



Avances
ISSN: 1562-3297
ISSN: 1562-3297
avances@ciget.vega.inf.cu
Instituto de Información Científica y Tecnológica
Cuba

Respuestas adaptativas de comunidades campesinas ante los efectos del cambio climático, Parque Nacional Viñales

Martínez Maqueira, Yoel; Gómez Sal, Antonio; Castro Barrio, Ernesto Miguel; Castro Barrio, Ana María; Hidalgo Díaz-Maroto, Ignacio Javier

Respuestas adaptativas de comunidades campesinas ante los efectos del cambio climático, Parque Nacional Viñales

Avances, vol. 22, núm. 3, 2020

Instituto de Información Científica y Tecnológica, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869117005>

Respuestas adaptativas de comunidades campesinas ante los efectos del cambio climático, Parque Nacional Viñales

Yoel Martínez Maqueira
Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales. Ecovida,
Pinar del Río, Cuba
yoel@ecovida.cu

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869117005>

Antonio Gómez Sal
Universidad de Alcalá de Henares, España
dpto.ccvida@uah.es

Ernesto Miguel Castro Barrio
Universidad de Pinar del Río, Cuba
emferro@nauta.cu

Ana María Castro Barrio
Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales.
ECOVIDA. Pinar del Río, Cuba
germy@ecovida.cu

Ignacio Javier Hidalgo Díaz-Maroto
Escuela Politécnica Superior de Lugo, España
ignacio.diazmaroto@usc.es

Recepción: 17 Enero 2020
Aprobación: 22 Abril 2020

RESUMEN:

Con el desarrollo de la Revolución Verde se intensificó la agricultura, con el objetivo de asegurar una producción de alimentos abundante y segura, sin tener en cuenta los recursos naturales, la agrobiodiversidad y que el clima no cambiaría con la aplicación de estas medidas intensivas en la agricultura, siendo este modelo insostenible y dependiente de recursos externos. Es por ello que es necesario transitar hacia una agricultura agroecológica, introducción de tecnologías eficientes, desarrollo de inversiones en adaptación y mitigación, y cambios en las conductas de consumo a nivel global. El estudio permite realizar una evaluación de las experiencias validadas en comunidades campesinas, mediante la introducción de nuevas prácticas agroecológicas y el diseño de sistemas agrícolas más resistentes y sostenibles en la zona de amortiguamiento y socioeconómica del área protegida Parque Nacional Viñales. En el trabajo se hace una comparación de los usos y cambios de la tierra, a partir de la evaluación de indicadores de sustentabilidad, aplicando técnicas agroecológicas como respuesta y adaptación de los campesinos ante el cambio climático, desde el 2005 al 2019, y su transformación agroecológica a través de la introducción de nuevos métodos de agricultura sostenible, así como evaluar el nivel de resiliencia de cada finca, con el apoyo del Centro de investigaciones y Servicios Ambientales y el Programa Global de Pequeñas Donaciones y la Asociación de Agricultores Pequeños.

PALABRAS CLAVE: Innovación, agroecología, agrobiodiversidad, cambio climático.

ABSTRACT:

With the Green Revolution's development, agriculture was intensified with the aim of ensuring abundant and safe food production, without taking into account natural resources, agrobiodiversity, and the climate would not change with the application of these intensive actions in agriculture, this model is being unsustainable and dependent on external resources. That is why it is necessary to move towards agroecological agriculture, introduction of efficient technologies, development of investments in adaptation and mitigation, and changes in global consumption. The study allows an evaluation of the experiences validated in rural communities, through the introduction of new agroecological practices and the design of more resistant and sustainable agricultural systems in the buffer zone and socioeconomic area of the Viñales National Park protected area. The work compares land uses and changes, based on the evaluation of sustainability indicators, applying agroecological techniques as a response and

adaptation of farmers to climate change, from 2005 to 2019, and its agroecological transformations through the introduction of new methods of sustainable agriculture, as well as assessing the resilience level of each farm, with the support of the Center for Research and Environmental Services and the Global Small Grants Program and the Association of Small Farmers.

