



Servicios ecosistémicos generados por el fomento de la agrobiodiversidad, manejo del suelo y del territorio en el Centro de Bioconocimiento de la Estación experimental Tunshi-ESPOCH

Ecosystem services generated by the promotion of agrobiodiversity in the Biological Research Center of the Tunshi-ESPOCH Experimental Station

Serviços ecossistêmicos gerados pela promoção da agrobiodiversidade, manejo do solo e do território no Centro de Bioconhecimento da Estação Experimental Tunshi-ESPOCH

Vicente Javier Parra-León^I
vicente.parra@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7632-2474>

Julia Desire Velastegui-Cáceres^{III}
julia.velastegui@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6825-0853>

Edmundo Danilo Guilcapi-Pacheco^{II}
eguilcapi@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5072-1437>

Lisseth Paola Ortiz-Cruz^{IV}
ortiz.lisseth.lo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4760-6854>

Correspondencia: vicente.parra@epoch.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 14 de abril de 2021 ***Aceptado:** 15 de mayo de 2021 * **Publicado:** 09 de junio de 2021

- I. Ingeniero Agrónomo, Master en Agroecosistemas con Mención en Agroecología, Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación y Transferencia en Recursos Hídricos, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Agrónomo, Magister en Biodiversidad y Recursos Genéticos, Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación y Transferencia en Recursos Hídricos, Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniera Geógrafa y del Medio Ambiente, Master of Science in Geospatial Thecnologies, Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación y Transferencia en Recursos Hídricos, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniera en Biotecnología Ambiental, Docente Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El uso intensivo de los recursos naturales y los procesos de modernización de la agricultura caracterizada principalmente por el uso excesivo de insumos externos y la eliminación de la biodiversidad han generado consecuencias no pretendidas que afectan cada vez más a los agroecosistemas y al territorio, es así, cambio climático, desertificación, deforestación, hambrunas. Esta problemática, se debe principalmente a que las características inherentes de autorregulación natural, se pierden cuando los seres humanos modifican los ecosistemas y agroecosistemas para el aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales comprometiendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos inherentes a ella. En la búsqueda de posibles soluciones a esta problemática ambiental, la carrera de Recursos Naturales Renovables de la ESPOCH ha planteado la implementación de un Centro de Bioconocimiento en el cual se desarrolló la presente investigación cuyo objetivo fue determinar la relación entre la agrobiodiversidad, el manejo del suelo y los servicios ecosistémicos generados, se comparó un sistema agrícola diverso y un monocultivo. Para el efecto se utilizaron diseños agroecológicos para la implementación y métodos participativos para su identificación. En el Centro de Bioconocimiento se encontraron 37 especies que generaron 17 servicios ecosistémicos y en el cultivar de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) se identificó una especie que generó 4 servicios, con lo que concluimos que a mayor diversidad se incrementan los servicios ecosistémicos generando además agroecosistemas más sustentables y resilientes a variaciones climáticas y eventos extremos que son controlados por los servicios ecosistémicos inherentes.

Palabras clave: Agroecosistemas; sustentable; Agroecología; sistemas agrícolas diversificados; ordenamiento territorial.

Abstract

The intensive use of natural resources and the modernization processes of agriculture, characterized mainly by the excessive use of external inputs and the elimination of biodiversity has generated unintended consequences that increasingly affect Agroecosystems and the territory, as well, climate change, desertification, deforestation, hambrunas. This problem is mainly due to the inherent characteristics of natural self-regulation, if pierden when human beings modify ecosystems and agro-ecosystems to improve the sustainability of natural

resources, compromising biodiversity and ecosystem services inherent to it. In the search for possible solutions to this environmental problem, the ESPOCH Natural Resources Renewable Resource Center has planted the implementation of a Biochemistry Center in the course of the present investigation with the objective of determining the relationship between agrobiodiversity and ecosystem services. generates, if compared to a diverse agricultural system and a monoculture. For the sake of it, agroecological designs were used for the implementation and participatory methods for their identification. In the Bioconocimiento Center there will be 37 species that will generate 17 ecosystem services and in the cultivar of Tuna (*Opuntia ficus-indica*) a species will be identified that will generate 4 services, with the conclusion that the greater diversity will increase the ecosystem services generating furthermore Agroecosystems but sustainable and resilient to climatic variations and extreme events that are controlled by inherent ecosystem services.

Keywords: Agro-ecosystems; sustainable; Agroecology; diversified agricultural systems; territory ordering.

