



## Evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción de maíz y maní en la provincia de Loja, Ecuador.

Klever I. Cuenca O.\* ; Wilson R. Quizhpe C. ; Elizabeth Ramírez-Iglesias 

Universidad Estatal Amazónica (UEA), Sede El Pangui-Zamora, Chinchipe. Ecuador. \*correo electrónico: kcuenca@uea.edu.ec

### RESUMEN

Los sistemas alimentarios y agrícolas actuales han logrado suministrar grandes volúmenes de alimentos a los mercados mundiales, sin embargo, el uso intensivo de los recursos y un elevado aporte de insumos externos, han provocado una deforestación masiva, escasez de agua, pérdida de biodiversidad, agotamiento del suelo y niveles elevados de emisiones de gases de efecto invernadero. El objetivo principal de esta investigación cuantitativa consistió en evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción en maní y maíz en los barrios de la parroquia Casanga del cantón Paltas, provincia de Loja - Ecuador, mediante la realización de un diagnóstico agroecológico empleando el marco de evaluación MESMIS (Metodología de Evaluación de los Sistemas de Manejo por Indicadores de Sustentabilidad). Los resultados obtenidos indican que al referirnos al análisis por barrios, los que tienen los más altos promedios de optimización de los factores que influyen en los sistemas de producción son: Guaypirá con 80 % y Zapotepamba con 72 %. Se puede afirmar que los barrios que influyen más en los sistemas de producción por tener mejores indicadores son: Buena Esperanza, La Sota y Zapotepamba con 6 cada uno, Macandamine y Sabanilla con 5, Casanga y Guaypirá con 4, y El Naranjo con 3. Los indicadores de sostenibilidad que tienen mayor influencia catalogados en una escala de mayor a menor importancia sobre los sistemas de producción de los barrios de la parroquia Casanga, son las prácticas de conservación de suelos, disponibilidad de agua, y desarrollo de las raíces y cobertura de los suelos de la unidad agrícola.

**Palabras clave:** agroecología, cultivos, fincas, indicadores, variedades.

### Sustainability evaluation in corn and peanut production systems in the province of Loja, Ecuador.

### SUMMARY

Current food and agricultural systems have managed to supply large volumes of food to world markets, however, the intensive use of resources and a high contribution of external inputs have led to massive deforestation, water shortages, loss of biodiversity, depletion of the soil and high levels of greenhouse gas emissions. The main objective of this research consisted of evaluating the sustainability of the peanut and corn production systems in the neighborhoods of the Casanga parish of the Paltas canton of the province of Loja-Ecuador, by conducting an agroecological diagnosis using the evaluation framework MESMIS evaluation system (Evaluation Methodology Management Systems for Sustainability Indicators). The results obtained indicate that when referring to the analysis by neighborhood, those with the highest averages for optimizing the factors that influence production systems are: Guaypirá with 80% and Zapotepamba with 72%. On the other hand, it can be affirmed that the neighborhoods that most influence the production systems for having better indicators are: Buena Esperanza, La Sota and Zapotepamba with 6 each, Macandamine and Sabanilla with 5, Casanga and Guaypirá with 4, and El Naranjo with 3. The sustainability indicators that have the greatest influence, classified on a scale of greater or lesser importance, on the production systems of the neighborhoods of the Casanga parish, are the practices of soil conservation, water availability, and development of roots and soil cover of the farm.

**Key words:** agroecology, crops, farm indicators, varieties

Recibido: 20/08/2020 - Aprobado: 26/01/2021



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable se fundamenta en principios éticos, como el respeto y armonía con la naturaleza, valores políticos, como la democracia participativa y equidad social; y normas morales, como la racionalidad ambiental (FMAM 2000). Al ser sustentable, se considera igualitario, descentralizado y autogestionario, capaz de satisfacer las necesidades básicas de la población, respetando la diversidad cultural y mejorando la calidad de vida (Cedeño y Vélez 2006, Martínez 2009). El concepto de sustentabilidad es complejo en sí mismo, porque implica cumplir, simultáneamente, con varios objetivos, tanto productivos, ecológicos o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales, con un necesario abordaje multidisciplinario (Sarandón y Flores 2009, Toro *et al.* 2010).

Para conformar el desarrollo sustentable de una región, localidad o zona en particular, es necesario, entre otras cosas, conocer las técnicas de producción alimentaria, que ayuden a satisfacer sus necesidades alimenticias, y hagan uso eficiente de los recursos naturales. Al respecto, se han realizado esfuerzos por emplear prácticas agrícolas que tengan como principio generar el menor daño ambiental posible, y que sean ecológicamente adecuadas, con la finalidad de lograr una mayor productividad en sus agroecosistemas.

Con respecto a la agricultura, la sustentabilidad se ha perfilado como un modelo de crecimiento del sector, con enfoque en los ingresos y la preservación del capital ecológico, bajo una tarea, que en ocasiones se presenta bastante compleja al abarcar en forma simultánea e interdependiente factores como equidad, competitividad, preservación de los recursos naturales y ambiente (Alfaro 2011). Al reconocerse la necesidad de una agricultura distinta al modelo predominante hasta el momento, implícitamente se reconoce que el modelo de “agricultura industrializado” no es sustentable (Muner 2011). Enmarcada en este contexto, la agroecología, enfoca su trabajo en la aplicación de los principios ecológicos y sociales, al diseño y la gestión de los sistemas alimentarios y agrícolas. Su objetivo es optimizar las interacciones entre las plantas, los animales, los seres humanos y el ambiente, teniendo en cuenta, al mismo tiempo, los aspectos sociales que deben

abordarse para lograr un sistema alimentario justo y sustentable, y asumiendo procesos territoriales que parten desde la base, lo que favorece soluciones contextualizadas a problemas locales (FAO 2018, Guadiana 2020).

Dentro de ese contexto, es importante definir cuales son los sistemas de producción en diferentes localidades, entendiendo que este representa el conjunto de actividades que los seres humanos, en este caso la familia campesina, organiza, dirige y realiza, de acuerdo a sus objetivos, cultura y recursos, utilizando prácticas de acuerdo a su medio ambiente físico (Leal 2007). Algunos investigadores refieren el uso del término finca para referirse a un sistema de producción agrícola. (Castillo y Cabrera 2001, Ilbay 2011).

