



Review [Revisión]

**SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS METODOLOGÍAS EMPLEADAS
PARA SU EVALUACIÓN †**

**[SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEMS: A
SYSTEMATIC REVIEW OF THE METHODOLOGIES USED FOR THEIR
EVALUATION]**

**Rember Pinedo-Taco^{1*}, Ricardo Borjas-Ventura², Leonel Alvarado-Huamán²,
Viviana Castro-Cepero² and Alberto M. Julca-Otiniano²**

¹ *Departamento Académico de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Avenida La Molina s/n. Apartado postal 12-056. Lima, Perú. Email. rpinedo@lamolina.edu.pe*

² *Grupo de Investigación Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Universidad Nacional Agraria La Molina. Avenida La Molina s/n. Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Fitotecnia, tercer piso-La Molina. Apartado postal 12-056. Lima. Perú.*

SUMMARY

Background. Currently, agricultural production systems are intensives and develop in a context of climate change, soil degradation, environmental pollution, and scarce resources. Thus, it is necessary to know the level of sustainability of agroecosystems and its implications in economic, environmental and social terms. **Objective.** The aimed of this research was to carry out a systematic review of the methodologies used to evaluate the economic, environmental and social sustainability of agricultural production systems (SPA). **Methodology.** The study was carried out in accordance with the PRISMA statement (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyzes), a systematic literature study was carried out in the global databases ScienceDirect, JSTOR, SpringerLink, Dialnet, Google Scholar, Google Academic, using as search terms using the Boolean operator: “evaluation, methodologies, agricultural sustainability”. Zotero (www.zotero.org), a free access manager for bibliographic references, was used. In the case of Peru, the database of the Doctoral Program in Sustainable Agriculture of the Universidad Nacional Agraria La Molina (PDAS-UNALM) was reviewed. **Results.** Twenty-two frameworks or methodological proposals were found. Some frameworks and methodological proposals focus on the construction of indicators of environmental and economic sustainability and to a lesser extent social ones; others in defining sustainability indices, synthesizing values of economic, environmental and social indicators in a single numerical value; and another group that develop conceptual evaluation frameworks with a hierarchical structure of the indicators, start from attributes or objectives, perform the comparison of reference and alternative production systems, and due to their flexibility, they are applicable in different SPAs. In 88% of the sustainability study cases in Peru, the methodological proposal of "Multicriteria Analysis" was used, explained by its low cost, easy definition and interpretation of indicators and adaptable to evaluate the sustainability of most SPA from Peru. **Implications.** The application of methodologies to evaluate the economic, environmental and social sustainability of agricultural production systems are not rigid, in some cases they can be adapted or modified according to the criteria of the researchers based on the characteristics of the agroecosystems. **Conclusions.** For the evaluation of the sustainability of SPAs where a large amount of information with economic, environmental and social variables is involved, there are alternatives such as frameworks or methodological proposals that can be adapted according to the objectives, spatial analysis or their multidimensional nature. In cases of SPA sustainability analysis studies in Peru carried out between 2012 and 2020, it was found that 88% used the methodological proposal of Sarandón and Flores (2009) based on the "Multicriteria Analysis" and define the levels of sustainability with indices.

Keywords. agrarian systems; methodological framework; sustainability indicators; sustainable agriculture.

RESUMEN

Antecedentes. Actualmente los sistemas de producción agrícola son intensivos y se desarrollan en un contexto de cambio climático, degradación de suelos, contaminación ambiental y escasos recursos. Por este motivo, se

† Submitted April 20, 2020 – Accepted October 18, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

requiere conocer el nivel de sustentabilidad de los agroecosistemas y sus implicaciones en términos económicos, ambientales y sociales. **Objetivo.** El objetivo de esta investigación fue realizar una revisión sistemática de las metodologías empleadas para evaluar la sustentabilidad económica, ambiental y social de los sistemas de producción agrícola (SPA). **Metodología.** El estudio se llevó a cabo en conformidad con la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*), se realizó un estudio sistemático de literatura en las bases de datos globales ScienceDirect, JSTOR, SpringerLink, Dialnet, Google Scholar, Google Académico, utilizando como términos de búsqueda el operador Booleano: “evaluación, metodologías, sustentabilidad agrícola”. Se empleó Zotero (www.zotero.org), un gestor de acceso libre para las referencias bibliográficas. Para el caso del Perú, se revisó la base de datos del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PDAS-UNALM). **Resultados.** Se encontraron 22 marcos o propuestas metodológicas. Algunos marcos y propuestas metodológicas se enfocan en la construcción de indicadores de sustentabilidad ambiental y económica y en menor medida los sociales; otros en definir índices de sustentabilidad, sintetizando valores de indicadores económicos, ambientales y sociales en un solo valor numérico; y otro grupo que desarrollan marcos conceptuales de evaluación con una estructura jerárquica de los indicadores, parten de atributos u objetivos, realizan la comparación de sistemas productivos de referencia y alternativos, y por su flexibilidad, son aplicables en distintos SPA. En el 88% de los casos de estudio de sustentabilidad en el Perú, se empleó la propuesta metodológica de “Análisis Multicriterio”, explicado por su bajo costo, fácil definición e interpretación de indicadores y adaptables para evaluar la sustentabilidad de la mayoría de los SPA del Perú. **Implicaciones.** La aplicación de las metodologías para evaluar la sustentabilidad económica, ambiental y social de los sistemas de producción agrícola no son rígidas, en algunos casos pueden adaptadas o modificadas de acuerdo al criterio de los investigadores en función a las características de los agroecosistemas. **Conclusiones.** Para la evaluación de la sustentabilidad de los SPA donde se involucran gran cantidad de información con variables económicas, ambientales y sociales existen alternativas como marcos o propuestas metodológicas que pueden ser adaptados de acuerdo a los objetivos, el análisis espacial o su naturaleza multidimensional. En casos de estudios de análisis de sustentabilidad de SPA en el Perú realizados entre los años 2012 al 2020, se constataron que el 88% utilizaron la propuesta metodológica de Sarandón y Flores (2009) basada en el “Análisis Multicriterio” y definen los niveles de sustentabilidad con índices.