Resumo

O uso intensivo dos recursos naturais e os processos de modernização da agricultura, caracterizados principalmente pelo uso excessivo de insumos externos e eliminação da biodiversidade, têm gerado consequências indesejadas que afetam cada vez mais os agroecossistemas e o território. Mudanças climáticas, desertificação, desmatamento, fome. Esse problema se deve principalmente ao fato de que as características inerentes à autorregulação natural se perdem quando os seres humanos modificam ecossistemas e agroecossistemas para o uso não sustentável dos recursos naturais, comprometendo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos a ela inerentes. Na busca de possíveis soluções para este problema ambiental, a carreira de Recursos Naturais Renováveis da ESPOCH propôs a implantação de um Centro de Bioconhecimento no qual foi desenvolvida a presente pesquisa cujo objetivo foi determinar a relação entre a agrobiodiversidade, o manejo do solo e os serviços ecossistêmicos gerados, um sistema agrícola diversificado e uma monocultura foram comparados. Para tanto, foram utilizados desenhos agroecológicos para a implantação e métodos participativos para sua identificação. No Bioknowledge Center, foram encontradas 37 espécies que geraram 17 serviços ecossistêmicos e na cultivar de *Opuntia ficus-indica* foi identificada uma espécie que gerou 4

serviços, com os quais concluímos que quanto maior a diversidade os serviços ecossistêmicos, também gerando agroecossistemas mais sustentáveis e resilientes às variações climáticas e eventos extremos que são controlados por serviços ecossistêmicos inerentes.

Palavras-chave: Agroecossistemas sustentáveis; Agroecologia; sistemas agrícolas diversificados; planejamento do uso da terra.

Introducción

La degradación ambiental causada por los procesos de modernización de la agricultura, que se caracterizan principalmente por el uso excesivo de insumos externos, tecnología, monocultivos y expansión de la frontera agrícola. Estas acciones han traído diversas consecuencias no pretendidas como la erosión de la biodiversidad, cambio climático, contaminación de fuentes hídricas, erosión y desertificación del suelo, y problemas de salud pública (Giraldo & Rosset, 2017; C. Nicholls et al., 2015). En el mismo sentido, el uso intensivo de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) para diferentes fines, ha provocado deforestación en áreas protegidas, escasez de agua, pérdida de biodiversidad, agotamiento del suelo y consecuentes concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), principales causantes del cambio climático antropogénico.

Esta problemática, se debe principalmente a que las características inherentes de autorregulación natural, se pierden cuando los seres humanos modifican los ecosistemas y agro-ecosistemas para el aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales. Esto compromete la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que provee la naturaleza a los humanos, creando además ecosistemas vulnerables al cambio climático, que ya no son socio-económicamente y ecológicamente sustentables al perder la base productiva (suelo y biodiversidad) (Miguel A. Altieri et al., 2015; Stephn R. Gliessman, 2002). La biodiversidad constituye el conjunto de plantas, animales y microorganismos y su interacción con el ecosistema donde se desarrolla. Por otro lado, los polinizadores, las lombrices de tierra, enemigos naturales y microorganismos que crecen en el suelo, son componentes claves y juegan papeles ecológicos muy importantes como equilibrio de especies, descomposición de materia orgánica, polinización, etc. Como parte fundamental de la biodiversidad, está la diversidad agrícola o agrobiodiversidad, ya que esta abastece de alimentos, fibras y energía para la especie humana.

La agrobiodiversidad considera a todas aquellas especies vegetales o animales que forman parte de las actividades agrícolas o pecuarias, para la producción de alimentos que cubran la necesidad de los seres humanos (Stepehn R. Gliessman, 2002; Torres, 2012). La agrobiodiversidad vegetal abarca cultivos alimenticios de variedades tradicionales, los materiales desarrollados por los mejoradores, los parientes silvestres, los organismos del suelo, los insectos, las bacterias, los hongos y los componentes físicos de los agroecosistemas. En lo que se refiere a la agrobiodiversidad, se afirma que juega un rol determinante en el planeta, sin embargo, existen pocos trabajos hasta la fecha, sobre la relación de las especies vegetales, su importancia, y su uso, con los servicios ecosistémicos (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2012). Los sistemas agrícolas productivos dependen de la agrobiodiversidad para dar respuestas al desarrollo y demanda de la agricultura y, por lo tanto, a la necesidad actual de tener alimentos en cantidad y calidad necesarios.

El constante crecimiento poblacional humano es uno de los factores que están provocando la pérdida de la diversidad vegetal y agrobiodiversidad de plantas cultivadas por la presión de este incremento, por los cambios en los patrones alimentarios y la industrialización de la alimentación (Gal et al., 2012). Las plantas han jugado un papel fundamental en la alimentación del hombre, pero esta diversidad se ha ido perdiendo a tal punto que, de las 10000 especies de plantas utilizadas en la producción de alimento en tiempos pasados, hoy en día apenas 150 cubren las necesidades de alimentación de la población mundial. Aproximadamente el 35% de la producción mundial de alimentos proviene de los recursos genéticos de la región andina y amazónica, además, de los conocimientos tradicionales relacionados a estos recursos que son componentes determinantes e integrantes de esta diversidad. Es decir, el uso de alimentos, la culinaria asociada a éstos, las tecnologías de conservación tanto de alimentos como de fertilidad de los suelos y las técnicas de riego e infraestructura de manejo, drenaje y uso del clima, son tan importantes como los propios recursos genéticos asociados a estos cultivos y técnicas (Torres, 2012).