Por otro lado, Báez (2005) señala que el sistema de producción campesino, o sistema agropecuario, es la forma en que el productor organiza la utilización de sus recursos, en función de sus objetivos y necesidades, condicionado por factores externos de carácter socioeconómico y ecológico. Se ha señalado que el productor y su familia, el predio y los medios de producción para trabajarlo, constituyen los componentes básicos o subsistemas de cualquier sistema de producción (Báez 2005, Piedra 2012).

La sustentabilidad de sistemas agrícolas ha sido estudiada por diversos autores; al respecto, Peralta (2010) efectuó un somero análisis sobre este tema, indicando que el diagnóstico de sistemas agrícolas es un conjunto de procedimientos para describir y analizar dichos sistemas, identificar sus limitaciones, así como las causas de éstas y las potencialidades o posibles soluciones para mejorar su funcionamiento, en un orden de prioridad.

Según López-Ridaura *et al.* (2001), el proyecto MESMIS fue un esfuerzo interdisciplinario y multi-institucional liderado por GIRA (Grupo Interdisciplinario para Tecnología Rural Apropiada), una ONG local con sede en México Occidental. El proyecto se originó en 1994, teniendo como objetivos: a) el desarrollo de un marco referencial para evaluar la sostenibilidad de sistemas alternativos de manejo de recursos naturales; b) la aplicación del marco en diferentes estudios de casos; c) la capacitación de individuos e instituciones interesadas en el tema; y d) la generación y difusión de materiales para facilitar la aplicación del marco.

El MESMIS sigue los siguientes pasos metodológicos: selección y caracterización previa del agroecosistema mediante la obtención de la información básica (entrevista, información secundaria) para definir el itinerario técnico y la estructura y los límites del agroecosistema; determinación de puntos críticos que amenazan la sustentabilidad del sistema y selección de indicadores correspondientes (Guzmán y Alonso 2007, Masera *et al.* 2008).

Dichos indicadores están relacionados con parte o con todos los atributos de la sustentabilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, equidad, autonomía y adaptabilidad cultural; definición de los criterios operativos a considerar: máximos, mínimos admisibles, medición y monitoreo de los indicadores (ejemplos: erosión, rendimiento, eficiencia y autonomía energética, entre otros); integración de los resultados mediante análisis multicriterio y presentación de los resultados generalmente en un gráfico Amiba; discusión de resultados y recomendaciones.

En relación a casos específicos, Caicedo-Camposano *et al.* (2019) indicaron que al realizar la evaluación de la sustentabilidad en el cultivo de arroz, el análisis holístico de los diferentes aspectos de esta, favoreció el abordaje de la complejidad del análisis, y comprender la relatividad de los resultados según las dimensiones de analizadas, utilizando indicadores adecuados. Igualmente, Caicedo-Camposano *et al.* (2020) señalan que en sistemas de producción de bananos el uso de indicadores permitió observar claras tendencias en la sustentabilidad general y en los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales, observándose cierto nivel de dependencia entre las tres dimensiones de la sustentabilidad.

Como objetivo principal de esta investigación, se planteó evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción en los barrios de la parroquia Casanga en el cantón Paltas, provincia de Loja, para los cultivos de maní y maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en la parroquia Casanga, perteneciente al cantón Paltas de la provincia de Loja (Figura 1). De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (JPC 2011), la parroquia Casanga se encuentra ubicada al suroeste del cantón

Paltas, a 26 km de la cabecera cantonal Catacocha, por la vía panamericana que conduce a los cantones fronterizos de Celica y Macará. Se halla conformada por los siguientes barrios: Guaypirá, La Sota, Zapotepamba, Sabanilla, Buena Esperanza, El Naranjo, Macandamine, y su cabecera parroquial Casanga.

La parroquia Casanga cuenta con una extensión territorial de 52 km<sup>2</sup>, limitando al norte con las parroquias Lauro Guerrero y Cangonamá, al sur con la parroquia Catacocha, al este con las parroquias Lourdes y Catacocha, al oeste con la parroquia Guachanamá (Román 2012).

En base a los registros del INEC, el clima considerado para la parroquia es de tipo Climático Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo, con una temperatura promedio anual de 17 °C, diferenciando una fluctuación de 18 °C hacia la parte baja y media de la parroquia, y de 16 °C desde la parte media en el sentido latitudinal hacia la parte alta de la parroquia (Román 2012).

Para analizar más detalladamente la situación actual de la parroquia, se dividió en 3 zonas según sus altitudes: la Zona Alta, con un rango altitudinal que tiene un rango de 1.760 a 2.240 m.s.n.m.; la Zona Media que va desde 1.280 a 1.760 m.s.n.m. y la Zona Baja desde 800 a 1.280 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 1.250 a 1.500 mm, debido a que la mayoría de los barrios de la parroquia tienen un régimen de lluvias comprendidas entre diciembre y mayo (Román 2012).

### Sistemas de producción (Cultivos)

En esta investigación, los sistemas de producción a trabajar, serán los cultivos de maíz y maní, los cuales son cultivos de importancia para la zona en estudio. El maíz es considerado el principal cereal domesticado y fue la base alimenticia de las civilizaciones Maya, Azteca e Inca. Es actualmente unos de los cereales más cultivados, las principales zonas del cultivo son; EE. UU, América Central, Argentina y Brasil (Ospina 2002). El manejo de este cultivo en cuanto al control de plagas y enfermedades además de su fertilización, es basado en lineamientos tradicionales. Por otro lado, el maní es nativo de la parte tropical de América del Sur, probablemente Brasil. Al igual que en el maíz, el manejo de este cultivo en cuanto al control de plagas y enfermedades además de su fertilización, es basado en lineamientos tradicionales.

### UBICACIÓN TERRITORIAL DE LA PARROQUIA CASANGA



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA  
PARROQUIA CASANGA - CANTÓN PALTAS - PROVINCIA DE LOJA  
PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL  
DE LA PARROQUIA CASANGA



Figura 1. Ubicación de la Parroquia Casanga, Loja, Ecuador.