Palabras clave: Agricultura sustentable; indicadores de sustentabilidad; marco metodológico; sistemas agrícolas.

INTRODUCCIÓN

La agricultura a nivel mundial mayormente se práctica de forma intensiva y se desarrolla en un escenario de incremento poblacional, cambio climático, degradación de recursos naturales (suelos, agua), pérdida de la agrobiodiversidad y escases de fuentes de energía (Astier *et al.*, 2012; Corrales, 2002; Galván-Miyoshi *et al.*, 2008). Estos impactos ambientales se derivan de procesos de expansión, cuando los ecosistemas naturales son reemplazados por cultivos y pastizales, y por procesos de intensificación que conducen al uso de maquinarias agrícolas para la labranza, irrigación, fertilizantes, pesticidas y prácticas de monocultivo (Altieri y Nichols, 2002; Barrientos, 2012; Foley *et al.*, 2014; Flores y Sarandón, 2015; Soto, 2015). Este proceso de intensificación agrícola con limitados criterios ambientales induce la degradación de suelos, mayor dependencia de insumos externos (plaguicidas y fertilizantes agrícolas), y en consecuencia aumenta el riesgo de contaminación de fuentes de agua, suelos y mayor emisión de GEI a la atmósfera (Saynes *et al.*, 2016; Soto, 2015).

De acuerdo a Saynes *et al.* (2016), la agricultura es el sustento para la alimentación de una población mundial creciente y al mismo tiempo es la cuarta causa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como resultado de procesos biológicos del suelo; el 25% de los flujos de CO₂ antropogénico, 55-

60% del total de las emisiones de CH₄, y 65-80% de los flujos totales de N₂O. La mayor parte de estos GEI se emiten por la fermentación entérica, excretas depositadas en pasturas, fertilizantes sintéticos, cultivo del arroz y manejo de excretas (Muñoz *et al.*, 2010; Saynes *et al.*, 2016; Soto, 2015). Sin embargo, el sector agricultura, silvicultura y uso del suelo también es un importante sumidero de carbono pues remueve más de 2 mil millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) en el 2010 (Soto, 2015), pero a su vez es un sector que emitió 10 mil millones de toneladas de CO₂eq para el mismo año (FAO 2014). De acuerdo con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), las buenas prácticas de mitigación más prominentes en la agricultura con potenciales mostrados en Mt CO₂-eq/año (millones de toneladas de CO₂ equivalente por año), para el año 2030, recomienda realizar la renovación de suelos orgánicos cultivados, gestión eficiente de nutrientes, cultivos, agua, fertilizantes, manejo integrado de plagas, rotación y prácticas de labores culturales como labranza mínima, rotaciones prolongadas (Saynes *et al.*, 2016; Soto, 2015). De esta manera, se puede evidenciar las contribuciones que diferentes sistemas productivos sostenibles, tanto agrícolas como pecuarios, pueden aportar a la mitigación de GEI (Muñoz *et al.*, 2010). Simultáneamente, muchas de estas prácticas también ofrecen beneficios para la adaptación y la productividad (Soto, 2015).

El comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus diversos componentes (Flores y Sarandón, 2015). Las tecnologías limpias incentivan las interacciones potenciadoras, ya que los productos de un componente son utilizados en la producción o favorecimiento de otro componente; por el contrario, cuando se simplifican los agroecosistemas, se reducen las sinergias y la biodiversidad (Altieri y Nichols, 2002). Por lo tanto, la producción agrícola puede contribuir de diferentes maneras con el desarrollo sostenible; por ejemplo, en lo social, si se producen alimentos nutritivos e inocuos a precios razonables, se generan empleos, se reducen los riesgos en la salud y la pobreza (Flores y Sarandón, 2015). Así mismo, desde un punto de vista ambiental si se usan eficientemente los recursos renovables y no renovables, con uso racional de agroquímicos, y en lo económico, si se genera riqueza y se promueve el comercio justo de alimentos (Altieri y Nichols, 2002; Flores y Sarandón, 2015, Sarandon, 2002).