Por otro lado, es importante mencionar que del 20 al 50% de la tierra han sido convertidas en áreas de cultivo y pastura, donde la agricultura moderna y actividad pecuaria son las mayores amenazas de extinción de la biodiversidad, tanto en áreas naturales como en agroecosistemas ya establecidos. Por lo tanto, agroecosistemas que son considerados de alta biodiversidad, como los ubicados en los hotspots o puntos calientes de la biodiversidad, pueden irse perdiendo en el

tiempo (Miguel Ángel Altieri & Nicholls, 2012; Lores, 2008). Esta biodiversidad y su componente, la agrobiodiversidad, generan diversos beneficios al ser humanos conocidos como servicios ecosistémicos. Se consideran servicios ecosistémicos a los bienes, servicios, procesos y condiciones, mediante las cuales los ecosistemas naturales satisfacen las necesidades de los seres humanos, Este término empezó a conocerse a principios de los años 80, y posteriormente durante los años 90 (García et al., 2016).

Los servicios ecosistémicos se han clasificado en base a sus funciones, en cuatro grupos: (1) servicios de aprovisionamiento (2) servicios de regulación, (3) servicios culturales, y (4) servicios de soporte (FAO, 2016). La identificación y valoración de los servicios ecosistémicos es de gran importancia puesto que estos mantienen el buen estado de salud de los suelos, permiten la polinización y regulan las plagas y las enfermedades, entre otros servicios. Por tal razón, es necesario continuar fomentando prácticas productivas con una alta diversidad de recursos genéticos o agrobiodiversidad para que beneficien también a las generaciones futuras (Balvanera & Cotler, 2007a). Las prácticas de agricultura ecológica han sido identificadas como claves para garantizar la permanencia en el tiempo de los bienes y servicios que nos brindan los ecosistemas (FAO, 2016). La agricultura ecológica se caracteriza principalmente por manejo sustentable de fertilidad de suelo, agrobiodiversidad en tiempo y espacio, y optimización del recurso hídrico. Al incrementar los servicios ecosistémicos se generan agroecosistemas sustentables, es decir que sean económicamente viables, socialmente aceptados y ambientalmente sustentables (Gómez et al., 2015).

Se han identificado tres aspectos que justifican la interrelación entre los ecosistemas agrícolas diversificados y los servicios ecosistémicos: los agroecosistemas diversificados generan la retención y humedad del suelo, alimento y la generación de valores estéticos y paisajísticos. Como segundo punto, está la polinización, que mejora funciones clave del agroecosistema como productividad y control biológico. Y finalmente, como tercer punto, los servicios ecosistémicos son afectados por las prácticas agrícolas implementadas por el agricultor (Dale & Polasky, 2007). En ese contexto, las prácticas agroecológicas generan principalmente servicios ecosistémicos de regulación, provisión y de soporte. Como ejemplo, entre los de regulación está el control biológico, prevención de erosión de suelo, y regulación climática. Los de provisión son la obtención de alimento, fibras, energías, entre otros. Mientras que los de soporte son relacionados

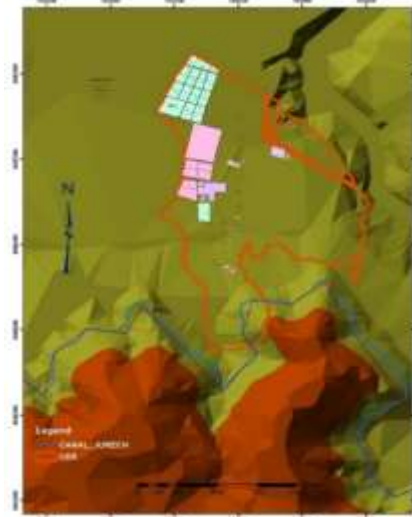
con los servicios de mantener la fertilidad del suelo, y que los agroecosistemas agroecológicos pueden transformarse en hábitat de diferentes especies (Calvet-Mir et al., 2012; Quinn et al., 2013).

Frente a este sinnúmero de funcionalidades de los agroecosistemas agroecológicos, la carrera de Recursos Naturales Renovables de la ESPOCH, ha planteado la implementación de un Centro de Bioconocimiento (CBio). En el CBio, estudiantes, agricultores y personas relacionadas con los Recursos Naturales, implementan prácticas agroecológicas para medir la provisión de servicios ecosistémicos sobre todos lo relacionado con la agrobiodiversidad. Es así que este artículo tiene como objetivo presentar los resultados de una evaluación sobre los servicios ecosistémicos generados por agroecosistemas diversificados implementados en el CBIO. Se planteó una investigación de enfoque cuantitativo experimental. La hipótesis planteada en esta investigación es que las prácticas agroecológicas incrementan la agrobiodiversidad y por lo tanto un mayor número de servicios ecosistémicos generados en el agroecosistema. El presente artículo está conformado por una introducción, la descripción metodológica usada en la investigación y los resultados y discusión encontrados en análisis de datos.