### Muestreo

El tipo de muestreo elegido para escoger a los agricultores fue el denominado “Muestreo de cuotas”, que es un tipo de muestreo no probabilístico, pero similar al muestreo probabilístico estratificado, ya que exige un conocimiento de las características de la población para poder estratificar la muestra. Como no hay base de sondeo, se deja al encuestador la selección última de los componentes muestrales, dándole las características (cuotas) que deben reunir (Arnés 2011).

### Encuesta semi-estructurada

El tipo de instrumento utilizado para obtener la información fue una encuesta semi-estructurada, tipo cuestionario con formato de preguntas cerradas y abiertas, que comprendió los siguientes aspectos: datos generales de la unidad agrícola, datos generales del propietario, croquis de la unidad, disponibilidad de agua, prácticas de conservación de suelos y características de los sistemas de producción en la unidad

agrícola con respecto a los suelos, tipos de cultivo y manejo de los mismos, además de los procesos de comercialización empleados. La encuesta fue aplicada a un total de 39 productores, distribuidos en los diferentes barrios, como se muestra en el Cuadro 1.

### Procedimiento

La investigación realizada es de campo, relativa al estudio de casos, y fue realizada bajo el paradigma positivista, empleando un enfoque mixto con técnicas cuantitativas y cualitativas.

#### Fase 1. Diagnostico general

Levantamiento preliminar de la información en la Junta Parroquial de Casanga, con la finalidad de tener un acercamiento preliminar sobre la ubicación de las unidades agrícolas de los diversos barrios.

#### Fase 2. Diagnostico por unidad agrícola

Posteriormente se hizo un levantamiento de todas las unidades agrícolas, permisibles a dar información de

los sistemas de producción agrícola. La recolección de datos en cada unidad agrícola se llevó a cabo por medio de una encuesta semi-estructurada.

Cuadro 1. Número de productores encuestados en cada barrio participante de la investigación de la parroquia Casanga, cantón Paltas, provincia de Loja, Ecuador.

Barrio	Productores encuestados
Casanga	9
Macandamine	5
Sabanilla	4
Guaypirá	6
Buena Esperanza	5
La Sota	5
Zapotepamba	2
El Naranjo	3
<b>Total</b>	<b>39</b>

### Diagnóstico de sustentabilidad

Se evaluó la sustentabilidad de los sistemas de producción en los barrios de la parroquia Casanga en el cantón Paltas, provincia de Loja, para los cultivos de maní y maíz, a través de la aplicación del marco de evaluación MESMIS (Metodología de Evaluación de los Sistemas de Manejo por Indicadores de Sustentabilidad) (Mäser *et al.* 2008) empleándose la metodología de levantamiento de indicadores de sustentabilidad propuesta por Altieri y Nicholls (2002) mediante votación participativa para la estimación de los mismos, determinando los indicadores de mayor relevancia del proceso productivo. Se determinaron indicadores relevantes como son los ambientales, técnico/productivos y sociales, para emplearlos como herramientas potenciales en la toma de decisiones en la producción. Esta información aportada por los involucrados, permitió medir cambios y al mismo tiempo interactuar con los productores, quienes autorizaron y consintieron el desarrollo de esta actividad. Para cumplir con este objetivo, se pusieron en práctica algunas técnicas participativas como la entrevista y la lluvia de ideas, entre otras.

Para la evaluación del diagnóstico de sustentabilidad en base a prácticas agroecológicas de las comunidades (barrios) de la parroquia Casanga, se seleccionaron los siguientes indicadores (12): disponibilidad de agua, prácticas de conservación de suelos, estructura-profundidad, compactación-retención de humedad, residuos de cosecha-color, desarrollo de raíces-cobertura, erosión-actividad biológica, apariencia-crecimiento, tolerancia a estrés, enfermedades –malezas, diversidad-manejo, rendimiento-comercialización.

A través de lluvia de ideas, los participantes ponderaron los indicadores a través de una escala donde se le asignó un valor entre 20 = mínimo y 100 = óptimo. Se sumaron los puntos de cada indicador, obteniéndose un puntaje total del sistema, el cual se dividió por el número de indicadores, donde el resultado es la calificación del barrio. Los valores obtenidos se graficaron para facilitar el análisis de los indicadores estimados, y finalizada la ponderación, se procedió a graficar los valores obtenidos en una figura tipo ameba (Astier 2007).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fase 1. Diagnóstico general

El levantamiento preliminar de la información en la Junta Parroquial de Casanga, se realizó con la finalidad de tener un acercamiento sobre la ubicación de las unidades agrícolas de los diversos barrios, para conocer las características humanas, físicas y agropecuarias de los sistemas de producción de la parroquia Casanga.

#### Datos generales

Los resultados obtenidos del análisis de la encuesta aplicada, indican que la proporción general es de tres hombres por cada mujer, lo que denota que la migración masculina en esta jurisdicción territorial no es significativa.

En cuanto al nivel de escolaridad, la mayoría de los propietarios (87 %) ha aprobado el nivel de instrucción primario, siguiendo a una gran distancia el nivel secundario, y en un ínfimo porcentaje el superior. Sin embargo, es importante destacar que el analfabetismo se encuentra ausente en la parroquia Casanga.

En relación al estado civil de los participantes, el mayor porcentaje 67 % correspondía al estado civil casado, siguiendo en orden de importancia los viudos, y finalmente los solteros.

El número de hijos de la mayoría de los hogares (alrededor de un 70 %) de las familias agricultoras de la parroquia Casanga es de entre 4 y más de 6 hijos; seguido por las familias que tienen entre 1 y 3 hijos, y los que no tienen descendientes.

En muchos casos, las familias agricultoras de Casanga, mantienen además otros familiares (72 %), teniendo bajo su dependencia a un pariente.

### Datos generales de las unidades de producción

De las unidades encuestadas, 46 % tienen un tamaño entre 1,1 y 3 ha; siendo 26 % inferiores a 1 ha; y 21 % entre 3,1 y 5 ha. Un escaso 8 % corresponde a las que tienen extensiones mayores a 5 ha.