KEYWORDS: Innovation, agroecology, agrobiodiversity, climatic change.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados en los últimos años refieren un aumento acelerado de la temperatura media anual en la tierra, que según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) asciende a 0.75°C comparado con la temperatura registrada en el año 1850. El IPCC advierte que de seguir emitiendo grandes cantidades de GEI tales como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) o los óxidos de nitrógenos (N_2N), la temperatura del planeta podría aumentar hasta 6°C durante el siglo XXI, alterando de forma negativa la vida en la tierra, no sólo para los ecosistemas, sino también para la humanidad IPCC (2014).

Nicholls y Altieri (2017), expresan que de acuerdo al Informe del IPCC se 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.

Las observaciones del desempeño agrícola después de eventos climáticos extremos durante las últimas dos décadas han revelado que la resiliencia a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con el nivel de biodiversidad en la granja (Lin, 2011). La mayoría de los científicos están de acuerdo en que un atributo básico para la sostenibilidad agrícola es mantenimiento de la diversidad del agroecosistema en forma de arreglos espaciales y temporales de cultivos, árboles, animales y biota asociada. Cada vez más, la investigación sugiere que el rendimiento y la estabilidad del agroecosistema dependen en gran medida del nivel de biodiversidad vegetal y animal presente en el sistema y su entorno. Hoy, un desafío importante que enfrenta la humanidad es cómo lograr una agricultura sostenible que proporcione suficientes alimentos y servicios ecosistémicos para las generaciones presentes y futuras en una era de cambio climático, aumentando los costos del combustible, las tensiones sociales causadas por los aumentos de los precios de los alimentos, la inestabilidad financiera y la aceleración del medio ambiente y su degradación.

Entre los sectores más vulnerables antes estos efectos se encuentran los pequeños productores agrícolas, ya que estos dependen de los recursos naturales para desarrollar sus actividades económicas, siendo más vulnerables las poblaciones rurales y campesinas, provocando en ello modificaciones en sus formas de vida y medios de producción agrícola. Según Altieri y Nicholls (2009), la población rural más pobre vive en áreas expuestas y marginales, y en condiciones que los hacen muy vulnerables a los impactos negativos del cambio climático, pues por menos insignificante que sea el cambio, puede tener un impacto desastroso en sus vidas y medios de sustento. Sin embargo, resultados de investigaciones recientes por el autores antes mencionados sugieren que muchos agricultores se adaptan, minimizando las pérdidas en productividad mediante la mayor utilización de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, entre otras técnicas, contribuyen a la sostenibilidad del agroecosistema y con ello minimizar las pérdidas de sus cultivos ante los impactos negativos del cambio climático.

Nicholls (2015), plantea que 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 las innovaciones la base sobre la cual las comunidades vulnerables pueden utilizar y movilizar para diseñar sistemas agrícolas que se tornen cada vez más resilientes a los extremos climáticos.

Los sistemas de producción campesina son muy vulnerables al cambio climático, a la vez que representan un acervo rico de conocimientos, prácticas, diversidad de semillas criollas, y procesos de innovación, adaptación y cooperación frente a los mismos fenómenos. Existen muchas estrategias que las familias campesinas y comunidades locales han utilizado, y siguen utilizando, para enfrentar la variabilidad del clima, que sirven como experiencia y buenas prácticas hacia otras comunidades y regiones campesinas, como sistemas innovadores mediante la utilización del conocimiento tradicional y los nuevos conocimientos científicos.

Según Henao (2013); Henao, Altieri y Nicholls (2017); Altieri *et al.* (2015), desarrollaron un importante y sencillo método participativo para evaluar riesgos y plantear medidas para aumentar la resiliencia en parcelas campesinas. Lo crucial de su método es que se aplica de manera participativa con el/la campesino/a, su familia, un grupo de campesinos/as, y/o un grupo comunitario. El método promueve que la gente se apropie de su sistema de producción, al fortalecer la toma de decisiones propias a los efectos del cambio climático, que ponen en riesgo la producción de alimentos, la forma de vida y la herencia cultural (Smith & Vivekanda, 2009; Rosset & Martínez, 2016).