Metodología

Las parcelas de experimentación se implementaron en el Centro de Bioconocimiento. Este centro, que pertenece a la Escuela de Recursos Naturales y forma parte de la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Politécnica del Chimborazo (ESPOCH). La estación se encuentra la parroquia rural de Licto, a 20 minutos al Sur de Riobamba, en el sector de Tunshi (Ver Mapa 1). Las principales actividades del sector son las relacionadas con la producción agrícola, sobre todo del cultivo de tomate de mesa, frutilla y una diversidad de hortalizas. El sector tiene un relieve plano a ligeramente inclinado, con pendientes menores al 5%. Los suelos tienen una textura arena franca, con un contenido de materia orgánica de 0,6% y la precipitación es baja con 531 mm/año.

Figura 1: Localización geográfica del área de estudio



Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Características del ensayo experimental

Área total del ensayo

El ensayo de prácticas agroecológicas fue implementado en un área de 8.880 m². Esta área fue dividida en tres bloques para su evaluación, con un área de 2960 m² cada uno, para que pueda adaptarse a las técnicas de producción agroecológica, debido a la intensidad de trabajo que requiere no es posible dividir en unidades al azar. Además, se contempló tres unidades de monocultivo existente ubicado a continuación de las parcelas agroecológicas. Cada bloque estuvo conformado por nueve unidades experimentales, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1: Distribución de los bloques de estudio

| | 74 m | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | |
| PAE 1 | PAE 1 | PAE 1 | 120 m |
| PAE 2 | PAE 2 | PAE 2 | |
| PAE 3 | PAE 3 | PAE 3 | |
| PAE 4 | PAE 4 | PAE 4 | |
| PAE 5 | PAE 5 | PAE 5 | |
| PAE 6 | PAE 6 | PAE 6 | |
| PAE 7 | PAE 7 | PAE 7 | |
| PAE 8 | PAE 8 | PAE 8 | |
| PC 9 (Monocultivo) | PC 9 (Monocultivo) | PC 9 (Monocultivo) | |

Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Tipo de diseño y descripción de las unidades experimentales

El diseño experimental propuesto es Bloques Completos al Azar, con tres bloques y nueve unidades experimentales por bloque, de un área de 300 m². Dentro de cada bloque se implementaron diferentes prácticas agroecológicas (PAE) identificadas como claves para el incremento de la agrobiodiversidad (Stephen R Gliessman, 2006). La Tabla 2 presenta una descripción de las prácticas agroecológicas de cada una de las unidades experimentales. Como ya se acotó, la unidad experimental nueve tenía un manejo convencional de producción (monocultivo, uso de insumos externos, herbicidas, entre otros)

Tabla 2: Diseño espacial para la implementación de prácticas agroecológicas en el Centro de Bioconocimiento

| | |
|-----------------------------------|--|
| Unidad experimental PAE 1 (Año 1) | Abonos verdes Policultivos (maíz, fréjol, zambo) Agroforestería (bordes) |
| Unidad experimental PAE 2 (Año 1) | Policultivos (maíz, fréjol, zambo) Abonos verdes Agroforestería (bordes) |
| Unidad experimental PAE 3 (Año 1) | Policultivos (lechuga, brócoli, acelga, zuchini, rábano, col) Abonos verdes Policultivos (maíz, fréjol, zambo) |
| Unidad experimental PAE 4 (Año 1) | Abonos orgánicos Abonos verdes Policultivos (maíz, fréjol, zambo) |
| Unidad experimental PAE 5 (Año 1) | Abonos verdes Policultivos (maíz, fréjol, zambo) Agroforestería (bordes) |
| Unidad experimental PAE 6 (Año 1) | Policultivos (maíz, fréjol, zambo) Abonos verdes Agroforestería (bordes) |
| Unidad experimental PAE 7 (Año 1) | Policultivos (lechuga, brócoli, acelga, zuchini, rábano, col) Abonos verdes Policultivos (maíz, fréjol, zambo) |
| Unidad experimental PAE 8 (Año 1) | Abonos orgánicos Abonos verdes Policultivos (maíz, fréjol, zambo) |

Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Inventario de la agrobiodiversidad

Para el inventario de las especies agrícolas presentes en el área de investigación se utilizó la técnica de observación y conteo directo de especies siguiendo el protocolo respectivo (Sarandón & Flores, 2014) , es decir se midió la composición de la agrobiodiversidad, es decir genes, especies y familias. Por lo tanto, se contó el número de especies y número de individuos por especie, lo que permitió determinar la riqueza y diversidad en dicha zona. Posterior a ello se identificaron y clasificaron taxonómicamente y se agruparon según su valor utilitario, para esta última fase se hizo un trabajo participativo con familias de agricultores familiares campesinas de la zona, utilizando una adaptación de la herramienta “matriz de recursos en finca” (Geilfus, 2002). Estos datos se tomaron a los tres meses de instalado el ensayo, y las herramientas participativas aplicadas en tres ocasiones durante el crecimiento de los cultivos.