En la parroquia Casanga cuatro de las cinco fincas del área disponen de agua para riego; la falta de agua en 18 % de los predios es una limitante para la producción agrícola, porque les corresponde efectuar las siembras solamente en época lluviosa.

La escasez de agua para riego es un factor que restringe el establecimiento de los cultivos; solo 22 % dispone de agua para sembrar en toda la finca, mientras 28 % avanza a regar solamente hasta la mitad del predio.

En cuanto a las prácticas de conservación del suelo en la finca, la mayoría (90 %) ha sembrado especies nativas en los linderos, preferentemente “porotillo”, un árbol de baja altura de la familia de las leguminosas; mientras 5 % mantiene una combinación de especies arbóreas y obras físicas; y 5 % se encuentra motivado para sembrar árboles, como práctica de conservación del suelo.

La calidad del suelo es un factor de la producción agrícola de gran importancia para el buen desarrollo de los cultivos; en la parroquia Casanga 64 % de las fincas tienen un suelo suelto, con pocos gránulos. Por consiguiente, este es un aspecto ventajoso en la obtención de altos rendimientos de los cultivos, debido a la facilidad para la penetración del agua hacia el subsuelo.

En concordancia con la característica anterior, las fincas de la parroquia Casanga en una proporción de 67 % tienen un suelo no compacto, que permite la fácil infiltración del agua hacia las raíces, lo que favorece el buen crecimiento de los cultivos.

Sin embargo, las características anteriormente descritas contrastan con el factor de profundidad, correspondiendo a una capa delgada de menos de 10 cm de espesor en una cantidad de 64 % de las propiedades.

En 44 % de los predios de la parroquia Casanga los residuos de la cosecha se mantienen en una descomposición lenta, lo que no es una condición muy favorable para el crecimiento de los cultivos, aunque la época lluviosa permite que se acelere este fenómeno.

En 86 % de los predios agrícolas los suelos son de color café claro y negro, lo que demuestra el contenido de una significativa proporción de materia orgánica, representando un apreciable nivel de fertilidad natural del suelo.

El factor de retención de la humedad es preocupante en la parroquia Casanga, en 69 % de los feudos el suelo se seca rápido y permanece seco en la temporada seca, solamente en 31 % de las fincas el suelo mantiene la humedad; sin embargo, este aspecto podría mejorarse si los productores se acostumbraran a incorporar abundante cantidad de abonos orgánicos, que aportaría la correspondiente materia orgánica, mejorando la textura del suelo para crear una buena retención de humedad.

Como consecuencia de lo anterior, en 56 % de las fincas las raíces tienen un crecimiento limitado; pero, esta irregularidad se ve opacada porque en cambio en 41 % de las propiedades las raíces si tienen un buen crecimiento.

En la parroquia Casanga, no existen predios agrícolas sin cobertura vegetal; 46 % están cubiertos con residuos de cosecha o biomasa en más de la mitad de la extensión del predio, y 54 % menos de la mitad; esta situación ayuda a que disminuyan los riesgos de la erosión superficial del suelo.

En la parroquia Casanga las fincas muestran signos de erosión evidente aunque baja en una proporción de 64 %; pero, del resto de propiedades en forma contrastante 18 % revelan erosión severa, mientras el otro 18 % denota que no tiene señales de erosión.

En las fincas de la parroquia Casanga existe una buena actividad biológica de los suelos por la presencia de abundantes lombrices y artrópodos en 21 % de predios, y en menor cantidad en 64 % de los mismos. Como se explicó anteriormente, la aportación de abono orgánico podría incrementar el volumen de lombrices y artrópodos, fauna muy necesaria para el crecimiento de las raíces de los cultivos.

Del examen de los resultados se deduce que en 92 % de los predios los cultivos tienen hojas con un color entre verde intenso y verde claro; mientras que solo en 8 % de las fincas los cultivos muestran hojas cloróticas, señal evidente de la falta de nutrimentos en la capa superficial del suelo, anormalidad que podría ser superada con el aporte de abonos orgánicos en cantidad suficiente.

### **Características de los sistemas de producción (cultivos)**

Las principales características de los sistemas de producción de la parroquia Casanga en base a los cultivos de maíz y maní, se sintetizan a continuación:

#### **Cultivo: Maíz duro.**

Nombre científico: *Zea mays* L. Variedad: Brasilia, criollo local. Ciclo vegetativo: febrero-julio. Preparación del terreno: maquinaria agrícola. Densidad de siembra: 0,80 x 0,80 m. Número de semillas por golpe: 2. Fertilización: rastrojos de la cosecha anterior y estiércol de ganado. Control de malezas: 2 - 3 deshieras en forma manual. Cosecha: en choclo (consumo familiar), y grano seco (para consumo y semilla).

#### **Cultivo: Maní.**

Nombre científico: *Arachis hypogaea* L. Variedad: caramelo (rojo y negro). Ciclo vegetativo: febrero-julio. Preparación del terreno: maquinaria agrícola. Densidad de siembra: 0,40 x 0,40 m. Número de semillas por golpe: 2. Fertilización: rastrojos de la cosecha anterior y estiércol de ganado. Control de malezas: 3-4 deshieras en forma manual. Cosecha: grano seco (para consumo, semilla y venta).

### **Aspectos generales de los cultivos**

En 77 % de las fincas los cultivos presentan una apariencia entre densa pero no uniforme y un aspecto denso con buen crecimiento, mientras que en 23 % de

los predios el crecimiento es pobre. En el aspecto de la salud de los cultivos se consideran a continuación los siguientes aspectos: tolerancia al estrés (por sequía, plagas, etc.), ataque de enfermedades y competencia de malezas.

En 67 % de las fincas de la parroquia Casanga los cultivos sufren estrés y luego se recuperan lentamente, en 23 % soportan la sequía o las lluvias intensas y no deterioran, mientras en 10 % los cultivos no se recuperan, es decir son muy sensibles a los trastornos naturales. Los resultados muestran que 56 % de las propiedades soportan la incidencia de las enfermedades en un rango entre 20 y 45 % de las plantas, en tanto que en 33 % las plantas resisten el ataque de los microorganismos, apareciendo síntomas leves solamente en 20 % de las plantas.

