemplo la variedad local de haba (*Vicia faba*) “*kinsa killero*”. Esto se ha convertido en un conocimiento práctico ya habitual en la comunidad.

En Chomoco, existe un alto nivel de escepticismo para implementar sistemas de alerta temprana al igual o parecido al de otras comunidades de Bolivia. Esto por el enclave fisiográfico en el que se encuentra, que determina una gran variabilidad e imprecisión climática, y que además dificulta el divisar la aproximación de eventos climáticos. Por ejemplo, al estar rodeada de altas montañas encerrando los valles de altura, en la comunidad es difícil divisar el acercamiento o alejamiento de granizadas.

### **Prácticas resilientes más allá de los diagnósticos de predicción climática.**

Los sistemas de producción descritos de las dos comunidades son un laboratorio continuo de micro ensayos familiares y comunales campesinos de resiliencia a cambios climáticos. Ello implica una fortaleza cultural del manejo territorial a través del continuo monitoreo técnico con indicadores locales que responden a las “hipótesis campesinas”. Sin embargo, este manejo va más allá de bio-indicadores, sino consiste en el manejo del agroecosistema y la organización socio-económica alrededor del mismo. Por ello, un aspecto fundamental a discutir en diferentes ámbitos técnicos de campo e investigativos, son los alcances conceptuales de la resiliencia socioecológica a los cambios climáticos. En esta perspectiva, en la descripción de las experiencias comunales, se entiende a la resiliencia como “la capacidad de los ecosistemas de sobreponerse de manera auto-gestionada a las condiciones climáticas, ya sean de desastre o de un cambio gradual. Por supuesto, que se entiende que para otros ámbitos la resiliencia se interpreta como un “manejo tecnológico del cambio climático”. Para los/as campesinos/as de Aqoyu Jirapata y Chomoco, la resiliencia se describe como un proceso de adaptación: “así nos hemos ido acostumbrando y viviendo”, indican algunas narrativas. Para los/as campesinos/as de Chomoco la resiliencia climática es entendida “como el cambio de vida”.

### **Conclusión: Insumos para el análisis de las oportunidades de construcción de la resiliencia socioecológica**

Las experiencias descritas tienen como aspecto común la necesidad de diálogo y análisis conjunto para avanzar hacia la adaptación al cambio climático, ya sea a nivel familiar (caso de producción de coca en sistemas agroforestales) o a

nivel comunal (caso de Agoyu Jirapata y Chomoco). Esto se relaciona con el hecho de que los efectos del cambio climático no solo son de índole ecológico, sino también se materializan en los diferentes ámbitos de las dinámicas de vida, como por ejemplo, la organización del manejo del predio y los conocimientos aplicables ante contextos cambiantes. Esto se relaciona con el carácter global pero de impactos y adaptaciones locales de la variación climática.

Por otro lado, muchas de las adaptaciones en las zonas rurales toman en cuenta múltiples factores. Entre ellas resalta el factor socioeconómico, como ser la respuesta a los mercados en función de los ajustes de y en los ciclos productivos. Desde esta perspectiva, la construcción de la resiliencia socioecológica no se restringe a la reducción de vulnerabilidades específicas, sino a un manejo integral considerando varios factores de riesgo y fortalezas. Es también por ello, que la percepción y valoración de las afectaciones del cambio climático, se definen según el contexto socioeconómico. Esto hace que varíe su valoración como positiva o negativa. Es el caso presentado desde Agoyu Jirapata, donde el cambio climático más allá de introducir aspectos de vulnerabilidad, contribuye al surgimiento de una segunda temporada agrícola, lo que aporta en una dinámica agrícola más intensa y con ello mayores ingresos y estabilidad económica anual. Empero, ello resulta positivo por la adaptación de base agroecológica, que aspira a armonizar con los procesos ecológicos cambiantes. Adicionalmente, el cambio climático (expresado en la disminución de heladas y la correspondiente ampliación de la diversidad de cultivos) viene acompañada por el incremento en la necesidad de mano de obra para manejar la agrobiodiversidad. Esto genera una mayor demanda y oportunidad de trabajo.

### **Agradecimientos**

Georgina Catacora-Vargas colaboró en la estructuración y edición del texto.

### **Referencias**

- Altieri M. 2013. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agro ecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. In Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático (Nicholls C, Altieri M, Ríos L, eds). Medellín: REDAGRES, pp. 95-96.
- Álvarez Carranza H. A. 2015. Diversificación de la producción y el

- cultivo de coca en los Yungas del Departamento de La Paz, 2002-2012 Tesis de Grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Catacora-Vargas G, Piepenstock A, Sotomayor C, Cuentas D, Cruz A, Delgado F. (2015). Del Conocimiento Indígena y Campesino a la Regulación Nacional: Breve Reseña de la Historia de la Agroecología en Bolivia. *Agroecología* 10 (2): 85-92.
- Escalera JC. 2015. Resiliencia al Cambio Climático, Territorios, Comunidades Estrategias Campesinas. Cochabamba: Fundación Vida.
- Holling CS. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:1-23.
- Jacobi J, Lohse L, Milz J. in press. El cultivo agroecológico de la coca en sistemas agroforestales dinámicos en los Yungas de La Paz, Bolivia. In ¡Los sistemas agroforestales del trópico americano, su pasado, presente y futuro: una mirada biocultural! Del Amo Rodríguez S. (Ed.): Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Jacobi J. 2016. Agroforestry in Bolivia: Opportunities and Challenges in the Context of Food Security and Food Sovereignty. *Environmental Conservation* 43(4):307-316.
- Jacobi J, Schneider M, Pillco Mariscal M, Huber S, Weidmann S, Rist, S. 2014. La contribución de la producción del cacao orgánico a la resiliencia socio-ecológica en el contexto del cambio climático en el Alto Beni – La Paz. *Acta Nova* 6 (4): 1-33.
- Lin BB. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *Bioscience* 61:183-193.
- Rist S, Jacobi J. 2013. Resiliencia Socio-Ecológica y Adaptación al Cambio Climático – Perspectivas de Alineamiento de Políticas entre Bolivia y Suiza. Reporte de Taller. La Paz: Swiss Agency for Development and Cooperation and Centre for Development and Environment.



Editores:

**Clara I. Nicholls, Ph.D.** Profesora Universidad de California, Berkeley. Coordinara Regional de la Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático y Presidenta de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).

**Miguel A A. Altieri**, Profesor Emérito de Agroecología, Universidad de California, Berkeley y Presidente Honorífico de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).