Identificación de los servicios ecosistémicos

Para la identificación de los servicios ecosistémicos se procedió de la misma manera, utilizando la técnica de observación de campo para la identificación de los servicios ecosistémicos. La evaluación se hizo a través de los cuatro grupos de servicios: regulación, soporte, abastecimiento y paisajístico/cultural. Para lo cual se construyó una matriz con los servicios propuestos de cada uno de estos grupos y en campo se realizaron observaciones sobre la provisión de la lista de beneficios. Para los servicios relacionados con el suelo se hizo una evaluación rápida de la calidad de suelo.(Miguel A Altieri, 2016).

Análisis de la información recolectada

Las variables usadas para el análisis de datos fueron número de especies y número de servicios ecosistémicos contados en cada una de las unidades experimentales. Como muestra la Figura 1, el bloque 4 estuvo conformado por el cultivar de tuna (*Opuntia Ficus-Indica*) con la misma superficie y ubicado a 10 metros del área de estudio, en el que se tomaron las mismas variables. A partir de los datos recolectados se hicieron análisis de estadística descriptiva y prueba de ANOVA para ver si existe diferencia estadística entre unidades experimentales, los datos fueron analizados con el programa IBM SPSS Statistics 25.

Resultados

Agrobiodiversidad y servicios ecosistémicos

El objetivo de este estudio fue identificar si las prácticas agroecológicas incrementan la agrobiodiversidad y por lo tanto el número de servicios ecosistémicos. Como muestra la Figura 2 y 3 en las parcelas que se implementaron prácticas agroecológicas, hay un mayor número de especies y un mayor número de servicios ecosistémicos. Encontrando diferencia estadística para las variables número de especies ($<0,0001$) y número de servicios ecosistémicos ($p=0,02$), como muestra el análisis ANOVA en la Tabla 3.

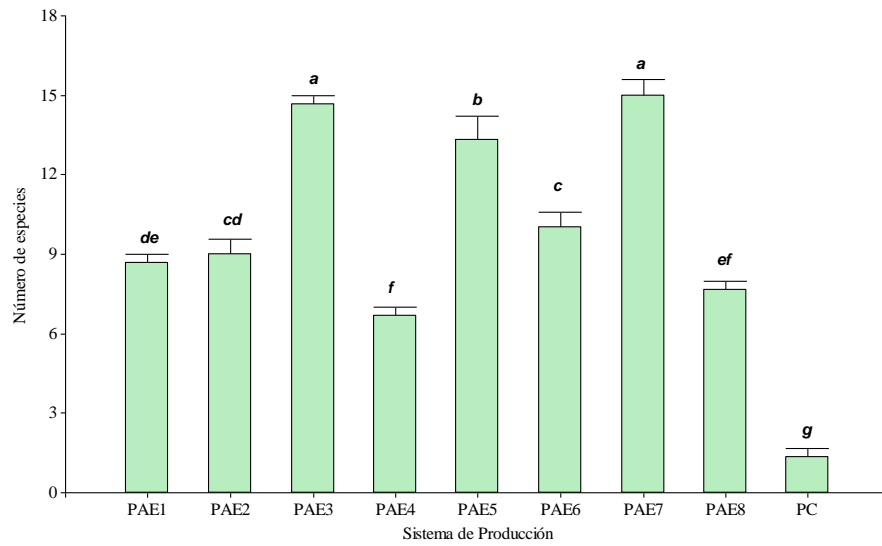
Tabla 3: Análisis ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------------|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Número de especies | Entre grupos | 452.519 | 8 | 56.565 | 72.726 | .000 |
| Número de SE | Entre grupos | 390.000 | 8 | 48.750 | 5.329 | .002 |

Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Las prácticas agroecológicas (unidades experimentales del 1 al 8) presentan mayor número de especies (Figura 2) debido a que incluyen prácticas como asociación y rotación de cultivos, implementación de especies agroforestales y se hace un manejo sustentable de las hierbas espontáneas (). Como puede verse en la figura, las parcelas 3, 7 y 5, que son las de mayor asociación de cultivos, presentan un mayor número de especies. En estas unidades experimentales se identificaron 37 especies que corresponden a cultivos, así como a hierbas espontáneas. Para la evaluación, las llamadas malezas fueron consideradas parte del agroecosistema ya que corresponden a nichos ecológicos importantes para el control biológico de plagas, hábitat de insectos, reducen erosión por cobertura de suelo y otros servicios a los seres humanos (Mósquera et al., 2012). La agroecología se basa en agroecosistemas diversificados ya que esto permite que se den los procesos ecológicos de regulación (C. I. Nicholls et al., 2015), en una comparación entre la agricultura intensiva y las granjas agroecológicas de campesinos en Latinoamérica, identificaron que en las segundas hay aproximadamente 1.9 millones de especies y variedades de cultivos locales, lo que genera una diversidad de beneficios para el mundo.

