

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TÍTULO:

**“EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN HORTÍCOLA PEQUEÑOS Y MEDIANOS DE LA
PARROQUIA SAN JOAQUÍN DEL CANTÓN CUENCA”**

*Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniera Agrónoma*

AUTORA:

Jeimy Patricia Chilpe Torres
C.I. 0106426687

DIRECTOR:

Ing. Eduardo José Chica Martínez PhD.
C.I. 0912795101

CUENCA-ECUADOR

2018



RESUMEN

La producción hortícola en el Ecuador ha sido deficientemente caracterizada en cuanto a sus componentes agronómicos, económicos y sociales limitando su comprensión y análisis para encontrar puntos de mejora. Así mismo la complejidad y la multidimensión de la sostenibilidad hacen necesario volcar aspectos de naturaleza muy diversa en valores claros, objetivos y generales, llamados indicadores. Los insumos y servicios utilizados en la producción vegetal representan un costo energético. Dependiendo de estos factores y de las productividades obtenidas, la conversión de la producción en energía determinará la eficiencia energética (EfE) del sistema. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la sostenibilidad de sistemas de producción hortícola pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín del cantón Cuenca mediante indicadores de sostenibilidad establecidos por Altieri y Nicholls (2002) y Funes (2009). La metodología adoptada comprendió el levantamiento de información a través de encuestas aplicadas en una entrevista directa con los productores hortícolas. Los resultados demostraron que las fincas hortícolas superan el umbral de sostenibilidad de suelo y cultivo con valores de 7.79 y 5.84 respectivamente, sin embargo existen indicadores que evidenciaron un déficit, tales como la diversidad natural circundante donde el 97% de fincas tienen valores <5 encontrándose debajo del umbral de sostenibilidad, y por lo tanto requieren de un manejo que permita mejorarlos. En los sistemas hortícolas de San Joaquín el 98% tiene una eficiencia energética >1 . Los cultivos que mayor EfE presentan anualmente fueron el ajo (7.71) y zanahoria (5.35). En conclusión en la parroquia San Joaquín las fincas evaluadas muestran una tendencia hacia la sostenibilidad y una buena eficiencia energética.

PALABRAS CLAVES: SOSTENIBILIDAD, INDICADOR, CALIDAD DEL SUELO, SALUD DEL CULTIVO, EFICIENCIA ENERGÉTICA.



ABSTRACT

Horticultural production has been poorly characterized in terms of its agronomic, economic and social components, limiting its understanding and analysis in order to find points for improvement. Likewise, the complexity and multidimensionality of sustainability make it necessary to turn complex aspects into clear, general and objective values, called indicators. The inputs and services used in plant production represent an energy cost, depending on these factors and the productivities obtained, the conversion of production into energy will determine the energy efficiency of the system. The objective of this study was to evaluate the sustainability of small and medium-scale horticultural production systems in the San Joaquin parish of Cuenca, using sustainability indicators established by Altieri and Nicholls (2002) and Funes (2009). The methodology adopted included the gathering of information through surveys conducted in a direct interview with horticultural producers. The results showed that horticultural farms exceed the threshold of soil and crop sustainability with values of 7.79 and 5.84 respectively, however there are indicators that showed a deficit, such as the surrounding natural diversity where 97% of farms have values <5 below the threshold of sustainability, and therefore require management to improve them. In the horticultural systems of San Joaquín 98% have an energy efficiency > 1 . The crops that presented the highest annual EfE were garlic (7.71) and carrot (5.35). In conclusion, in the San Joaquín parish, the evaluated farms show a tendency toward sustainability and good energy efficiency.

KEY WORDS: SUSTAINABILITY, INDICATOR, CULTIVATION HEALTH, SOIL QUALITY, ENERGY EFFICIENCY.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo General (OG).....	16
2.2. Objetivos Específicos (OE).....	16
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1. Agricultura Sostenible.....	17
3.2. La Horticultura.....	18
3.2.1. La Horticultura en San Joaquín.....	19
3.3. Sostenibilidad.....	19
3.4. Indicadores de sostenibilidad.....	20
3.4.1. Indicadores de calidad de suelo y salud de cultivo.....	20
3.5. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios.....	21
3.6. Estudios relacionados con la producción hortícola en la Parroquia San Joaquín.....	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1. Área de estudio.....	23
4.1.1. Clima.....	24
4.2. Selección de la muestra.....	24
4.3. Levantamiento de información.....	25
4.4. Cálculo de la sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola.....	26
4.4.1. Calidad de suelo.....	26
4.4.2. Salud de cultivo.....	27
4.5. Análisis de la eficiencia energética de los sistemas de producción hortícola.....	28



4.6. Análisis de datos.....	31
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
5.1. SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	31
5.1.1. Calidad de Suelo.....	31
5.1.2. Salud del Cultivo.....	39
5.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	47
5.2.1. Ingreso de energía.....	47
5.2.2. Eficiencia energética por cultivo.....	51
5.2.3. Eficiencia energética por finca.....	54
5.3. Correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos presentes en las fincas hortícolas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín	56
5.4. Correlación entre la eficiencia energética y el área sembrada en las fincas hortícolas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín.....	58
5.5. Área cultivada y sin uso de las fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín.....	61
5.6. Eficiencia financiera.....	61
6. CONCLUSIONES.....	64
7. RECOMENDACIONES.....	66
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
9. ANEXOS.....	73



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido energético de los insumos empleados y de actividades realizadas en el proceso productivo	29
Tabla 2. Contenido energético de cultivos hortícolas producidos en la	30
Tabla 3. Promedio de los valores asignados a los indicadores de calidad	32
Tabla 4. Promedio de los valores asignados a los indicadores de salud	41
Tabla 5. Entradas de energía anual para la producción de hortalizas en las.....	48
Tabla 6. Ingresos, egresos de energía y eficiencia energética de hortalizas que se cultivan en la parroquia San Joaquín.	52
Tabla 7. Eficiencia energética y número de cultivos sembrados en las fincas hortícolas evaluadas de la parroquia San Joaquín.	56
Tabla 8. Análisis estadístico de correlación de “Pearson” entre la eficiencia energética y el número de cultivos sembrados en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.....	57
Tabla 9. Eficiencia energética y área sembrada de las diferentes fincas hortícolas evaluadas de la parroquia de San Joaquín.	59
Tabla 10. Análisis estadístico de correlación de “Pearson” entre la eficiencia energética y el área cultivada de las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.	60
Tabla 11. Ingresos y egresos económicos anuales de las fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín y su R:B/C.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuentes de energía empleadas para la producción de alimentos	21
Figura 2. Localización de la parroquia San Joaquín a nivel cantonal y provincial. 24	
Figura 3. Fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín.....	26
Figura 4. Metodología empleada para la evaluación de la salud del cultivo de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.	27
Figura 5 y 6. Ameba representativa del estado de calidad de suelo y salud de cultivo de la finca 1.....	28
Figura 7. Promedios de calidad de suelo de las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín en donde cada línea representa una finca diferente.	31
Figura 8. Porcentajes de fincas de la parroquia San Joaquín que se encuentran bajo, en y sobre el umbral de sostenibilidad en relación a los indicadores de calidad de suelo.....	38
Figura 9. Ameba representativa del promedio del estado de salud del cultivo de las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín.....	40
Figura 10. Porcentajes de fincas de la parroquia San Joaquín que se encuentran bajo, en y sobre el umbral de sostenibilidad en relación a los indicadores de salud de cultivo.	46
Figura 11. Insumos utilizados en la producción hortícola de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín representado en porcentajes.	50
Figura 12. Entradas y salidas de energía anuales registradas en los cultivos hortícolas de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.	54
Figura 13. Histograma de promedio de eficiencia energética de las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.....	55
Figura 14. Correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos por finca de los sistemas de producción hortícola evaluados en la parroquia San Joaquín.	58



Figura 15. Correlación entre la eficiencia energética y el área cultivada de los sistemas de producción hortícola evaluados en la parroquia San Joaquín.	60
Figura 16. Porcentaje de la superficie cultivada y sin uso	61
Figura 17. Eficiencia energética y relación beneficio costo de las fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín.	63



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño de encuesta de Indicadores de sostenibilidad.....	73
Anexo 2. Indicadores relacionados a eficiencia.....	75
Anexo 3. Tabla de información extra para la realización de LCA	77
Anexo 4. Base de datos de los valores asignados a los indicadores de calidad de suelo y sus promedios de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín	78
Anexo 5. Base de datos de los valores asignados a los indicadores de calidad de suelo y sus promedios de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín	79
Anexo 6. Estado de sostenibilidad de calidad de suelo de las 60 fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.....	80
Anexo 7. Estado de sostenibilidad de salud de cultivo de las 60 fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.....	88
Anexo 8. Fotografías de las fincas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín.....	96



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

IE: Ingreso de energía

EE: Egreso de energía

EfE: Eficiencia energética

R:B/C: Relación beneficio costo

AS: Agricultura Sostenible

.

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Jeimy Patricia Chilpe Torres en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción hortícola pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín del cantón Cuenca", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Febrero de 2018

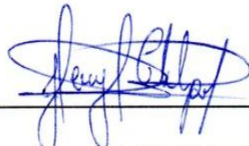


Jeimy Patricia Chilpe Torres
C.I: 0106426687

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jeimy Patricia Chilpe Torres, autora del trabajo de titulación "Evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción hortícola pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín del cantón Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Febrero de 2018



Jeimy Patricia Chilpe Torres
C.I: 0106426687



DEDICATORIA

A mi peculiar familia, a quienes a pesar de nuestras diferencias de carácter e ideas, han formado parte de mis tristezas y alegrías, en especial a mi madre Beatriz a la que adoro y admiro, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su incondicional apoyo.

A Enma, mi prima casi hermana, por sus constantes consejos, reproches, compañía y amor.

A todos mis amigos Anita, Silvana, Magus, Inés, Michelle, Carolina, Paola, Liliana, Christian, Diego, Freddy, Daniel; que en el andar por la vida nos hemos ido encontrando, porque cada uno de ustedes me enseñaron el valor de la amistad.

A mis sueños truncados que me permitieron seguir soñando y no me dé por vencida.

A Rafael por su cariño y comprensión.

Para ti, por tu magia infinita.

Jeimy Chilpe Torres



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a mi director de tesis el Ing. Eduardo Chica Martínez PhD por la orientación, seguimiento y su asesoría siempre dispuesta; a todos los profesores que me supieron compartir sus conocimientos y me mostraron la belleza de la carrera.

A mis compañeros de carrera que supieron tenerme paciencia y con los que compartí grandes momentos.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ellos, muchas gracias.

Jeimy Chilpe Torres



1. INTRODUCCIÓN

La agricultura se lleva a cabo en tres mundos bien diferenciados: uno principalmente rural, uno en proceso de transformación entre lo rural y lo urbano y otro urbanizado. En cada uno de estos ambientes, los programas de agricultura para el desarrollo procuran lograr un crecimiento sostenible (Banco Mundial, 2008). El sector agrícola es uno de los ejes principales sobre los que se desenvuelve la economía de nuestro país. Al año 2014 el PIB Agrícola aporta el 85% al total del PIB Agropecuario y el 7% al PIB total (ESPAC, citado por Monteros et al., 2013).

La horticultura en el Ecuador ha crecido paulatinamente a partir de la década de los años 90, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado hacia un mayor consumo de hortalizas (FAO, 2009). Según la FAO (2004), de los 2, 600,000 hectáreas de superficie cultivada que tiene el país, 123,070 ha corresponden a hortalizas y se desarrolla principalmente en la Sierra, con una participación del 86%, en la costa ecuatoriana el 13% y en el Oriente el 1%.

El concepto de sostenibilidad ha dado lugar a mucha discusión y ha promovido la necesidad de proponer ajustes mayores en la agricultura convencional para hacerla ambientalmente, socialmente y económicamente más viable y compatible (Gliessman, 1998).

Con la creciente escasez de recursos y la acumulación de externalidades, el desarrollo agrícola y la protección ambiental están ahora estrechamente relacionados. Desde el punto de vista ambiental se han generado enormes problemas derivados del uso de productos químicos, insecticidas, plaguicidas y abonos químicos, tales como contaminación de suelos, agua y aire (Naranjo, 1997). De ahí la necesidad de encauzar la agricultura para que brinde más servicios ambientales, denotando que la solución no consiste en desacelerar el desarrollo agrícola, sino en buscar sistemas de producción más sostenibles (Banco Mundial, 2008).

En Ecuador la horticultura alrededor de las ciudades es una característica típica de muchos lugares, principalmente en regiones de la Sierra, cuya importancia ha sido reconocida por algunos municipios, incluyendo el de Cuenca generando programas para su desarrollo (Cruz, 2000). En la parroquia de San Joaquín, la horticultura es



de gran importancia, involucra hasta el 35% de la población económicamente activa (GAD Cuenca, 2011).

La parroquia San Joaquín, ubicada al occidente de Cuenca, convive entre el crecimiento urbano y los espacios dedicados a la agricultura. Según el PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial) de San Joaquín (2011), una de las potencialidades de esta parroquia es ser gran productora de hortalizas: el 85.71% de las comunidades de la parte céntrica siembra hortalizas y destina su producción prácticamente el 100% para la venta, según percepciones de la población, mientras se observan hectáreas de cultivos de lechugas, col, brócoli y otras hortalizas, también se observa que cada vez aumenta más, una enorme franja de casas y edificaciones privadas.

San Joaquín tiene una superficie de 21.007,61 hectáreas. Según el Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, al año 2010 hay 7.455 habitantes, no obstante proyecciones efectuadas por el equipo técnico del PDOT (2011) estima que para el 2030 serán en total 18.315 habitantes. Además existen presiones y barreras en los sectores rurales que limitan la transferencia de información para solucionar los problemas de producción (Bon et al. 2008) dando como resultado un bajo nivel tecnológico, baja productividad y problemas que amenaza la sostenibilidad de las fincas (GAD Cuenca, 2011).

De ahí que la presente investigación busca aportar la solución de esos problemas planteándose como objetivo principal: Evaluar la sostenibilidad de sistemas de producción hortícola pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín del cantón Cuenca. Mediante la realización de la investigación se determinará el estado de los sistemas de producción hortícola que mantienen las fincas de pequeña y mediana producción de la parroquia San Joaquín, los mismos que permitirán identificar las dificultades de la realidad productiva y fortalecer la producción de manera más sostenible.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general del proyecto (OG)

- Evaluar la sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín del cantón Cuenca.

2.2. Objetivos específicos (OE)

- Caracterizar los sistemas de producción hortícola de las fincas de pequeña y mediana producción de la parroquia San Joaquín tomando en cuenta aspectos agronómicos, energéticos y sociales.
- Calcular la sostenibilidad de las fincas en estudio, mediante indicadores de sostenibilidad establecidos por Altieri y Nicholls (2002) e indicadores de eficiencia energética establecidos por Funes (2009).
- Identificar los componentes y procesos que reducen la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola periurbanos de las fincas de pequeña y mediana producción de la parroquia San Joaquín.



3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Agricultura Sostenible

Desde que la humanidad inventó la agricultura ha venido creando procesos de producción que han evolucionado de sencillos y dependientes en gran medida de los procesos, flujos de energía y ciclos naturales, a muy complejos, dependiente de procesos, flujos y ciclos más artificiales. La agricultura ha venido evolucionando a la par del desarrollo de la humanidad (Pilarte, 2012).

Las ciudades en el mundo entero han desarrollado un ritmo de crecimiento notable. La periurbanización denota la extensión continua de la ciudad y a la absorción paulatina de los espacios rurales, en el cual se desarrollan prácticas agrícolas (agricultura urbana y periurbana) y pecuarias ligadas a los mercados urbanos y donde se incorporan otras actividades, no necesariamente de carácter primario. El avance de la periurbanización afecta tanto a las zonas agrícolas sin gran valor, como también a aquéllas donde se han realizado inversiones públicas (Ávila, 2001).

De ahí que el concepto de agricultura sostenible es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada con la agricultura moderna (Reijntjes et al., citado por Altieri, 2001). El estudio de la agricultura requiere un entendimiento más amplio del contexto agrícola, el ambiente global y el sistema social. Es a través de esta más profunda comprensión de la ecología de los sistemas agrícolas, que se abrirán las puertas a nuevas opciones de manejo que estén más en sintonía con los objetivos de una agricultura verdaderamente sostenible (Altieri, 2001).

Altieri (1999) define a la agricultura sostenible como un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo. La agricultura sostenible propone sistemas agrícolas autosuficientes, con alta diversidad de especies en su interior, reducción de uso de agroquímicos, y un uso eficiente de energía (Vandermeer, citado por Altieri, 2001).

Según Restrepo et al., (2000) durante mucho tiempo los modelos de desarrollo desconocieron la importancia de los factores ambientales para el funcionamiento y

mantenimiento del sistema económico y social. El descenso de los rendimientos y el aumento del costo de los insumos son factores que han llevado a la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a la conclusión de que es necesario un nuevo enfoque, donde se apliquen tipos de agricultura sostenibles desde el punto de vista social y ecológico. Los factores sociales deben también ser tomados en cuenta, utilizando recursos como el conocimiento local e institucional para aumentar la cohesión social y las economías locales (Restrepo et al., 2000).

3.2. La Horticultura

La horticultura es la ciencia, tecnología, y comercio aplicado a la producción intensiva de cultivos para uso humano, incluyendo frutas, hortalizas y plantas ornamentales (USAID, 2013).

Las hortalizas son un grupo grande de plantas alimenticias que se caracterizan por su valor nutritivo, principalmente por el aporte de vitaminas y minerales, y por su delicado sabor; en general contribuyen a la obtención de una alimentación balanceada y completa (FAO, citado por Zuñiga, 2014). Una planta hortícola es aquella que recibe una atención individual del hombre, de acuerdo a las necesidades particulares para que de el producto esperado (Guamán y Tacuri, 2014).

La horticultura es también una industria intensiva en mano de obra en comparación con otros sectores agrícolas, y los productos hortícolas son un componente importante de una dieta saludable. La horticultura es una industria muy diversa con una amplia gama de cultivos y sistemas de cultivo. La comprensión del impacto de estos diversos procesos sobre el medio ambiente es, por tanto, un desafío considerable (FAO, 2002).

Los sistemas de producción hortícola en la parroquia de San Joaquín no han sido sistemáticamente caracterizados de una manera integral que permita evaluar la sostenibilidad y rentabilidad económica de la horticultura en esta zona a nivel de finca. La información disponible sobre las características de los sistemas de producción hortícola en esta zona proviene de un número limitado de trabajos desarrollados en base a pocas muestras y con metodologías no estandarizadas entre sí (Alvarado 2013, Guamán y Tacuri 2014, Mejía 2014).



3.2.1. La Horticultura en San Joaquín

La horticultura en San Joaquín se caracteriza por la variedad de hortalizas que se cultivan, existen aproximadamente 26 plantas hortícolas, además de plantas medicinales y animales menores, lo que la convierte en uno de los principales proveedores de productos agrícolas en la provincia del Azuay, como también a nivel nacional, puesto que el 20% de producción se vende en Cuenca, mientras que el 80% restante sale a provincias cercanas como: Cañar, el Oro, Pasaje, Machala, Arenillas, Guayas y también el Oriente (Guamán y Tacuri, 2014).

3.3. Sostenibilidad

La sostenibilidad es un concepto promovido desde la década de 1980 en el seno de las Naciones Unidas para involucrar, en la discusión sobre desarrollo, la preocupación por el deterioro ambiental progresivo y la inequidad social, que cada vez se demostraba más aguda en todas las regiones del mundo (Acevedo, 2009).

Según Altieri (2001) la sostenibilidad es la medida de la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en la presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas. Las características de este manejo balanceado varían con diferentes cultivos, áreas geográficas y entradas de energía y, por lo tanto, son altamente específicos del lugar.

Berroterán y Zinck (2000) indican que la agricultura sostenible (AS) implica establecer: mantenimiento a largo plazo de los sistemas naturales, producción agrícola óptima con baja cantidad de insumos, ingresos económicos adecuados por unidad de producción, satisfacción de las necesidades humanas de alimentos e ingresos y suministros a las necesidades de las familias y comunidades rurales.

Acevedo (2009) menciona que la sostenibilidad de la agricultura se refiere a la capacidad de los agroecosistemas y las comunidades rurales específicas para mantener altos niveles de productividad agraria, bienestar social y calidad del ambiente a través del tiempo. Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los

recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno (Calvente, 2007).

En los últimos años ha surgido un marcado interés por investigar sobre aspectos relacionados con la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Sin embargo, la mayoría de las publicaciones sobre el tema, no han superado aún la etapa enunciativa o enumerativa de las cualidades que debería tener un agroecosistema para lograr ser sostenible y pocos han intentado medir o proponer metodologías o marcos para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios (Sarandón, 2010).

3.4. Indicadores de sostenibilidad

La complejidad y la multidimensión de la sostenibilidad hacen necesario volcar aspectos de naturaleza compleja en valores claros, objetivos y generales, llamados indicadores.

Según Sarandón (2010) un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable. Los indicadores de sostenibilidad de la agricultura son atributos cuantificables y medibles de un sistema que se considera que están relacionadas con las tecnologías de información y desarrollo sostenible (Flint, 2009).

Los indicadores abarcan aspectos: a) ecológicos, evalúan aspectos que afectan la capacidad productiva del agroecosistema, b) sociales y culturales se refiere a aquellos relacionados con las condiciones de vida y el grado de aceptación de la tecnología usada y c) económicos donde debe desarrollarse los indicadores relacionados con la rentabilidad de los sistemas productivos (Sarandón, 2010).

3.4.1. Indicadores de calidad de suelo y salud de cultivo

Los indicadores permiten evaluar el estado del suelo a través de observaciones o mediciones que nos indican si un suelo es sano, productivo o si por el contrario se encuentra degradado (Altieri y Nicholls, 2001). Los indicadores de cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo al estrés y a las malezas, crecimiento del cultivo y de las raíces, así como rendimiento potencial y otros aspectos relacionados al cultivo.

Según la metodología de Altieri y Nicholls (2002) cada indicador se estima en forma separada y se le asigna un valor de 1 a 10 (siendo 1 el valor menos deseable, 5 un valor medio y 10 el valor deseado) de acuerdo a las características que presenta el suelo o el cultivo, y los atributos a evaluar para cada indicador (Anexo 1).

3.5. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios

Según ENDESA (2012), la eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía, donde las fuentes de energía son finitas y su correcta utilización se presenta como una necesidad del presente para que se pueda disfrutar de ellas en un futuro.

La energía está disponible para los agroecosistemas a partir de dos fuentes fundamentales: la energía ecológica y la energía cultural (Gliessman, 2001). La ecológica es aquella que proviene directamente del sol e interviene en la producción de biomasa a través de los organismos fotosintéticos. La cultural es la que suministran los seres humanos a fin de optimizar la producción de biomasa en los agroecosistemas. A su vez, se identifican dos fuentes de energía cultural: la biológica y la industrial. La clave de los agroecosistemas radica en cómo utilizar mejor la energía cultural para transformar con más eficiencia la energía ecológica en biomasa (Funes, 2009).

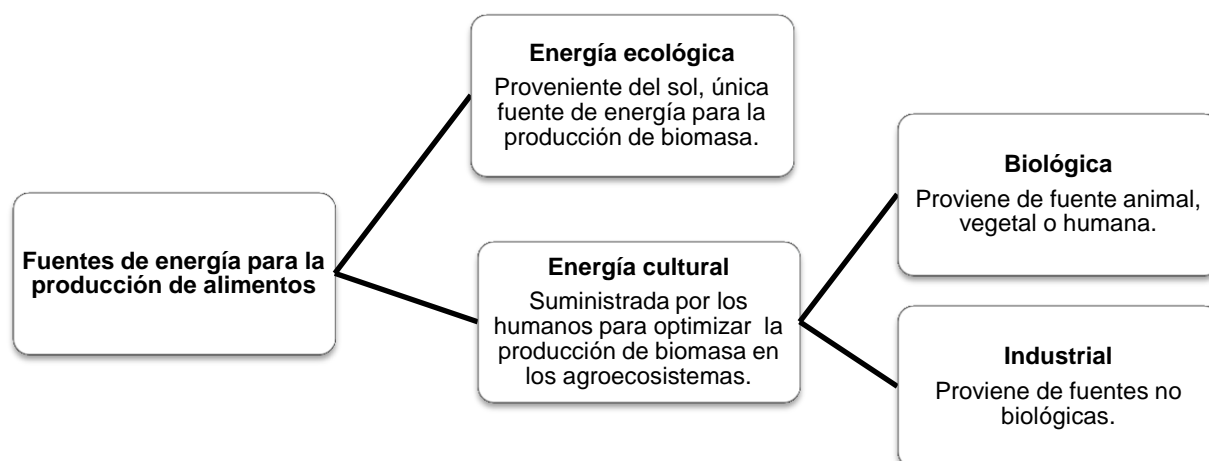


Figura 1. Fuentes de energía empleadas para la producción de alimentos

Fuente: Funes, 2009

Elaboración: Jeimy Chilpe

La actividad agropecuaria puede ser considerada como un proceso de conversión de energía, donde la energía solar, a través de la fotosíntesis, es transformada en



alimentos para los seres humanos y forrajes para los animales (Denoia y Montico, 2010).

Para garantizar la alimentación, la protección, el transporte, la salud, la diversión y otras funciones y bienes de consumo del ser humano, mucha energía se gasta, independiente de la forma y de la fuente energética. En los agroecosistemas, la energía está en la forma de radiación solar que alimenta la fotosíntesis, generando biomasa en forma de trabajo humano, animal o mecánico; o aún contenida en combustibles, abonos, herramientas, semillas y demás insumos de la agricultura (Mello, 1989).

En las últimas décadas, la agricultura ha priorizado la asignación de cantidades cada vez mayores de energía en los sistemas productivos, con el objetivo de aumentar los rendimientos físicos. En el modelo de producción más habitual actualmente, la cantidad de energía invertida en la producción de alimentos, a menudo ha sido mayor que el retorno logrado en valor energético de los productos, proporcionando baja eficiencia y balance negativo (Pimentel et al. 1990, Gliessman, 2000).

En términos generales, los agroecosistemas actuales requieren cantidades altas y crecientes de insumos, lo que implica elevados costos energéticos (Denoia y Montico, 2010).

3.6. Estudios relacionados con la producción hortícola en la Parroquia San Joaquín

En la parroquia de San Joaquín, la horticultura es de gran importancia, involucra hasta el 35% de la población económicamente activa (GAD Cuenca, 2011). Según el PDOT (2011) de San Joaquín, una de las potencialidades de esta parroquia es ser gran productora de hortalizas: el 85.71% de las comunidades de la parte céntrica siembra hortalizas.

Inga (2014) menciona que las fincas hortícolas utilizan prácticas agrícolas que se basan en el manejo adecuado de la tierra, agua, pastos y recursos forestales, procurando no disminuir su potencial productivo. Sin embargo Guamán y Tacuri (2014) comprueban que en los sistemas hortícolas de la Parroquia de San Joaquín existe claramente una dependencia de insumos externos para la producción de su



sistema, debido al excesivo uso de abono orgánico y dependencia de plántulas para la siembra.

A pesar de lo antes ya mencionado existen pocos estudios realizados sobre el tema de producción hortícola en la zona, la mayoría se ha centrado en la caracterización de pocas fincas hortícolas que no son una muestra representativa para toda la producción hortícola de la parroquia (Mejía, 2014).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la parroquia de San Joaquín perteneciente al cantón Cuenca de la provincia del Azuay, la cual se localiza a 17°64'85" S de latitud y 96°80'125" de longitud (GAD San Joaquín, 2015), ubicándose en la parte meridional de la cordillera de los Andes Ecuatorianos (Mejía, 2014) y se encuentra a una altura promedio de 2655 m.s.n.m. Dispone de una superficie de 21007,61 ha y cuenta con una población de 7455 habitantes (INEC, 2010). San Joaquín es una zona de depósitos aluviales en su mayoría, de terrenos planos, arcillosos y adecuados para soportar una alta intensidad de producción vegetal (Mejía, 2014) y en el cual se observa que el orden de los inceptisoles son los más representativos en el territorio, los cuales se encuentran ubicados en las zonas altas de la parroquia, cubre una superficie de 18.558,14 ha equivalente al 88,43%; los Alfisoles representan el 5,28% del territorio ubicado en las zona media de la parroquia, y finalmente en menores proporciones se tiene los histosoles, molisoles y vertisoles ubicados en las zonas pobladas al este de la parroquia (GAD San Joaquín, 2015).