Igualmente Henao (2013); Altieri y Nicholls (2013), Nicholls, Ríos y Altieri (2013) y Altieri (2013), Altieri *et al.* (2014), Altieri *et al.* (2015) expresan que este método participativo mediante un enfoque socio ecológico, lo esencial es el nivel de parcela y su interrelación entre la familia, las relaciones sociales y el estudio de las parcelas a nivel de finca. Es por ello importante a tener en cuenta el conocimiento tradicional del agricultor y su finca desde el inicio de la evaluación de la sustentabilidad.

De acuerdo con Gómez (2013), la agricultura es un sistema de producción, pero con derivaciones sociales y culturales evidentes que actúa todo caso sobre un conjunto de ecosistemas seminaturales (agroecosistemas) que constituyen un distintivo, el acervo que acompaña a la humanidad como especie a la vez cultural y biológica. Es por ello que el mismo autor expresa la importancia e interrelación entre la agricultura y la ecología, como un sistema de producción integrado y biodiverso en el amplio contexto de conocimientos de los sistemas agrarios y las implicaciones de la agricultura en la problemática del desarrollo sostenible y la sostenibilidad (Gómez, Belmontes & Nicolau, 2003; Gómez, 2013).

Según Gómez (2013), desde muy temprano muchos investigadores han trabajado en las relaciones entre la agricultura y la ecología y sus relaciones sistémicas destacándose la noción de agrobiosistema.

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).

El objetivo de la investigación es realizar una evaluación de las experiencias validadas en comunidades campesinas, mediante la introducción de nuevas prácticas agroecológicas y el diseño de sistemas agrícolas más resilientes y sostenibles en la zona de amortiguamiento y socioeconómica del área protegida Parque Nacional Viñales, así como realizar una comparación de los cambios de uso de los suelos y modificación del paisaje, relacionados con el fortalecimiento de los sistemas agrícolas a través de la introducción de nuevas tecnologías enfocadas al desarrollo agroecológicos desde el 2005 hasta el 2019 y con ello evaluar el nivel de resiliencia de cada finca y qué prácticas agroecológicas conocidas y accesibles por la comunidades se puedan introducir en cada finca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área en estudio

El municipio de Viñales, cuenta con una superficie agrícola en uso, del sector cooperativo campesino, de 10.090,10 ha, lo que representa un 5,41 % de las zonas de amortiguamiento y de influencia socioeconómica,

es decir 5.895,41 ha, estando asociados un total de 751 campesinos en las diferentes estructuras agrícolas existentes: Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS), Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC). El estudio se realizó en la zona de amortiguamiento e influencia socioeconómica del área protegida Parque Nacional Viñales, Distrito Pinarero del Subdistrito Cordillera de Guaniguanico, estando representada por un área de 15.010 ha, de las cuales 11.120 ha pertenecen a áreas núcleo y 3.890 ha forman las zonas de amortiguamiento y el área de influencia socioeconómica.

Se realizaron entrevistas de forma individual y a nivel de grupos de campesinos enfocados tanto en los aspectos ecosistémicos, tecnológicos y socioeconómicos, permitiendo caracterizar a los sistemas agrícolas de manera integral.

La metodología aplicada fue basada en un diagnóstico rural participativo, con el objetivo de conocer las motivaciones, intereses, necesidades y aspiraciones de los implicados. Se asumieron la característica física, geográfica, ambiental, económica, política, social y cultural, para la selección de las áreas temáticas, determinar las variables e indicadores a diagnosticar, aplicación de técnicas para la recopilación de la información y procesamiento de la misma.