En este contexto, las actividades de labranza de suelos y tecnologías como los sistemas de riego, uso de variedades de semilla mejorada, empleadas en los SPA deben causar el menor efecto adverso sobre los bienes y servicios ecosistémicos, y al mismo tiempo, ser accesibles y efectivas para mejorar la sostenibilidad de la producción agrícola (Allen *et al.*, 1991; Altieri y Nichols, 2002; Galván-Miyoshi *et al.*, 2008; Martínez-Castillo, 2009; Olmos y González-Santos, 2013; Pretty, 2008; Xie *et al.*, 2019). Como respuesta a la creciente demanda de alimentos y fibras, el desarrollo tecnológico, mejoramiento genético, la biotecnología, han progresado de forma notable y responder rápidamente, pero a expensas de los servicios ecosistémicos indispensables para la supervivencia de la humanidad en el planeta, la estabilización climática y atmosférica, la regulación del ciclo hídrico y de la humedad, además de ser fuente de productos forestales maderables, de la vida silvestre (Flores y Sarandón, 2015). Con relación al valor de los servicios ecosistémicos (Vásquez y Zulaica, 2013), en un estudio sobre intensificación en la ecorregión de Las Pampas (Buenos Aires, Argentina) señalan que en el período 2002-2011, se intensificó la agricultura (13,79%) con la implementación del doble cultivo anual a expensas de la disminución de la ganadería, en un 5,24%, y la disminución de la superficie de agua un 81,82%, debido a una ineficiente gestión de este recurso.

Por otro lado, según Arnés *et al.* (2013), discuten que uno de los desafíos más importantes para la agricultura es abordar la alta variabilidad climática mediante el diseño de sistemas productivos altamente eficientes en términos de la gestión del uso de agua y energía con bajos niveles de degradación y contaminación del medio ambiente. Un caso

relacionado a lo anterior, son señalados por Barrientos *et al.* (2017), sobre los cambios ocurridos en sistemas tradicionales debido a la intensificación de la producción de quinua en el intersalar boliviano a partir de la declaración del año internacional de la quinua (AIQ-2013). Según los hallazgos del estudio, la zona del intersalar boliviano se caracterizaba por la hegemonía de sistemas de producción tradicional de bajos insumos externos (semillas mejoradas, agroquímicos, maquinaria agrícola). Sin embargo, con la intensificación del cultivo pasaron a sistemas convencionales causando la pérdida de fertilidad natural de los suelos, desertificación, salinización, desplazamiento de variedades nativas en la zona de estudio (Barrientos *et al.*, 2017). Por este motivo, existe la necesidad de estudiar como los factores biofísicos, ambientales, sociales e institucionales inciden en la sustentabilidad de los sistemas agrícolas (Gastó *et al.*, 2009).

Sin embargo, evaluar la sustentabilidad de SPA es complejo, pues involucra analizar la rentabilidad de los SPA; pero al mismo tiempo, el uso racional de los recursos naturales y sobre todo la satisfacción de las necesidades básicas del productor agrícola como la vivienda, educación, salud, así como las posibilidades de participación en la toma de decisiones en condiciones igualitarias en la sociedad (Allen *et al.*, 1991; Benítez-Ballido *et al.*, 2016; Galván-Miyoshi *et al.*, 2008). Si bien existen varias definiciones para la agricultura sustentable, éstas coinciden en que es aquella que a largo plazo permite satisfacer las necesidades del ser humano (Abraham *et al.*, 2014; Galván-Miyoshi *et al.*, 2008). Una definición más directa es la que señala que una agricultura sustentable es aquella que es económicamente rentable, ambientalmente responsable y socialmente aceptada (Galván-Miyoshi *et al.*, 2008; Sarandón *et al.*, 2006). Aquí, más que nunca, el “orden de los factores no altera el producto”; pero ninguno de los factores (léase dimensiones) puede faltar.

Alcanzar niveles aceptables de sustentabilidad agrícola implica una relación a largo plazo entre los seres humanos y la naturaleza, donde el sistema productivo sea capaz de permanecer en el tiempo ya que promueve la conservación de los recursos naturales, el capital social y generar ingresos económicos satisfactorios para la subsistencia de los mismos (Abraham, *et al.*, 2014 ; Bravo *et al.*, 2017 Sarandón *et al.*, 2006; Sarandón, 2002). Por lo tanto, intentar evaluar la sustentabilidad de los SPA, sugiere construir un conjunto de indicadores de las características de los agroecosistemas y sus componentes biofísicos como el clima (temperatura y precipitación), relieve (pendiente y altitud), suelo (humedad, porosidad, textura, materia orgánica y pH), y las clases de cobertura vegetal y uso del suelo (Pinedo *et al.*, 2017; Sarandón, 2002).