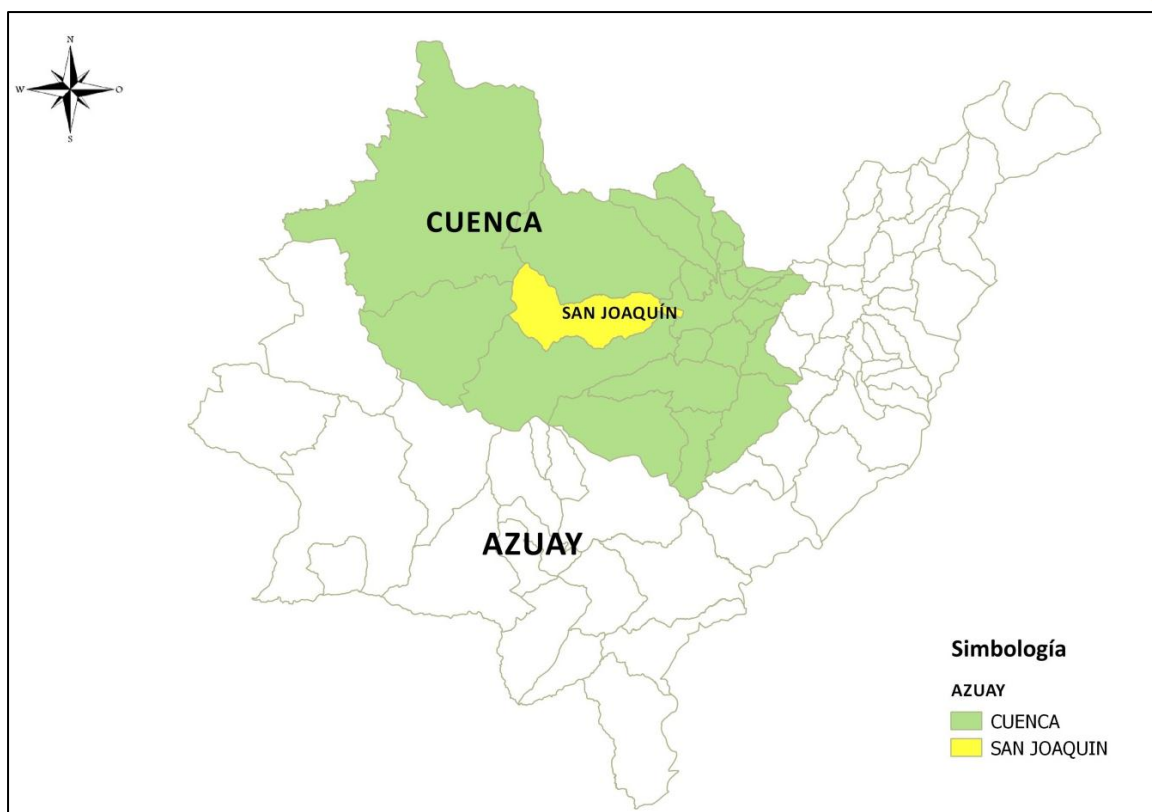


Figura 2. Localización de la parroquia San Joaquín a nivel cantonal y provincial.

Fuente: IGM

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

4.1.1. Clima

La parroquia San Joaquín se caracteriza por presentar dos tipos de pisos climáticos: el Frío Andino y el Templado Interandino (GAD San Joaquín, 2015).

El estudio se desarrolló en el Piso Templado Interandino que se sitúa desde los 2500 hasta los 3200 m.s.n.m., con una temperatura de 10 a 15 °C. Este eslabón climático se caracteriza en época lluviosa templada con la presencia de vientos frecuentes y en época seca con vientos fuertes con aire seco y cálido (GAD San Joaquín, 2015).

4.2. Selección de la muestra

Para la identificación y selección de las fincas se procedió a estratificar el número total de predios dedicados a la producción hortícola que se encuentran Registrados en la Ilustre Municipalidad de Cuenca (Avalúos y Catastros). De los cuales se identificaron 200 fincas de producción hortícola.

Los 200 predios de producción hortícola fueron estratificados en tres categorías de acuerdo al tamaño de las fincas:

1. 66 Fincas de producción grandes (1435 m² a 20239 m²)
2. 67 Fincas de producción medianas (753 m² a 1423 m²)
3. 67 Fincas de producción pequeñas (150 m² a 751 m²)

Este estudio se enfocó en las fincas de producción hortícola medianas y pequeñas, en la cual se consideró solo el 50% de las fincas de producción pequeñas debido a la magnitud del trabajo, enfocándose de esta manera en un total de 100 fincas (67 fincas medianas y 33 fincas pequeñas) de producción hortícola como universo.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

n= Tamaño de la muestra que deseamos conocer

N=Tamaño conocido de la población

z= Nivel de confianza

e= Margen de error

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

<p>N= 100 z= 95% (1.96) e= 5% (0.05) p= 0.5 q= 0.5</p>
--

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2pq}} \quad n = \frac{100}{1 + \frac{0.05^2(100-1)}{1.96^2 * 0.5 * 0.5}} = 79$$

Fuente: (Morales, 2012)

La muestra de la investigación con un 95% de nivel de confianza y un margen de error del 5% (0.05) será de 79 fincas, que debido algunos inconvenientes presentados en campo, en el cual se encontraron menos fincas hortícolas de las esperadas, se levantó información solo de 60 fincas de producción hortícola.

4.3. Levantamiento de información

Para el levantamiento de información de las fincas de producción pequeñas y medianas de la parroquia de San Joaquín se llevaron a cabo diferentes visitas en campo a las fincas y se aplicó de manera directa al productor una encuesta (Anexo 1) previamente establecida que constó de tres aspectos fundamentales, el ámbito

social, ambiental y económico, en la cual se consideraron los indicadores de sostenibilidad propuestos por Altieri y Nicholls (2002) y los indicadores de eficiencia energética (Anexo 2) de Funes (2009).



Figura 3. Fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín

Fuente: Google Earth

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

4.4. Cálculo de la sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola

4.4.1. Calidad de suelo

La calidad de suelo se evaluó mediante la metodología establecida por Altieri y Nicholls (2002), a través de la selección de 10 indicadores de calidad de suelo, en la cual se consideraron: estructura, compactación e infiltración, profundidad del suelo, estado de residuos, color, olor y materia orgánica, retención de humedad, desarrollo de raíces, cobertura de suelo, erosión y actividad biológica; en donde cada indicador se estimó de forma separada a través de un método de observación in situ en cada una de las 60 fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín, y mediante el cual se le asignó un valor de 1 a 10 (siendo 1 el valor menos deseable, 5 un valor medio y 10 el valor deseado) de acuerdo a las características que presentó cada indicador detallados de manera específica en el Anexo 1.

Después de asignar los valores a cada indicador registrados primeramente en las encuestas (Anexo 1), posteriormente se registraron en una base de datos (Anexo 4) en la cual se procedió a sumar y dividir entre el número de indicadores evaluados y se obtuvo un promedio para la calidad de suelo. Con base en la estimación de estos indicadores, el productor y el investigador pueden determinar el estado agroecológico de la plantación (Altieri y Nicholls, 2002).

Con los valores obtenidos para cada indicador se graficaron los resultados de las 60 fincas pequeñas y medianas en una “ameba” o “gráfico radial”, permitiéndonos visualizar el estado general de la calidad del suelo, considerando que mientras más se aproxime la “ameba” al diámetro del cultivo (valor 10) más sostenible es el sistema (Altieri y Nicholls, 2002).

4.4.2. Salud de cultivo

La evaluación de salud de cultivo implicó un procedimiento similar al de la calidad de suelo en donde se utilizó la metodología planteada por Altieri y Nicholls (2002).

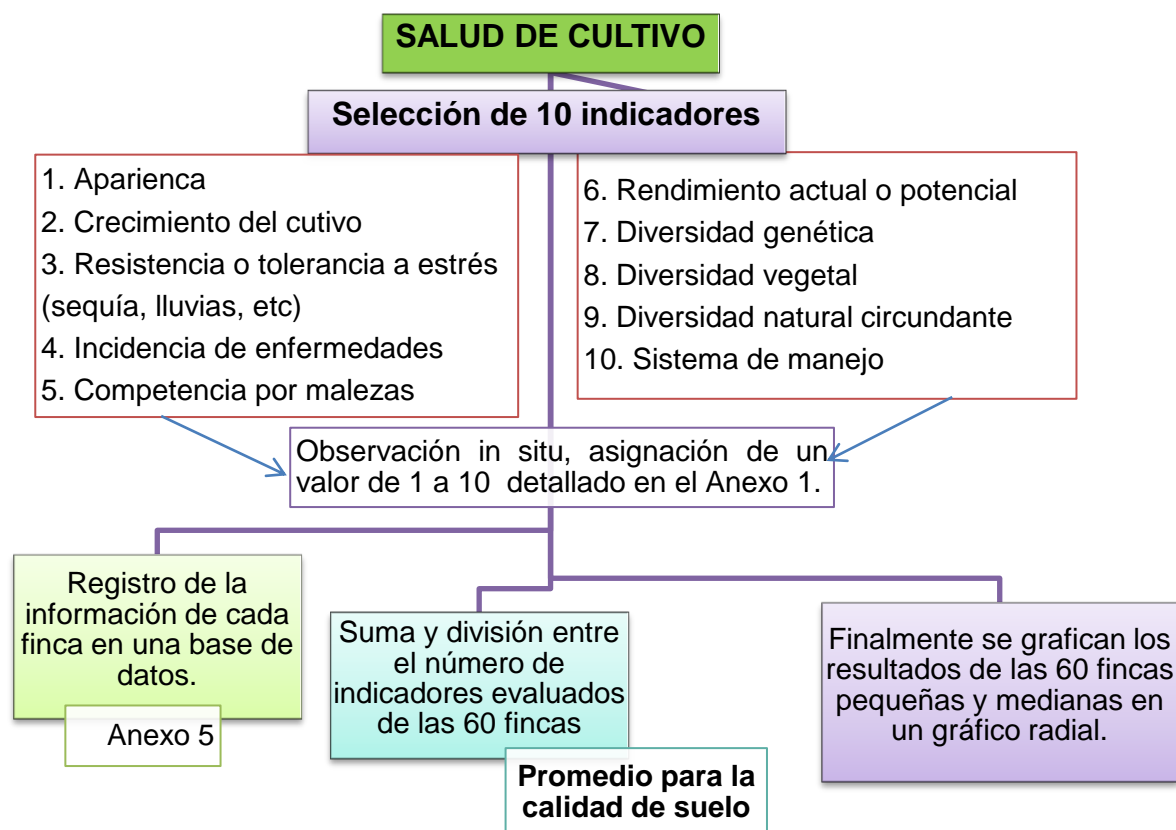


Figura 4. Metodología empleada para la evaluación de la salud del cultivo de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Fuente: Funes, 2009

Elaboración: Jeimy Chilpe

Con los valores obtenidos para cada indicador se grafica los resultados de cada finca en una “ameba” o “gráfico radial”, ya que permite visualizar el estado general salud del cultivo, considerando que mientras más se aproxime la “ameba” al diámetro del cultivo (valor 10) más sostenible es el sistema (Altieri y Nicholls, 2002).

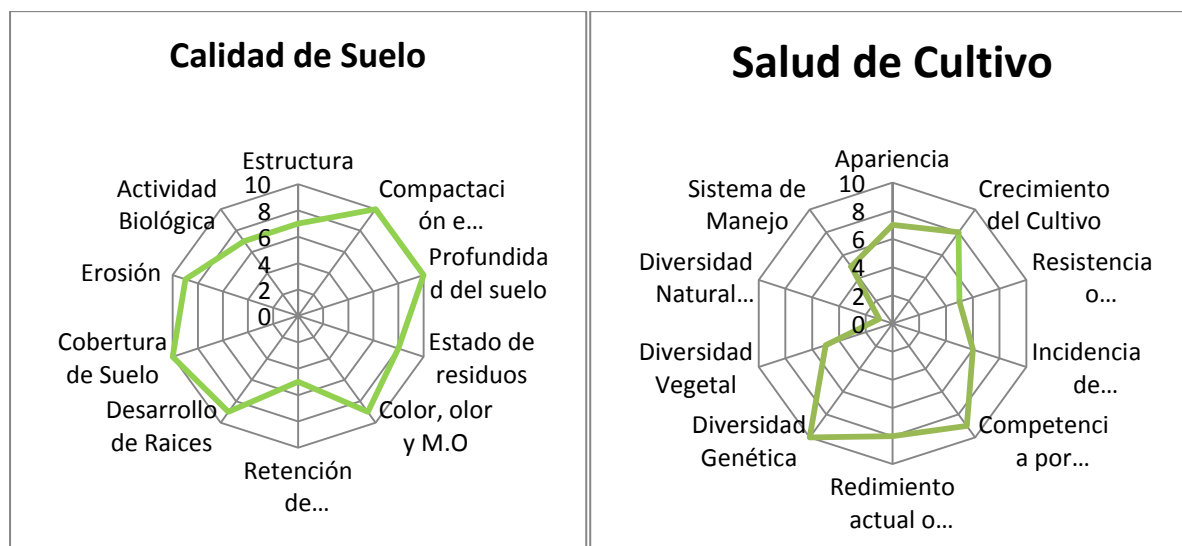


Figura 5 y 6. Ameba representativa del estado de calidad de suelo y salud de cultivo de la finca 1.
Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

4.5. Análisis de la eficiencia energética de los sistemas de producción hortícola

En el análisis de eficiencia energética de los sistemas de producción hortícola de la parroquia San Joaquín, se consideraron tanto los ingresos de energía como los egresos de energía, los mismos que fueron respaldados por la información recolectada en las encuestas realizadas a los productores de las fincas.

No fue considerada la energía aportada por el sol, y además sólo se consideró la energía indirecta empleada en un paso previo al ingreso de los insumos al sistema, excluyendo el consumo de energía en etapas anteriores. Otro límite impuesto fue que el análisis de la gestión energética se extendió sólo hasta el momento en que los productos superaran los límites físicos del sistema, quedando excluidos los procedimientos de envasado, secado, almacenaje, transporte hasta los consumidores, etc (Denoia y Montico, 2010).

La conversión energética de los sistemas estudiados fue aquella adoptada por Funes (2009), calculada por la razón entre la energía convertida y la energía

consumida. Tanto insumos como producción fueron calculados para un año de cultivo y por la superficie de cada finca de hortalizas (Denoia y Montico, 2010).

Assenheimer, Torres y Goncalves (2009) mencionan que la cuantificación energética de los insumos se obtiene por medio de la multiplicación del producto físico por los índices de conversión, que se calcula en Mega Joule (MJ) (Tabla N°1). Así mismo en las salidas de energía que implica la producción de los sistemas, se convirtió cada uno de los datos obtenidos a unidades equivalentes en Mega Joules por unidad de peso o volumen (Tabla N° 2).

Tabla 1. Contenido energético de los insumos empleados y de actividades realizadas en el proceso productivo

Insumo	Unidad	Equivalente energético (MJ/U)	Referencia
Fertilizante orgánico	Kilogramo	0.30	Funes, 2009
Fertilizantes Urea	Kilogramo	56.5	Funes, 2009
Enmienda Cal	Kilogramo	0.17	Texeira et al., 2005
Semillas y plántulas	Kilogramo	0.71	Funes, 2009
Agua	Kilovatio hora	3.6	Lima et al., 2005
Fungicidas	Kilogramo	184	Funes, 2009
Insecticidas			
Herbicidas	Litro	238	Funes, 2009
Trabajo humano	Hora	5.86	Funes, 2009
Trabajo animal	Hora	1.05	Funes, 2009

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

La Tabla 1 representa los equivalentes energéticos de cada insumo empleado en las diferentes fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín, además incluye las actividades que básicamente se realizan de manera general por parte de los productores en sus predios. Adicionalmente tiene la unidad con la que se representa cada insumo o actividad agrícola y finalmente consta de la fuente de la que se tomó la información.

La Tabla 2 por otro lado representa el equivalente energético de los cultivos por kilogramo que son útiles para calcular las salidas de energía de los sistemas hortícolas pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín.

Tabla 2. Contenido energético de cultivos hortícolas producidos en la parroquia San Joaquín

Cultivo	Nombre científico	Equivalente energético (MJ/kg)
Col Blanca	<i>Brassica oleracea</i>	1
Col Morada	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	1
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	1.2
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	1
Nabos Forrajero	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>	0.9
Nabo Repollo	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>	0.9
Rábanos	<i>Raphanus sativus</i>	0.7
Ajo	<i>Allium sativum</i>	6.2
Cebollín	<i>Allium schoenoprasum</i>	1.4
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	1.7
Acelga	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	0.8
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>	0.8
Lechuga repollo	<i>Lactuca sativa</i>	0.6
Lechuga rizada	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Intybácea</i>	0.6
Culantro	<i>Coriandrum sativum</i>	0.6
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>	0.6
Apio	<i>Apium graveolens</i>	0.6
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	1.7
Zuquini	<i>Cucurbita pepo</i>	1

Elaboración: Jeimy Chilpe

Fuente: Funes, 2009

De la relación entre la energía producida o egreso de energía del sistema de producción hortícola y el total de energía ingresada al sistema, se obtuvo una medida para calcular la eficiencia energética (Denoia y Montico 2010).

$$\text{EfE: EE/IE}$$

Referencia: EE: Egreso de energía, IE: Ingreso de energía, EfE: Eficiencia energética

4.6. Análisis de datos

Debido a que este proyecto de investigación comprendió un estudio observacional se empleó una estadística descriptiva, cuyos resultados se representaron en diagramas de ameba, histogramas de frecuencia u otras formas de representación que fueron conforme a lo que se necesitó. En cuanto a la caracterización de las fincas en base a la eficiencia energética se utilizó medidas de tendencia central.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

5.1.1. Calidad de Suelo

Se realizó la evaluación en campo de la sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola, usando los indicadores definidos para calidad de suelo, los puntajes obtenidos y los promedios de los indicadores, por cada unidad productiva, para ser posteriormente representadas mediante un gráfico radial y establecer su relación de manera comparativa (Figura 7).

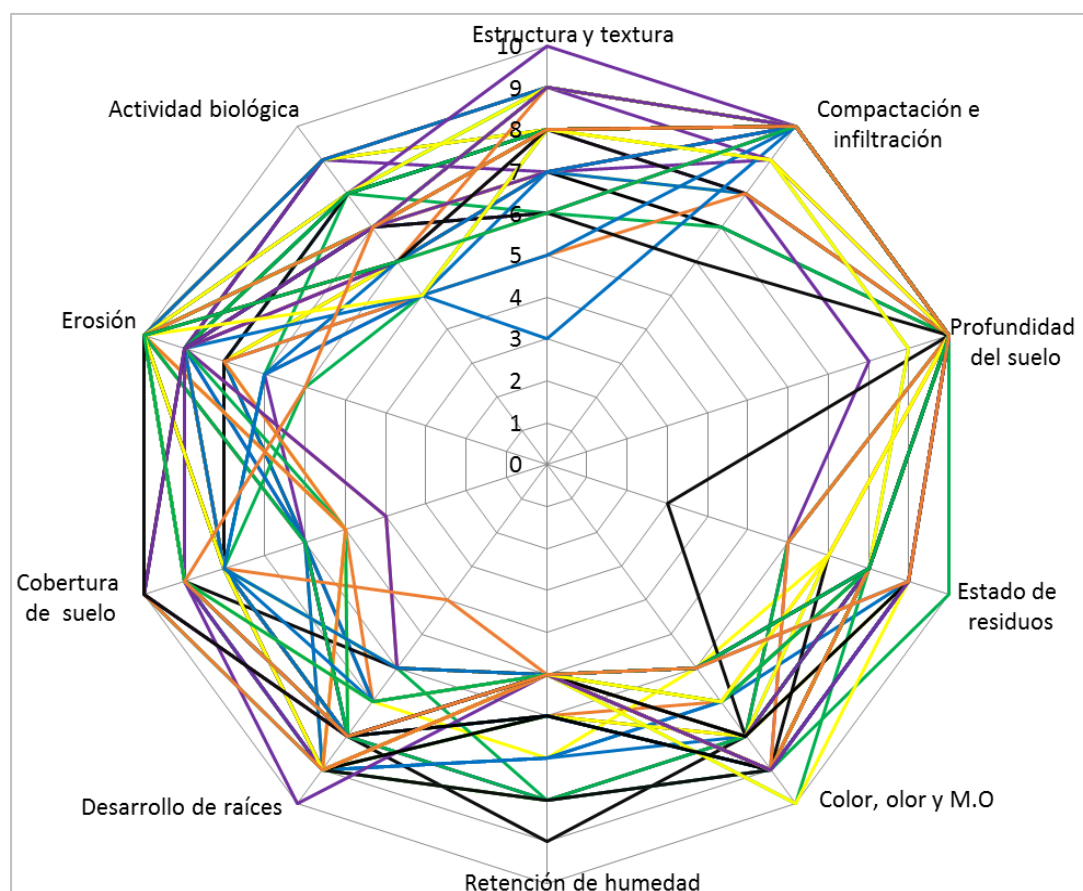


Figura 7. Promedios de calidad de suelo de las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín en donde cada línea representa una finca diferente.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Como se observa en la figura 7, los valores para indicadores de calidad de suelo de las 60 fincas de producción hortícola pequeñas y medianas abarcaron un amplio rango de variación que va desde valores inferiores al umbral (3) hasta superiores al umbral de sostenibilidad (10). Sin embargo se puede observar que el mayor porcentaje de fincas presenta los indicadores de calidad de suelo con valores superiores al umbral de sostenibilidad (5).

En efecto, los indicadores de sostenibilidad evaluados en los sistemas hortícolas de San Joaquín muestran niveles altos de calidad de suelo de (7.79) visibles en el Anexo 4, resumidos en la Tabla 3 y representados en porcentajes en la Figura 8, lo que indica un buen estado en cuanto a las características del mismo.

Tabla 3. Promedio de los valores asignados a los indicadores de calidad de suelo de las fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín.

CALIDAD DEL SUELO	VALOR
Estructura	7.40
Compactación e infiltración	9.26
Profundidad del suelo	9.61
Estado de residuos	7.63
Color, olor y M.O.	7.61
Retención de humedad	5.50
Desarrollo de raíces	7.74
Cobertura de suelo	7.50
Erosión	8.77
Actividad biológica	6.84
PROMEDIO	7.79

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

La mayoría de indicadores de suelo superan el umbral de sostenibilidad (5 puntos) y por lo tanto requieren pocas o ninguna modificación en su manejo. Sin embargo en el estudio se identificaron dos indicadores más limitantes de calidad de suelo,

retención de humedad (5.50) y actividad biológica (6.84). De ahí la necesidad de analizar cada indicador de manera separada.

- **Estructura:** La estructura de suelo de las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentaron un promedio de 7.4 puntos determinando de esta manera que en base a este indicador se encuentran por encima del umbral de sostenibilidad (5), debido a que el 1.97% de fincas presentaron un valor inferior al umbral de sostenibilidad (<5) con suelo polvoso y sin gránulos visibles, el 35% de fincas se encontró en el rango de umbral de sostenibilidad con un suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave, y el 63.33 % presenta un suelo friable y granular (Figura 8). Estos resultados tuvieron concordancia con el hecho de que el suelo de la zona hortícola de la parroquia de San Joaquín pertenece al orden de los vertisoles del subgrupo “CROMUSTERT”, que son suelos, moderadamente profundos, derivados de arcillas y lutitas (GAD San Joaquín, 2015). Además de que existen otros factores que influyen sobre la estructura; el arado como una actividad que se realiza cada 4-5 meses, rompe los agregados, volviéndolos menos estables y favoreciendo la erosión (Arrieché, 2012), las diferentes condiciones climáticas, la actividad biológica y la materia orgánica que por su parte favorece la estabilidad de la estructura por el poder polimerizante de sus ácidos húmicos (López, citado por Arrieché, 2005).
- **Compactación e infiltración:** La compactación e infiltración constituyeron uno de los indicadores de calidad de suelo con mayor promedio (9.26), donde apenas el 5% de fincas hortícolas presentó una capa compacta delgada y el agua se infiltraba lentamente, mientras el 95% no presentó un suelo compacto y la infiltración se realizaba fácilmente (Figura 8). Según Pérez (2010) la infiltración es dependiente de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, pendiente, cobertura de suelo, relacionándose así con la situación de la zona hortícola de San Joaquín ya que los suelos del subgrupo “CROMUSTERT” son suelos arcillosos ligeramente inclinados, moderadamente profundos (FAO, 1978) y exhiben una capacidad de infiltración buena, encontrándose por encima del umbral de sostenibilidad.

- **Profundidad del suelo:** La profundidad efectiva del suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables (Durán, 2017). Los suelos pueden clasificarse en cuatro grupos, de acuerdo con su profundidad efectiva: suelos profundos (1m o más hasta llegar a una capa limitante), moderadamente profundos (<1m pero >0.60m), suelos poco profundos (<0.60 m), y suelos someros (<0.25 m) (Ibáñez, 2007). De acuerdo a la FAO (2009) la clasificación de los suelos según su capacidad de uso menciona que los suelos de clase II moderadamente profundos son los suelos aptos para las actividades agronómicas e idóneas para cultivos intensivos en donde se encuentran incluidas los cultivos de hortalizas. La profundidad de suelo es uno de los indicadores con mejor promedio (9.61) de las fincas evaluadas, ya que el 100% de las mismas se encuentran con un suelo superficial, con una profundidad que va desde los 8cm hasta más de 10 cm de profundidad. Puesto que los suelos de esta zona son de origen residual, moderadamente profundos con pendientes suaves de 12% a 25% (GAD San Joaquín, 2015).
- **Estado de residuos:** Los residuos de todas las plantas no se descomponen a la misma velocidad, ni generan los mismos tipos de humus. La naturaleza de su biomasa y en especial su composición bioquímica tienen una gran influencia sobre las propiedades de la materia orgánica de los suelos (Ibáñez, 2006). En la agricultura convencional los rastrojos (biomasa no cortada que queda luego de la cosecha) son utilizados para la elaboración de capas abultadas de mulch o acolchados, ideales para proteger el suelo de la erosión hídrica del agua y el sol, garantizando la humedad (ERP Agrícola, 2017). Según la FAO (2007) la conservación de los residuos sobre la superficie del suelo no solo proporcionan abundantes alimentos sino que también lo protege de la insolación directa, lo cual, a su vez, regula la temperatura del suelo. El estado de residuos de los sistemas de producción hortícolas de San Joaquín presentaron un 1.67% de fincas con presencia de residuos que no se descomponen o lo hacen muy lentamente, un 18.33% que mantienen residuos del año anterior en proceso de descomposición y un 80% con residuos en varios estados de

descomposición o residuos bien descompuestos, obteniendo así un promedio de 7.63 puntos que determinan que se encuentra sobre el umbral de sostenibilidad. Debido a que la mayoría de los pequeños y medianos productores realizan la aplicación directa de excedentes de hortalizas y arvenses, por otro lado se encuentran tanto los pequeños y medianos productores haciendo uso de abonos orgánicos de lenta descomposición como el abono de pollo, el abono de plumas y la cascarilla de arroz, mientras unos pocos horticultores realizan sus propios abonos orgánicos, como el bocashi.

- **Color, olor y M.O (Materia orgánica):** Este es otro de los indicadores que supera el umbral de sostenibilidad con un promedio de 7.61 puntos, ya que el 36.67% de las fincas hortícolas presentan un suelo pardo claro con poco olor y con algún grado de materia orgánica, mientras que un 63.33% de las fincas hortícolas presentan un suelo negro o pardo oscuro, y presencia abundante de materia orgánica (Figura 8). A causa del clima frío y húmedo, la baja presión atmosférica, la incorporación continua de abonos orgánicos antes de cada inicio de ciclo de cultivo, llegando a implementarse hasta 600 sacos de abono de pollo por hectárea, se favorece la acumulación de la materia orgánica en el suelo (Mejía, 2014). La descomposición sucesiva del material muerto y la materia orgánica modificada resulta en la formación de una materia orgánica más compleja llamada humus. El humus afecta las propiedades del suelo y su color que se vuelve más oscuro; incrementa la agregación del suelo y la estabilidad de los agregados (FAO, 2007).
- **Retención de humedad:** La retención de humedad es el indicador de calidad de suelo más bajo, con un puntaje de 5.50, ubicándolo en el umbral de sostenibilidad, dado que el 86.67% de suelos de las fincas evaluadas permanecen secas durante la época seca y apenas el 13.33% de suelos de las fincas mantienen la humedad durante la época seca (Figura 8). Debido a que la zona hortícola al presentar suelos de tipo CROMUSTERT que contienen un 30% de arcilla montmorillonita, en su mayoría, permanecen secos en épocas secas con presencia de grietas (GAD San Joaquín, 2015).



- **Desarrollo de raíces:** Un sistema radical abundante, vigoroso y sano permite la absorción eficiente de nutrientes y agua desde el suelo (Román, 2001). En los sistemas de producción hortícola evaluados, el indicador de desarrollo de raíces presentó un 21.67% de fincas con raíces con crecimiento limitado y presencia de algunas raíces finas, mientras que el 76.67 % de fincas presentó raíces con buen crecimiento, saludables y profundas y con abundante presencia de raíces finas, obteniendo así un promedio de 7.74 puntos, superior al umbral de sostenibilidad. Según Yáñez et al. (1999) la densidad de raíces está correlaciona con la estabilidad de agregados, que es una de las característica que proporciona la materia orgánica. En relación con el continuo aporte de abonos orgánicos que realizan los productores hortícolas de la parroquia San Joaquín, llegando a implementarse hasta 600 sacos de abono de pollo por hectárea (Mejía, 2014).
- **Cobertura de suelo:** La cantidad y permanencia de las coberturas vivas o muertas, son determinantes en el cuidado de la salud del suelo al contribuir a conservar la humedad, disminuir el impacto de la lluvia, regular la temperatura, ser refugio de organismos, reciclar nutrientes, proteger del viento y la escorrentía superficial (Pérez, 2010). En la cobertura de suelo se obtuvo un promedio de 7.50 puntos, debido a que el 25% de fincas evaluadas mostró menos del 50% del suelo cubierto por residuos, hojarasca y cubierta viva, y un 71.76% de las fincas presentó más del 50% de suelo con cobertura viva o muerta, de esta forma este indicador se identifica sobre el umbral de sostenibilidad. Mayor cobertura implica mayor calidad de suelo (Pérez, 2010). Los lotes de hortalizas presentan características agroecológicas compartidas, pues poseen algunos camellones en descanso donde surge vegetación espontánea, que sirven como cobertura al suelo y en el caso de especies como la manzanilla, la hierbabuena y la ortiga que son explotadas comercialmente o para consumo y como control físico de plagas respectivamente (Arrieché, 2012), a pesar de esto el mecanismo que llevan a cabo los productores hortícolas en la parroquia San Joaquín implica tener un suelo limpio de malezas que afecten al cultivo llevando a cabo la actividad de deshierbe 1 a 2 veces durante el ciclo de cultivo, sin embargo el



lado positivo de esta actividad radica en que los restos vegetales resultado de este labor son incorporados inmediatamente en la misma finca, por esta razón la mayoría de fincas de la zona se encuentran con una cobertura vegetal mayor al 50%.