Características de la muestra

La selección de las fincas de estudio se realizó al azar, pero de manera sistemática. Además se obtuvieron imágenes utilizando Google Earth en las fincas desde el 2005 hasta el 2019, para evaluar el cambio en los usos de la tierra y la mejora de la agro biodiversidad en los ecosistemas evaluados. Las fincas de estudio son las siguientes: Finca Coco Solo, Finca El Paraíso, Finca El Olivo, Finca La Ensenada y la Cueva. Ubicadas en la zona de amortiguamiento del área protegida.

Las muestras seleccionadas difieren cada una en sus características físicas, químicas, relieve, y representatividad del paisaje, por lo que cada finca es una muestra particular para la investigación a desarrollar.

El desarrollo del estudio se ha utilizado bajo un enfoque cualitativo, mediante la investigación acción participativa para conocer y analizar las capacidades productivas, potencialidades y limitaciones para enfrentarse al cambio climático.

Los componentes de cada finca seleccionada se miden u observan mediante la observación y acción participativa, donde cada campesino elige el área evaluar, sus límites y los parámetros como pendiente, diversidad del paisaje, el suelo, cobertura vegetal, prácticas de conservación, incremento de la materia orgánica, autoconsumo, banco de semillas, alimentación animal y áreas protegidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pequeños productores agrícolas forman parte de los grupos más vulnerables ante los efectos del cambio climático, ya que dependen de los recursos naturales para desarrollar sus actividades económicas, siendo sus poblaciones la de mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, modificando sus formas de vida por efectos del cambio climático.

Atendiendo a lo anterior es importante e imprescindible la realización de estudios locales que muestran las diversas dificultades a las que cada comunidad se está enfrentando y las estrategias de adaptación ante los efectos del cambio climático.

En los últimos años se ha logrado profundizar en la creación de capacidades mediante técnicas agrícolas sostenibles, mediante la búsqueda de estrategias encaminadas a disminuir la dependencia de los productores y campesinos de recursos externos (semillas, tecnologías, combustible, fuerza de trabajo) y la conformación de un modelo de gestión local. Primeramente este modelo condujo a una fuerte resistencia por parte de las estructuras agrarias en las áreas de estudio y en la política tecnológica establecida y no acorde a las regulaciones del área protegida y del sitio Patrimonio Mundial Valle de Viñales, entre los rasgos y características de estos sistemas agrícolas se encuentran:

- Existencia de diferentes sistemas de propiedad y gestión
 - Aplicación combinada de mecanismos de economía planificada y mercantil
 - Modificación progresiva del manejo de los sistemas agropecuarios
 - Cambio tecnológico basado en el uso de tecnologías sostenibles
 - Desarrollo de una economía participativa

Cambios en las estructuras productivas agrarias en el territorio.

Desde 1990 la agricultura cubana se enfrenta a cambios profundos en su estructura agraria.

Parte fundamental de los mismos ha sido la entrega de tierras estatales mayoritariamente ociosas a las cooperativas y familias campesinas. La diversificación, la descentralización y el movimiento hacia la autosuficiencia alimentaria son las tendencias principales de un país que transita de un modelo agrícola convencional, basado en altos insumos y fuertemente subsidiado, a otro alternativo, de bajos insumos y uso intensivo de los recursos naturales disponibles Funes *et al.* (2009), que tiende a formas de producción agrícola familiares, en armonía con la naturaleza y la sociedad. En el caso del área protegida Parque Nacional Viñales, el uso de la tierra, pesar de que la categoría de manejo de Parque Nacional, expresa de que sea escasa o nula las poblaciones, específicamente en esta área se encuentra localizadas 18 asentamientos rurales en la zona de amortiguamiento y de influencia socioeconómica, representada por campesinos y productores agrícolas en su mayoría. En la Tabla 1, se muestra el uso y tenencia de la tierra en el área protegida.

Tabla 1. Estructura agraria y tenencia de la tierra en el área protegida.