En 69 % de las fincas se denota una presencia mediana de malas hierbas, mientras que en 15 % los cultivos se muestran vigorosos porque soportan muy bien la competencia de las malezas; mientras en el restante 15 % los cultivos son dominados por las malezas.

Para el análisis de los resultados del segmento de productividad se consideran los elementos siguientes: rendimiento, diversidad de semillas, sistema de cultivo y comercialización.

En la parroquia Casanga, en 54 % de los predios agrícolas los rendimientos de los cultivos alcanzan un nivel mediano, siguiendo en orden de importancia el grado de rendimiento alto en 39 % de las fincas; en tanto que en 8 % el volumen de producción es bajo.

Coincidente con lo anterior, en la parroquia Casanga, 64 % de las fincas disponen de una gama de variedad de semillas mayor a dos ecotipos, en 26 % existen por lo menos dos variedades, en tanto que en 10 % la diversidad es pobre, cuentan con solo una variedad.

Sobre este aspecto, en 51 % de las unidades agrícolas, se observa la implantación del sistema de cultivo de transición a orgánico, es decir los productores utilizan insumos externos, aunque en baja cantidad; en 41 % de los predios predomina el monocultivo, bajo el sistema convencional (aplicación de agroquímicos); solo en 8 % de las propiedades se practica el sistema orgánico diversificado, con baja aplicación de insumos orgánicos.

### **Comercialización de la producción**

En la parroquia Casanga, la comercialización de la producción se encuentra en un nivel mediano en 51 % de las fincas, siguiendo el nivel alto en 26 % de los predios, y finalmente el nivel bajo en 23 %, denotando que en este grupo la producción es mayormente destinada al autoconsumo.

### **Fase 2. Diagnóstico por unidad agrícola. Diagnóstico de sustentabilidad por barrio.**

#### **Barrio Casanga**

De acuerdo con los resultados, el promedio de la suma de los indicadores del barrio Casanga es de 63 %, encontrándose por encima de este valor, en orden de mayor a menor (Figura 2A): 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Diversidad de variedades y Sistema de manejo de los cultivos, 3. Grado de erosión y Actividad biológica, y 4. Disponibilidad de agua.

#### **Barrio Macandamine**

El promedio de la suma de los indicadores de los sistemas de producción en el barrio Macandamine también es de 63 %, verificándose que los valores que se hallan arriba de esta cifra (Figura 2B) son: 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Rendimiento actual y sistema de comercialización, 3. Incidencia de enfermedades y control de malezas, 4. Compactación e infiltración y capacidad de retención de la humedad, y 5. Tolerancia al estrés.

#### **Barrio Sabanilla**

El promedio de la suma de los indicadores de los sistemas de producción del barrio Sabanilla igualmente es de 63 %, estando por arriba este valor, en orden de mayor a menor (Figura 2C): 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Compactación e infiltración y capacidad de retención de la humedad, 3. Tolerancia al estrés, 4. Diversidad de variedades y sistema de manejo de los cultivos, 5. Rendimiento actual y sistema de comercialización.

#### **Barrio Guaypirá**

En este barrio el promedio de la suma de los indicadores de los sistemas de producción en el barrio Guaypirá es de 58 %, comprobándose que las cifras que se encuentran por arriba de este dígito (Figura

2D) son: 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Rendimiento actual y Sistema de comercialización, 3. Incidencia de enfermedades y Control de malezas, 4. Compactación e infiltración y Capacidad de retención de la humedad; y, 5. Tolerancia al estrés.

#### **Barrio Buena Esperanza**

El promedio de la suma de los indicadores de los sistemas de producción del barrio Buena Esperanza es de 80 %, observándose en la Figura 3A que los datos que se hallan por encima de este valor son: 1. Tolerancia al estrés, 2. Presencia y estado de residuos de la cosecha y color y materia orgánica del suelo, 3. Desarrollo de las raíces y cobertura del suelo de la finca, 4. Prácticas de conservación de suelos, 5. Diversidad de variedades y sistema de manejo de los cultivos, y 6. Disponibilidad de agua.

#### **Barrio La Sota**

En el barrio La Sota, el promedio de la suma de indicadores de los sistemas de producción es de 58 %, comprobándose que los dígitos que se encuentran por encima de este valor (Figura 3B) son: 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Desarrollo de las raíces y cobertura de los suelos de la finca, 3. Apariencia y crecimiento de los cultivos, 4. Rendimiento actual y sistema de comercialización, 5. Estructura del suelo y profundidad de la capa arable, 6. Compactación e infiltración y capacidad de retención de la humedad.

#### **Barrio Zapotepamba**

El promedio de la suma de los indicadores de los sistemas de producción en el barrio Zapotepamba es de 72 %, comprobándose que los valores que se encuentran por arriba de este dígito (Figura 3C) son: 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Disponibilidad de agua, 3. Presencia y estado de residuos de la cosecha y color y materia orgánica del suelo, 4. Desarrollo de las raíces y Cobertura del suelo de la finca, 5. Grado de erosión y Actividad biológica, 6. Compactación e infiltración y Capacidad de retención de la humedad.

#### **Barrio El Naranjo**

En el barrio El Naranjo, el promedio de la suma de los indicadores de los sistemas de producción es de 54 %, verificándose que los dígitos que se hallan por