- **Erosión:** La erosión es la forma más común de degradar los suelos; factores naturales como la lluvia, la gravedad, el viento y la escorrentía promueven la erosión o la pérdida física del suelo; sin embargo, son el manejo y las prácticas en un terreno los que condicionan que estos factores tengan un mayor o menor impacto sobre los suelos (León, citado por Arrieché, 2012). En el estudio no se evidenció grandes pérdidas. Se observó que 90% de fincas evaluadas no presentó erosión y escasamente un 10% de las fincas mostró erosión evidente pero poca. Esto puede deberse posiblemente a varios factores: el primero ligado a que a que los suelos de la zona hortícola de San Joaquín tienen pendientes suaves de 12% a 25% (GAD San Joaquín, 2015); el segundo está asociado a las actividades humanas como el arado donde es removida la cobertura vegetal, y por último está que los lotes poseen una cobertura relativamente buena del suelo (7.50). En resumen es otro de los indicadores con mejor promedio con 8.77 puntos, encontrándose sobre el umbral de sostenibilidad.
- **Actividad biológica:** En el componente biológico se incluyen los microorganismos, mesoorganismos y los macroorganismos, que viven e interactúan directamente con el suelo, haciendo parte de las complejas interacciones tróficas, tanto abajo como arriba del suelo (Pérez, 2010). La actividad biológica es el segundo indicador con menor promedio, 6.84 puntos. En este caso en el 65% de fincas encuestadas se observaron algunas lombrices y artrópodos, mientras que solo un 35% de fincas presentó mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos. En el suelo viven una serie de organismos; los animales o fauna edáfica que ejercen una función importante con respecto al ciclo de nutrientes (Gliessman, 2002). La mesofauna y macrofauna edáfica: 1. consumen materia orgánica y la simplifican o fraccionan. 2. mezclan el suelo y aumentan la porosidad mejorando las condiciones para la mineralización de

la materia orgánica. 3. aumentan la disponibilidad de nutrientes con material fecal y controlan poblaciones de microorganismos (López, 2005; Pérez, 2010). De esta manera al ser San Joaquín una zona hortícola que incorpora una cantidad considerable de materia orgánica se presupone una buena actividad biológica, sin embargo esta descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que ocurre naturalmente, pero su velocidad es determinada por tres factores principales: la composición de los organismos del suelo, el entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura) y la calidad de la materia orgánica (FAO, 2007). Además La actividad biológica del suelo está determinada por infinidad de condiciones naturales o culturales que afectan su diversidad y dinámica; el uso intensivo de los controles agroquímicos, prácticas de laboreo inadecuadas, falta de cobertura del suelo, el monocultivo entre otras más, hacen que la diversidad y número de organismos disminuyan sensiblemente (Pérez, 2010). A pesar de todo el indicador de suelo de actividad biológica se encuentra sobre el umbral de sostenibilidad (Figura 8).

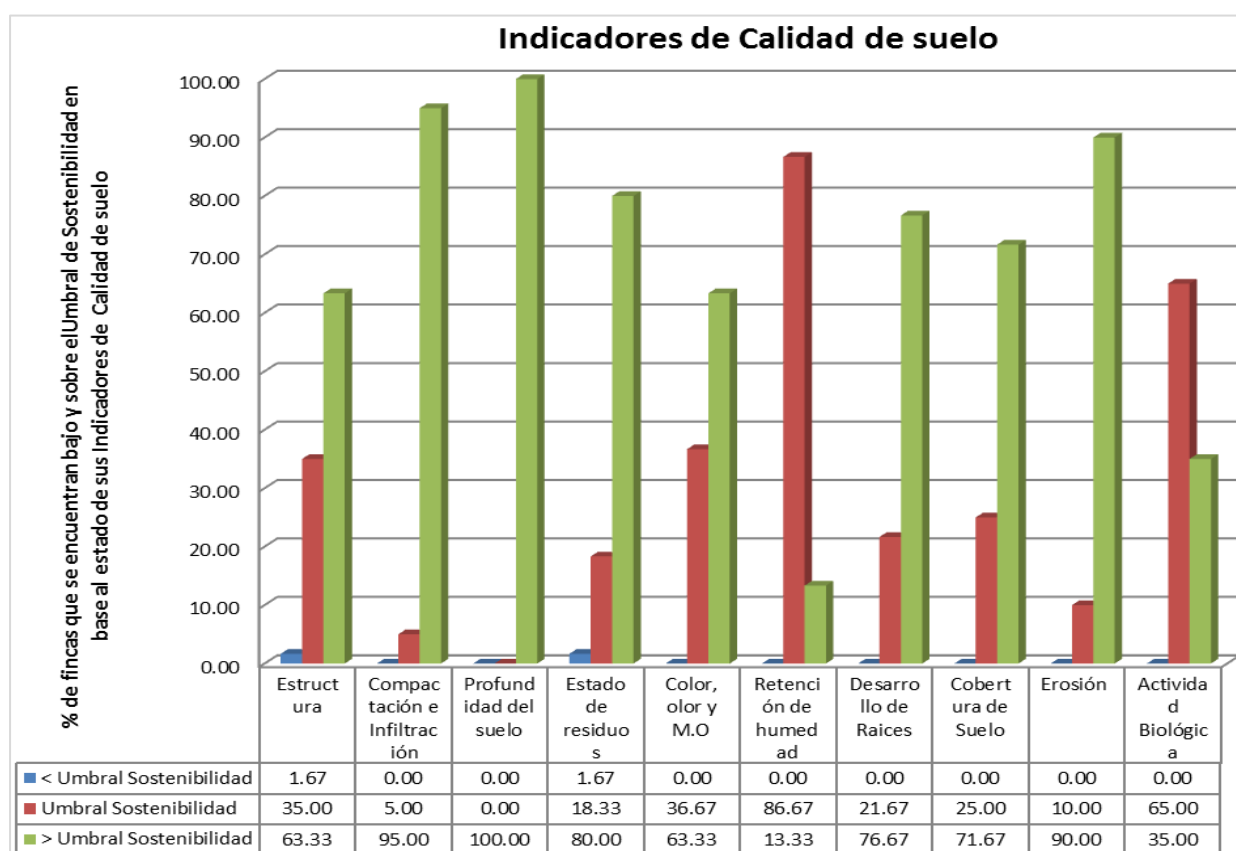


Figura 8. Porcentajes de fincas de la parroquia San Joaquín que se encuentran bajo, en y sobre el umbral de sostenibilidad en relación a los indicadores de calidad de suelo.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Los resultados obtenidos con los indicadores de la metodología de Altieri y Nicholls (2002), presentaron un promedio total del indicador de suelo de 7.79 (Tabla 3), un valor muy favorable a la sostenibilidad con base en las técnicas rápidas de análisis de fertilidad de suelos y que demuestran la existencia de un buen estado de calidad de suelo en las fincas medianas y pequeñas de la parroquia San Joaquín. Los resultados de esta investigación concuerdan con los obtenidos por Silva et al. (2016) en su estudio de evaluación agroecológica de sistemas hortícolas en donde el promedio total del indicador de calidad del suelos fue de 3.55 (valor máximo 4), debido a que sus sistemas han alcanzado una producción eficiente a base de implementar prácticas de manejo de la biodiversidad funcional que le ayudan a tener organismos con funciones ecológicas fundamentales.

Otros investigadores también han reportado, que las fincas ecológicas presentan niveles por encima del umbral, alcanzando una tendencia hacia la sostenibilidad y en el caso de las fincas tradicionales, se encuentran por debajo del umbral, por lo tanto, no tienden a ser sostenibles, debido a que los indicadores de las fincas ecológicas con respecto a las tradicionales, muestran fortalezas en el manejo de suelo mediante la implementación de prácticas de conservación, muestran un mayor aporte en servicios ecosistémicos y una alta productividad similar a fincas tradicionales, esto hace que las fincas ecológicas presenten tendencia hacia la sostenibilidad (Fallas, Chacón y Castro, 2009), resultados que no necesariamente concuerdan con los obtenidos en esta investigación en donde el 85% (51 fincas) de fincas presentaron un manejo mixto y sin embargo presentaron un buen estado de calidad de suelo.

5.1.2. Salud del Cultivo

Los indicadores de salud de cultivo de los sistemas de producción hortícola de la parroquia San Joaquín fueron evaluados en campo, y posteriormente sus promedios fueron representados en un diagrama de ameba, permitiendo visualizar el estado de las fincas en relación al umbral 5 de sostenibilidad (Figura 9).

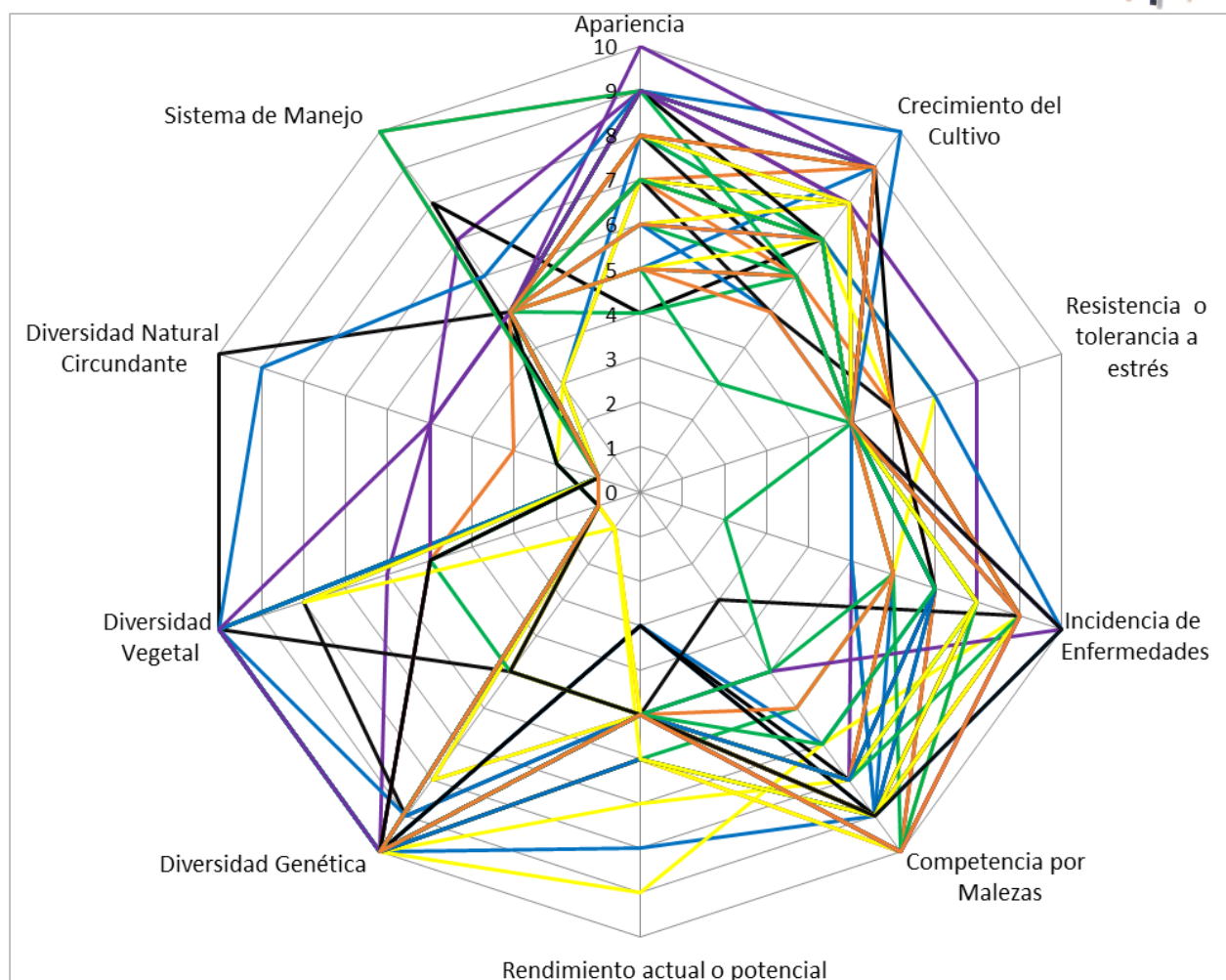


Figura 9. Ameba representativa del promedio del estado de salud del cultivo de las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Como se observa en la figura 9, los valores para indicadores de salud de cultivo de los sistemas de producción hortícola pequeños y medianos abarcaron un amplio rango de variación que va desde valores inferiores al umbral (1) hasta superiores al umbral de sostenibilidad (10), por consiguiente se obtuvo un promedio de salud de cultivo relativamente bajo en comparación con la salud del suelo, en un interfaz medio, sin definirse en un estado inferior ni notoriamente superior al umbral de sostenibilidad, ubicándose en el rango del umbral de sostenibilidad con un promedio de 5.84 puntos (Tabla 4).

Los indicadores de sostenibilidad evaluados en los sistemas hortícolas de San Joaquín muestran un estado de salud de cultivos regular (5.84), visibles en el Anexo 5, resumidos en la Tabla 4 y representados en porcentajes en la Figura 9.

Tabla 4. Promedio de los valores asignados a los indicadores de salud de cultivo de las fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín.

SALUD DEL CULTIVO	VALOR
Apariencia	6.92
Crecimiento del Cultivo	7.18
Resistencia o tolerancia a estrés	5.06
Incidencia de Enfermedades	7.50
Competencia por Malezas	8.23
Rendimiento actual o potencial	5.02
Diversidad Genética	8.44
Diversidad Vegetal	3.61
Diversidad Natural Circundante	1.53
Sistema de Manejo	4.94
PROMEDIO	5.84

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

La mayoría de indicadores del estado de salud de los cultivos superan el umbral de sostenibilidad (5 puntos) no obstante en algunos casos existen indicadores que se encuentran por debajo de este umbral, tales como la diversidad vegetal, la diversidad natural circundante y el sistema de manejo, y por lo tanto requieren cierta modificación en su manejo en los aspectos en que los indicadores tienen valores bajos.

- **Apariencia:** La falta de nutrientes en el suelo o si estos se encuentran desbalanceados; puede llevar a que el follaje o la apariencia general del cultivo presenten irregularidades (Pérez, 2010). No obstante la apariencia de los cultivos de las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentaron un promedio de 6.92 puntos determinando de esta manera que en base a este indicador se encuentran por encima del umbral de sostenibilidad (5), debido a que apenas el 5% de fincas evaluadas presentaron cultivos cloróticos, con signos severos de deficiencia de nutrientes, mientras que el 55% de fincas mostró cultivos verde claro, con

algunas decoloraciones y el 40% de fincas presentó cultivos con follaje verde intenso, sin signos de deficiencia (Figura 10). Es un resultado razonable al ser San Joaquín una parroquia en la que los productores hacen aportes importantes de abonos orgánicos y fertilizantes que de acuerdo a Moriya (2008) proveen de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio necesarios para el desarrollo óptimo de los cultivos.

- **Crecimiento del cultivo:** Mantener una buena relación o proporción de agua y aire garantiza el óptimo crecimiento de las plantas, los mismos que son condicionados tanto por la textura como la estructura del suelo (Reyes, 2013). Es así que el crecimiento del cultivo en las fincas evaluadas supera el umbral de sostenibilidad con 7,18 puntos, el 46.6% de las fincas hortícolas presentan cultivos densos, uniformes y con buen crecimiento, el 50% de las fincas hortícolas tienen cultivos más denso, pero no uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aún delgados y solamente el 3.33% de fincas presentaron cultivos poco densos de crecimiento pobre.
- **Resistencia o tolerancia a estrés (sequías, lluvias intensas, plagas, etc.):** La resistencia o tolerancia a estrés es uno de los indicadores que se encuentran en el umbral de sostenibilidad con 5.06 puntos, pues el 1.67% de las fincas hortícolas no se recuperan bien después de un estrés, mientras que el 96.67% de las fincas hortícolas sufren en época seca o muy lluviosa recuperándose de manera lenta, y finalmente solo el 1.67% de las fincas evaluadas son capaces de soportar sequía y lluvias intensas, capaces de recuperarse rápidamente; a causa de que las fincas hortícolas evaluadas no cuentan con una protección en contra de lluvias como y además la mayoría de fincas son prácticamente planas y los suelos se encharcan produciendo daños en los cultivos como: crecimiento del tallo reducido, se induce epinastia, se provoca clorosis foliar y se promueve su senescencia y abscisión, además la región de la raíz sumergida en agua se produce hipertrofia (Pardos, 2004). Según Tapia (2014) los horticultores de San Joaquín conocen y dominan perfectamente el uso del agua de riego realizado por aspersión o surcos, identificando de esta manera al estrés por sequía como un factor menos nocivo y controlable.

- **Incidencia de Plagas y Enfermedades:** Según Altieri y Nicholls (2008) un suelo sano favorece el control de plagas y enfermedades. El uso de materia orgánica como fertilizante influye sobre la incidencia de plagas, en primer lugar porque promueve una nutrición balanceada y al asentamiento de fauna edáfica que puede actuar como control natural de las plagas. Adicionalmente la rotación de cultivos, contribuye al control de plagas y enfermedades al romper su ciclo de vida (Arrieche, 2012). Los sistemas de producción hortícolas de San Joaquín presentaron un 3.33% de fincas con presencia de cultivos susceptibles a enfermedades donde más del 50 % de plantas evidencian síntomas, por otro lado el 33.33% de las fincas mostraron cultivos donde el 20-45% de plantas presentaban síntomas, y un 63.33% de las fincas disponían de cultivos resistentes, en donde menos del 20% de plantas tenían síntomas leves (Figura 10), obteniendo así un promedio de (7.50) que supera el umbral de sostenibilidad.
- **Competencia por malezas:** La presencia de malezas puede ejercer beneficios o competencia sobre los cultivos de interés en los agroecosistemas, como beneficios; las arvenses pueden servir de refugio de fauna benéfica, fijación de nitrógeno, protección del suelo, aporte de residuos orgánicos, etc., como competencia; competencia por nutrientes y agua en el suelo, refugio de plagas y enfermedades, entre otros (Pérez, 2010). El indicador de competencia de malezas en las fincas hortícolas de San Joaquín supera el umbral de sostenibilidad con 8,23 puntos, en el cual el 83.33% de las fincas hortícolas evaluadas tienen cultivos vigorosos que se sobreponen a las malezas, el 13.33% de fincas tienen una presencia media de malezas y el cultivo sufre por competencias y ligeramente el 3.33% de fincas evaluadas presentaron cultivos estresados dominados por malezas (Figura, 10). Este resultado coincide con las declaraciones de todos los productores entrevistados que mencionan que realizan actividades de deshierbe de 2 a 1 vez como mínimo durante el ciclo de cultivo debido a la competencia de nutrientes que representan el crecimiento de malezas para el desarrollo de las hortalizas.



- **Rendimiento actual o potencial:** La productividad depende de la calidad del suelo (Bruulsema, 2002). Según Muñoz (2017) existen factores que inciden en los rendimientos de los cultivos, entre los que se encuentran: el tipo y manejo del suelo; un suelo bien drenado le permitirá a la planta crecer de manera correcta y, por ende, obtener mayores rendimientos, el riego; es importante debido a que una planta bien regada adquirirá una estabilidad fisiológica de excelencia, que en la práctica le permitirá aumentar su productividad. El rendimiento de las fincas hortícolas evaluadas en San Joaquín están en el umbral de sostenibilidad con 5.02 puntos, a causa de que el 8.33% de las fincas evaluadas tienen un rendimiento bajo de sus cultivos, el 11.67% tienen rendimientos medios de sus cultivos, mientras que el 80% tienen un rendimiento alto o bueno con respecto al promedio de la zona.
- **Diversidad genética:** Gracias a la diversidad, surgen numerosas interacciones y funciones. Haciendo que los componentes biológicos sean capaces de igualar algunos ciclos de materia y energía que se dan en los ecosistemas naturales (Gliessman, 2002). Los cultivos de hortalizas de la parroquia San Joaquín presentaron gran diversidad genética, siendo este uno de los indicadores de salud de cultivo con mejor promedio de las fincas hortícolas evaluadas, con un valor de 8.44 puntos, donde apenas el 8.33% de las mismas disponían de una sola variedad de hortaliza, el 11.67 % presentaron en sus predios dos variedades de hortalizas, y mayoritariamente el 80% de las fincas presentó más de dos variedades de hortalizas, esto debido a que los productores de San Joaquín cultivan desde 1 hasta 11 diferentes hortalizas en sus parcelas.
- **Diversidad Vegetal:** La cantidad de especies cultivadas y su arreglo en el espacio son factores determinantes en la estabilidad del agroecosistema (Pérez, 2010). La diversidad vegetal es el segundo indicador con menor promedio 3.61 puntos, encontrándose de esta manera bajo el umbral de sostenibilidad. En este caso en el 63.33% de fincas encuestadas se observaron monocultivos sin sombra a causa de que estas parcelas se encuentran principalmente en la parte céntrica de la parroquia rodeada

principalmente por casas o por otros cultivos, mientras que el 11.67% de fincas presentó cultivos con una sola especie de sombra que generalmente eran eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) que se encontraban básicamente formando parte de los linderos, y finalmente el 25% de fincas evaluadas mostraron cultivos con más de dos especies de sombras como son el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), nogal (*Juglans regia*), aliso (*Alnus glutinosa*), capulí (*Prunus salicifolia*), entre otros.

- **Diversidad natural circundante:** El área y la forma de la ocupación de las áreas naturales dentro de los agroecosistemas, permiten que los cultivos se beneficien de manera directa por distintos procesos que ocurren en dichas áreas (Ferreira, 2005). La diversidad natural circundante es el indicador de salud de cultivo más bajo, con un puntaje de (1.53), ubicándolo bajo el umbral de sostenibilidad, dado que el 91.67% de las fincas hortícolas evaluadas están rodeadas por otros cultivos, campos baldíos o carreteras, el 5% de fincas se encuentran rodeadas al menos en un lado por vegetación natural, y tan solo el 3.33 % de las fincas hortícolas evaluadas están rodeadas al menos en un 50% de sus bordes por vegetación natural. Debido a que la parroquia San Joaquín está ubicada al occidente de Cuenca, conviviendo entre el crecimiento urbanístico y los espacios dedicados a la agricultura, que de acuerdo a percepciones de los mismos pobladores, mientras se observan hectáreas de cultivos de lechugas, col, brócoli y otras hortalizas, también se observa que cada vez aumenta más, una enorme franja de casas y edificaciones privadas.
- **Sistema de manejo:** El sistema de manejo se refiere a las prácticas y especialmente a las sustancias de fertilización, de control de plagas y enfermedades que se utilizan en los cultivos, pero que por su composición y mal manejo pueden afectar negativamente a los cultivos y sistemas naturales vecinos (Espinoza y Malpica, 2006). Este indicador se encuentra en el umbral de sostenibilidad con 4.94 puntos, puesto que el 10% (6 fincas) de fincas evaluadas presentaron monocultivos convencionales manejado con agroquímicos, mientras el 85% (51 fincas) de fincas utiliza tanto insumos orgánicos como agroquímicos, y limitadamente el 5% (3

fincas) de fincas hortícolas tienen un sistema de manejo orgánico diversificado, con poco uso de insumos orgánicos o biológicos. En relación a que las fincas que se identificaron como orgánicas mencionaron que no hacían uso de ningún tipo de agroquímico y que básicamente lo que ellos utilizaban para la fertilización consistía en el uso de abonos orgánicos (abono de pollo, biol, etc.) y en el caso de control de plagas y enfermedades se empleaba el uso de extractos vegetales, así como la rotación e intercalado de cultivos. Por otro lado las fincas que se encontraron bajo el umbral de sostenibilidad disponían de un sistema de manejo a base de agroquímicos con monocultivos de brócoli o col en su mayoría, en las actividades de fertilización utilizaban generalmente urea y para control de plagas y enfermedades usaban productos químicos a base de ingredientes activos como la cipermetrina (shy) y propiconazol (aval). Sin embargo el 85% de fincas evaluadas presentaron un sistema de manejo mixto, en donde los productores hortícolas utilizan tanto insumos orgánicos (abonos) como químicos (pesticidas).

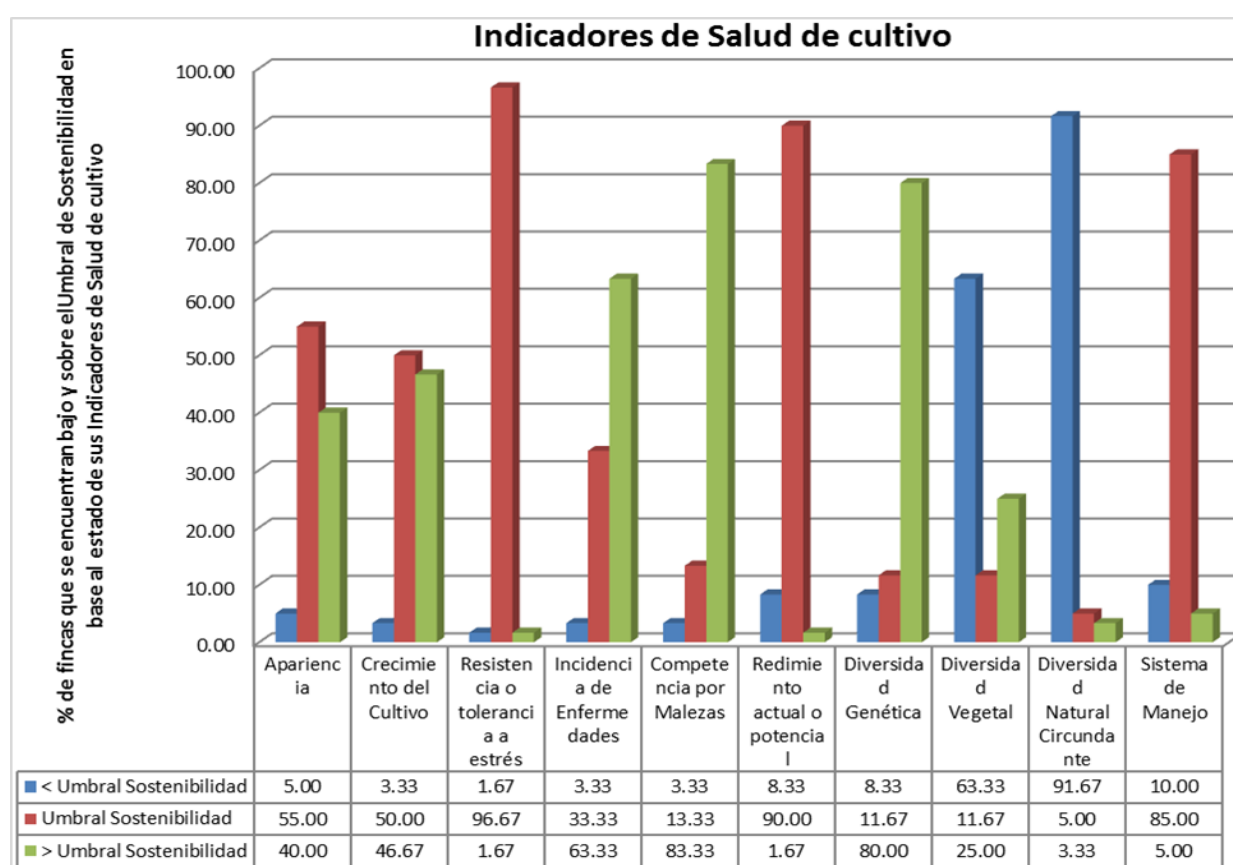


Figura 10. Porcentajes de fincas de la parroquia San Joaquín que se encuentran bajo, en y sobre el umbral de sostenibilidad en relación a los indicadores de salud de cultivo.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Los resultados conseguidos de los indicadores de salud de cultivo, visibles en la Tabla 4 y en el Gráfico 10 mostraron un promedio bajo (5.84) del estado del mismo. En relación con esto Padilla y Suchini (2013) mencionan que la calidad y salud del suelo influyen directamente en la calidad y salud de las plantas cultivadas. Sin embargo en nuestra investigación a pesar de que las fincas hortícolas medianas y pequeñas de la parroquia San Joaquín presentaron un promedio de calidad de suelo bueno (7.79) no ocurrió lo mismo con el indicador de salud de cultivo en el cual las fincas presentaron un estado regular (5.84) y que pudieron verse afectados por algunos indicadores que se encuentran por debajo del umbral, tales como la diversidad vegetal, la diversidad natural circundante y el sistema de manejo. Otras investigaciones realizadas en cultivos de soja presentaron promedios altos de salud de cultivos, variando entre valores de 7.60 y 8.60 (Rivero et al., 2009), superando el valor umbral (5), resultados que no coinciden con los obtenidos en este estudio. En base al análisis de los resultados obtenidos se establece la necesidad de aplicar prácticas de uso y manejo del sistema suelo-cultivo, con el fin de corregir los indicadores más limitantes para el sistema.

5.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA

5.2.1. Ingreso de energía

Los insumos y servicios utilizados en la producción vegetal representan un coste energético (Souza et al., 2008), debido a esta situación los datos de esta variable se obtuvieron en campo a través de información brindada por el productor, que posteriormente se registró en una base de datos y finalmente se resumió en la Tabla 5 y la Figura 11, mediante la cual se pudo observar que las 60 fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentaron un ingreso de energía anual de 155867.55 MJ, constituida por el uso de diferentes insumos detallados de manera específica en la Tabla 5.

Tabla 5. Entradas de energía anual para la producción de hortalizas en las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín.