No.	Tenencia de la tierra	Superficie (ha)
1	Parque Nacional Viñales	10 698.92
1	Área núcleo con tenencia por campesinos de la zona	491.08
2	Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS)	3820.00
Área total del Parque Nacional Viñales (incluye la zona de amortiguamiento)		15010.0

Elaboración propia.

En la Figura 1, se representan las formaciones vegetales del área protegida, identificándose las zonas de vegetación cultural.

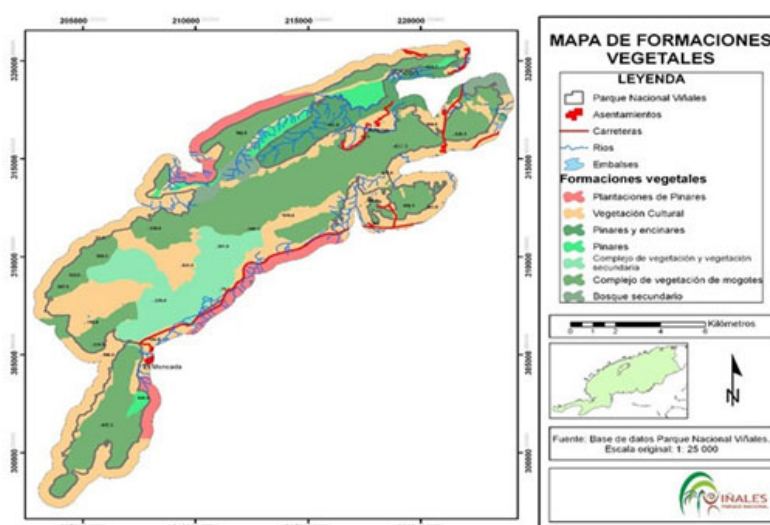


Figura 1. Formaciones vegetales del Parque Nacional Viñales.

Elaboración propia.

A continuación se muestra la Tabla 2 los resultados alcanzados a nivel general en las fincas estudiadas como resultado de la introducción de nuevas tecnologías eficientes, así como la socialización de prácticas agroecológicas, logrando con ello contar con un mosaico agrodiverso y la modificación del paisaje agrícola en el área de estudio.

Tabla 2. Diseño de prácticas resilientes a nivel de paisaje en el proceso de conversión agroecológica.

Resultados alcanzados	Actividades realizadas
Incremento de la biodiversidad y servicios eco sistémicos	Restauración de bosques, creación de embalses para riego, manejo, control de especies exóticas invasoras y conservación de suelos.
Sistemas sostenibles de producción y mayor seguridad alimentaria	Diversificación de paisajes. Agroforestaría, diversificación de sistemas de producción, diversidad de cultivos e integración de cultivos, animales y árboles y establecimiento de bancos de semilla local y sistemas agroecológicos de bajo insumo.
Incremento de los ingresos familiares.	Turismo alternativo, mercados amigables con la conservación de los recursos naturales y alternativas de agricultura de subsistencia
Mejor gobernanza a nivel de paisaje	Gestión participativa, colaboración integrada y establecimiento de redes entre los sistemas agrícolas

Elaboración propia.

Secuencia de la transformación agroecológica de las fincas desde el 2005 al 2019.

Sistema productivo Coco Solo.

El sistema productivo se encuentra ubicado en el Valle de Viñales y zona de amortiguamiento del área protegida Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba, cuenta con una superficie de 4.806 ha, en las cuales se lleva a cabo en 2019 la producción de tabaco, producción de cultivos varios, producción porcina, acuícola y avícola, producción hortícola con técnicas agroecológicas. La finca está rodeada por ecosistema natural (mogote coco solo) y otros sistemas productivos (Figura 2b). Como se observa en la Figura 2a, la finca, en el año 2005 se encontraba totalmente improductiva, debido a no contar con un diseño del sistema productivo con un enfoque agroecológico y diversificación de las producciones y los servicios eco sistémicos.



Figura 2ab. Sistema productivo Coco Solo tradicional y agroecológico.

Elaboración propia.

Sistema productivo El Olivo.