Con respecto al componente económico, es necesario identificar y evaluar indicadores relacionados a superficie cultivada, rendimiento, rentabilidad y los ingresos económicos y finalmente en el componente social el acceso a bienes y servicios, educación salud, vivienda, capacitación y asistencia técnica de los productores (López-Ridaura, *et al.*, 2005; Pinedo *et al.*, 2017). Sin embargo, no solo se trata de identificar indicadores de fácil interpretación, sino también que sean de bajo costo, relevantes para los agricultores y replicables en otros contextos (Abraham, 2014; Altieri y Nichols, 2002; Astier *et al.*, 2012; Pinedo *et al.*, 2017; Sarandón y Flores, 2014, Sarandón, 2002; Sarandón y Flores, 2006). Referido al rol de los conductores de predios agrícolas según Pilgeram (2011). afirma que lo único que no es sustentable es el agricultor (“The only thing that isn’t sustainable is the farmer), tal afirmación se basa en el hecho que los agricultores tradicionales con mayor conciencia ecológica son menos favorecidos por los modelos económicos dominantes en algunos países; mientras que el productor tradicional mantiene agroecosistemas saludables otros que migran o cambian de actividad tienen mejores oportunidades de atención de salud, educación y otros beneficios sociales. Por este motivo, las interpretaciones literales de la sustentabilidad como una capacidad para continuar en el futuro sugieren criterios medibles e integrados para su caracterización (Abraham *et al.*, 2014). En la actualidad, existen diversas propuestas y marcos para evaluar la sustentabilidad, tales como el MESMIS, conocido como el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (Astier *et al.*, 2012; Masera *et al.*, 1999).

Actualmente, a nivel mundial existe abundante literatura científica sobre la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria. Por ejemplo, Machado y Ríos (2016) al realizar una revisión sistemática de la sustentabilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores encontraron 218 artículos (ScienceDirect, SpringerLink y Scopus), publicados entre 2004 y 2014. A nivel de los países de Latinoamérica, se han desarrollado marcos y propuestas metodológicas utilizando indicadores económicos, ambientales y sociales para evaluar agroecosistemas con grado diferente de conceptualización y rigurosidad y también con criterios disímiles (Tonolli y Gonzales, 2018).

Por este motivo, el objetivo de este estudio fue hacer una revisión sistemática de las metodologías empleadas para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola. Con respecto a la homogenización de términos Arnés y Astier (2018) y López *et al.* (2005) y, discuten sobre cuál es el término más correcto a usar: sustentable o sostenible,

en este artículo se usa exclusivamente el primero, entendiéndolo como sinónimo del segundo.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en conformidad con la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) cuya lista de comprobación incluye la terminología empleada, formulación de la pregunta de investigación, identificación de los estudios y extracción de datos, calidad de los estudios y riesgo de sesgo, cuando combinar datos, meta análisis y análisis de la consistencia, y sesgo de publicación selectiva de estudios (Urrútia y Bonfill *et al.*, 2010).

Lo anterior permitió minimizar el riesgo de sesgo en el proceso de la revisión, se procuró que los juicios y decisiones no fueran influenciados por los resultados de los estudios incluidos en la revisión. También se evitaron sesgos en los criterios de selección de los estudios, en la elección de las comparaciones que se analizaron o en los resultados que se reportaron en la revisión por el conocimiento anticipado que los autores tenían de los resultados de los estudios potencialmente elegibles.

En la revisión sistemática se procuró incorporar información como métodos o propuestas metodológicas de evaluación de sustentabilidad de agroecosistemas y sistemas de producción, tipologías de producción y uso de indicadores económicos, ambientales y sociales, considerados relevantes para el tema de la revisión. Trabajos de revisión, usando metodologías similares han sido reportados por otros autores como Cuervo-Osorio *et al.* (2020, Gómez *et al.* (2015 y Machado y Ríos (2016).

En marzo, del 2020, se realizó una revisión sistemática de literatura en las bases de datos globales ScienceDirect, JSTOR, SpringerLink, Dialnet, Google Scholar, Google Académico, utilizando como término de búsqueda: metodologías de evaluación de sustentabilidad agrícola y evaluación de sustentabilidad de sistemas agrícolas, producción agrícola sostenible.

Se consideraron elegibles los artículos que contenían el término de búsqueda en el título. Se consideró artículos científicos, artículos de revisión y notas científicas publicados en idiomas inglés, español o portugués en los últimos 10 años (desde el 2009 hasta el 2019). Con la finalidad de homogenizar aspectos conceptuales sobre los métodos de evaluación de sustentabilidad se realizó una revisión general de investigaciones a nivel global; mientras que para analizar los resultados de la aplicación de las metodologías se priorizó América Latina con énfasis en trabajos de investigación realizadas en el Perú.