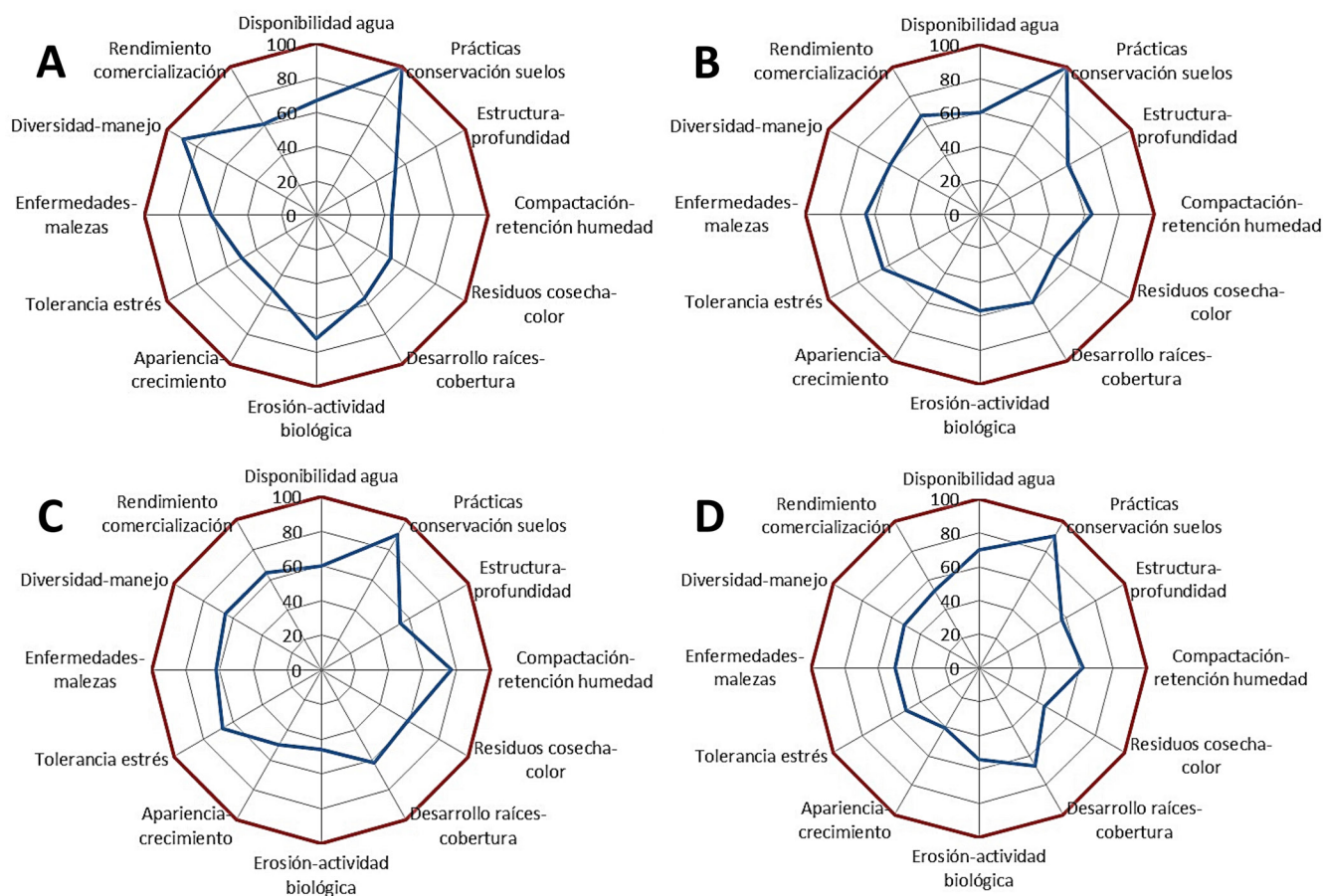


Figura 2. Diagnóstico de los sistemas de producción de los barrios Casanga (A), Macandamine (B), Sabanilla (C) y Guypirä (D), provincia de Loja, Ecuador.

arriba de este valor (Figura 3D) son: 1. Prácticas de conservación de suelos, 2. Compactación e infiltración y Capacidad de retención de la humedad, y, 3. Rendimiento actual y Sistema de comercialización.

**Posición de indicadores según barrio de la parroquia Casanga**

Al analizar el Cuadro 2 se puede destacar lo siguiente: los barrios que tienen los más altos promedios de optimización de los factores que influyen en los sistemas de producción son Guaypirä con 80% y Zapotepamba con 72%. Siguen en orden de importancia los barrios Casanga, Macandamine, Sabanilla, cada uno con 63%; Guaypirä y La Sota con 58% cada uno; y, El Naranjo con 54%. Los barrios, que según el número de indicadores influyen en los sistemas de producción son: Buena Esperanza, La Sota y Zapotepamba con 6

cada uno, Macandamine y Sabanilla con 5, Casanga y Guaypirä con 4, y El Naranjo con 3. Los tres indicadores de sostenibilidad, que tienen una influencia de mayor a menor importancia sobre los sistemas de producción de los barrios de la parroquia Casanga, son: prácticas de conservación de suelos, disponibilidad de agua y desarrollo de las raíces y cobertura de los suelos de la finca.

En cuanto a la sustentabilidad de la producción, la mayoría de las unidades de producción se encuentran en condición moderada, lo que significa que los productores deberán implementar prácticas agrícolas que permitan incrementar la sustentabilidad de las mismas. Resultados similares a los obtenidos en esta investigación son reportados por Uzcanga-Pérez *et al.* (2020).