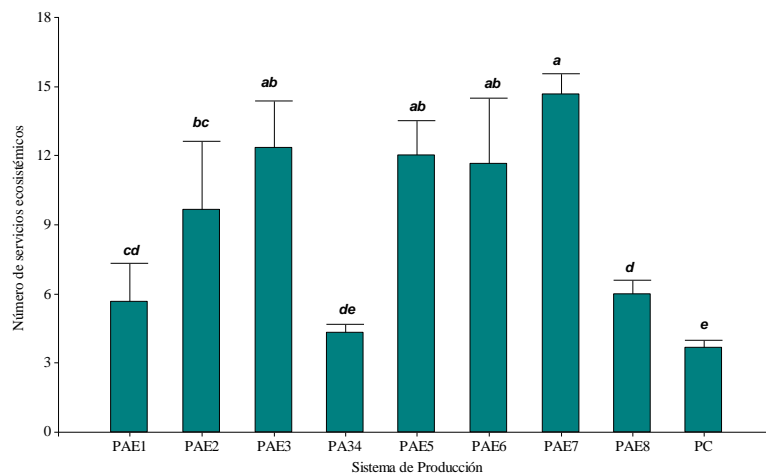
Figura 2: Gráfico de barras del promedio de número de especies por unidad experimental. PAE: Prácticas Agroecológicas. PC: Prácticas de manejo convencional. Letras iguales pertenecen al mismo grupo.



Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Como se puede ver en la Figura 3, existe un mayor número de servicios ecosistémicos en las unidades experimentales que se implementaron prácticas agroecológicas por su relación con la presencia de mayor biodiversidad. En este caso, la parcela de manejo convencional es la que más se diferencia de las otras parcelas, por presentar un menor número de servicios ecosistémicos.

Figura 3: Gráfico de barras del promedio de número de servicios ecosistémicos por unidad experimental. PAE: Prácticas Agroecológicas. PC: Prácticas de manejo convencional. Letras iguales pertenecen al mismo grupo.



Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

En la evaluación rápida se identificaron 16 servicios ecosistémicos que fueron categorizados en los cuatro grupos que sugiere la FAO. La Tabla 4 presenta una descripción de los servicios ecosistémicos encontrados en las parcelas agroecológicas, así como su descripción. Las parcelas con prácticas agroecológicas presentan una variedad de servicios ecosistémicos, principalmente los de abastecimiento y medicinales, por la diversidad de especies sembradas que pueden ser usadas como alimentación o remedio natural. También es muy notorio el servicio ecosistémico de regulación, en este caso las plantas pueden influir en la regulación climática convirtiendo el dióxido de carbono en oxígeno a través de la fotosíntesis, es decir regula la cantidad de CO₂, además regula la temperatura del ambiente (S R Gliessman et al., 2007), lo que torna el clima fresco y con sombra.

Tabla 4: Servicios ecosistémicos identificados en el Centro de Bioconocimiento

| Categoría (Abastecimiento, regulación, soporte, cultural) | Servicio eco-sistémico identificado | Descripción |
|---|-------------------------------------|---|
| Abastecimiento | Alimentación | En alimentos como: manzana, durazno, acelga, rábano, perejil, lechuga, |
| | Materia Prima | La Lavanda para la extracción de aceites esenciales |
| | Medicinales | En plantas como la Ruda, Calaguala, Matico, Chamana, romero, cedrón, marco, |
| Soporte | Formación del suelo | Los abonos verdes (avena, cebada y vicia) que mejoran la estructura del suelo |
| | Reciclaje de nutriente | Los abonos orgánicos (Humus y compost) en donde constantemente se están reciclando los materiales orgánicos |
| | Hábitat para otras especies | Principalmente en los policultivos (maíz, frejol, zapallo) donde se han observado arañas e insectos benéficos como crisopas que además actúan como controladores biológicos |
| | Regulación climática | Principalmente por las barreras vivas (árboles de aliso, tilo, capulí) |
| | Control biológico de plagas | Principalmente en los policultivos (maíz, frejol, zapallo) donde se han observado arañas e insectos benéficos como crisopas que además actúan como controladores biológicos |
| | Prevención de erosión del suelo | Por los cultivos de cobertura (avena y vicia) |