Los artículos fueron estudios relativos a la evaluación de sustentabilidad de sistemas de producción agrícola que describiera el indicador y su nivel de medición y describiera el marco referencial del concepto de sustentabilidad (Cuervo-Osorio *et al.*, 2020; Machado y Ríos, 2016). Se empleó Zotero (www.zotero.org), un gestor de acceso libre para las referencias bibliográficas y fueron excluidos artículos sobre caracterización y/o tipificación de sistemas de producción por no adecuarse a los objetivos de la investigación.

Para el caso del Perú, se ha revisado básicamente la base de datos del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PDAS-UNALM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Metodologías de análisis y evaluación de sustentabilidad de los agroecosistemas (AES)

Basado en un procedimiento formal de búsqueda, con la utilización de buscadores booleanos se hallaron cuatro métodos de evaluación de sustentabilidad de sistemas agrícolas (Tabla 1): el marco MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad); el Marco SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework - SAFE), el método Presión Estado Respuesta (PER); el Marco FESLM (Framework for Evaluating Sustainable Land Management - FESLM) y el Método IICA. De los cuales el marco MESMIS y SAFE resultaron ser los de mayor aplicación (Cruz *et al.*, 2018).

Asimismo, se encontraron 18 propuestas metodológicas metodologías de evaluación sustentabilidad que difieren por el enfoque, integración de indicadores y el tipo de escala (Tabla 2). Entre las metodologías de mayor uso en Latinoamérica (según el buscador de Google Académico, referenciado en 171 casos de estudios, es el “Análisis Multicriterio” propuesto por Sarandón y Flores (2009), esta propuesta metodológica consiste en una serie de pasos conducentes a evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas mediante la construcción y uso de indicadores adecuados que permite detectar puntos críticos del sistema (Cuervo-Osorio *et al.*, 2020).

Para el caso del Perú, en la base de datos del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PDAS-UNALM), se encontraron 18 artículos científicos publicados en revistas indexadas en Latindex, SciELO, Scopus y algunas en revistas que no requieren la revisión por pares (Tabla 3).

Es interesante conocer un artículo publicado hace 20 años por Lewandowski *et al.* (1999), donde plantearon un procedimiento teórico de ocho pasos para evaluar la sustentabilidad, sobre la base de la definición de los términos "sustentabilidad" y "producción sustentable de cultivos".

Los autores antes indicados plantearon identificar emisiones y otras emisiones vinculadas a diferentes prácticas de producción de cultivos; rastrear cada emisión desde su fuente (hasta sus sumideros; seleccionar indicadores que describan adecuadamente la condición del ecosistema afectado; determinar los valores umbral para los indicadores del ecosistema; transponer los valores de umbral del ecosistema al nivel de la granja; derivar indicadores a nivel de la granja que señalan las prácticas agronómicas que podrían causar cambios irreversibles en los ecosistemas afectados y determinar los valores de umbral a nivel de finca.

Sin embargo, una década después, autores como Sarandón y Flores (2009), siguen señalando que, para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, primero se debe establecer el marco conceptual de la agricultura sustentable, definir los objetivos de la investigación, caracterizar el sistema agropecuario y desarrollar indicadores, entre un total de 14 pasos recomendados. Todo esto, podría mostrar no solamente la complejidad de los sistemas de producción agrarios, sino también la necesidad de interpretar adecuadamente los resultados de una investigación.

Metodologías de análisis y evaluación de sustentabilidad de los agroecosistemas (AES)

Dentro de los marcos metodológicos para la evaluación de sustentabilidad de sistemas agrícolas (Tabla 1), destacan el marco MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad); el Marco SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework - SAFE), el método Presión Estado Respuesta (PER); el Marco FESLM (Framework for Evaluating Sustainable Land Management - FESLM) y el Método IICA. De los cuales el marco MESMIS y SAFE resultaron ser los de mayor aplicación (Cruz *et al.*, 2018).

De acuerdo a Arnés y Astier (2018) y Cuervo-Osorio *et al.*, (2020), Galván-Miyoshi *et al* (2008), algunas metodologías de evaluación de sustentabilidad están enfocados en la construcción de indicadores de sustentabilidad de aspectos ambientales y económicos y en menor medida los sociales; otro grupo en la determinación de índices de sustentabilidad,

Tabla 1. Principales métodos de análisis de sustentabilidad de sistemas de producción agrícola.

Marco	Enfoque	Tipo	Tipo de escala	Integración de indicadores
MESMIS	Sistémico	Ex pos; ex ante	Institucional	Modelos gráficos
FESLM	Orientado a objetivos	Ex pos	Espacial (parcela región)	No incorpora
PER	Sistémico	Ex pos	Institucional, comunidad-nación	Índice agregado
IICA	Orientado a objetivos	Ex pos	Institucional, comunidad-nación	No integra

donde se sintetizan la información de todos los indicadores en un solo valor numérico, y oro grupo, denominados como marcos metodológicos de evaluación que proponen una estructura jerárquica (de lo general a lo particular) y parten de atributos u objetivos más que de una definición precisa y por su flexibilidad pueden ser aplicables en distintos contextos.