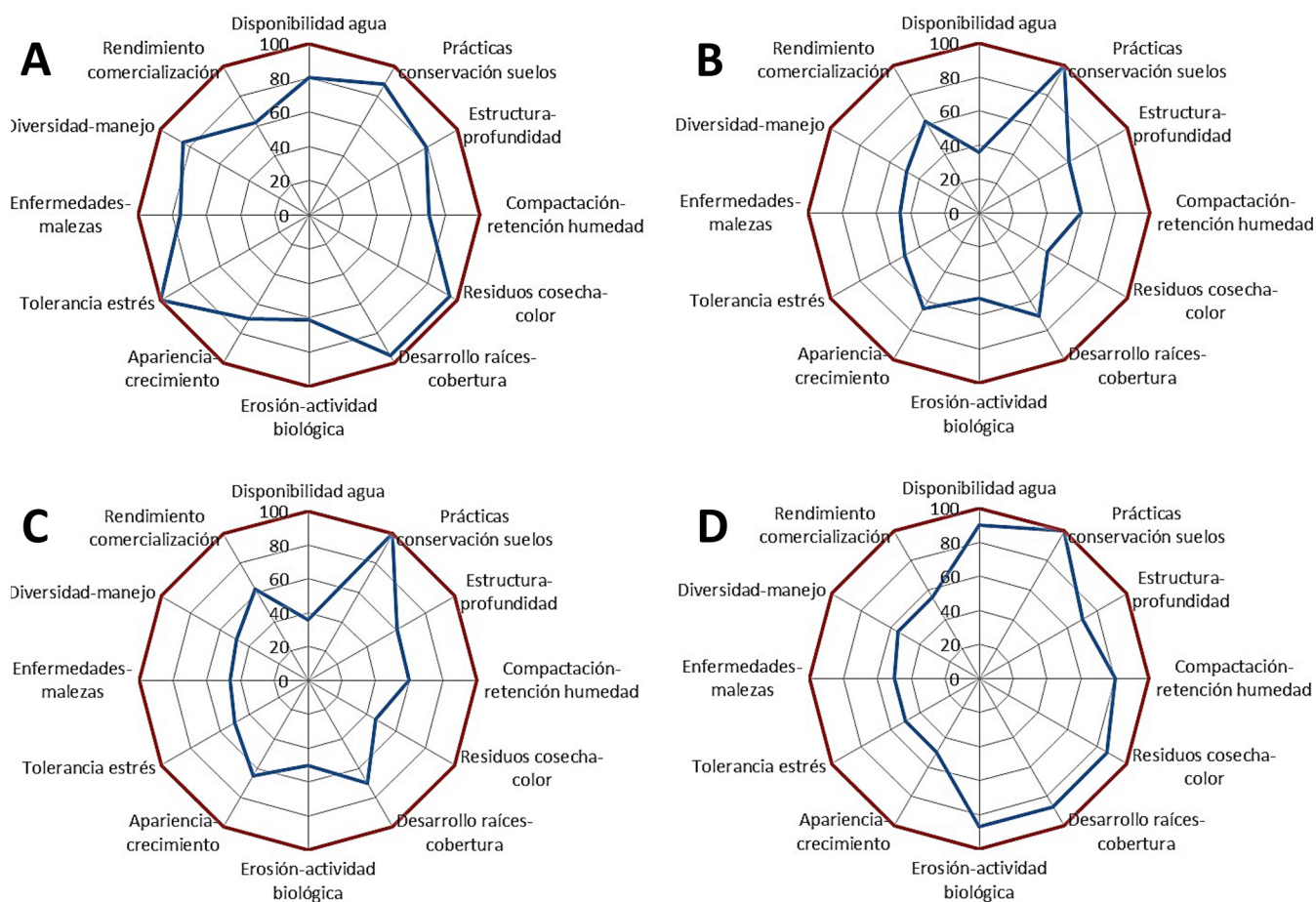


Figura 3. Diagnóstico de los sistemas de producción de los barrios Buena Esperanza (A), La Sota (B), Zapotepamba (C) y El Naranjo (D), provincia de Loja, Ecuador.

Adicionalmente, estos resultados indican la necesidad de transformar el concepto de sustentabilidad en definiciones y estrategias operacionales que puedan ser utilizadas para evaluar el impacto de distintas acciones en la sustentabilidad de los sistemas (FMAM 2000, López-Riba *et al.* 2005, Valarezo-Beltrón 2020).

Para abordar la evaluación de sustentabilidad en un agroecosistema es fundamental centrarse en las características básicas del concepto, y determinar cómo son afectadas dentro de cada dimensión. Según Masera *et al.* (1999), la medición de la sustentabilidad seguirá siendo una tarea compleja, debido a diversas razones, tales como las diferentes escalas de evaluación que van desde el planeta hasta una granja; la multitud de estructuras productivas, cada una con sus interacciones, relaciones sinérgicas y de complementariedad que dificultan la estandarización;

la necesidad de un punto de referencia que permita la comparación y emisión de juicios de valor sobre el grado de sustentabilidad de cada sistema, ya sea a través de la comparación transversal entre sistemas productivos o temporal de un sistema a lo largo de su evolución como consecuencia de la introducción de mejoras tecnológicas o prácticas de manejo; la necesidad de predecir el efecto en el grado de sustentabilidad futuro que tendrán las medidas adoptadas hoy.

Daboín *et al.* (2019) al trabajar con indicadores de sustentabilidad en cultivos de papa en Venezuela, señalaron que estos, resultaron elementos clave para comprender el avance de esta transición hacia la producción agroecológica, además de demostrar la importancia de la investigación participativa y la reflexión permanente en el proceso de conversión agroecológica para la sustentabilidad de las futuras generaciones.

Cuadro 2. Resumen de ubicación de indicadores por barrio, parroquia Casanga, cantón Paltas, provincia de Loja, Ecuador.

Indicador	Barrio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Disponibilidad de agua	4			2	6		2	
2. Prácticas de conservación de suelos	1	1	1	1	4	1	1	1
3. Estructura-profundidad						5		
4. Compactación-retención humedad		4	2	4		6	6	2
5. Residuos cosecha-color					2		3	
6. Desarrollo raíces-cobertura				3	3	2	4	
7. Erosión-actividad biológica	3						5	
8. Apariencia-crecimiento						3		
9. Tolerancia a estrés		5	3		1			
10. Enfermedades-malezas		3						
11. Diversidad-manejo	2		4		5			
12. Rendimiento-comercialización		2	5			4		3
Promedio del barrio	63	63	63	58	80	58	72	54

Barrio: 1: Casanga; 2 :Macandamine; 3: Sabanilla; 4: Guaypira; 5: Buena Esperanza ; 6 : La Sota; 7 : Zapotepamba; 8: El Naranja

En cualquier caso, la evaluación del grado de sustentabilidad se encuentra en la base de cualquier intento de mejora de los sistemas de producción; por eso, en agroecosistemas se han utilizado distintas metodologías para evaluar la sustentabilidad, desde unas muy detalladas, sólo aplicables a condiciones experimentales, a otras muy generales, pasando desde la simple toma de datos a campo, por encuestas y entrevistas y llegando hasta la predicción mediante ecuaciones de regresión y modelos de simulación.