| | | |
|------------|---------------------------------------|---|
| Regulación | Conservar la fertilidad del suelo | Por los cultivos de cobertura (avena y vicia) |
| | Moderación de los eventos externos | Por la biodiversidad, la cual presenta resiliencia a eventos extremos como heladas o sequías. |
| | Secuestro y almacenamiento de carbono | Por los cultivos de cobertura (avena y vicia) |
| | Polinización | Los colores y aromas de las flores, principalmente de la lavanda atraen a insectos. |
| Cultural | Recreativo | Al fomentar la biodiversidad se está influyendo directamente en el paisaje, por lo que el Centro de Bioconocimiento se está convirtiendo en un espacio donde los estudiantes aprovechan para estudiar, descansar y alimentarse. |
| | Educativo | Los estudiantes de la Facultad de Recursos Naturales utilizan el centro de Bioconocimiento para actividades de enseñanza aprendizaje como: prácticas de identificación de especies, muestreo de suelos, energías alternativas. |
| | Estético | Con el fomento de la biodiversidad se está influyendo en aspectos paisajísticos del lugar. |

Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Por el lado de la parcela con prácticas convencionales de manejo, se identificaron 4 servicios ecosistémicos como lo demuestra la Tabla 5. Algunos autores, afirman que los monocultivos, al romper el equilibrio ecológico, disminuyen los servicios ecosistémicos y atenúan el ataque de las llamadas plagas, enfermedades, erosión del suelo, entre las más importantes. (Balvanera & Cotler, 2007b)

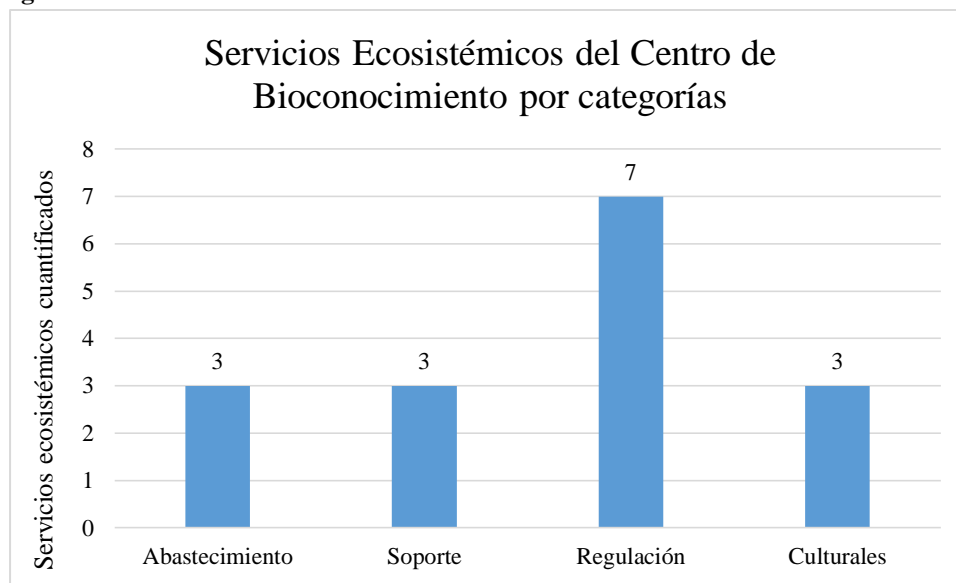
Tabla 5: Servicios ecosistémicos identificados en el cultivar de tuna

| Categoría (Abastecimiento, regulación, soporte, cultural) | Servicio eco-sistémico identificado | Descripción |
|---|-------------------------------------|--|
| Abastecimiento | 1. Alimento | La tuna como alimento |
| | 2. Medicinal | Es utilizada para combatir el colesterol y como antiácido |
| Regulación | 3. Polinización | Los colores de las flores de tuna atraen a insectos, principalmente abejas |
| Soporte | 4. Hábitat | Se identificaron telas de araña, como nichos ecológicos de especies |

Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Al categorizar los servicios ecosistémicos, observamos que las 37 especies identificadas en el Centro de Bioconocimiento generaron 3 servicios ecosistémicos de Abastecimiento, 3 de Soporte, 7 de regulación y 3 culturales, lo que concuerda con otros estudios (Pérez, 2013), que aseguran que las prácticas de manejo agroecológico y principalmente la Biodiversidad generan más Servicios Ecosistémicos de Regulación que las otras categorías como se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4: Cantidad de servicios ecosistémicos encontrados en el Centro de Bioconocimiento



Fuente: Elaborado por el grupo de Investigación

Conclusiones

El presente artículo tuvo como objetivo evaluar si las prácticas de manejo agroecológico incrementan la agrobiodiversidad y a su vez los servicios ecosistémicos, con fin de promover agroecosistemas sustentables a través de la investigación-acción. Con la investigación realizada se concluye que, la agrobiodiversidad fomentada por las prácticas agroecológicas en el Centro de Bioconocimiento, específicamente la riqueza específica representada por 37 especies, generó 16 servicios ecosistémicos, siendo en su mayoría de regulación climática.