En base a lo anterior se describen las características, enfoques y marcos conceptuales de las metodologías de análisis y evaluación de sistemas vinculados a la producción agrícola. El marco MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) fue propuesto por Masera *et al.* (1999), como la herramienta para detectar, estandarizar y ponderar las tendencias y relaciones entre las dimensiones inherentes al concepto de sustentabilidad, mediante el uso apropiado de indicadores que conduzcan a la transformación de aspectos complejos en otros más claros, que revelan conductas a nivel de sistema o de un contexto específico (Olmos y Gonzales-Santos, 2013; Macera *et al.*, 1999). El procedimiento tiene como objetivo comparar un sistema de manejo de referencia ortodoxo con uno alternativo (Arnes y Astier, 2018; Astier *et al.* (2008), Fuentes, 2016, Tonolli y Gonzales (2018,.) mencionan que se define por siete atributos generales: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autoseguridad.

Sin embargo, el marco MESMIS es flexible en cuanto al número de atributos, por lo que, por ejemplo, López Ridaura *et al.* (2005) emplea cinco atributos (productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad y adaptabilidad). Otros autores, como Arnes *et al.* (2013 y Franco *et al.* (2011), también hicieron sus propias adecuaciones en cuanto al número de atributos. Así mismo, según Astier *et al.* (2012), el marco MESMIS se incorporó gradualmente a más de 20 programas de pregrado y posgrado a través de

talleres de capacitación y cursos ofrecidos continuamente en Iberoamérica, donde más de 190 profesionales y técnicos de 12 países provenientes de las ciencias sociales y biológicas, se graduaron en los cursos MESMIS; asimismo, otros 25 casos aplicaron MESMIS, de los cuales 13 fueron de México, ocho de América del Centro y Sudamérica, tres de España y Portugal y un caso en de USA.

En la revisión actual se pudo encontrar producción científica que posibilitaron determinar los niveles de sustentabilidad con el marco MESMIS (Acuña y Marchant, 2016; Albarracín-Zaidiza, 2019; Bravo *et al.*, 2017; Cabrera *et al.* 2019; Castillo, 2009; Fonseca-Carreño *et al.*, 2016; Priego-Castillo *et al.*, 2008). De acuerdo a Cruz *et al.* (2018), reportaron ocho métodos de evaluación de agroecosistemas, de los cuales los Marcos denominados MESMIS y SAFE resultaron como los más conocidos.

El Marco SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework - SAFE), fueron desarrollados por Sauvenier *et al.* (2005), propone evaluar la sustentabilidad de la actividad agraria en tres escalas: sistema agrario, explotación agraria y parcela; en un marco de tipo jerárquico compuesto por principios, criterios, indicadores y valores de referencia, listados de forma estructurada. La metodología parte de los bienes y servicios proporcionados por los agroecosistemas que vienen a ser el primer nivel de la jerarquía, denominada “principios”; de estos principios se desglosan los “criterios”, a partir de los cuales se desprenden finalmente los indicadores. Una de las aplicaciones más exitosas se desarrolló en el estudio para el gobierno belga denominado “Framework for assessing sustainability levels in Belgian agricultural systems – SAFE”.

Otro método de amplia aceptación para el análisis de sostenibilidad se denomina Presión Estado Respuesta (PER). El modelo propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE,

2003) se basa en una lógica de causalidad, resultado de las relaciones de acción y respuesta entre actividades económicas y del medio ambiente. La lógica del método PER, explica que las actividades humanas ejercen distintos niveles de presión sobre su entorno y los recursos naturales, de tal manera que alteran su estado inicial (Estado). Como consecuencia, los actores sociales de un determinado territorio identifican estas variaciones y toman decisiones (respuesta) y correctivos más adecuados para los puntos críticos detectados; por lo tanto, se espera una mejoría del estado del ambiente (Chirino Miranda, 2008; Galván-Miyoshi *et al.*, 2008; OCDE, 1993).

El Marco FESLM (Framework for Evaluating Sustainable Land Management - FESLM), para la Evaluación de Manejo Sustentable de Tierras, propuesto por Smyth y Dumansky (1995), claramente tiene un sesgo ambiental con débil incorporación de aspectos económicos y sociales; el diseño parte de los denominados pilares de la sustentabilidad (pilares-factores-criterios de diagnóstico-indicadores); el FESLM no intenta clasificar la sustentabilidad en términos absolutos, sino simplemente indicar, con un grado aceptable de confianza, si la evaluación está o no en el camino correcto.

Finalmente el método IICA, según Cuervo-Osorio *et al.* (2020) es un marco propuesto por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) desarrollado por De Camino y Müller (1993), propone un enfoque sistémico para la derivación de indicadores a partir de una revisión bibliográfica sobre el concepto de sustentabilidad y sus diferentes acepciones y sugieren analizar los recursos, operación, otros recursos exógenos del sistema, la ; sin embargo, no presentan ninguna estrategia para el análisis y la integración de los resultados.