Insumo	Cantidad	Unidad	Equivalente energético MJ
Fertilizante orgánico	151819.09	Kilogramos	45545.73
Fertilizantes Urea	763.64	Kilogramos	43145.66
Enmienda Cal	1801.33	Kilogramos	306.23
Semillas y plántulas	4464.29	Kilogramos	3178.57
Agua	4497.53	kwh	16191.12
Fungicidas Insecticidas	95.37	Kilogramos	17547.71
Herbicidas	33.92	Litros	8072.96
Trabajo humano	17464	Horas	18337.2
Trabajo animal	604.5	Horas	3542.37
Total			155867.55

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

El cálculo de ingresos de energía (Tabla 5) identificó que los fertilizantes orgánicos constituyen el insumo que mayor gasto energético implica, con el uso de 45545.73 MJ anuales que representa un porcentaje de 29.22% del total de insumos inferidos en las diferentes fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín, a pesar de su bajo equivalente energético 0.30 MJ/kg (Funes, 2009) esto es a causa de la gran cantidad de abono orgánico que utilizan los horticultores en sus parcelas pudiendo ir desde el uso nulo hasta más de 100 sacos por finca que son utilizados antes de la siembra de los cultivos.

Los fertilizantes a base de nitrógeno como la urea, constituyen la segunda fuente de mayor gasto energético, al consumir una energía de 43145.66 MJ anuales que representa el 27.68% del total de energía ingresada a las fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín (Figura 11), el alto equivalente energético de este insumo 56.5 MJ/kg (Funes, 2009) hace que a pesar de la baja cantidad utilizada sea un



factor que contribuya a disminuir la eficiencia energética de los sistemas agropecuarios (Funes 2009).

El trabajo humano es el tercer insumo que mayor gasto de energía representa, con el empleo de 17464 horas totales de trabajo anual realizados en las diferentes fincas evaluadas y que equivalen a 2183 días de trabajo, consumiendo 18337.2MJ que constituyen el 11.76% de total de energía que ingresa a los sistemas hortícolas de San Joaquín, debido a las constantes necesidades que demandan los cultivos, que abarcan actividades que van desde la preparación del suelo hasta la cosecha de las hortalizas. Mientras el trabajo animal consume 3542.37MJ, representando solo el 2.27% del total de energía que ingresa anualmente a las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín, debido a que el uso de yunta es una actividad que solo se emplea para la preparación del terreno, a través del arado antes de la siembra de los cultivos.

Los fungicidas, bactericidas e insecticidas, representan un consumo de energía de 17547.71MJ que equivale a un 11.26% del total de energía que ingresa a las diferentes fincas hortícolas, un ingreso de energía considerable a razón de su alto contenido energético 184MJ/kg (Funes, 2009) y su uso casi inevitable por parte de los productores para el control de plagas y enfermedades que afectan con mayor frecuencia a los cultivos. Por otro lado anualmente se emplean 33.92 litros de herbicidas (glifosato), una cantidad pequeña debido a que son empleados por los horticultores 1 a 2 veces por año en los bordes de las parcelas para combatir principalmente el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), sin embargo representan el 5.18% de energía total que ingresa a los sistemas productivos de la parroquia San Joaquín, al consumir 8072.96MJ, debido a su alto contenido energético 238 MJ/kg (Funes, 2009).

Los horticultores de las fincas evaluadas utilizan anualmente 34097.59m³/año de agua, de los cuales 12618.4m³ son empleados a través del sistema de riego por aspersión, mientras 21479.19m³ son usados por medio de surcos. Obteniendo así un gasto energético de 16191.12MJ que equivalen al 10.39% del total de energía que ingresa a los sistemas productivos de la parroquia San Joaquín, debido a que la mayoría de fincas utilizan el sistema de riego por surcos, que resulta en un mayor consumo de agua.

Las semillas y plántulas son el segundo insumo que menos cantidad de energía consume con 3178.57MJ/año equivalentes al 2.04% del total de energía que ingresa a los sistemas hortícolas pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín. A pesar de su uso constante e indispensable, este porcentaje menor se debe al bajo peso que tienen las semillas y plántulas, además de su bajo contenido energético 0.71MJ/kg (Funes, 2009).

El consumo más bajo de energía fue encontrado para el insumo de enmiendas, aunque anualmente ingresen 1801.33 kilogramos de cal, estos representan un gasto de 306.23MJ/año que equivale al 0.20% el total de energía que ingresan a los sistemas hortícolas de la parroquia San Joaquín, a causa de su bajo contenido energético 0.17MJ/kg (Texeira et al., 2005).

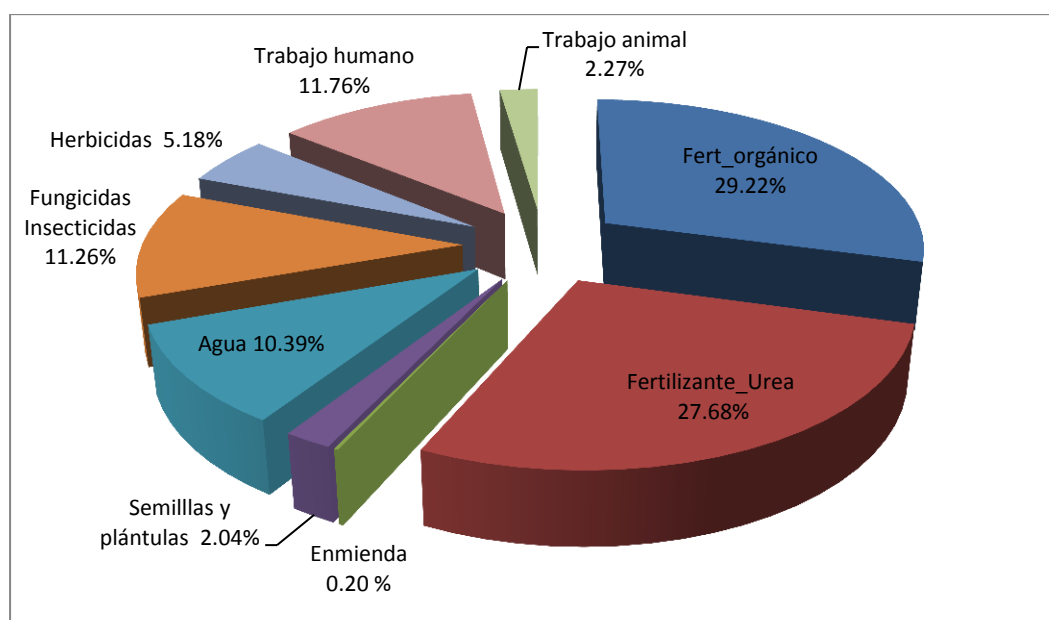


Figura 11. Insumos utilizados en la producción hortícola de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín representado en porcentajes.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Los fertilizantes orgánicos, los fertilizantes a base de nitrógeno y la mano de obra constituyen los insumos con mayor gasto energético, representando el 29.22%, 27.68% y 11.76% respectivamente, del total de energía que ingresa anualmente en los sistemas de producción hortícolas medianos y pequeños de la parroquia San Joaquín. En estudios realizados por Souza et al. (2008), se observó que en un sistema convencional hortícola los componentes destinados a la fertilización representaron el 49,3% del total de energía que ingresa al sistema, con el uso de estiércol de pollo (3,5%) y los fertilizantes minerales (45,8%), concordando con

Gandara (1998) cuando verificaron que los abonos minerales fueron los componentes que más energía gastan en el cultivo convencional de lechuga y remolacha.

En un estudio de análisis energético en cultivos orgánicos de patata, la distribución decreciente de los gastos energéticos constituyó: embalajes plásticos (31,4%), compuestos orgánicos (15,3%), riego (13,8%) y mano de obra (10,6%) en el caso de cultivos orgánicos, mientras en el cultivo convencional, esta distribución implicó: abonos minerales (47.5%), pesticidas (21,8%) y semilla (9,7%) (Souza et al, 2007), resultados que no concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio en donde la fertilización a base de abonos orgánicos y fertilizantes químicos constituyeron el 29.22% y 27.68% del total de gasto de energía respectivamente, debido a que existen varios factores que podrían marcar estas diferencias, así como: el sistema de manejo que realizan los horticultores, las condiciones edafo-climáticas, el cultivo, entre otros.

Por otra parte la energía de los fertilizantes empleados resultó el mayor aporte al sistema, en coincidencia con lo obtenido por autores como Denoia y Montico (2010) en un trabajo de balance energético realizado en Argentina, en cuyo estudio, las fuentes nitrogenadas de fertilizantes fueron las más importantes en cuanto a su aporte de energía al sistema, resultado similar al obtenido en este trabajo (Figura 11) en donde los fertilizantes a base de nitrógeno representaron el segundo insumo con mayor gasto de energía .

Finalmente al comparar los resultados obtenidos con los encontrados en la bibliografía, se puede observar la existencia de una dinámica propia en los sistemas de producción hortícolas medianos y pequeños de la parroquia San Joaquín.

5.2.2. Eficiencia energética por cultivo

La eficiencia energética es la razón entre las unidades energéticas producidas y la energía invertida en los insumos (Tobasura et al., 2012). Para determinar la eficiencia energética de los cultivos hortícolas, también se registraron datos de producción en las encuestas, para luego transformarlos a equivalentes energéticos

y finalmente en base a una relación de salidas y entradas de energía poder obtener la eficiencia energética de cada cultivo.

Tabla 6. Ingresos, egresos de energía y eficiencia energética de hortalizas que se cultivan en la parroquia San Joaquín.

Cultivo	Ingreso de energía (MJ/año)	Producción (Kg/año)	Salida de energía (MJ/año)	Eficiencia Energética
Col Blanca	12317.41	59760	59760	4.85
Col Morada	3060.62	8392.50	8392.5	2.74
Coliflor	6486.45	21888	26265.6	4.05
Brócoli	22859.07	87732	87732	3.84
Nabos Forrajero	835.97	1231.20	1108.08	1.33
Nabo Repollo	3292.43	5737.75	5163.975	1.57
Rábanos	2156.42	8446	5912.2	2.74
Ajo	21646.22	26924.4	166931.28	7.71
Cebollín	16793.46	19694.40	27572.16	1.64
Acelga	3650.44	7686	6148.8	1.68
Remolacha	2848.33	5936	4748.8	1.67
Lechuga repollo	15028.59	85980	51588	3.43
Lechuga rizada	710.49	2628	1576.8	2.22
Culantro	5270.68	20600	12360	2.35
Perejil	1697.30	4275.60	2565.36	1.51
Apio	4394.72	8401.50	5040.9	1.15
Zanahoria	8297.94	17167.50	29184.75	3.52
Zuquini	1391.97	7452	7452	5.35

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

El ajo, zuquini y col blanca fueron los cultivos hortícolas que mejor promedio de eficiencia energética anual presentaron en la parroquia de San Joaquín, con una EfE de 7.71, 5.35 y 4.85 (Tabla 6) respectivamente. En el caso del ajo su resultado se debe a su alto contenido energético 6.2MJ/kg y sus altas densidades de siembra. Por otro lado el zuquini es un cultivo que emplea pocos insumos y tiene una buena producción de frutos por planta, que da como resultado una salida de energía de 7452MJ/año y una entrada de energía de 1391.97MJ/año. Mientras el

cultivo de col blanca se caracteriza por desarrollar grandes repollos con un peso promedio de 2kg lo que le lleva a obtener un total de producción de 59760kg/año que equivale a una salida de energía de 59760MJ/año con apenas un gasto de energía de 12317.41MJ/año; los resultados obtenidos en esta investigación son algo similares a los obtenidos por MAFF (2000), citados por Tobasura et al. (2012), que relató un índice de balance energético de 5,31 para cultivos orgánicos de hortalizas.

La coliflor, brócoli, zanahoria y lechuga repollo, fueron cultivos hortícolas que presentaron un promedio de eficiencia energética bueno de 4.05, 3.84, 3.52 y 3.43 respectivamente, lo cual se debe a que los cultivos antes mencionados tienen una buena producción con contenidos energéticos medios observables en la Tabla 2, a excepción del cultivo de lechuga que tiene un contenido energético de 0.6MJ/kg (Funes, 2009) y que debe su EfE buena a su alta densidad de siembra, resultados que difieren con los obtenidos por Denoia y Montico (2010) en el cual el cultivo de lechuga presentó una baja eficiencia energética originada probablemente en la escasa cantidad de kilogramos por unidad de superficie y en el bajo contenido energético por unidad de peso del cultivo.

En cuanto a los cultivos de col morada, rábano, culantro y lechuga rizada presentaron una eficiencia energética regular de 2.74, 2.74, 2.35 y 2.22 respectivamente, lo cual se debe a que dichos cultivos ocupan superficies menores demandando menor cantidad de energía (Tabla 6) y además sus ciclos de cultivos son menores a excepción de la col morada, comprendiendo como mínimo 45 días en el caso del cultivo de rábano hasta 2.5 a 3 meses que tiene el ciclo de cultivo de lechuga.

Por último los cultivos de acelga, remolacha, cebollín, nabo repollo, perejil y apio mostraron una eficiencia energética de 1.68, 1.67, 1.64, 1.57, 1.51 y 1.15 respectivamente, constituyendo los cultivos hortícolas que menor eficiencia energética presentan las fincas de la parroquia San Joaquín, debido a que estos cultivos tienen el contenido energético más bajo de todos los cultivos presentes en las fincas evaluadas y que están visibles en la Tabla 2. Además en el caso de cebollín este cultivo emplea una gran cantidad de energía por sus insumos empleados, tales como la semilla en la cual se usan sus bulbos, teniendo como

resultado un ingreso de energía de 16793.46MJ/año y apenas una salida de energía de 19694.40 MJ/año (Tabla 6). Por otro lado el perejil y apio se ven afectados por otro factor que afecta la eficiencia energética constituida por la mano de obra, debido a que la actividad de cosecha para estos cultivos necesitan de mayor tiempo para ser realizados, en donde se cosecha hoja por hoja con un adecuado cuidado para evitar afectar las plantas dado que se espera que las mismas continúen su desarrollo durante un mayor tiempo en donde se llevaran a cabo de 3 a 4 cosechas más hasta el momento de su floración, puesto que al llegar a este punto ya no son consideradas aptas para el mercado.

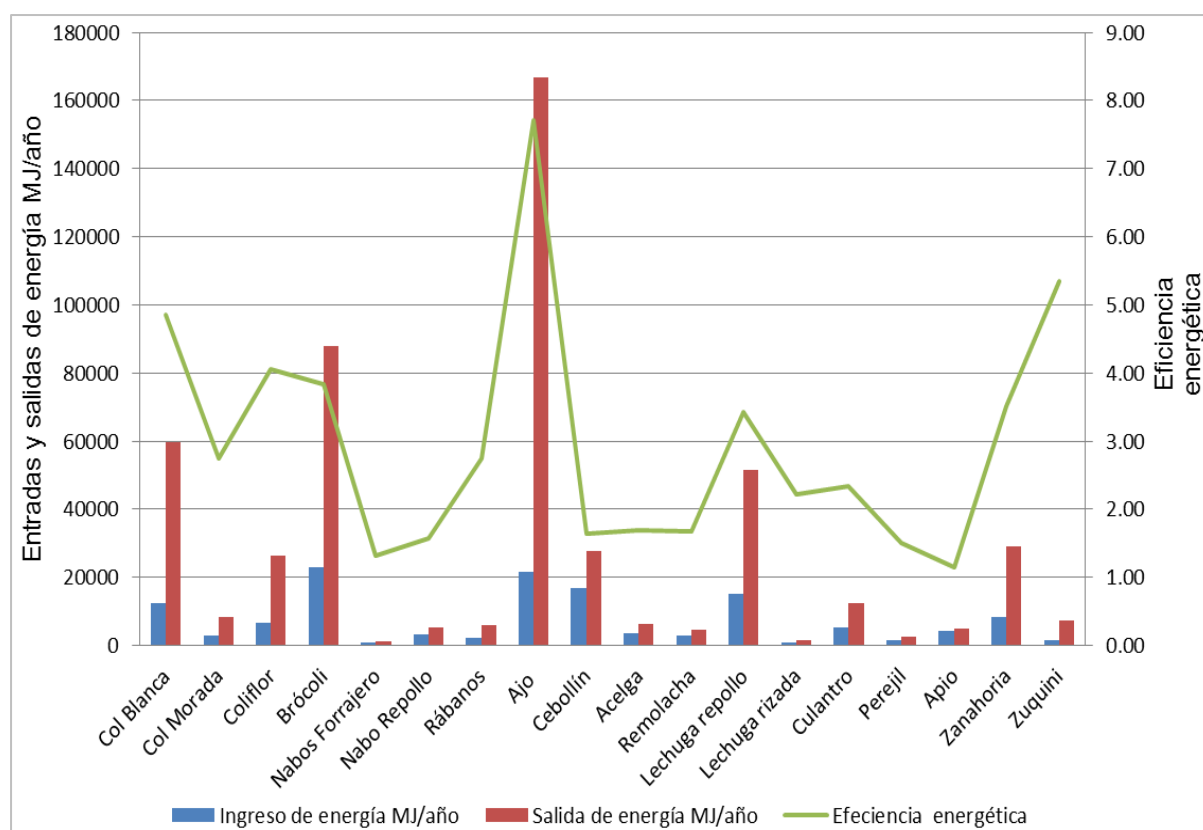


Figura 12. Entradas y salidas de energía anuales registradas en los cultivos hortícolas de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

5.2.3. Eficiencia energética por finca

La eficiencia energética por finca es otro aspecto que se evaluó en los sistemas de producción hortícolas pequeños y medianos de la parroquia San Joaquín y que se pudieron realizar por la información obtenida a través de las encuestas aplicadas a los productores de las fincas.

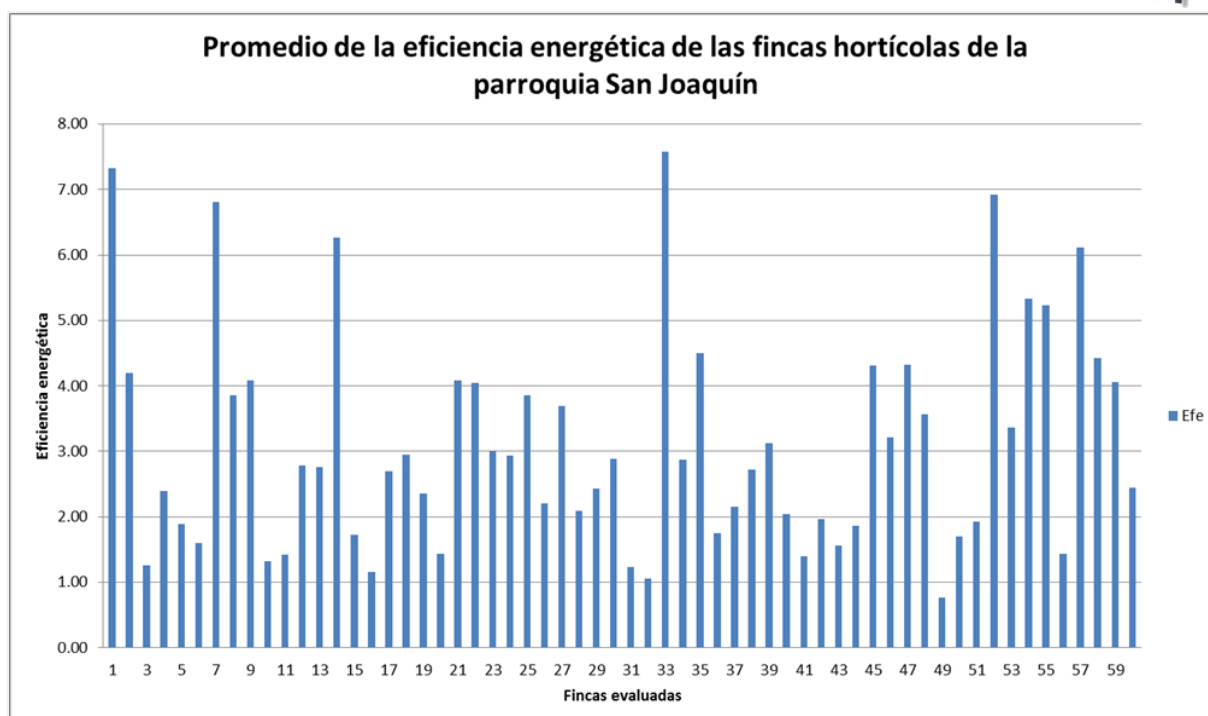


Figura 13. Histograma de promedio de eficiencia energética de las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

En el gráfico 13 se observa claramente que apenas el 1.67% de las fincas (1 finca) hortícolas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentan una eficiencia energética menor a 1, mientras el 30% de fincas (18 fincas) tienen una eficiencia energética entre 1 a 1.99 y finalmente el 68.33% de fincas (41 fincas) presentan una eficiencia energética superior a 2. La finca número 49 fue la única en presentar una eficiencia energética menor a 1, debido a que en su sistema hortícola ingresan 2314.18MJ/año y solamente producen 1770.40MJ/año (Tabla 6), además de que solo se trabaja 243m² del total de 720 m² que tiene su superficie, resultados que coinciden con Carpio y León (2015) que mencionan que las fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentaron un consumo de energía mayor a la energía producida en el sistema, lo cual dedujo que se está insumiendo mayor energía de lo que se está produciendo, dado por la dependencia de insumos externos.

Por otro lado el 30% de fincas que presentaron una eficiencia energética entre 1 a 1.99, son aquellas que producen la suficiente energía como para superar la energía consumida en la producción de hortalizas, pero que sin embargo no presentan los mejores promedios. La eficiencia energética de estas fincas puede verse afectada por que en varios casos disponen en sus predios de cultivos tales

como el cebollín, el apio o el perejil que son cultivos que tienen un bajo contenido energético y por ende reducen la eficiencia de las fincas hortícolas evaluadas.

Sin embargo el 68.33% de fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentaron una eficiencia energética positiva mayor a 2, en donde un grupo específico que representa el 10% presentó una eficiencia energética muy buena con valores de 6 y 7, y se caracterizan por el uso total de su superficie aprovechando todos sus recursos, además dentro de sus predios se cultivan las hortalizas con mayor contenido energético tales como el ajo 6,24 MJ/Kg (Funes, 2009), permitiendo que la energía producida brinde una eficiencia energética alta a las fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín.

5.3. Correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos presentes en las fincas hortícolas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín.

Para el análisis de esta variable se elaboró una tabla en donde se caracterizaron las fincas hortícolas de San Joaquín de acuerdo al número de cultivos y su eficiencia energética.

Tabla 7. Eficiencia energética y número de cultivos sembrados en las fincas hortícolas evaluadas de la parroquia San Joaquín.

Nº de Finca	Eficiencia energética	Nº de Cultivos	Nº de Finca	Eficiencia energética	Nº de Cultivos
1	7	8	31	1.23	4
2	4	8	32	1.06	4
3	1	3	33	7.58	7
4	2	4	34	2.87	4
5	2	7	35	4.50	4
6	2	2	36	1.75	2
7	7	4	37	2.15	6
8	4	6	38	2.72	6
9	4	5	39	3.12	2
10	1	4	40	2.04	8
11	1	4	41	1.40	4
12	3	7	42	1.97	3
13	3	4	43	1.56	7



14	6	13	44	1.87	5
15	2	4	45	4.31	7
16	1	2	46	3.21	4
17	3	3	47	4.33	2
18	3	4	48	3.57	5
19	2	4	49	0.77	5
20	1	2	50	1.69	5
21	4	6	51	1.93	1
22	4	11	52	6.92	5
23	3	8	53	3.36	8
24	3	6	54	5.33	5
25	4	4	55	5.23	4
26	2	4	56	1.44	4
27	4	1	57	6.12	2
28	2	3	58	4.42	2
29	2	8	59	4.06	4
30	3	6	60	2.44	6

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Los resultados de la Tabla 7 fueron analizados con el programa estadístico “Infostat” a través del análisis de correlación de Pearson en el cual se plantea dos hipótesis:

- **Ho:** No existe correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos sembrados en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.
- **Ha:** Existe correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos sembrados en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Tabla 8. Análisis estadístico de correlación de “Pearson” entre la eficiencia energética y el número de cultivos sembrados en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Correlación de Pearson:		Coeficientes/Probabilidades	
Nº Cultivo	1.00		0.02
Ef E	0.29		1.00

Los resultados anteriores presentes en la Tabla 8 muestran que el coeficiente de significancia es menor a 0.05 por lo que se acepta la existencia de correlación

entre la eficiencia energética y el número de cultivos presentes en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín, el coeficiente de correlación entre las dos variables es de 0,29 que de acuerdo a la metodología de Morales (2011) representa una correlación débil entre las dos variables (Figura 14).

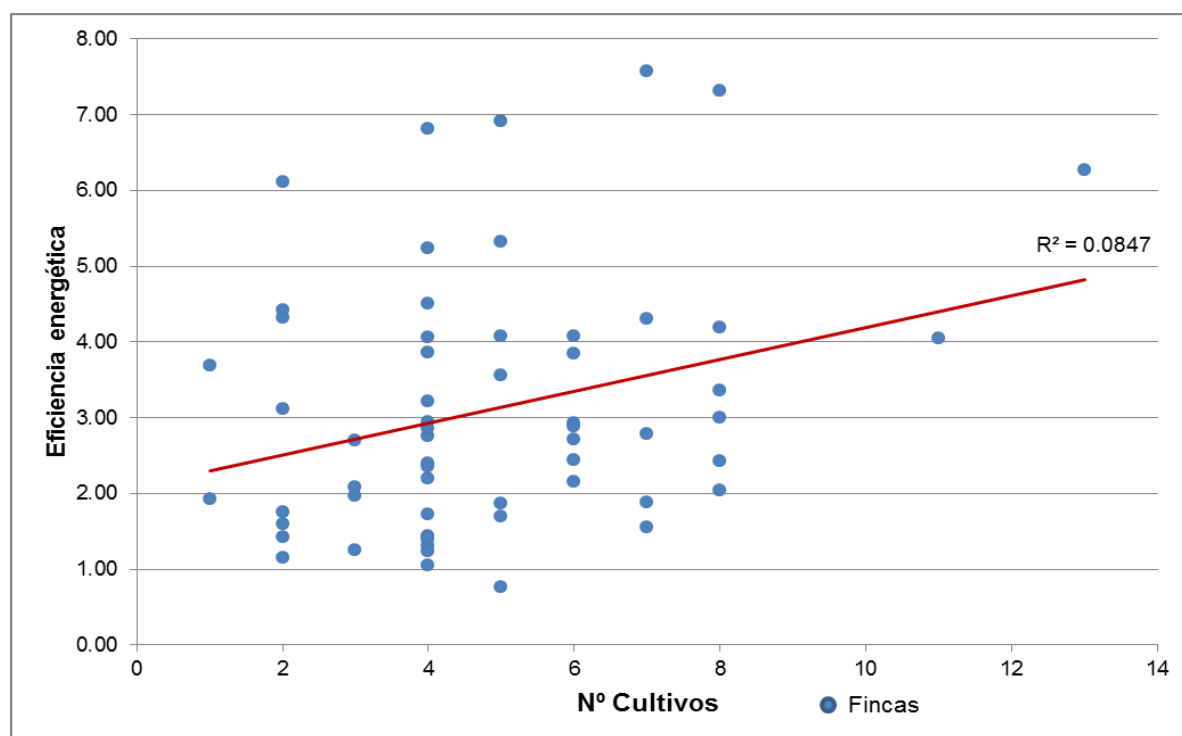


Figura 14. Correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos por finca de los sistemas de producción hortícola evaluados en la parroquia San Joaquín.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

En el análisis de correlación entre la eficiencia energética y el número de cultivos hortícolas presentes en las fincas medianas y pequeñas de la parroquia San Joaquín, el coeficiente de correlación que se presentó entre las dos variables fue de 0.29 demostrando que existe una correlación débil entre las mismas, y que indican que no existe una dependencia notoria entre la eficiencia energética y el número de cultivos. Es así que en la parroquia San Joaquín se observó fincas con altos números de cultivos que presentaron eficiencias energéticas altas y bajas, así como también fincas con pocos cultivos que presentaron buenas eficiencias energéticas.

5.4. Correlación entre la eficiencia energética y el área sembrada en las fincas hortícolas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín.

Para el estudio de esta variable se caracterizaron las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín de acuerdo al área cultivada y su eficiencia

energética. En San Joaquín algunos horticultores no utilizan la superficie de sus predios al 100% por lo que se consideró constatar la superficie total de las diferentes fincas así como la superficie de terreno que los productores si emplean para la siembra de sus cultivos.

Tabla 9. Eficiencia energética y área sembrada de las diferentes fincas hortícolas evaluadas de la parroquia de San Joaquín.