El sistema productivo se encuentra ubicado en la zona de restauración y de influencia socioeconómica, del área protegida Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba, cuenta con una superficie de 13.11 ha, dedicada fundamentalmente a la producción pecuaria específicamente a la cría de cabra estabulada, el establecimiento de sistemas agro silvapastoriles, utilizando especies forrajeras y de alto valor proteico, además de la producción de queso de cabra, una de las especialidades de la finca (Figura 3b).



Figura 3ab. Sistema productivo El Olico sin actividad agrícola y sistema agroecológico.
Elaboración propia.

Es un área de referencia en la producción pecuaria a pequeña escala y la intercalación de producción orgánica de forraje y cultivos agrícolas, fundamentalmente hortalizas y granos a diferencia de la Figura 3a en 2005.

Sistema productivo El Paraíso.

El sistema productivo se encuentra ubicado en la zona de amortiguamiento del área protegida Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba, cuenta con una superficie de 2.98 ha, dedicada fundamentalmente a la producción de hortalizas y degustación de comida criolla tradicional.

La Figura 4a en 2005, muestra un área erosionada sin actividad agrícola con una alta degradación del suelo, era un basurero, sin un manejo adecuado del área, desde el 2008 se entregó mediante usufructúo la tierra para establecer un sistema agrícola mediante uso de técnicas agroecológicas, mediante el uso de terrazas para la conservación del suelo y aprovechamiento de la escasa materia orgánica (Figura 4b).



Figura 4ab. Sistema productivo El Paraíso sin actividad agrícola y sistema agroecológico.
Elaboración propia.

Sistema productivo La Ensenada.

El sistema productivo se encuentra ubicado en la zona de amortiguamiento del área protegida Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, Cuba, cuenta con una superficie de 4.74 ha, dedicada fundamentalmente a la producción de tabaco, cultivos varios y frutales en 2019 (Figura 5b) y un área agrícola muy poco diversificada en el 2005 (Figura 5a).



Figura 5ab. Área agrícola La Ensenada y sistema agrícola diversificado.
Elaboración propia.

Sistema productivo La Cueva.

Finca agrícola en usufructo con la superficie de 2.204 ha, dedicada a la producción de hortalizas, vegetales y cultivos varios.



Figura 6ab. Sistema agrícola La Cueva tradicional, 2005 y sistema agrícola diversificado, 2019.
Elaboración propia.

De forma general en las Figuras 2ab hasta la Figura 6ab, se puede observar el cambio de uso del suelo, así como el incremento de la agrobiodiversidad, así como el empleo de técnicas de conservación de suelos, con la utilización de la práctica del descanso de la tierra o barbecho y la utilización de cultivo de especies leguminosas (*Phaseolus vulgaris* L.) con el objetivo de mejorar y conservar la fertilidad del suelo y la retención de la humedad, logrando contar con una mayor disponibilidad de los nutrientes y agua por los cultivos. En todas se logró introducir el manejo integrado de plagas y enfermedades, a través del control físico, utilizando barreras físicas naturales y/o artificiales, con la ubicación de trampas que usan algún tipo de pegamento para el control de plagas. Ejemplo: control biológico, con la utilización predadores y microorganismos entomopatógenos, uso de las plantas aleopáticas: Ajo (*Allium sativum*). Cebolla (*Allium cepa*). y Manzanilla (*Anthemis novilis*). Bactericida. Además de la introducción de nuevas técnicas agroecológicas como el uso de la diversidad genética local, sistemas de agroforestería y mulching, uso de sistemas agrícolas tradicionales milenarios, asociación de cultivos, cosecha de lluvia, policultivo, conservación de suelo y el extensionismo agrícola rural.

Con el apoyo de proyectos de colaboración internacional, se mejoró e incrementó la agrobiodiversidad en las fincas estudiadas, además del intercambio semillas entre productores, propiciando un elevado conocimiento local e interés de las comunidades rurales en contar con un banco de semillas para el intercambio entre productores.