Propuestas metodológicas de evaluación de sustentabilidad de Agroecosistemas (AES)

Las 18 propuestas metodológicas metodologías de evaluación sustentabilidad halladas en la búsqueda, difieren por el enfoque, integración de indicadores, tipo de escala (Tabla 2). Entre las que destacan el marco PICABUE (Principios, Preocupaciones, Problemas, Aumento, Límites, Incertidumbre, Evaluación), el MARPS (Mapeo Analítico, Reflexivo y Participativo de la Sustentabilidad); Índice de Granja Sustentable (Sustainability Farm Index - SuFI); MASC *Multicriteria assessment of the sustainability of cropping systems*, madre y bebé (MBT; Monitoring Tool for Integrated Farm Sustainability (MOTIFS).

Asimismo, destacan otras propuestas como el modelo SASM (Modelo espacial agrícola sustentable); el

Modelo de red analítica (ANP); metodología para evaluar la sustentabilidad en la región amazónica ecuatoriana (MESRAE); el modelo SASM (Modelo espacial agrícola sustentable); Indicadores de Durabilidad de las Explotaciones Agrícolas (IDEA); Evaluación de sustentabilidad que Induce la Respuesta (RISE); Methodology For Ecosystem Sustainability and Health (AMESH); Análisis Multicriterio” propuesto por Sarandón y Flores (2009) y el Método de evaluación rápida propuestos por Altieri y Nichols (2002).

En general a nivel global y en Latinoamérica, en especial, se han desarrollado propuestas metodológicas para evaluar agroecosistemas con diferente grado de conceptualización, rigurosidad e importancia a los componentes económicos, ambientales y sociales de la sustentabilidad (Astier *et al.*, 2012; Galván-Miyoshi *et al.*, 2008; Machado y Ríos 2016; Tonolli y Gonzales, 2018).

En una revisión realizada por Tenolli y Ferrer (2018), se identificaron 18 metodologías de evaluación de agroecosistemas, entre ellas el Método multicriterio, el Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos, el Agro-Eco-Idex© y el Protocolo de autoevaluación de sustentabilidad vitivinícola; asimismo, encontraron metodologías que se centran en sólo el área social, como el marco PICABUE (Principios, Preocupaciones, Problemas, Aumento, Límites, Incertidumbre, Evaluación), el MARPS (Mapeo Analítico, Reflexivo y Participativo de la Sustentabilidad), o los llevados a cabo por otros investigadores que abogan por un enfoque agrícola.

Por otro lado, Longhitano *et al.* (2012), señalan que el Índice de Granja Sustentable (Sustainability Farm Index - SuFI), se desarrolló con el fin de proponer un índice compuesto que incluya no solo la dimensión ambiental, sino también económica y social. Por su parte, Benítez-Badillo *et al.* (2016), diseñaron un enfoque territorial y un modelo conceptual con la finalidad de evaluar de manera rápida la sustentabilidad en una de las nanocuencas de la Laguna de Cuyutlán, que incluye aspectos económicos, sociales y políticos, a los que se integró el manejo actual de los recursos.

El enfoque de Craheix *et al.* (2012) se evidencia en su trabajo *Multicriteria assessment of the sustainability of cropping systems: A case study of farmer involvement using the MASC model*, abordan algunos problemas de procedimiento relacionados con una evaluación multicriterio para la sustentabilidad de la granja, basada en los criterios propuestos por la Acción concertada de la Unión Europea sobre la capacidad de producción de paisajes y naturaleza de tipos de agricultura sustentables/orgánicos. Así

mismo, destacan dos problemas principales: el primero referido al tratamiento de la información básica utilizada para evaluar el desempeño de la granja en relación con los criterios; y el segundo a las dificultades para evaluar una granja de estudio de caso. Observan los procedimientos de análisis multivariado cuando se utilizan datos ordinales cualitativos y datos cuantitativos discretos, destacando la importancia de definir y aplicar claramente procedimientos que puedan transferirse y repetirse.

Por su parte, Snapp *et al.* (2019), plantean el diseño de prueba denominado madre y bebé (MBT), propuesta que consiste en vincular sistemáticamente los ensayos "maternos" o ensayos principales, y monitorear procesos lentos y erráticos a los ensayos "bebés" llamados así por ser pequeñas réplicas en las parcelas de los agricultores para analizar prácticas agrícolas, ensayos de fitomejoramiento y características ambientales, de tal manera que se pueda analizar las prácticas de los agricultores y su interacción y su influencia como tal en el desempeño de los sistemas agrícolas (Small y Raizada; 2017; Isaacs *et al.*, 2016; Lyon *et al.*, 2019; Snapp, 2002).

Un modelo de análisis multidimensional que integra a las comunidades en la toma de decisiones y trabaja con un esquema de recolección de información cualitativa y cuantitativa fueron planteados por Ramírez-Amaya y Hurtado (2013), esta propuesta comprende varias fases, que incluyeron un diagnóstico socioeconómico de las familias, capacitaciones y concientización en temas relacionados con la agricultura ecológica y de granjas integrales.