Nº de finca	Superficie total	Área utilizada m ²	Eficiencia energética	Nº de finca	Superficie total	Área utilizada m ²	Eficiencia energética
1	1400	1400	7.32	31	275	275	1.23
2	400	400	4.19	32	464	464	1.06
3	1400	410	1.26	33	1000	1000	7.58
4	400	192	2.40	34	540	540	2.87
5	1000	488	1.89	35	990	540	4.50
6	160	160	1.60	36	300	300	1.75
7	305	305	6.81	37	1200	750	2.15
8	300	200	3.85	38	708	708	2.72
9	500	171	4.08	39	280	280	3.12
10	170	76	1.32	40	460	460	2.04
11	336	336	1.42	41	484	352	1.40
12	400	400	2.79	42	950	573	1.97
13	800	580	2.76	43	1050	590	1.56
14	1170	1170	6.27	44	550	550	1.87
15	1000	400	1.72	45	798	798	4.31
16	800	350	1.16	46	1200	775	3.21
17	350	186	2.70	47	1225	1225	4.33
18	160	160	2.95	48	832	832	3.57
19	1300	900	2.36	49	720	243	0.77
20	300	300	1.43	50	510	510	1.69
21	500	500	4.08	51	364	234	1.93
22	1000	1000	4.05	52	1050	1050	6.92
23	680	680	3.00	53	1125	1125	3.36
24	600	384	2.94	54	1400	822	5.33
25	250	250	3.86	55	865	865	5.23
26	180	140	2.21	56	777	391	1.44
27	380	380	3.69	57	550	550	6.12
28	250	250	2.09	58	425	425	4.42
29	235	235	2.43	59	320	320	4.06
30	560	560	2.88	60	362	362	2.44

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

Los resultados de la Tabla 9 fueron evaluados con el programa estadístico “Infostat” a través del análisis de correlación de Pearson en el cual se plantea dos hipótesis:

- **Ho:** No existe correlación entre la eficiencia energética y el área cultivada en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.
- **Ha:** Existe correlación entre la eficiencia energética y el área cultivada en las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Tabla 10. Análisis estadístico de correlación de “Pearson” entre la eficiencia energética y el área cultivada de las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

Correlación de Pearson:		Coefficientes/Probabilidades
Área (m ²)	1.00	2.7 E-06
Ef E	0.56	1.00

Los resultados anteriores presentes en la Tabla 10 muestran que el coeficiente de significancia es menor a 0.05 por lo que se acepta la existencia de correlación entre la eficiencia energética y el área cultivada de los sistemas de producción hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín, el coeficiente de correlación entre las dos variables es de 0,56 que de acuerdo a la metodología de Morales (2011) representa una correlación moderada entre las dos variables (Figura 15).

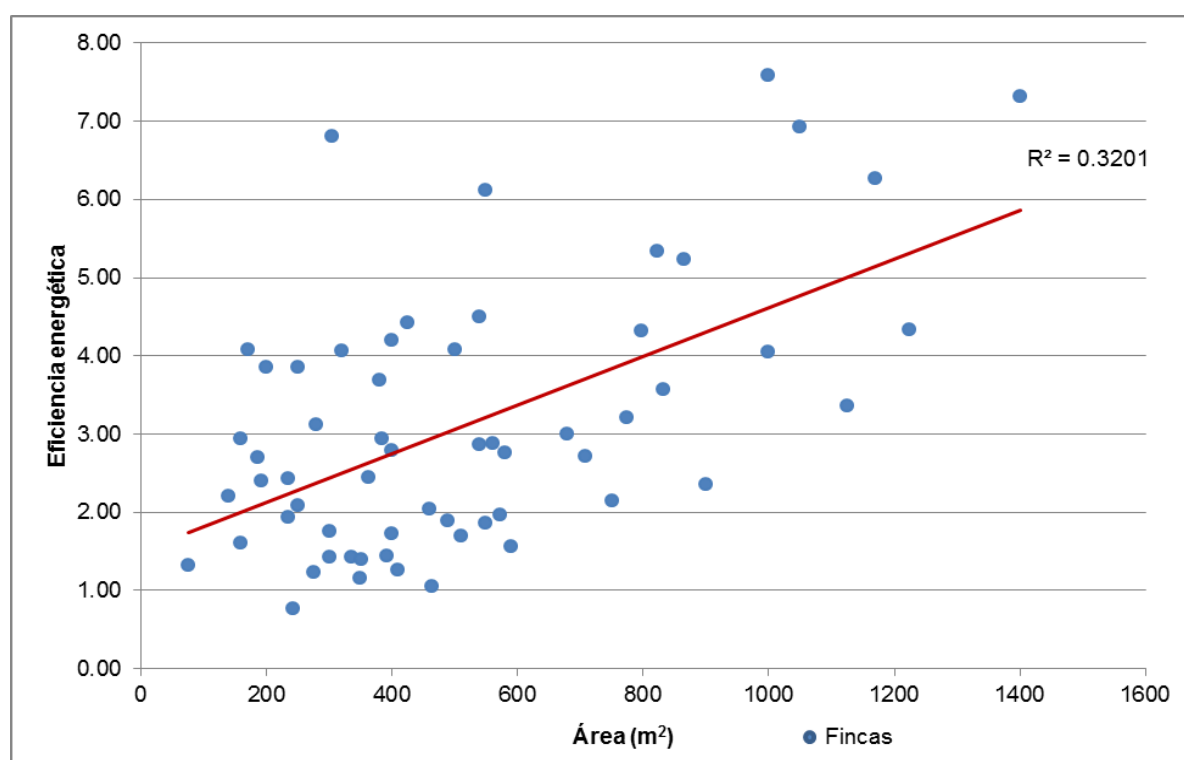


Figura 15. Correlación entre la eficiencia energética y el área cultivada de los sistemas de producción hortícola evaluados en la parroquia San Joaquín.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

En el análisis de correlación entre la eficiencia energética y el área cultivada en las fincas medianas y pequeñas de la parroquia San Joaquín, el coeficiente de correlación fue de 0.56 demostrando que existe una correlación moderada entre las variables, las fincas con mayor superficie cultivada presentaron mayores eficiencias energéticas que aquellas que tenían poca superficie cultivada. Por ejemplo, la finca 1 con una superficie cultivada de 1400 m², presentó una EfE de 7.32 mientras que la finca 49, con una superficie cultivada de 243 m² tuvo una EfE de 0.77.

5.5. Área cultivada y sin uso de las fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín

Las 60 fincas hortícolas pequeñas y medianas evaluadas de la parroquia San Joaquín comprenden una superficie total de 39060m² de las cuales solo 30872m² son cultivadas, mientras 8188m² no tienen uso. Es decir de la superficie total estudiada el 79% es utilizado mientras el 21% es terreno sin uso (Figura 16).

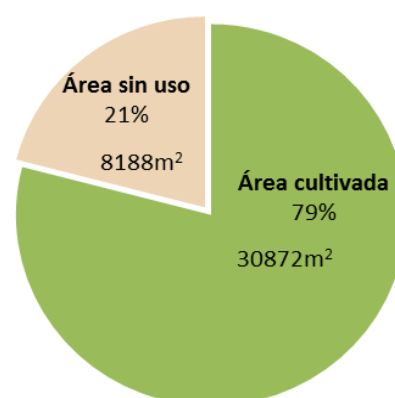


Figura 16. Porcentaje de la superficie cultivada y sin uso de las fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín.
Elaboración: Jeimy Chipe, 2017

5.6. Eficiencia financiera

La eficiencia financiera se evaluó mediante el cálculo de la relación: beneficio/costo (R:B/C), indicador que relaciona los valores monetarios de los ingresos y los correspondientes egresos, referidos a un año de actividad (Tobasura et al., 2012).

Tabla 11. Ingresos y egresos económicos anuales de las fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín y su R:B/C.

Nº Fincas	EGRESOS (C) (\$/año)	INGRESOS (B) (\$/año)	R:B/C B/C	Nº Fincas	EGRESOS (C) (\$/año)	INGRESOS (B) (\$/año)	R: B/C B/C
1	2158.58	7143	3.31	31	1141	2891	2.53
2	1738.83	3058.5	1.76	32	1192.75	2812.5	2.36
3	1010.6	1030	1.02	33	2423.49	6370	2.63
4	719.65	1202.5	1.67	34	1127	1430	1.27
5	1672.15	2230.1	1.33	35	2140.9	5185	2.42
6	594.67	753.75	1.27	36	1028.06	2200	2.14
7	981.92	1858	1.89	37	3328.02	4250	1.28
8	693.2	702.9	1.01	38	1243.5	2560	2.06
9	1057.23	1318.5	1.25	39	798.06	1080	1.35
10	112.45	139.25	1.24	40	2423.8	2965	1.22
11	856.68	1302.25	1.52	41	1559.75	1678	1.08
12	1748.37	2591.75	1.48	42	1690.24	1880	1.11
13	1163.5	4000	3.44	43	1927.75	2347.25	1.22
14	5113.5	8127.5	1.59	44	1731.5	1822	1.05
15	1457.25	1672.5	1.15	45	1704.53	2041.35	1.20
16	668.26	1095	1.64	46	2580.6	4580	1.77
17	631.55	1267.5	2.01	47	2293.39	3210	1.40
18	432.82	1245	2.88	48	2158.4	2214	1.03
19	1583.6	3235.3	2.04	49	670.26	870	1.30
20	744.01	1600	2.15	50	1263.45	20145	1.70
21	1499.08	3006	2.01	51	582.95	750	1.29
22	2578.13	5198	2.02	52	8162	10820.2	1.33
23	1153.95	2650	2.30	53	2876.37	4047.5	1.41
24	2223.15	2535.5	1.14	54	5560.95	12287.5	2.21
25	943.55	1965	2.08	55	1286.7	5580	4.34
26	623.45	616.9	0.99	56	1277.43	1565	1.23
27	712.5	2640	3.71	57	1303.5	3510	2.69
28	773.91	830	1.07	58	1746.36	3420	1.96
29	645.58	778.33	1.21	59	2051.16	3505	1.71
30	3371.23	4436	1.32	60	1421.44	2703.25	1.90

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

El análisis de los resultados desde el punto de vista costo-beneficio, muestra un mejor desempeño en la Finca 55 con una R:B/C de 4.34, seguida de la Finca 27 con 3.71 y finalmente la Finca 1 con un valor de 3.31. De acuerdo con el análisis realizado, las diferencias de la R:B/C radican principalmente en el manejo de abonos orgánicos y pesticidas. Así mismo la Finca 55 presenta una mayor R:B/C como consecuencia de la no utilización de fertilizantes químicos, ni pesticidas.

La Finca 26 presenta el R:B/C más bajo con un valor de 0.99, esta finca tiene un sistema de manejo mixto que depende de insumos externos, principalmente fertilizantes. Es menos diversificada y su superficie de cultivo es reducida. Su R:B/C es la menor.

Finalmente en el gráfico 17 se puede observar la EfE y la R:B/C de cada una de las fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín, con la cual se puede mencionar que existe una baja relación entre las dos variables, en donde las fincas que tienen una mejor eficiencia energética presentan una mayor rentabilidad financiera.

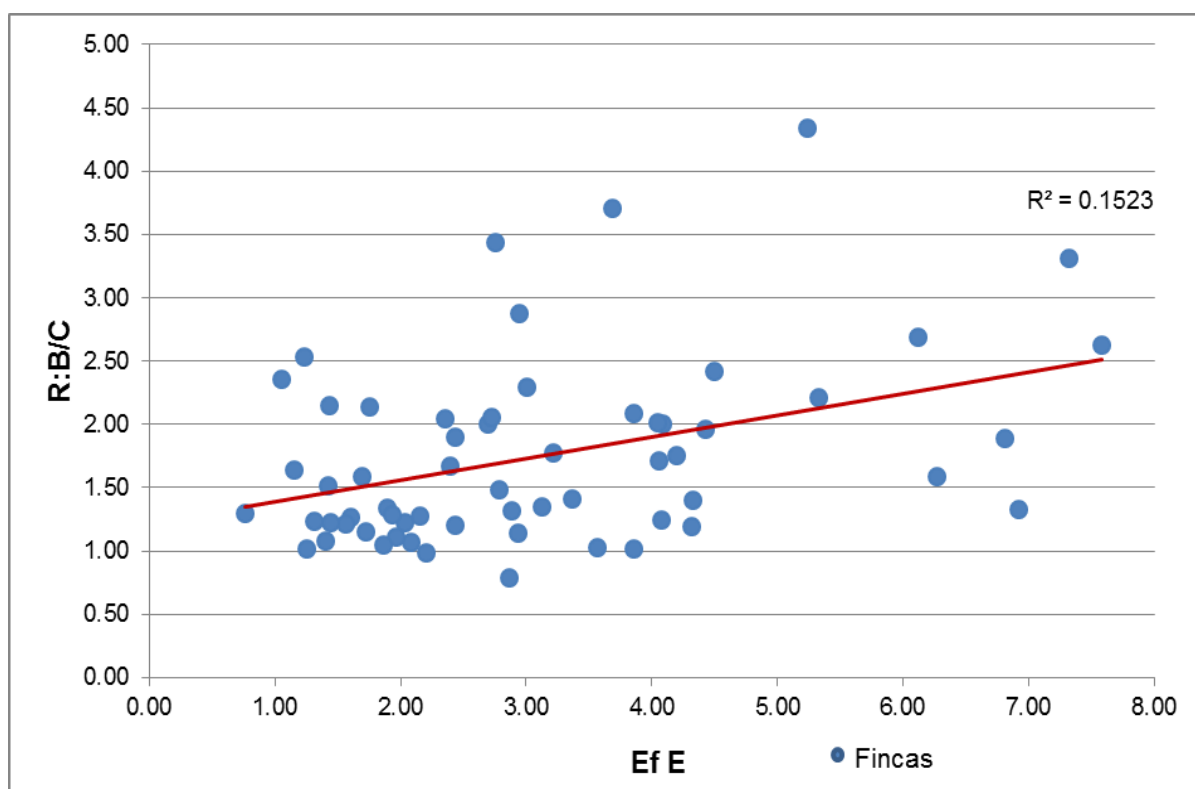


Figura 17. Eficiencia energética y relación beneficio costo de las fincas evaluadas en la parroquia San Joaquín.

Elaboración: Jeimy Chilpe, 2017

6. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se pueden derivar las siguientes conclusiones:

- La evaluación de sostenibilidad para calidad del suelo de las fincas hortícolas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín presentaron un promedio de 7.79 puntos, el cual supera el umbral de sostenibilidad e identifica a las fincas como sostenibles. Sin embargo en el estudio se identificaron dos indicadores limitantes de calidad de suelo, retención de humedad y actividad biológica, con un valor promedio de 5.50 y 6.84 respectivamente.
- El estado de salud de los cultivos superan el umbral de sostenibilidad con un valor promedio de 5.84 puntos, no obstante en algunos casos existen indicadores que se encuentran por debajo de este umbral, tales como la diversidad vegetal, la diversidad natural circundante y el sistema de manejo, y por lo tanto requieren cierta modificación en su manejo en los aspectos en que los indicadores tienen valores bajos.
- Las 60 fincas hortícolas evaluadas en la parroquia San Joaquín presentaron un ingreso de energía anual de 155867.55 MJ, constituida por el uso de diferentes insumos en el cual los fertilizantes orgánicos constituyen el insumo que mayor gasto de energía implica, con el uso de 45545.73 MJ anuales que representa un porcentaje de 29.22% del total de insumos inferidos en las diferentes fincas hortícolas de la parroquia San Joaquín.
- Los cultivos de hortalizas presentes en las fincas medianas y pequeñas de la parroquia San Joaquín presentaron eficiencias energéticas superiores a 1, en el cual el ajo resultó ser el cultivo que mejor promedio de eficiencia energética anual tiene en la parroquia San Joaquín, con una EfE de 7.7. En el caso del ajo su resultado se debe a su alto contenido energético 6.2MJ/kg y sus altas densidades de siembra.
- En la parroquia San Joaquín sólo una de las fincas hortícolas pequeñas y medianas evaluadas presentó una eficiencia energética menor a 1, mientras las 59 fincas mostraron una eficiencia energética superior a 1. La

eficiencia energética de un sistema agropecuario puede ser relativa a la intensidad con que se utilicen los recursos energéticos internos o externos.

- Los coeficientes de correlación entre la eficiencia energética, el número de cultivos y el área cultivada de las fincas medianas y pequeñas de la parroquia San Joaquín, presentaron valores de 0.29 y 0.56, indicando la existencia de una correlación escasa y moderada respectivamente.
- En algunos casos los horticultores de San Joaquín no aprovechan al 100% sus predios, ya sea por la necesidad de dejar descansar el suelo o debido a la falta de recursos para invertir. Es así que de la superficie total evaluada el 79% es utilizado mientras el 21% es terreno sin uso.
- El análisis de los resultados desde el punto de vista costo-beneficio, mostró que la mayoría de las fincas tienen una R:B/C superior a 1 pudiendo llegar hasta una R:B/C de 4.34, y que apenas una sola finca presenta una R:B/C inferior a 1 debido a que su sistema de manejo depende de insumos externos, principalmente de fertilizantes.
- Los factores que contribuyen a disminuir la eficiencia energética de los sistemas agropecuarios y que deben evitarse a la hora de diseñar estrategias energéticamente sostenibles para la producción de alimentos son: sistemas de monocultivo en grandes extensiones, excesivo uso de maquinarias, utilización masiva de fertilizantes químicos y plaguicidas, desaprovechamiento o quema de residuos de cosecha, escasa utilización del área de cultivo en tiempo y espacio y el ineficiente empleo de la mano de obra.
- Finalmente, de los datos obtenidos se concluye que un sistema biodiverso no es necesariamente más productivo o más eficiente que uno de monocultivo; ni tampoco uno de menor escala, por ser pequeño, es intrínsecamente más eficiente. Los niveles de eficiencia de un sistema dependen más del diseño y manejo de los componentes que lo conforman. La ventaja de un sistema basado en la diversidad y a menor escala reside fundamentalmente en que su diseño permite una integración armónica y

funcional entre sus componentes y un mayor “control” de las interacciones en juego.

7. RECOMENDACIONES

En el desarrollo del estudio se observaron las características de cada finca, tanto sus ventajas como sus falencias, gracias a las cuales se puede mencionar algunas recomendaciones que pueden mejorar la horticultura en la parroquia San Joaquín así como para el desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con el tema.

- Los horticultores de la parroquia San Joaquín deben buscar asociarse entre ellos, para poder mejorar aspectos tales como; la comercialización de las hortalizas en la cual podrían realizarlo de manera directa en los mercados evitando la participación excesiva de intermediarios, el compartir conocimientos sobre las formas y técnicas del cultivo que servirán para mejorar la forma de producción de los horticultores, y a su vez servirán para mejorar la sostenibilidad de las fincas y la eficiencia energética de los cultivos.
- Es importante que las autoridades gestionen capacitaciones dictadas por profesionales en el área hortícola para disipar las inquietudes de los productores, relacionados en su mayoría con las plagas y enfermedades de los cultivos, técnicas que optimicen recursos y generen más ganancias para el productor, así como el uso correcto de los agroquímicos, entre otros.
- Cada finca hortícola tiene su forma de manejo, el cual la diferencia de las otras, sin embargo existen prácticas que pueden ser compartidas entre ellas tales como uso de registros de producción, del ciclo del cultivo de las hortalizas, de los precios de las hortalizas en el mercado, etc., los mismos que les ayudaría a realizar un mejor manejo de la finca.
- En cuanto a la investigación es importante constatar la información brindada por los horticultores a través de las encuestas, por lo cual se podría llevar fichas con los precios de cultivo, que fue el factor que mayores diferencias presentaron en la información brindada por los horticultores.



- Finalmente, se recomienda continuar investigando sobre la sostenibilidad y el consumo energético en los diferentes sistemas productivos y contar con más datos que nos permitan de alguna manera validar la metodología propuesta por Altieri y Funes.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, A. 2009. ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico?. Colombia, s.n.t. 72p.
- Altieri, M a; Nicholls, Cl. 2002. Un Método Agroecológico Rápido para la Evaluación dela Sostenibilidad de Cafetales. Universidad de California no.64: 17-24.
- Altieri, M. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. Universidad de California, Berkeley no. 192.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2008. Suelos Saludables, Plantas Saludable. La evidencia agroecológica. LEISA revista de agroecología.
- Alvarado, W. 2013. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona baja de la parroquia San Joaquín. s.l.
- Araujo, E. 2014. Caracterización y evaluación de la asociación y rotación de policultivos de maíz y hortalizas en la parroquia de San Joaquín. s.l., Universidad Politécnica Salesiana. 1-4 p.
- Arrieche, R. 2012. Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la Estancia, Madrid, Cundinimarca, 2012. Utilizando indicadores de calidad de suelos. Pontifica Universidad Javeriana. 93p.
- Assenheimer, A; Torres, A; Goncalves, A. 2009. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. 2009: 443-455.
- Ávila, H. 2001. Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbanos. Las relaciones campo-ciudad en algunos países de Europa y América. Scielo. no.45.
- Banco Mundial. 2008. Informe sobre el Desarrollo Mundial. Trad. R Arguello; I Cavides. Colombia, Mundi Prensa. 20 p.
- Berroterán, J; Zinck, J. 2000. Indicadores de la sostenibilidad agrícola nacional cerealera. Caso de estudio: Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 17: 139-155
- Bruulsema, T. 2002. Productividad de los sistemas orgánicos y convencionales de producción de cultivos. Instituto de la Potasa y el Fósforo de Canadá y Noroeste de los Estados Unidos. 4p.



- Calvente, A. 2007. El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta de Interamericana. 7p.
- Carpio, R; León, M. 2015. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción agrícola en la Organización UCAG del cantón Gualaceo provincia del Azuay. s.l., Universidad Politécnica Salesiana. 183p.
- Cruz, MC. 2000. Sistematización de Políticas Municipales e Intervenciones en Agricultura Urbana. Agricultura Urbana y Participación Ciudadana 2000.
- Denoia, J; Montico, S. 2010. Balance de energía en cultivos hortícolas a campo en Rosario (Santa Fe, Argentina). Ciencia, Docencia y Tecnología 21: 145-157.
- Durán, M. 2017. Profundidad efectiva del Suelo. Consultado 26 dic. 2017. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/362872176/Profundidad-Efectiva-Del-Suelo>
- ENDESA. 2012. ¿Qué es la eficiencia energética?. Consultado 16 jul. 2017. Disponible en: <https://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>
- ERP Agrícola. (2017). Importancia de la materia orgánica y la actividad biológica en el suelo. Consultado 06 ene. 2018. Disponible en <http://sistemaagricola.com.mx/blog/materia-organica-la-actividad-biologica/>
- Espinoza, Y; Malpica, L. 2006. Mediciones simples para evaluar el estado de la calidad y salud del suelo bajo pasturas. Revista Digital CENIAP HOY N° 11. INIA-CENIAP.
- FAO. 2009. La horticultura y fruticultura en el Ecuador. Food and Agriculture Organization of the United Nations 2009.
- FAO. 2007. Materia orgánica y actividad biológica. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado 15 sep. 2017. Disponible en http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/ba/organic_matter.pdf.
- FAO. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Food and Agriculture Organization of the United Nations. p, 289-294.
- FAO. 2009. Clasificación de los suelos según su capacidad de uso. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado 05 ene. 2018. Disponible en <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea30s/ch028.htm#TopOfPage>



- Fallas, G.; Chacón, M.; Castro., J. 2009. Sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas ecológicas y tradicionales en Costa Rica. Fundación INCIENSA. 11p.
- Ferreira J. 2005. Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados. Dissertação Mestrado em Agroecossistemás. Centro de Ciências Agrárias. Universidad Federal de Santa Catarina. Brasil.
- Funes, F. 2009. Agricultura con Futuro La alternativa agroecológica para Cuba. Ed.rev. Cuba. COSUDE. 196p.
- GAD Cuenca. 2011. Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Joaquín. Cuenca, s.n.t. 307 p.
- GAD San Joaquín. 2015. Diagnóstico de la Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015. Cuenca, s.n.t. p23.
- GAD San Joaquín. s.f. Historia. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.gadsanjoaquin.gob.ec/san-joaquin/historia>
- Gliessman, R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, C.R: CATIE.
- Gliessman, S. 1998. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan.
- Guamán, J; Tacuri, M. 2014. Estudio de la demanda de productos hortícolas en los hogares de la ciudad de Cuenca y su relación con la producción de la parroquia San Joaquín Bajo. s.l.
- Ibáñez, J. 2007. Profundidad efectiva y Capacidades de Uso del Suelo. Blogs Madrid. Consultado 26 dic. 2017. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/03/14/61286>.
- Ibáñez, J. 2006. La Naturaleza de los Residuos Vegetales y sus Repercusiones sobre las Características del Humus. Consultado 26 dic. 2017. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/09/12/40917>
- Inga, R. 2014. Evaluación del sistema agrario, zona II en la parroquia San Joaquín Azuay-Ecuador. s.l., Universidad Politécnica Salesiana. 239p.
- LIMA et al. 2005. El uso del riego en Brasil. Consultado el 16 de sep. 2017. Disponible en: <http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>
- Mejía, V. 2014. Evaluación del Sistema Hortícola Intensiva en la parroquia San Joaquín. s.l., Universidad Politécnica Salesiana. 330p.



- Mello, R. 1989. Un modelo para análisis energético de agroecosistemas. Rev. de Administración de Empresas. 29: 45-61.
- Monteros, A; Sumba, E; Salvador, S. 2013. Productividad Agrícola en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca Quito-Ecuador. p.1.
- Morales, P. 2012. Tamaño necesario de la muestra. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. 24p.
- Morales, P. 2011. El coeficiente de correlación. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 8p.
- Muñoz, L. 2017. Los factores que inciden en los rendimientos de los huertos de avellanos europeos. El Mercurio. Consultado 3 ene. 2018. Disponible en <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2016/09/06/Los-factores-que-inciden-en-los-rendimientos-de-los-huertos-de-avellanos-europeos-Parte-II.aspx>
- Naranjo, R. 1997. Importancia de la conservación de los sistemas agrarios tradicionales, con especial referencia al olivar, en el contexto del Desarrollo Rural. Consejería de Agricultura de la Junta de Extremadura. p, 125-133.
- Padilla, D., Suchini, J. 2013. Guía para el sondeo agroecológico de suelos y cultivos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP). Turrialba, Costa Rica. 20p.
- Pardos, J. 2004. Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales 13(4): 101-107.
- Pérez, M.A. 2010. Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Salud de Cultivos. Guía metodológica. Corporación Ambiental Empresarial. Bogotá, Colombia.
- Pilarte, F. 2012. Evaluación participativa de indicadores de desarrollo sostenible en sistemas de producción de pequeña escala en el municipio de Las Sabanas, Madriz. Rev. FAREM Estelí 2 (1): 5-8.
- Pimentel, D; Dazhong, W; Giaprieto, M. 1990. Los cambios tecnológicos en el uso de energía en la producción agrícola. Nueva York: Springer-Verlag, p. 305-321.
- Restrepo, J; Ángel, D; Prager, M. 2000. Agroecología. República Dominicana.CEDAF.134 p.



- Reyes, F. 2013. Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Consultado 21 ago. 2017. Disponible en: <http://fulreyes3.blogspot.com/>.
- Rivero et al. 2009. Indicadores cuantitativos de calidad de suelo y salud de un cultivo de soja en siembra directa. INTA- Instituto de Suelos. Buenos Aires. Argentina. 6p.
- Román, S. 2001. Libro Azul Manual Básico de Fertirrigación. 2 ed. Chile. Editorial Soquimich comercial. 69 p.
- Sarandón, S. 2010. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Souza et al. 2008. Balance y análisis de la sostenibilidad energética en la producción orgánica de hortalizas. Scielo. 12p.
- Tapia, M. 2014. Prácticas y saberes ancestrales de los agricultores de San Joaquín. . s.l., Universidad Politécnica Salesiana. 226p.
- Teixeira et al. 2005. Balanço energético de uma cultura de tomate. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 9 (3). 1-3p.
- Tobasura et al. 2012. Productividad energética y financiera en fincas campesinas del departamento de Caldas. Tres estudios de caso. Universidad de Caldas. 12p.
- USAID. 2013. Evaluación de las limitantes al desarrollo del sector hortícola en Centro América. Universidad de California. p.12.
- Yáñez, et al. 1999. Materia orgánica y caracterización de suelos en proceso de recuperación con coberturas vegetativas en zonas templadas de México. Chapingo, México. Redalyc 17 (2): 11p.
- Zuñiga, P. 2014. Manual de producción orgánica de semillas de hortalizas. Universidad Central del Ecuador. 17p.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño de encuesta de Indicadores de sostenibilidad

1. Datos Personales

Nombres y Apellidos:	
Cédula de Identidad:	
Edad:	
Ocupación:	
Teléfono:	
Dirección Domiciliaria:	
No. de Integrantes Familiares:	
No. de Integrantes familiares que trabajan en la finca	
Nombre de la Finca:	
Georreferenciación de la finca:	X: Y

2. Indicadores de Sostenibilidad

2.1 Calidad del suelo:

a. Estructura

- () Suelo polvoso, sin gránulos visibles (1)
- () Suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave (5)
- () Suelo friable y granular, los agregados, mantienen la forma después de aplicar presión suave, aún humedecidos (10)

b. Compactación e infiltración

- () Compacto, se anega (1)
- () Presencia de capa compacta delgada, el agua se infiltra lentamente (5)
- () Suelo no compacto, el agua se infiltra fácilmente (10)

c. Profundidad del suelo

- () Subsuelo casi expuesto (1)
- () Suelo superficial delgado, con menos de 10 cm (5)
- () Suelo superficial más profundo, con más de 10 cm (10)

d. Estado de residuos

- () Presencia de residuos orgánicos que no se descomponen o lo hacen muy lentamente (1)
- () Se mantienen residuos del año anterior, en proceso de descomposición (5)
- () Residuos en varios estados de descomposición, residuos viejos bien descompuestos (10)

e. Color, olor y materia orgánica

- () Suelo pálido, con mal olor o químico, y no se observa la presencia de materia orgánica o humus (1)
- () Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus (5)
- () Suelo de negro o pardo oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus (10)

f. Retención de humedad

- () Suelo se seca rápido (1)
- () Suelo permanece seco durante la época seca (5)
- () Suelo mantiene humedad durante la época seca (10)

g. Desarrollo de raíces

- () Raíces poco desarrolladas, enfermas y cortas (1)
- () Raíces con crecimiento limitado, se observan algunas raíces finas (5)
- () Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas (10)

h. Cobertura de suelo

- () Suelo desnudo (1)
- () Menos de 50 % del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva (5)
- () Más del 50 % del suelo con cobertura viva o muerta (10)

**i. Erosión**

- () Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas y canalillos (1)
- () Erosión evidente, pero poca (5)
- () No hay mayores señales de erosión (10)

j. Actividad biológica

- () Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices o invertebrados (insectos, arañas, centípidos, etc.) (1)
- () Se observan algunas lombrices y artrópodos (5)
- () Mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos (10)

2.2 Salud del Cultivo**k. Apariencia**

- () Cultivo clorótico o descolorido, con signos severos de deficiencia de nutrimentos (1)
- () Cultivo verde claro, con algunas decoloraciones (5)
- () Follaje verde intenso, sin signos de deficiencia (10)

l. Crecimiento del cultivo

- () Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Muy poco crecimiento de nuevo follaje (1)
- () Cultivo más denso, pero no uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aún delgados (5)
- () Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento, con ramas y tallos gruesos y firmes (10)

m. Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.)

- () Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés (1)
- () Sufren en época seca o muy lluviosa, se recuperan lentamente (5)
- () Soportan sequía y lluvias intensas, recuperación rápida (10)

n. Incidencia de enfermedades

- () Susceptible a enfermedades, más del 50 % de plantas con síntomas (1)
- () Entre 20-45% de plantas con síntomas de leves a severos (5)
- () Resistentes, menos del 20% de plantas con síntomas leves (10)

o. Competencia por malezas

- () Cultivos estresados dominados por malezas (1)
- () Presencia media de malezas, cultivo sufre competencia (5)
- () Cultivo vigoroso, se sobrepone a malezas, o malezas chapeadas no causan problemas (10)

p. Rendimiento actual o potencial

- () Bajo con relación al promedio de la zona (1)
- () Medio, aceptable con relación al promedio de la zona (5)
- () Bueno o alto, con relación al promedio de la zona (10)

q. Diversidad genética

- () Pobre, domina una sola variedad de café (1)
- () Media, dos variedades (5)
- () Alta, más de dos variedades (10)

r. Diversidad vegetal

- () Monocultivo sin sombra (1)
- () Con solo una especie de sombra (5)
- () Con más de dos especies de sombra, e incluso otros cultivos o malezas dominantes (10)

s. Diversidad natural circundante

- () Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera (1)
- () Rodeado al menos en un lado por vegetación natural (5)
- () Rodeado al menos en un 50 % de sus bordes por vegetación natural (10)



t. Sistema de manejo

- () Monocultivo convencional, manejado con agroquímicos (1)
 () En transición a orgánico, con sustitución de insumos (5)
 () Orgánico diversificado, con poco uso de insumos orgánicos o biológicos (10)

Anexo 2. Indicadores relacionados a eficiencia

- a. ¿Cuál es la cantidad producida de hortalizas mensualmente y cuál es el precio promedio de las mismas?

Hortaliza	Cantidad (Kg)	Precio Promedio (\$)
Col Blanca		
Col Morada		
Col Milán		
Col Bruselas		
Col China		
Coliflor		
Brócoli		
Romanesco		
Nabos		
Rábanos		
Berro de agua		
Ajo		
Cebollín		
Puerro		
Acelga		
Remolacha		
Lechuga repollo		
Lechuga rizada		
Lechuga roja		
Escarola		
Alcachofa		
Culantro		
Perejil		
Apio		
Zanahoria		
Zambo		
Zuquini		

- b. ¿Cuál es el costo mensual de insumos agrícolas que ocupa en la producción de hortalizas?

Insumo	Precio
Fertilizantes	
Pesticidas	
Abonos orgánicos (Mulch, Bioles, etc)	
Enmiendas (Cal, M.O)	
Semillas	
Plántulas	

- c. ¿Cuál es el costo anual de herramientas, equipos e instalaciones agrícolas que utiliza para la horticultura?

Herramienta	Precio
Tractor o Yunta	
Bombas de aspersión	
Picos, palas, azadillas, barretas	
Sistema de Riego	
Invernaderos	

- d. ¿Paga algún tipo de renta por la utilización de las tierras para el cultivo de hortalizas?

Sí _____ No _____ ¿Cuánto? _____



e. ¿Cuál es el capital invertido en su producción de hortalizas?

f. ¿Contrata jornales para la producción de hortalizas? ¿Cuál es el salario promedio de un jornal?

Sí_____ No_____ ¿Cuánto?_____

g. ¿Paga algún tipo de impuesto al estado?

Sí_____ No_____ ¿Cuánto?_____

h. ¿De qué manera transporta sus productos al mercado y cuál es el precio del transporte?

Tipo de Transporte	Precio
Propio	
Alquilado	
Comerciantes	

i. ¿Recibe ayuda del Gobierno Ecuatoriano? (Bono Solidario)

Sí_____ No_____ ¿Cuánto?_____

j. ¿Tiene otra fuente de ingresos a parte de la agricultura en su familia?

Fuente de ingresos económicos	Total (\$)
Remesas	
Venta de mano de obra	
Otros ingresos (Tiendas, restaurantes, etc.)	

k. ¿Cuántos días de trabajo mensuales dedica a su finca?

_____ días.

l. ¿Del total de producción que cantidad de producción es vendida y que cantidad sirve como abastecimiento familiar?

Hortaliza	Total (Kg)	Consumo Familiar (Kg)	Venta (Kg)	Precio/kg
Col Blanca				
Col Morada				
Col Milán				
Col Bruselas				
Col China				
Coliflor				
Brócoli				
Romanesco				
Nabos				
Rábanos				
Berro de agua				
Ajo				
Cebollín				
Puerro				
Acelga				
Remolacha				
Lechuga repollo				
Lechuga rizada				
Lechuga roja				
Escarola				
Alcachofa				
Culantro				
Perejil				
Apio				
Zanahoria				
Zambo				
Zuquini				



Anexo 3. Tabla de información extra para la realización de LCA

Hortaliza	Área sembrada a la fecha de la visita	Espaciamento de siembra (cm x cm, hilera simple/doble/etc.)	Insumos productivos usados en esta parcela		
			Fertilizantes	Cantidad	Unidad
			Fert. A		Kg
			Fert. B		Kg
			Fert. C		Kg
			Fert. D		Kg
			Abonos		
			Abono A		Kg
			Abono B		Kg
			Abono C		Kg
			Abono D		Kg
			Enmiendas		
			Enm. A		Kg
			Enm. B		Kg
			Enm. C		Kg
			Enm. D		Kg
			Maquinaria		
			Labor A		horas
			Labor B		horas
			Labor C		horas
			Labor D		horas
			Actividades manuales		
			Act. A		horas/hombre
			Act. B		horas/hombre
			Act. C		horas/hombre
			Act. D		horas/hombre
			Riego		
			Agua		Litros
			Bombeo		horas
			Herbicidas		
			Herb. A		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Herb. B		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Herb. C		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Herb. D		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Plaguicidas		
			Plag. A		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Plag. B		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Plag. C		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original
			Plag. D		Cantidad usada (cc, g) / concentración del ingrediente activo original

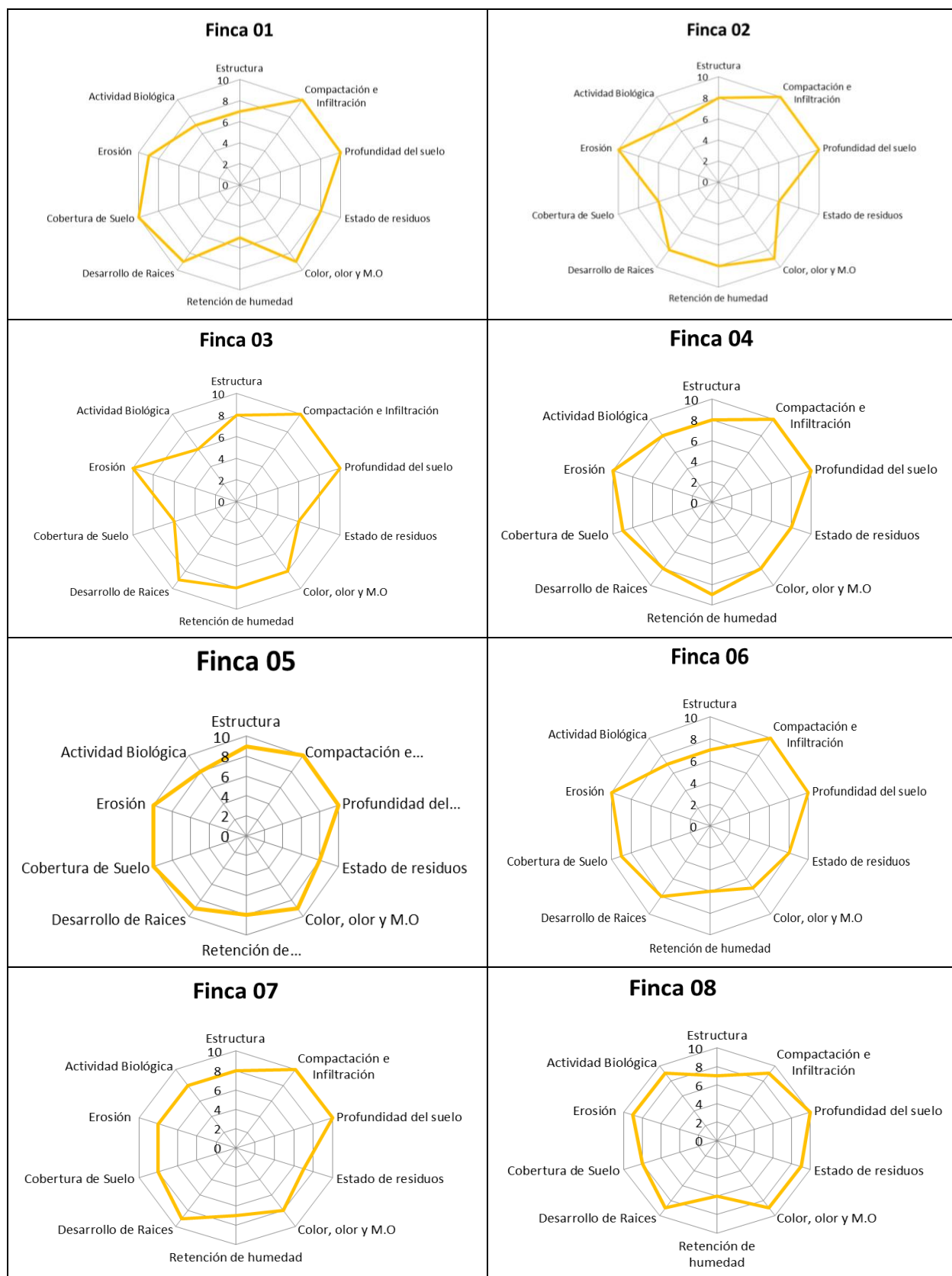
Anexo 4. Base de datos de los valores asignados a los indicadores de calidad de suelo y sus promedios de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín

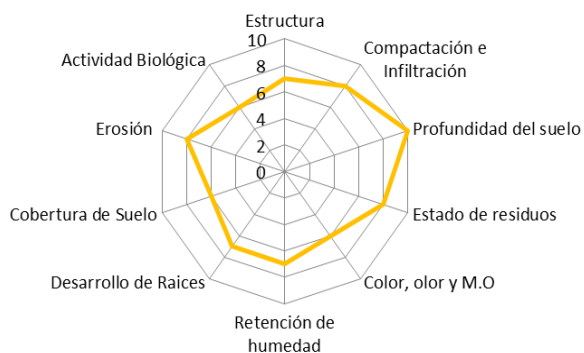
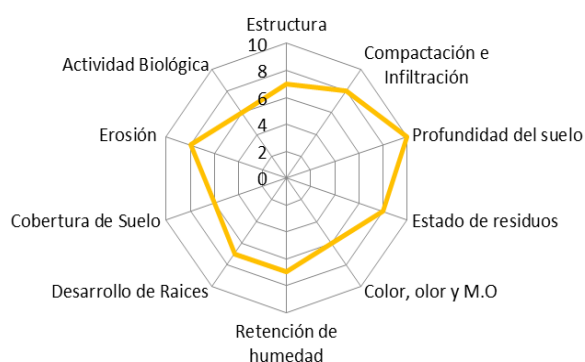
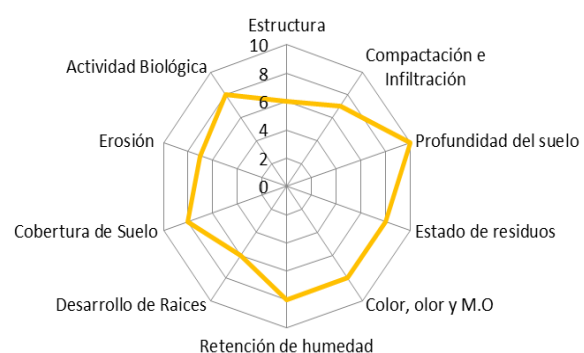
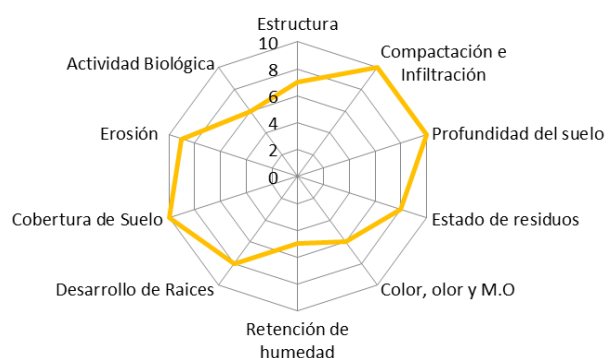
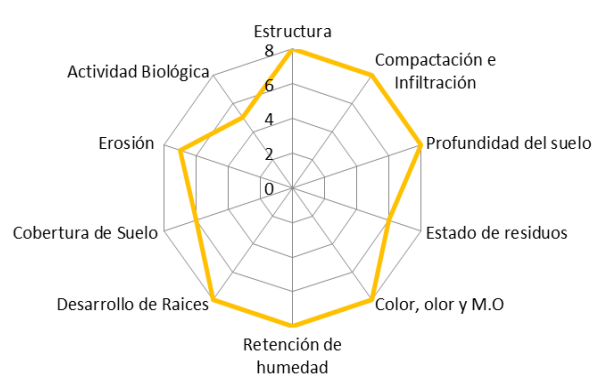
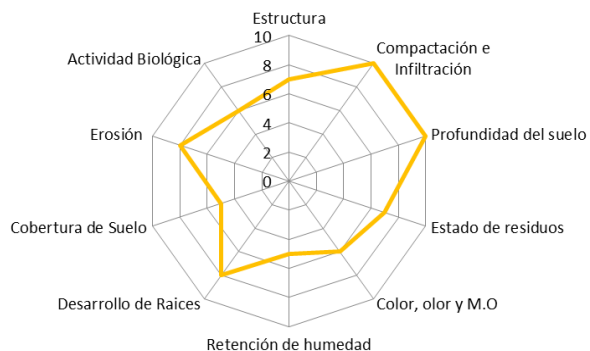
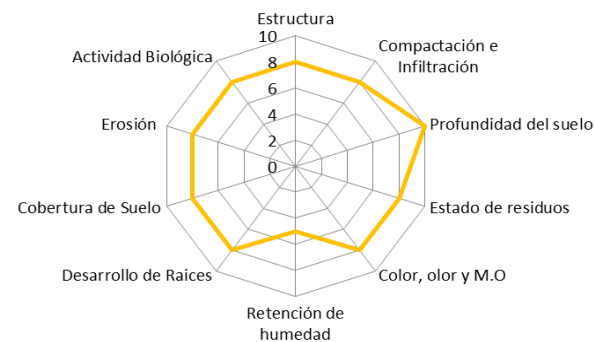
	Estructura	Compactación e Infiltración	Profundidad del suelo	Estado de residuos	Color, olor y M.O	Retención de humedad	Desarrollo de Raíces	Cobertura de Suelo	Erosión	Actividad Biológica
Finca 1	7	10	10	8	9	5	9	10	9	7
Finca 2	8	10	10	6	9	8	8	6	10	7
Finca 3	8	10	10	6	8	8	9	6	10	6
Finca 4	8	10	10	8	8	9	8	9	10	8
Finca 5	9	10	10	8	9	8	9	10	10	8
Finca 6	7	10	10	8	7	6	8	9	10	7
Finca 7	8	10	10	7	8	7	9	8	8	8
Finca 8	7	9	10	9	9	6	9	8	9	9
Finca 9	7	8	10	8	6	7	7	6	8	6
Finca 10	7	7	10	8	8	6	8	6	8	6
Finca 11	6	7	10	8	8	8	6	8	7	8
Finca 12	7	10	10	8	6	5	8	10	9	6
Finca 13	7	8	10	9	7	7	9	6	8	5
Finca 14	8	8	8	6	8	8	8	6	7	5
Finca 15	7	10	10	7	6	5	8	5	8	6
Finca 16	8	8	10	8	8	5	8	8	8	8
Finca 17	8	10	10	6	8	8	8	8	6	5
Finca 18	5	8	10	8	6	5	7	5	8	5
Finca 19	6	10	10	8	7	7	9	9	10	7
Finca 20	6	10	10	8	6	5	7	6	9	7
Finca 21	8	10	10	9	8	6	9	9	10	9
Finca 22	8	9	10	7	9	8	9	9	9	9
Finca 23	9	10	10	8	10	5	9	8	10	8
Finca 24	7	10	10	8	7	5	6	4	9	7
Finca 25	3	10	10	9	6	5	7	6	9	5
Finca 26	8	10	10	8	9	5	6	4	9	6
Finca 27	7	10	10	8	7	5	6	8	9	7
Finca 28	6	6	10	3	8	5	6	9	10	7
Finca 29	9	10	10	10	9	6	9	8	9	8
Finca 30	6	10	10	8	7	5	4	8	9	6
Finca 31	8	9	9	8	9	5	9	9	10	9
Finca 32	9	9	10	9	9	5	10	9	9	9
Finca 33	8	9	9	8	9	5	9	8	10	9
Finca 34	9	10	10	9	9	6	9	8	10	9
Finca 35	8	10	10	8	9	5	8	5	9	8
Finca 36	9	10	10	8	9	5	9	5	10	9
Finca 37	9	10	10	8	9	6	8	9	10	9
Finca 38	10	10	10	9	9	5	9	9	10	8
Finca 39	9	10	10	9	10	5	9	5	10	8
Finca 40	8	10	10	8	9	6	8	8	9	8
Finca 41	8	10	10	8	8	5	8	8	9	8
Finca 42	9	10	10	6	9	5	9	5	10	6
Finca 43	5	10	10	8	6	5	6	8	7	5
Finca 44	7	10	10	8	6	5	9	8	9	6
Finca 45	8	10	10	7	8	5	8	8	9	7
Finca 46	9	10	10	8	9	5	8	8	10	7
Finca 47	8	10	10	8	7	5	8	6	10	7
Finca 48	8	10	10	7	7	5	8	8	9	7
Finca 49	9	10	10	9	9	5	8	8	9	7
Finca 50	7	10	10	8	8	5	8	9	9	7
Finca 51	9	10	10	8	9	5	9	8	10	7
Finca 52	8	10	10	9	8	5	8	10	9	7
Finca 53	8	10	10	8	7	5	8	9	10	7
Finca 54	8	10	10	8	9	5	9	10	10	7
Finca 55	7	10	10	8	6	5	7	8	7	6
Finca 56	9	10	10	9	9	5	8	10	9	7
Finca 57	8	9	10	7	7	5	7	9	10	5
Finca 58	8	10	10	8	6	5	8	10	10	6
Finca 59	6	10	10	8	6	5	7	9	10	6
Finca 60	8	10	10	9	6	5	8	9	6	7
Promedio	7.40	9.26	9.61	7.63	7.61	5.50	7.74	7.50	8.77	6.84

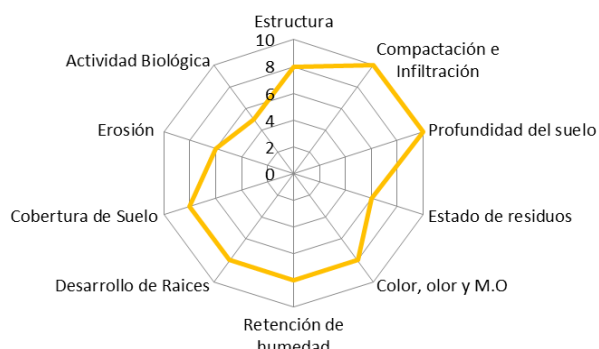
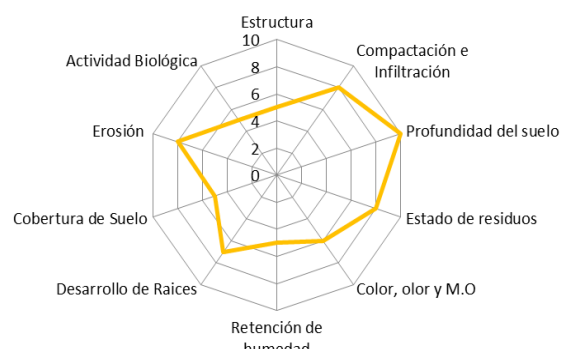
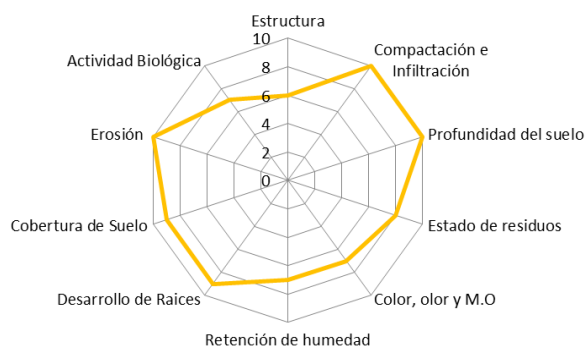
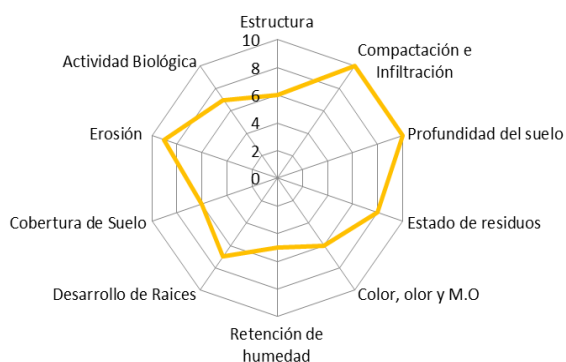
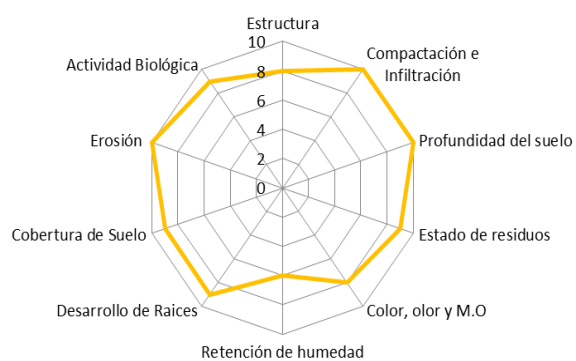
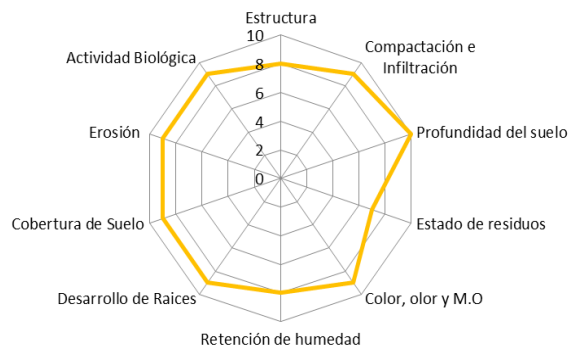
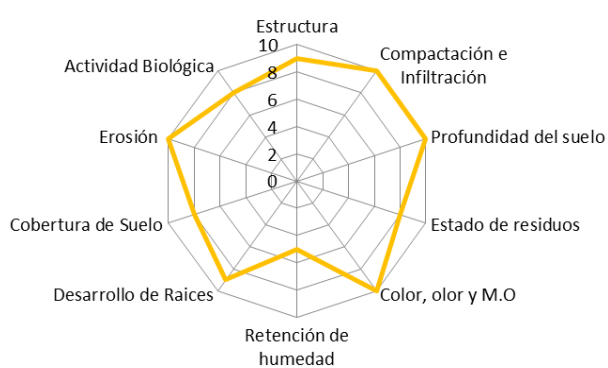
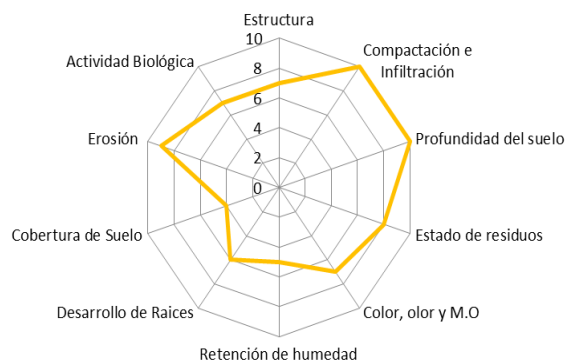
Anexo 5. Base de datos de los valores asignados a los indicadores de calidad de suelo y sus promedios de las fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín

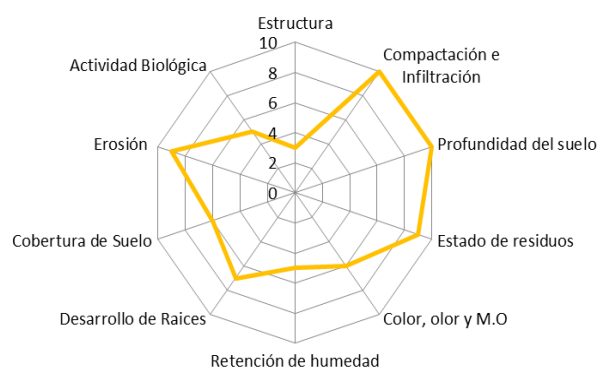
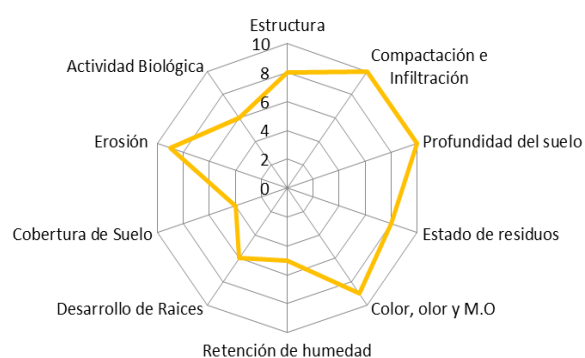
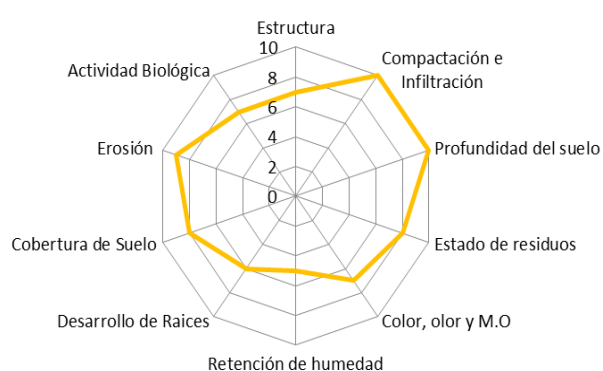
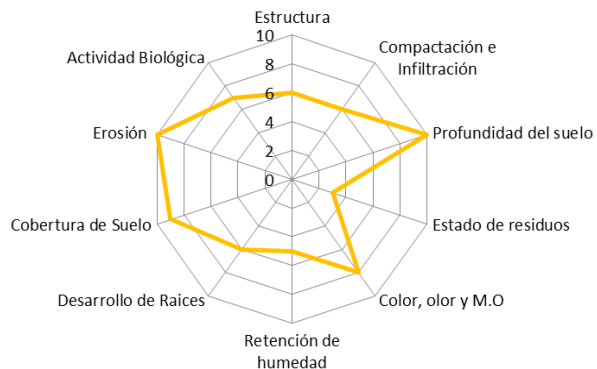
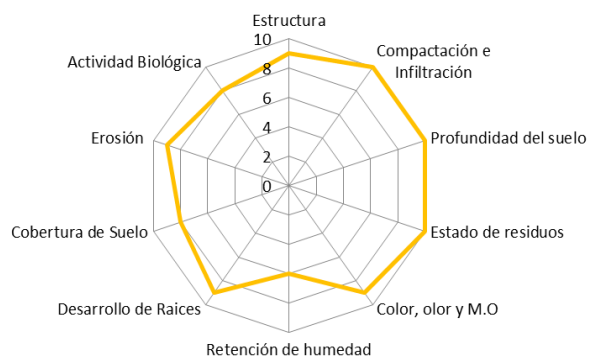
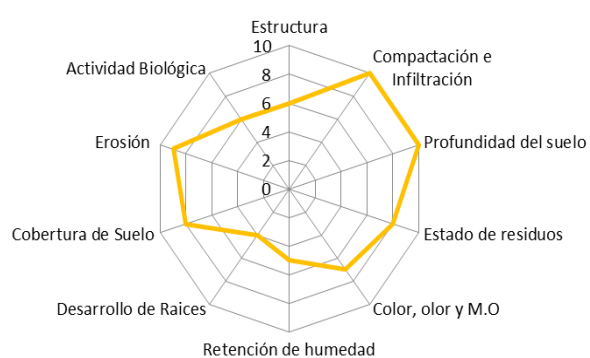
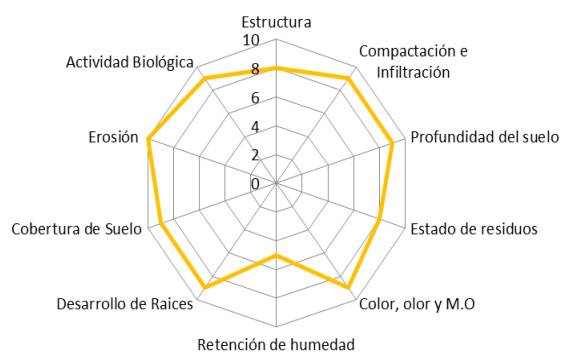
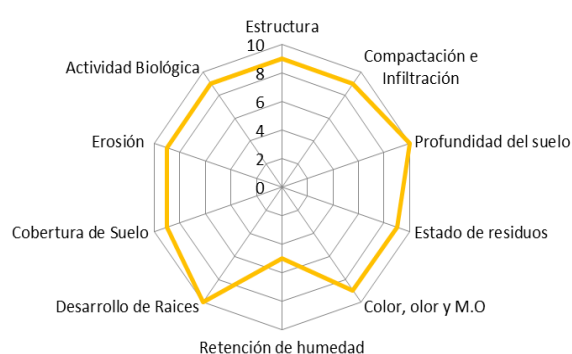
	Apariencia	Crecimiento del Cultivo	Resistencia o tolerancia a estrés	Incidencia de Enfermedades	Competencia por Malezas	Redimiento actual o potencial	Diversidad Genética	Diversidad Vegetal	Diversidad Natural Circundante	Sistema de Manejo
Finca 1	7	8	5	6	9	8	10	5	1	5
Finca 2	6	7	5	8	8	5	10	10	1	5
Finca 3	9	8	5	8	9	5	10	10	1	5
Finca 4	9	9	5	7	10	5	10	10	10	5
Finca 5	9	9	5	9	9	5	10	10	1	5
Finca 6	9	9	5	9	10	5	10	1	1	10
Finca 7	6	7	5	5	9	3	10	10	1	5
Finca 8	9	8	8	8	10	6	10	6	5	7
Finca 9	7	7	7	6	8	7	10	1	1	3
Finca 10	4	7	5	6	8	3	10	10	1	8
Finca 11	4	6	5	8	8	5	10	10	1	5
Finca 12	7	9	5	9	9	6	10	1	1	5
Finca 13	8	7	7	10	9	6	10	1	1	3
Finca 14	5	6	5	5	8	5	10	10	1	5
Finca 15	7	7	6	9	7	9	10	1	2	3
Finca 16	8	6	5	8	8	5	5	10	1	5
Finca 17	8	7	5	8	8	5	10	10	1	5
Finca 18	7	6	6	7	10	6	10	1	1	5
Finca 19	5	9	5	5	9	5	10	1	2	5
Finca 20	5	6	5	8	9	5	5	1	1	5
Finca 21	8	9	5	9	10	6	10	1	1	5
Finca 22	7	7	5	8	9	5	9	8	1	5
Finca 23	6	6	5	6	6	6	10	1	1	5
Finca 24	7	7	5	9	9	6	10	1	1	5
Finca 25	6	5	5	7	7	3	10	1	1	5
Finca 26	7	7	5	9	10	5	10	1	1	3
Finca 27	7	8	6	9	10	5	1	1	1	3
Finca 28	7	5	6	9	3	5	5	1	1	5
Finca 29	5	6	5	6	5	5	10	1	2	5
Finca 30	6	8	5	8	9	5	10	5	3	5
Finca 31	9	10	5	9	10	5	9	10	1	5
Finca 32	10	9	5	9	9	5	8	1	1	5
Finca 33	5	7	5	8	9	5	8	1	1	5
Finca 34	9	9	6	9	9	6	10	1	2	5
Finca 35	8	8	5	6	10	5	10	1	1	5
Finca 36	5	6	5	6	6	5	1	1	1	5
Finca 37	9	9	5	10	9	6	10	10	9	6
Finca 38	9	8	5	10	5	5	10	10	5	5
Finca 39	6	8	5	8	10	5	5	1	1	5
Finca 40	7	8	6	7	9	3	10	5	1	5
Finca 41	5	3	5	2	5	5	10	1	1	5
Finca 42	5	5	5	7	8	5	10	5	1	5
Finca 43	7	8	5	7	9	5	10	1	1	5
Finca 44	7	8	5	8	9	5	10	5	5	5
Finca 45	7	8	5	8	8	5	1	1	1	5
Finca 46	9	7	5	8	9	5	10	1	1	5
Finca 47	9	6	5	8	10	5	5	5	1	5
Finca 48	8	8	6	9	9	5	10	1	1	5
Finca 49	6	7	5	7	8	5	10	1	1	5
Finca 50	8	8	5	9	10	5	10	1	1	5
Finca 51	8	8	5	9	9	6	1	8	1	5
Finca 52	7	7	5	7	8	5	10	5	1	5
Finca 53	9	9	5	9	8	5	10	1	1	10
Finca 54	6	7	5	6	8	5	10	1	1	5
Finca 55	7	7	5	7	8	5	10	1	1	5
Finca 56	9	9	5	9	10	5	10	1	1	5
Finca 57	7	7	5	8	9	5	5	1	1	5
Finca 58	8	9	5	10	9	5	5	1	1	5
Finca 59	7	7	5	7	7	5	10	1	1	5
Finca 60	8	9	5	9	10	5	10	1	1	5
Promedio	6.92	7.18	5.06	7.50	8.23	5.02	8.44	3.61	1.53	4.94

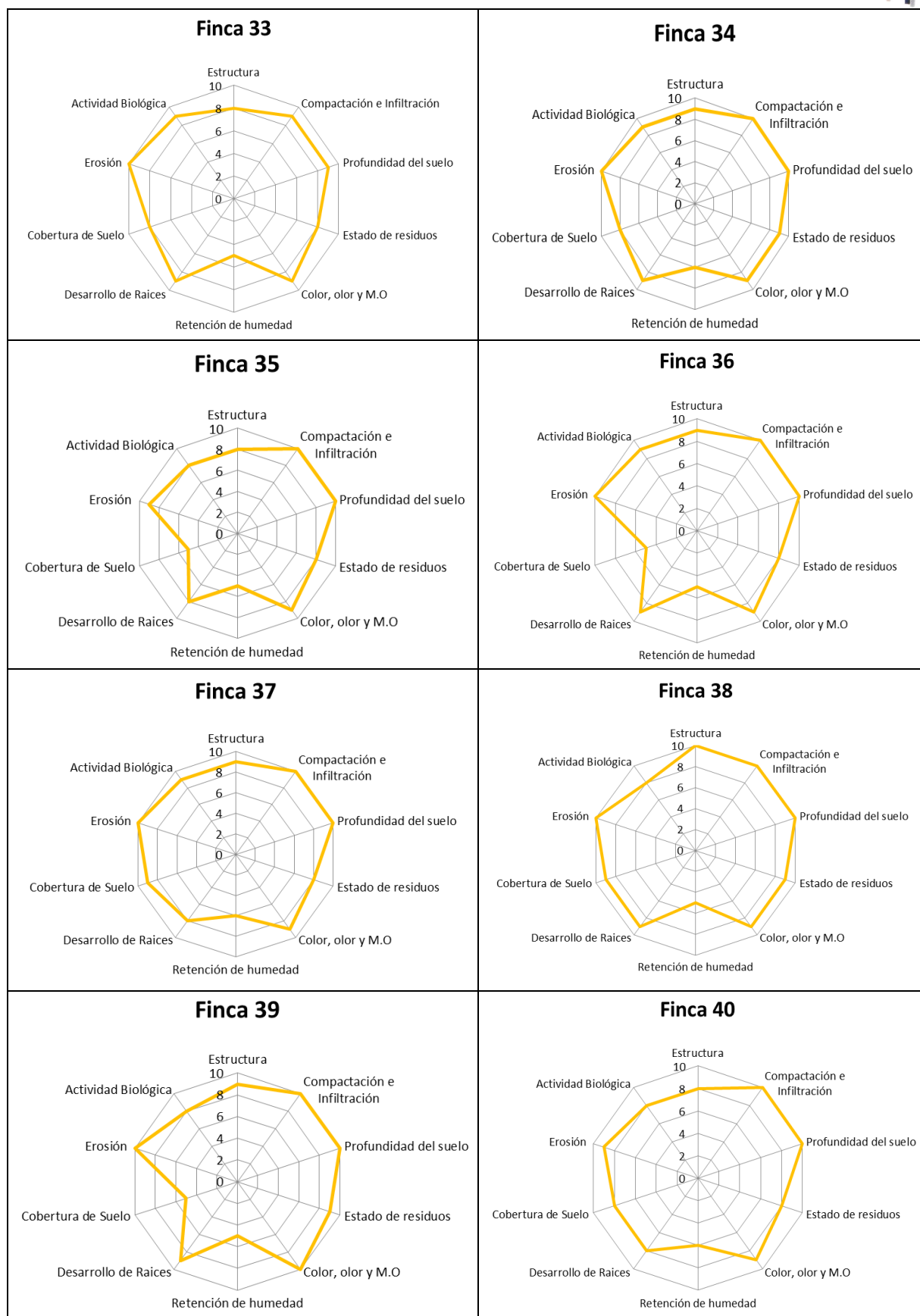
Anexo 6. Estado de sostenibilidad de calidad de suelo de las 60 fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

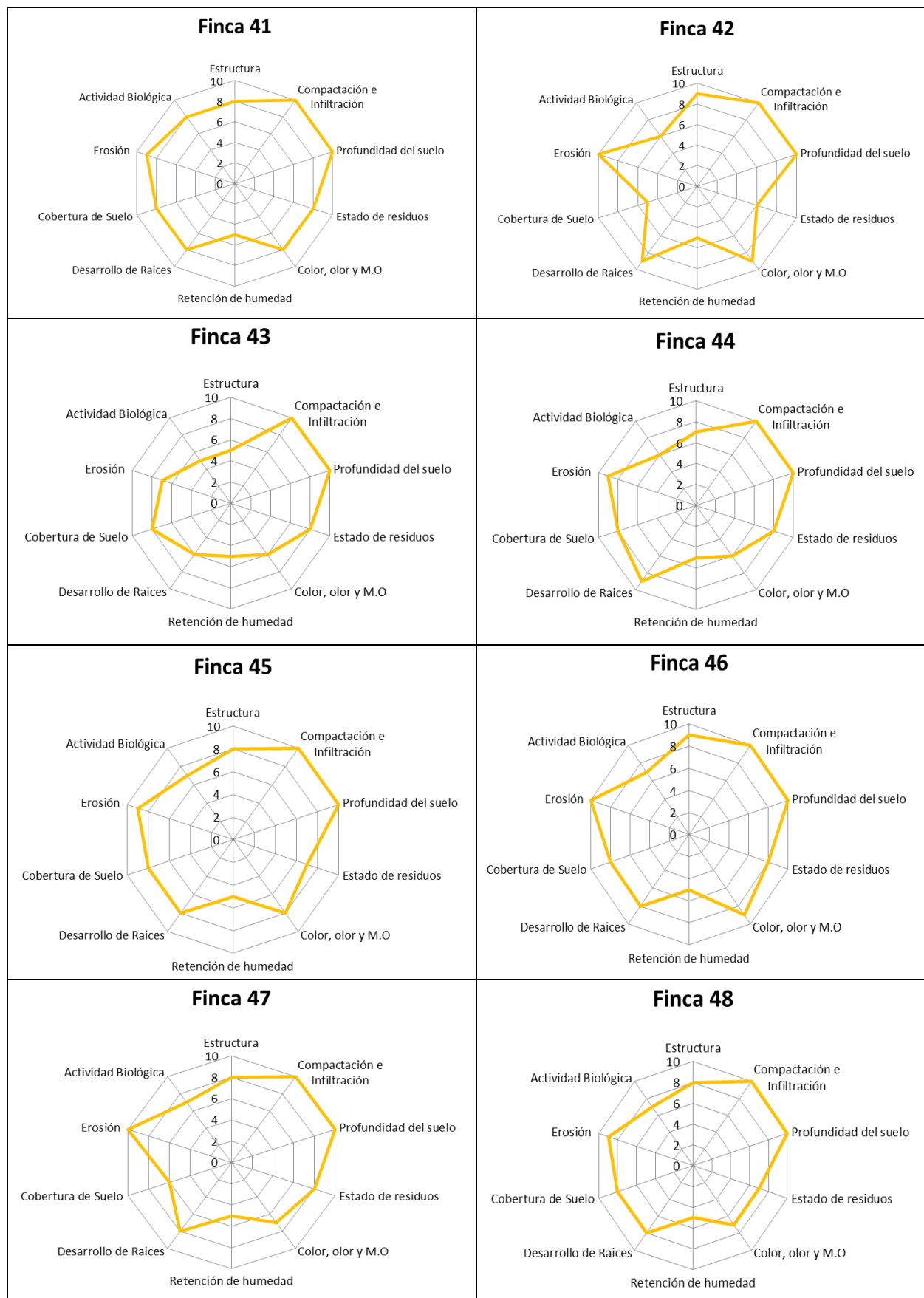


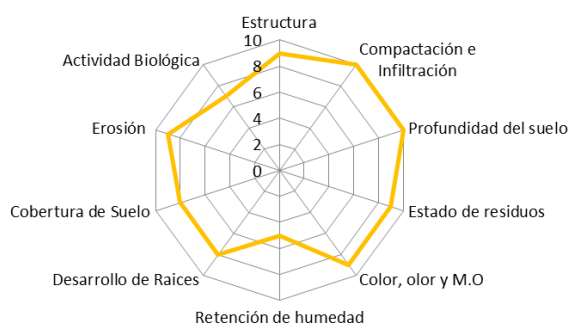
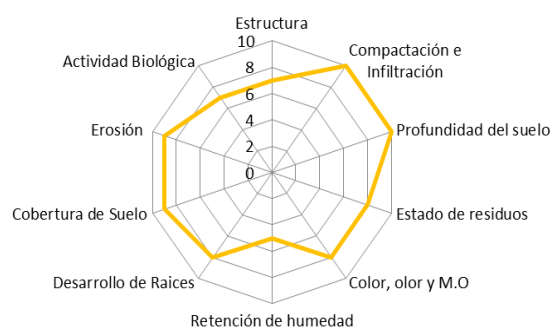
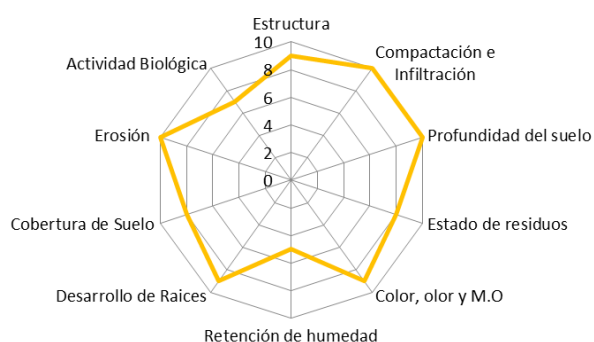
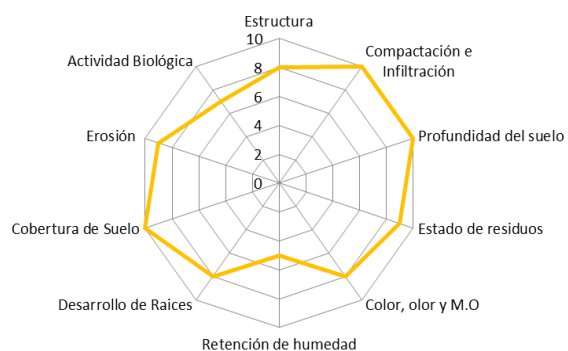
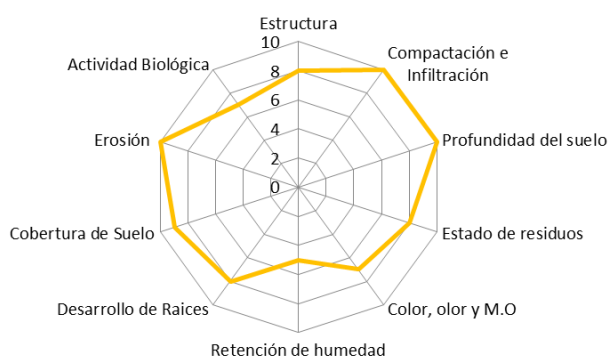
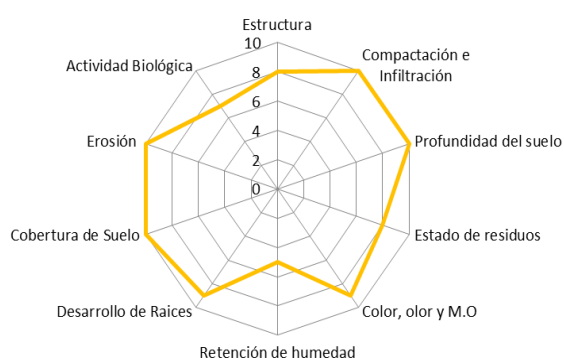
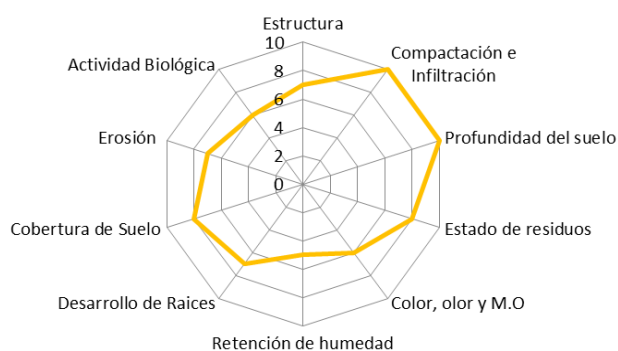
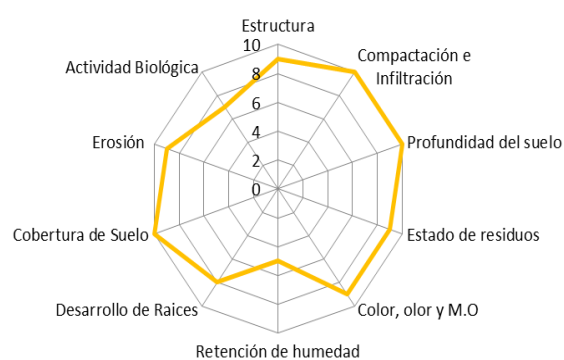
Finca 09**Finca 10****Finca 11****Finca 12****Finca 13****Finca 14****Finca 15****Finca 16**

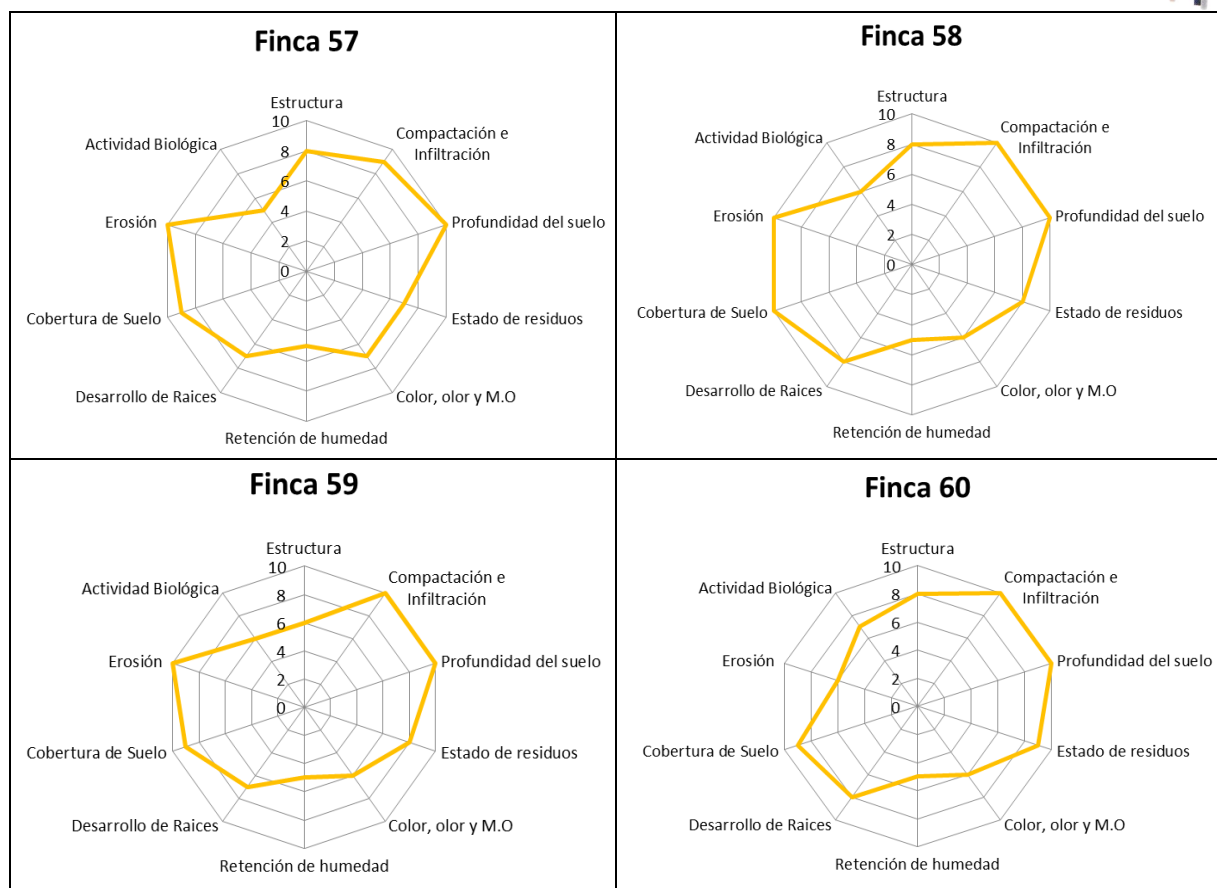
Finca 17**Finca 18****Finca 19****Finca 20****Finca 21****Finca 22****Finca 23****Finca 24**

Finca 25**Finca 26****Finca 27****Finca 28****Finca 29****Finca 30****Finca 31****Finca 32**

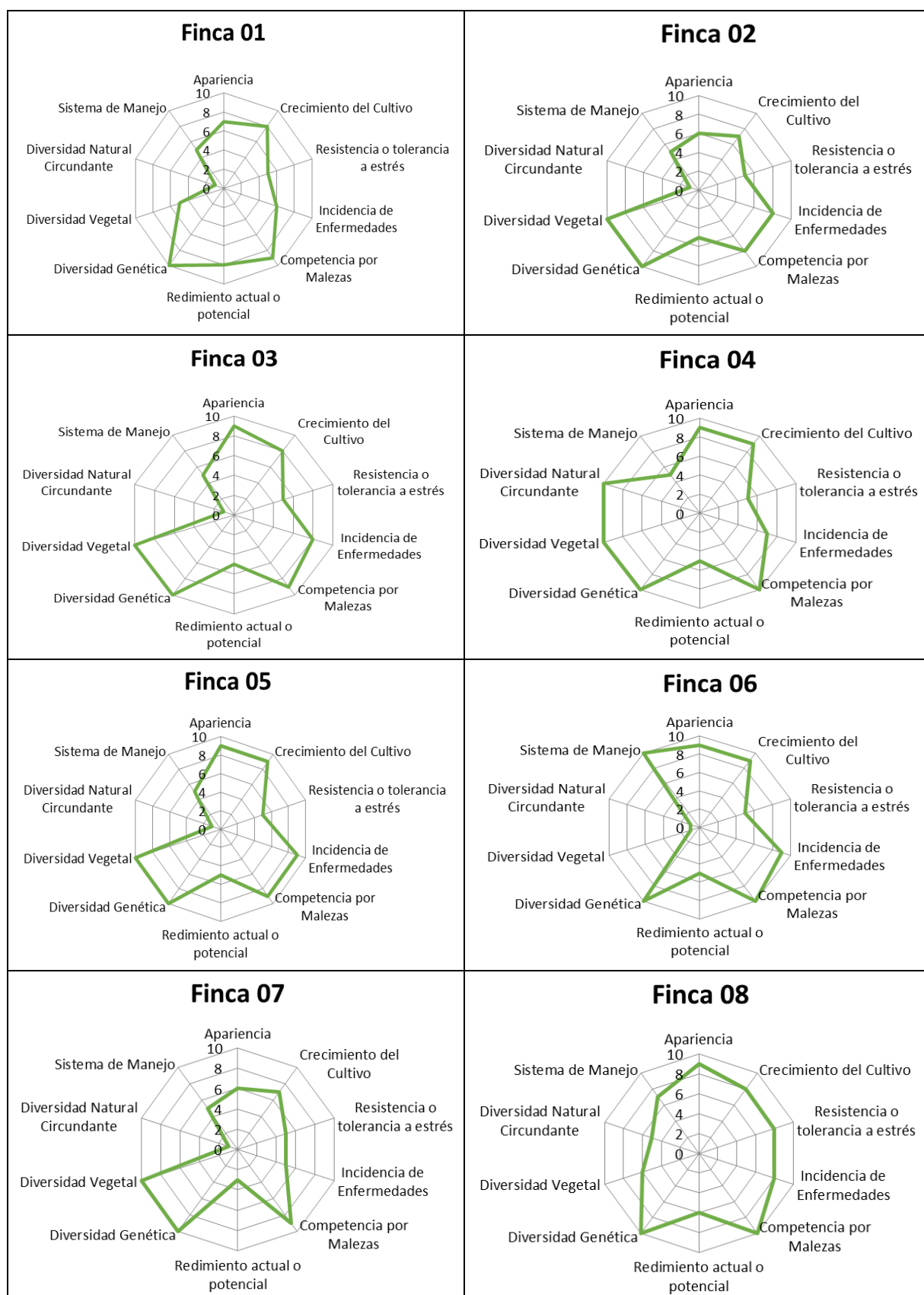


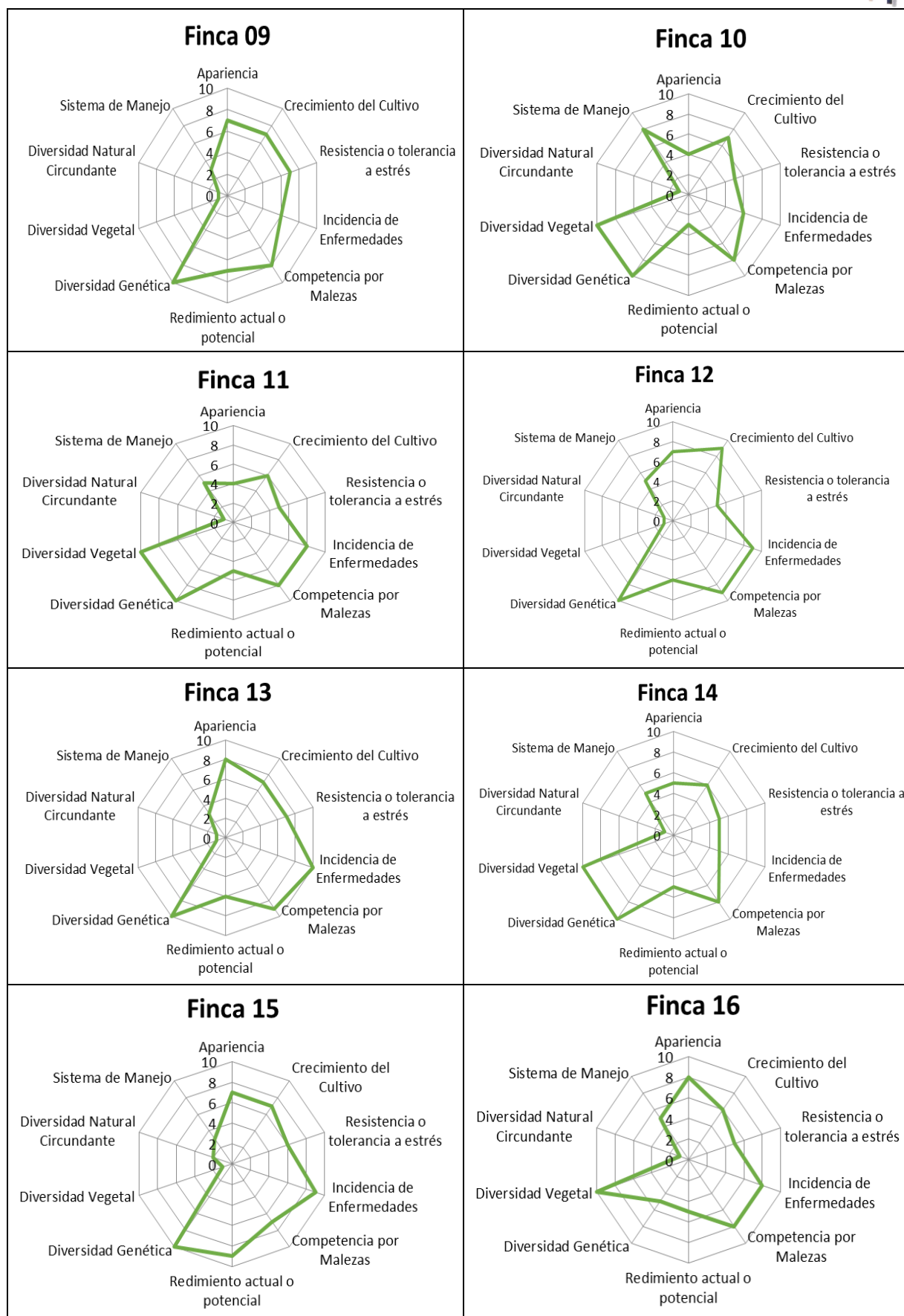


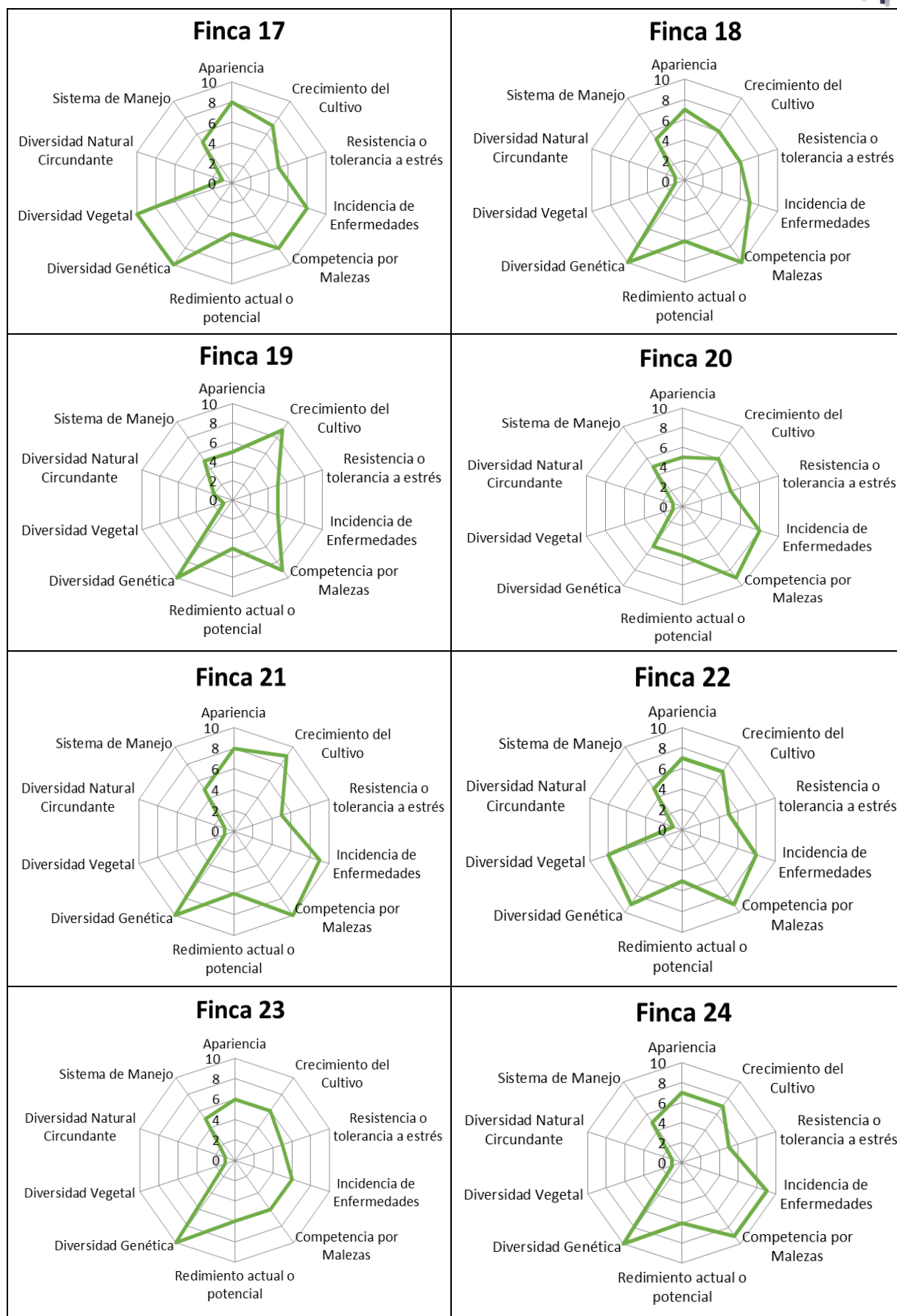
Finca 49**Finca 50****Finca 51****Finca 52****Finca 53****Finca 54****Finca 55****Finca 56**