En la Figura 7, se muestra el incremento de la agro biodiversidad como resultado de la introducción de nuevas variedades resistentes a las condiciones climáticas de la zona y el intercambio local de semillas, propiciando nuevos conocimientos y ocupación por las familias rurales de la importancia de tener cultivo más resistentes a periodos de sequía, plagas y enfermedades y altas temperaturas.

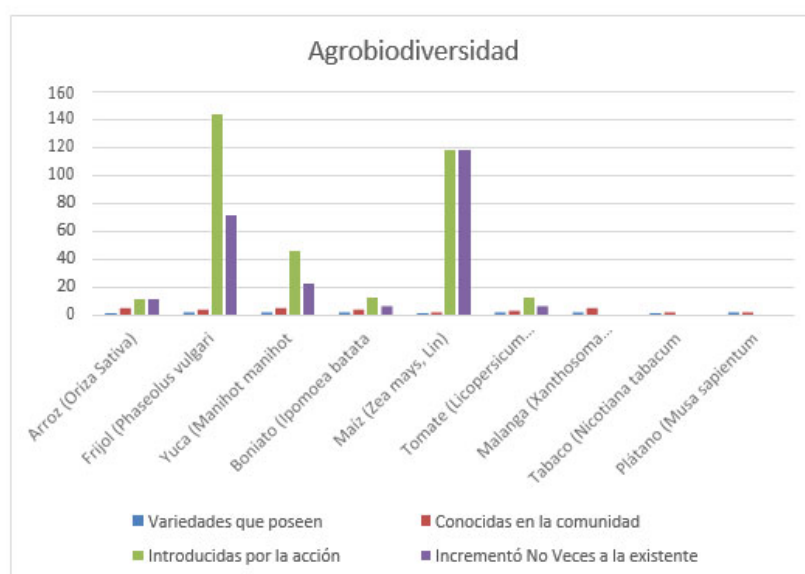


Figura 7. Agrobiodiversidad en las fincas estudiadas.

Elaboración propia.

Se muestra además, como cada finca ha mejorado su agrobiodiversidad, con el diseño y funcionamiento de sistemas agroforestales. En las fincas se aplican medidas relacionadas con sistemas agroforestales, utilizando la cobertura de árboles de frutales y forestales, con el objetivo de proteger a los cultivos de las fluctuaciones extremas en microclima y humedad del suelo, a la vez los campesinos ejercen una influencia sobre el clima conservando y plantando árboles, los cuales reducen la temperatura, velocidad del viento, evaporación, y exposición directa a la luz, en las fincas estudiadas se logró establecer la siembra de café bajo sombra utilizando especies de frutales y forestales, logrando mitigar la variabilidad climática y humedad del suelo.

La conversión de un sistema agrícola tradicional a un sistema agroecológico siguieron tres principios elementales: diversificación (al incluir especies de cultivos, árboles y animales), integración (por el intercambio dinámico y el reciclaje de energía y nutrientes entre los componentes del sistema) y el logro de la autosuficiencia alimentaria. Los resultados alcanzados propiciaron contar sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales, permitiendo diversificar sus producciones y con ello el incremento de los rendimientos agrícolas en condiciones de stress ambiental, contando con altos niveles de agrobiodiversidad, logrando con ello un buen funcionamiento del agroecosistema y su conectividad con el paisaje natural.

La investigación además propició que las familias campesinas valoran de importancia el manejo del riesgo, fortaleciendo la autogestión, conocimiento tradicional, uso de recursos locales y el diseño de sistemas agrícolas productivos más diversificados y recipientes ante los efectos del cambio climático. Los resultados de la investigación corroboran los estudios e investigaciones realizadas por Nicholls y Altieri (2013); Altieri *et al.* (2014), donde expresan los resultados de las estrategias agroecológicas tradicionales (biodiversificación, manejo del suelo y recolección de agua) como pueden implementarse en el diseño y gestión de agroecosistemas que permiten a los agricultores adoptar una estrategia que aumenta la resistencia y proporciona beneficios económicos, incluida la mitigación del calentamiento global.