Al ser la mayor cantidad de servicios ecosistémicos de Regulación (8 servicios) los identificados en el Centro de Bioconocimiento, concluimos que estamos al mismo tiempo produciendo

alimento y conservando los Recursos Naturales, pues al incidir en la regulación climática estamos construyendo un agroecosistema resiliente al cambio climático y a eventos extremos.

Las unidades experimentales con prácticas agroecológicas del Centro de Bioconocimiento resultó ser el ecosistema más sustentable y con más servicios ecosistémicos (17 servicios), en contraposición con el cultivar de Tuna que presentó solamente 4 servicios. Es decir, con la investigación se demostró que los sistemas agrícolas diversificados generan condiciones propicias para la generación de Servicios ecosistémicos, en tanto que, los monocultivos los disminuyen.

Esta primera fase de la investigación arrojó resultados que son necesarios seguir entendiendo para generar espacios de investigación y aprendizaje con las comunidades del entorno para promover agroecosistemas sustentables en la zona y reducir la presión hacia los recursos naturales.

Agradecimientos

Un cordial agradecimiento a los estudiantes de la Carrera de Recursos Naturales de la ESPOCH que participaron en la investigación recolectando la información primaria. Al grupo de Investigación y Transferencia de Tecnología en Recursos Hídricos (GITRH) por el apoyo y las facilidades brindadas para el desarrollo de la presente investigación.

Referencias

1. Altieri, Miguel A. (2016). Design , Management and Assessment of Resilient (Issue January).
2. Altieri, Miguel A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869–890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
3. Altieri, Miguel Angel, & Nicholls, C. I. (2012). AGROECOLOGÍA : ÚNICA ESPERANZA PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA Y LA RESILIENCIA SOCIOECOLOGICA. 7(2), 65–83.
4. Balvanera, P., & Cotler, H. (2007a). Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gaceta Ecológica*, 84, 117–122.

5. Balvanera, P., & Cotler, H. (2007b). Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gaceta Ecológica*, 84, 117–122.
6. Calvet-Mir, L., Gómez-Baggethun, E., & Reyes-García, V. (2012). Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain. *Ecological Economics*, 74, 153–160. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2011.12.011>
7. Dale, V., & Polasky, S. (2007). Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. *Ecological Economics*, 64, 286–296. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.05.009>
8. FAO. (2016). Aprovechar los beneficios de los servicios ecosistémicos para una intensificación ecológica eficaz en la agricultura. 123, 7.
9. Gal, L., Lores, A., Agr, C., Postal, G., Jos, S., Lajas, L., & Universitario, C. (2012). Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad 1. 109–115.
10. García, L. R., Curetti, G., Garegnani, G., Grilli, G., Pastorella, F., & Paletto, A. (2016). La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: Un caso de estudio en Los Alpes Italianos. *Bosque*, 37(1), 41–52. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000100005>
11. Geilfus, F. (2002). 80 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO PARTICIPATIVO.
12. Giraldo, O. F., & Rosset, P. M. (2017). Agroecology as a territory in dispute: between institutionality and social movements. *The Journal of Peasant Studies*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1353496>
13. Gliessman, S R, Jedlicka, J., Cohn, A., Mendez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., & Bacon, C. (2007). Agroecología : promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. 16(1), 13–23.
14. Gliessman, Stepehn R. (2002). Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. In *Diversidad y estabilidad del agroecosistema*. CATIE. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
15. Gliessman, Stephen R. (2006). *Agroecology* (2nd ed.). CRC Press.

16. Gómez, L. F., Ríos-Osorio, L., & Eschenhagen, M. L. (2015). Las bases epistemológicas de la agroecología. *Agrociencia*, 49(6), 679–688. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2235.9763>
17. Lores, A. (2008). EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN LOS SISTEMAS CAMPESINOS DE LA COMUNIDAD “ ZARAGOZA .” 29(1), 5–10.
18. Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural (a). 143. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
19. Mósquera, M. P., Reyes, O. E. S., Prager, M. S. De, Gallego, J. M., Iván, D., & Sánchez, Á. (2012). Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. 53–62.
20. Nicholls, C., Altieri, M., Vázquez, L., Nicholls, C., Altieri, M., & Vázquez Moreno, L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61–72.
21. Nicholls, C. I., Altieri, M. A., Salazar, A. H., & Lana, M. A. (2015). MUDANÇAS CLIMÁTICAS AGROECOLOGIA E O DESENHO DE SISTEMAS.
22. Perez, M. (2013). Servicios de regulación y prácticas de manejo : aportes. 22(1), 36–43.
23. Quinn, J. E., Brandle, J. R., & Johnson, R. J. (2013). A farm-scale biodiversity and ecosystem services assessment tool: The healthy farm index. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(2), 176–192. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.726854>
24. Sarandón, S., & Flores, C. (2014). Agroecología : bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. <https://doi.org/E-Book>
25. Torres, M. (2012). *Agrobiodiversidad y Biotecnología* (Vol. 2).