### CONCLUSIONES

En el estudio realizado, las unidades agrícolas incluidas en el mismo, presentaron diferentes grados de sustentabilidad para cada indicador, de acuerdo a la escala valorativa, las cuales no presentaron altos valores, lo que confirma que en las unidades agrícolas de los barrios de la parroquia Casanga, es indispensable mejorar diversos aspectos para optimizar procesos de producción orientados a un desarrollo sustentable.

El análisis de los indicadores de sustentabilidad que tienen mayor influencia en la investigación realizada, indica que son las prácticas de conservación de suelos, disponibilidad de agua, y desarrollo de las raíces y cobertura de los suelos de la finca, catalogados en una escala de mayor a menor importancia sobre los sistemas de producción de los barrios de la parroquia Casanga.

### LITERATURA CITADA

- Alfaro, SM. 2011. Utilización del balance energético en la evaluación de la sostenibilidad ecológica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en campo abierto y bajo invernadero en Cartago, Costa Rica (en línea). Tesis de Maestría, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. 106 p. Consultado 14 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2O7APi7>
- Altieri, M; Nicholls, C. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas 64 (3), 17-24.

- Arnés, E. 2011. Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa, Nicaragua (en línea). Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 67 p. Consultado 13 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3kNTfAu>
- Báez B, KA. 2005. Impacto de la innovación tecnológica en la sustentabilidad de los sistemas de producción de campesinos Pehuenches. Comuna de Lonquimay. IX Región de la Araucanía (en línea). Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 156 p. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/38gRE0P>
- Castillo C, GJ; Cabrera Jaramillo, G. 2001. Funcionamiento y rentabilidad de las unidades de producción de la micro cuenca del río Yangana (en línea). Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 91 p. Consultado 22 jul. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3cd7pY6>
- Caicedo-Camposano, O; Soplín-Villacorta, C; Balmaseda-Espinosa, L; Cadena-Piedrahita, L; Leyva-Vázquez, M. 2020. Sustentabilidad de sistemas de producción de banano (*Musa paradisiaca* AAA) en Babahoyo, Ecuador. Revista Investigación Operacional 41(3):379-388.
- Caicedo-Camposano, O; Díaz-Romero, O; Cadena-Piedrahita, D; Galarza-Centeno, G. 2019. Diseño de un sistema de producción de arroz sostenible en Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador. Killkana Técnica 3:19-24.
- Cedeño M, MG; Vélez Cedeño, JC. 2006. Análisis de las políticas de producción en áreas de riego en la provincia de Manabí y su incidencia en el desarrollo socio económico. Tesis de grado. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. 108 p.
- Daboín León, B; Meza, N; Morros, ME; Pierre, F; Marín, M. 2019. Indicadores de sustentabilidad en la evaluación del proceso de reconversión agroecológica de la producción de papa en la comunidad Marajabú, estado Trujillo. Observador del Conocimiento 4(2): 19-29.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2019. Los 10 elementos de la agroecología. Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles (en línea). 9 p. Consultado 20 dic. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3ri6vjb>
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial, EEUU). 2000. Contribuciones del fondo para el medio ambiente mundial al programa 21 (en línea). 64 p. Consultado 22 jun. 2009. Disponible en <https://bit.ly/2OtLQu5>
- Guadiana, ZA. 2020. Sustentabilidad de la agricultura familiar en regiones áridas y semiáridas. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales. Universidad San Luis de Potosí. México. 109 p.
- Guzmán Casado, GI; Alonso Mielgo, AM. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. Ecosistemas 16(1): 24-36.
- Ilbay Yupa, ML. 2011. Identificación del sistema de producción de un agricultor tipo en el cantón Mocha, provincia de Tungurahua, para diseñar alternativas de optimización (en línea). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Consultado 14 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3qmAUL>
- JPC (Junta Parroquial de Casanga, Ecuador). 2011. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Casanga, cantón Paltas, provincia de Loja. Casanga, Paltas, Loja, Ecuador (en línea). Consultado 25 abr. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3rpekDA>
- Leal Muñoz, N. 2007. Contribución al estudio de los sistemas de producción campesinos del municipio de Ocaña: el caso de la cooperativa multiactiva agroecológica Agrovida limitada. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 110 p. Consultado 14 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3qlikDV>
- López-Ridaura, S; Masera, O; Astier, M. 2001. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS (en línea). Leisa 46(4). Consultado 10 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3v0rwBm>
- López-Ridaura, S; Keulen, H; Ittersum, M; Leffelaar, P. 2005. Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems (en línea). Environment,

- Development and Sustainability volume 7:51-69. Consultado 10 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3uZfUHU>
- Martínez Castillo, R. 2009. Sistemas de producción agrícola sostenible. *Tecnología en Marcha* 22(2): 23-39.
- Masera, O; Astier, M; López, S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. México: Gira Mundial (en línea). 59 p. ISBN 968-7462-11-6. Consultado 16 feb. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2PAGLk1>
- Muner, LH. 2011. Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el Estado de Espírito Santo – Brasil (en línea). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 263 p. Consultado 10 may. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3cbxPZY>
- Peralta S, VJ. 2010. Diagnóstico agroecológico de sistemas agrícolas (en línea). Consultado 10 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3sOJe8O>
- Piedra R, WP. 2012. Elementos básicos para el diseño predial de una finca agroecológica (en línea). Tesis de Pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 64 p. Consultado 10 may. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3c4IZzT>
- Román Campoverde, GC. 2012. Diagnóstico situacional turístico de la parroquia rural Casanga del cantón Paltas de la provincia de Loja (en línea). Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 278 p. Consultado 10 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3sOK2dQ>
- Sarandón, SJ; Flores, C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28.
- Toro, P; García, A; Gómez-Castro, AG; Perea, J; Acero, J; Rodríguez-Estévez, V. 2010. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Archivos de Zootecnia* 59 (232): 71-94.
- Uzcanga-Pérez, NG; Chanatásig-Vaca, CI; Cano-González, A. 2020. Sustentabilidad socioeconómica y ambiental de los sistemas de producción de maíz de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11 (5): 993-1004.
- Valarezo-Beltrón, O. 2020. Marco aplicado para la sustentabilidad social y ambiental de fincas productoras de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) S.) en Portoviejo, Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 8(1): 19-31.