CONCLUSIONES

Las estrategias agroecológicas implementadas propició un aumento de la producción y sensibilización de las familias campesinas y las comunidades rurales en la conservación de los recursos naturales, generación de empleo, mayor acceso a los mecanismos de comercialización, desarrollo de tecnologías agrícolas sostenibles

basado en los conocimientos tradicionales y los nuevos adelantos de la ciencia y la técnica y su participación activa en el proceso de innovación.

El rescate de los conocimientos tradicionales, como estrategia de manejo sustentable de los recursos naturales y la aplicación de medidas de adaptación con un carácter local, integración del contexto social, cultural y ambiental creó las bases en lograr la soberanía y seguridad alimentaria.

La conversión de un sistema agrícola tradicional a un sistema agroecológico propició implementar y evaluar los tres principios fundamentales: diversificación, integración y el logro de la autosuficiencia alimentaria. La investigación además propició que las familias campesinas valoran de importancia el manejo del riesgo, fortaleciendo la autogestión, conocimiento tradicional, uso de recursos locales y el diseño de sistemas agrícolas productivos más diversificados y recipientes ante los efectos del cambio climático.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A., Koohafkan, P., & Nicholls C. I. (2014). *Strengthening resilience of modern farming systems: A key prerequisite for sustainable agricultural production in an era of climate change*. Third Word Network. Jalan Macalister, 10400 Penang, Malasia.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas. *Leisa Revista de Agroecología*, 24(4), 5-8.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7- 20.
- Altieri, M., Nicholls, C., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change resilient farming systems. *Agron Sustain. Dev.*, 35, 869-890. DOI:10.1007/s13593-015-0285-2
- Funes, R., Monzote, M., Egbert A., & Herman V. K. (2009), Farming Sustainable Mixed Farming Systems in Cuba. *Environment, Development and Sustainabiliity*, 11. DOI: 10.1007/s10668-008-9142-7.
- Gómez, A., Belmontes, & Nicolau J.M. (2003). Assessing landscape values: a proposal for a multidimensional conceptual model. *Ecological Modelling*, 168, 319-341.
- Gómez, A. (2013). *Enlazando sostenibilidad y bienestar humano. Reflexiones en torno a las principales problemáticas. Referencias para un análisis del desarrollo sostenible*. Universidad de Alcalá. 185-200 pp.
- Henao, S. H., Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Herramienta didáctica para la planeación de fincas resilientes. Colombia: SOCLA, REDAGRES. 64 p.
- Henao, S. H. (2013). Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socioecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología*, 8(1), 85-91. Recuperado de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/183031>
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland: IPCC. 151 pp.
- Lin, B. (2011), Resilience in agricultura through crop diversification: adaptive management for environmental change. *BioScience*, (61), 183-193.
- Nicholls, C., & Altieri, M. A. (2013). Agroecología y cambio climático. Metodologías para evaluar la resiliencia socioecológica en comunidades rurales. Lima: REDAGRES, CYTED, SOCLA.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2017). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, (10), 61-72.
- Nicholls, C. I. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, (10), 7-31.
- Nicholls, C. I., Ríos, L. A., & Altieri, M. A. (2013). Agroecología y Resiliencia socioecológica adaptándose al cambio climático. Colombia: CYTED. REDAGRES. 35 p.

- Rosset, P.M., Martínez, M.E. (2016), Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. Estudios Sociales. *Revista de investigación científica*, 25(47), 275- 299.
- Smith, D., & Vivekananda, J. (2009). Climate Change, Conflict and Fragility. Understanding the linkages, shaping effective responses. International Alert. European Union.
- Vázquez, M., Vélez, D., Devesa, V., & Pui, S. (2015). Participation of divalent cation transporter DMT1 in the uptake of inorganic mercury Volume. *Toxicology*, 331, 119-124.