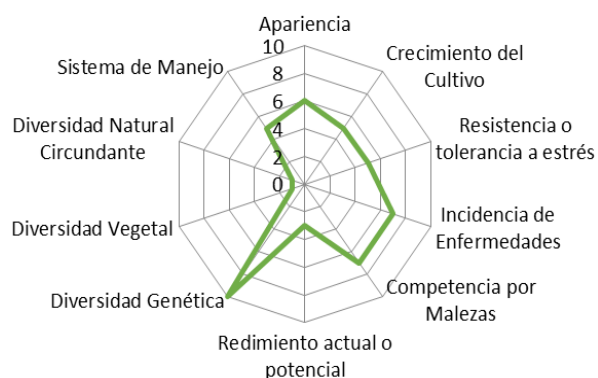
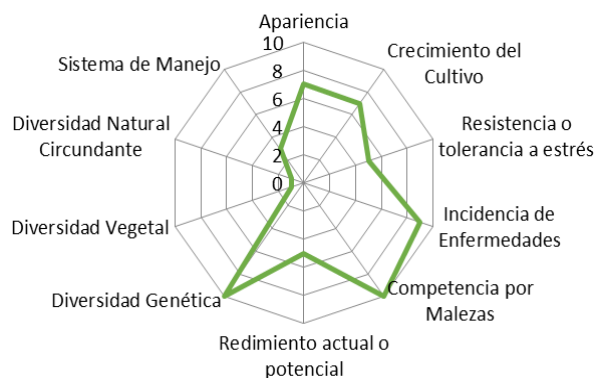
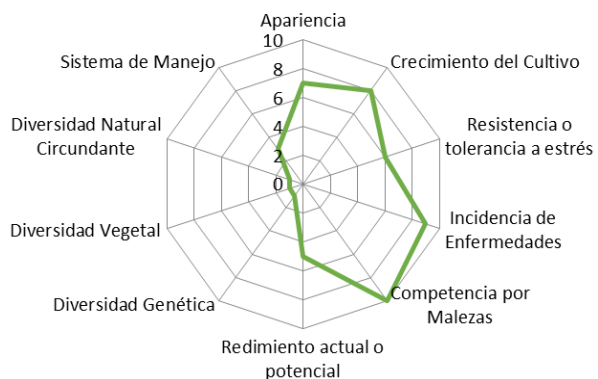
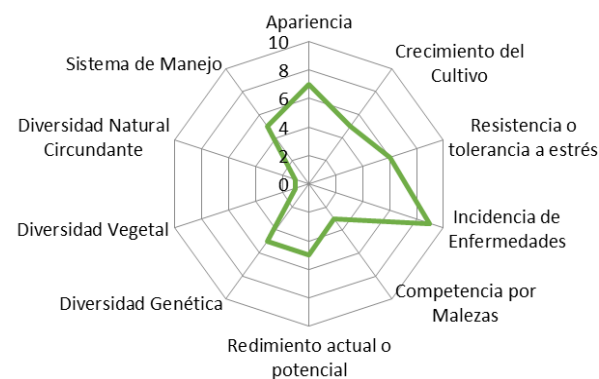
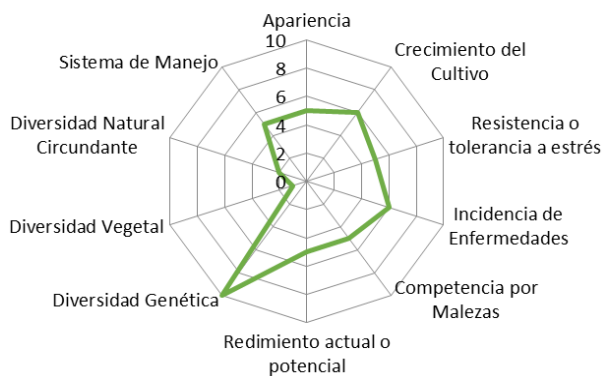
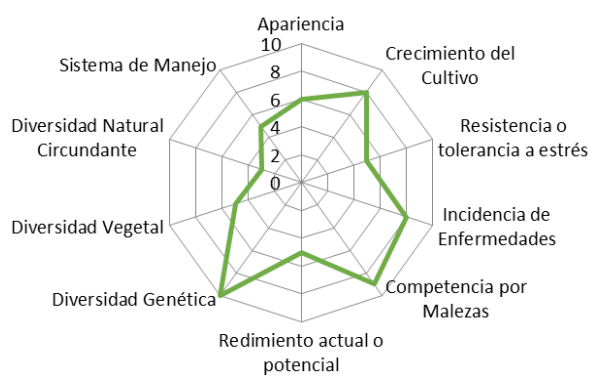
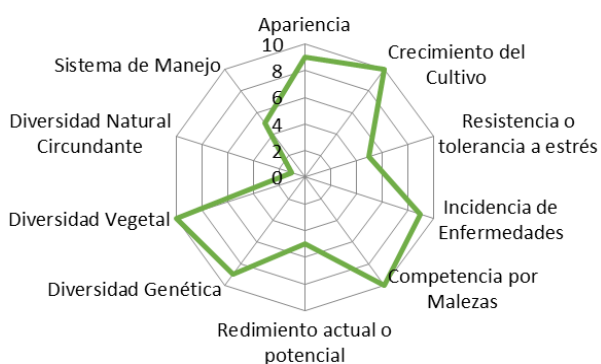
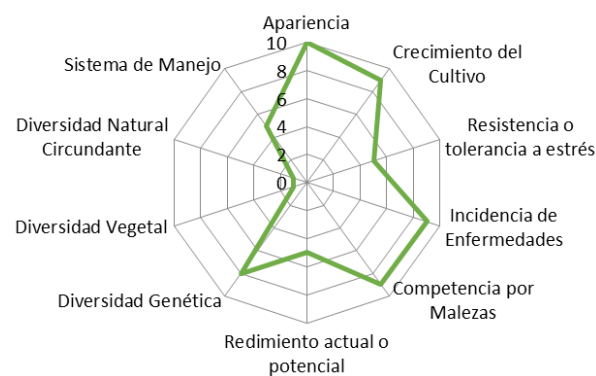


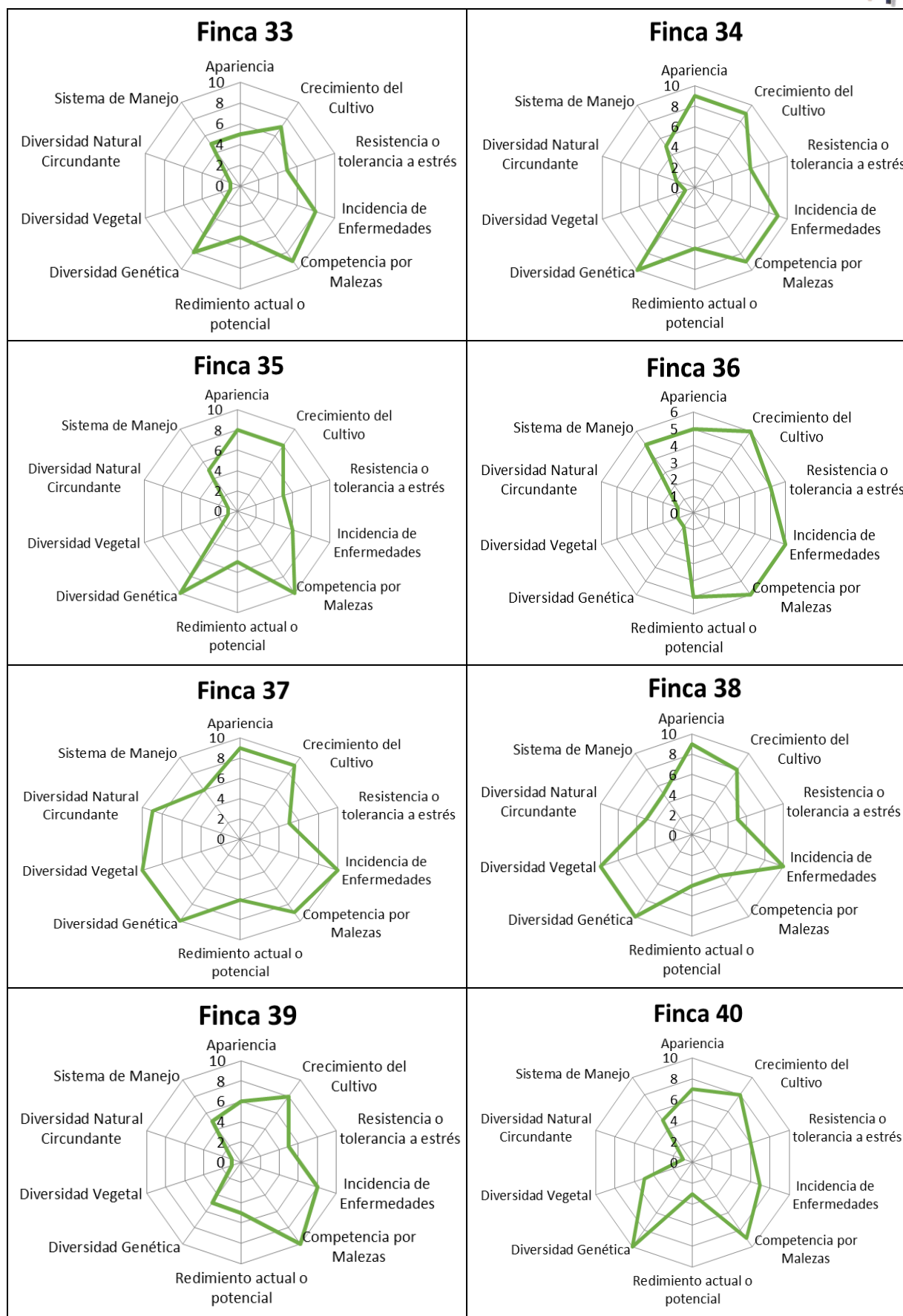
Anexo 7. Estado de sostenibilidad de salud de cultivo de las 60 fincas pequeñas y medianas de la parroquia San Joaquín.

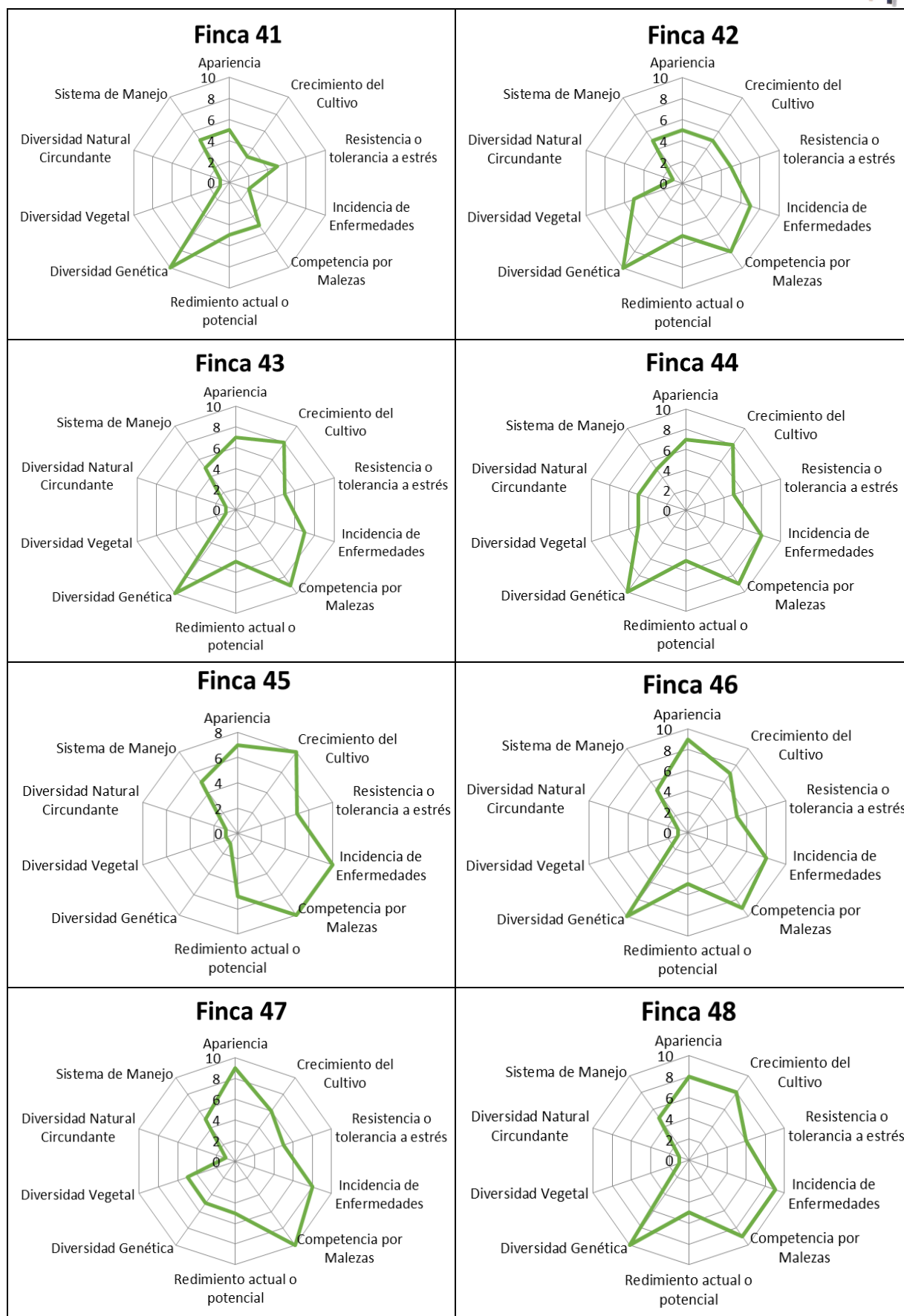


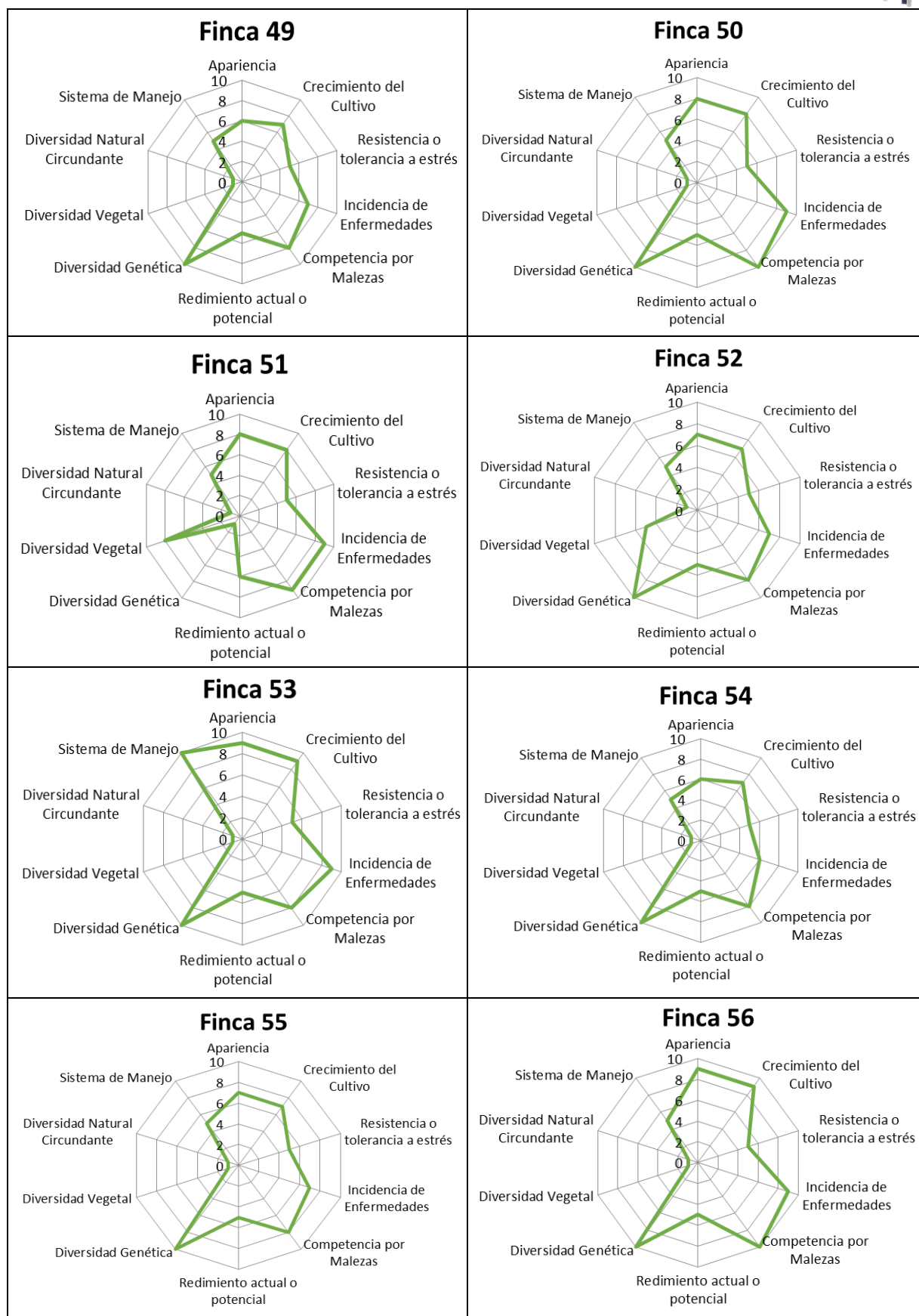


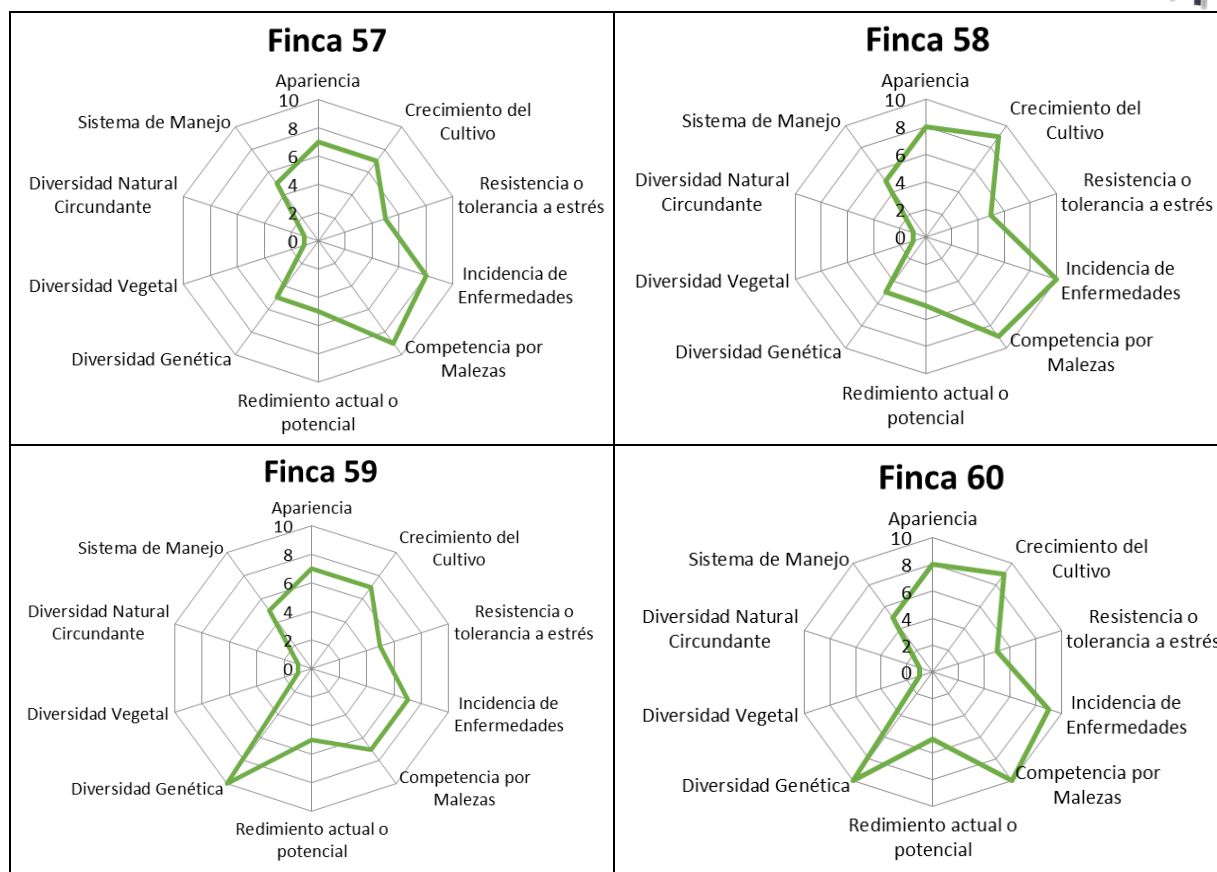


Finca 25**Finca 26****Finca 27****Finca 28****Finca 29****Finca 30****Finca 31****Finca 32**

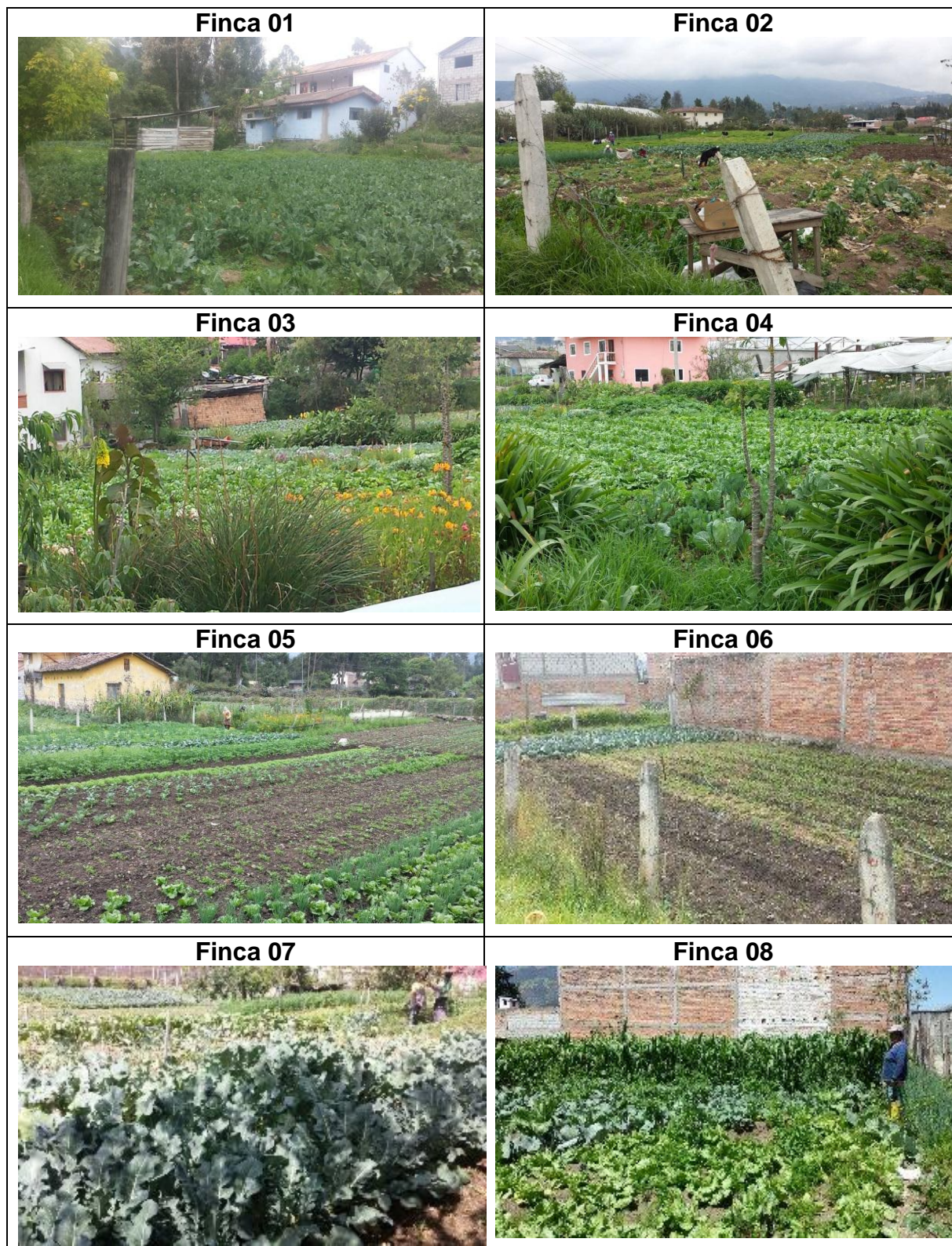








Anexo 8. Fotografías de las fincas pequeñas y medianas evaluadas en la parroquia San Joaquín.



Finca 09



Finca 10



Finca 11



Finca 12



Finca 13



Finca 14



Finca 15



Finca 16



Finca 17



Finca 18



Finca 19



Finca 20



Finca 21



Finca 22



Finca 23



Finca 24



Finca 25



Finca 26



Finca 27



Finca 28



Finca 29



Finca 30



Finca 31



Finca 32



Finca 33



Finca 34



Finca 35



Finca 36



Finca 37



Finca 38



Finca 39



Finca 40



Finca 41



Finca 42



Finca 43



Finca 44



Finca 45



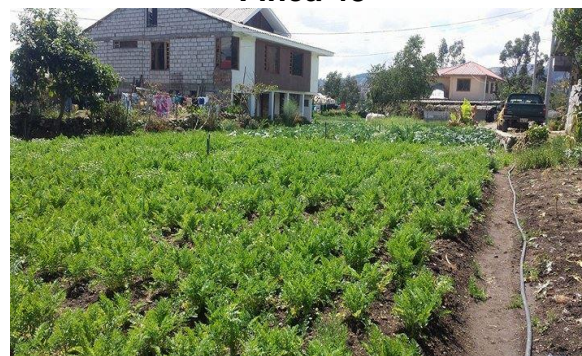
Finca 46



Finca 47



Finca 48



Finca 49



Finca 50



Finca 51



Finca 52



Finca 53



Finca 54



Finca 55



Finca 56



Finca 57



Finca 58



Finca 59



Finca 60