Entre otras propuestas desarrolladas para evaluar la sustentabilidad se reporta el uso del Monitoring Tool for Integrated Farm Sustainability (MOTIFS), desarrollado por Meul *et al.*, (2008), una herramienta de monitoreo basada en indicadores fáciles de usar y muy comunicativa que permite medir el progreso hacia sistemas integrados de producción lechera sustentable y se ajusta a un marco metodológico bien fundado; el modelo MOTIFS se basa en la igualdad de las dimensiones de sustentabilidad económica, ecológica y social, y esta igualdad está intrínsecamente integrada en el sistema.

También se puede mencionar el modelo SASM (Modelo espacial agrícola sustentable) propuesto por Mohamed *et al.* (2014), que integra cinco factores (productividad, seguridad, protección, viabilidad económica y aceptabilidad social) utilizando un sistema de información geográfica (SIG), herramientas analíticas con el fin de combatir y abordar las limitaciones agrícolas sustentables, y una planificación óptima del uso de la tierra. Se desarrolló

utilizando Arc GIS 10 para identificar y clasificar el área, de acuerdo con el grado de sustentabilidad de la utilización agrícola, donde se evalúan los factores de productividad, seguridad, protección, viabilidad económica y aceptabilidad social en las diferentes unidades de mapeo.

El Modelo de red analítica (ANP) es una técnica de toma de decisiones con criterios múltiples, pues aquí todos los elementos de la red pueden relacionarse de cualquier manera posible (Reig *et al.*, 2010) y todos los elementos de la red pueden relacionarse de diferentes formas. Moreno *et al.* (2019), reporta que utilizó la técnica plan de finca como metodología para evaluar la sustentabilidad en la región amazónica ecuatoriana (MESRAE) y el uso del software ArcMap 10.3 para representar el uso actual del suelo.

De acuerdo a Cruz *et al.* (2018), el Modelo Delphy, puede resolver problemas complejos o generar estrategias en agricultura mediante una consulta a expertos mediante correo electrónico para construir y seleccionar los indicadores. Esta metodología fue utilizada por Bélanger *et al.*, (2012) para describir el proceso de diseño de un conjunto de indicadores agroambientales para pruebas en granjas lecheras.

Asimismo, Cruz *et al.* (2018), mencionan la propuesta denominada Indicadores de Durabilidad de las Explotaciones Agrícolas (IDEA) que evalúa la sustentabilidad de toda la granja con escalas agroecológica; asimismo, la propuesta conocida como Evaluación de sustentabilidad que Induce la Respuesta (RISE), diseñada para usarse con todo tipo de sistema de producción y evalúa tres aspectos de la sustentabilidad con un conjunto de doce indicadores, donde cada uno incluye una medida de estado y una medida de fuerza motriz.

Otra propuesta conocida como Adaptive Methodology For Ecosystem Sustainability and Health, es una metodología que no busca obtener indicadores de sustentabilidad que converjan en un índice; el objetivo principal es encontrar una guía para la investigación de sistemas complejos y crear un equilibrio lo más armonioso posible entre el saber científico construido en los últimos años y las características socioculturales tejidas tradicionalmente desde el saber popular (Neudoerffer *et al.*, 2005).

Una de las metodologías de amplio uso en Latinoamérica (según el buscador de Google Académico referenciado en 171 casos de estudios, es sin duda el "Análisis Multicriterio" propuesto por Sarandón y Flores (2009), que se basa en una serie de pasos conducentes a evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas mediante la construcción y uso de indicadores adecuados que

permite detectar puntos críticos del sistema (Cuervo-Osorio *et al.*, 2020).

Un “Método de evaluación rápida” propuesto por Altieri y Nichols (2002), es una metodología para estimar la calidad del suelo y la salud de un cultivo, utilizando indicadores sencillos; con base en la estimación de estos indicadores, el productor y el investigador pueden determinar el estado agroecológico de la plantación.

El método anteriormente indicado fue empleado por Cerón *et al.* (2014), Merma y Julca (2012); y Tuesta *et al.* (2017) entre otros; según el buscador de Google Académico el método fue citado por 138 casos. Sin embargo, éste no considera las tres dimensiones de la sustentabilidad (Márquez y Julca, 2015); pero es una herramienta relativamente simple, su uso puede ser

extendido y su practicidad generalizada entre los agricultores y técnicos de campo, especialmente para estudios preliminares de sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola (Tuesta *et al.*, 2017).

En síntesis, las metodologías de evaluación de sustentabilidad de sistemas agrícolas, presentan tres principales grupos; el primer grupo enfocado en la construcción de indicadores de sustentabilidad ambiental y económico y en menor medida los sociales (Astier *et al.*, 2012). El segundo grupo de metodologías que prioriza la determinación de índices de sustentabilidad, en las que se sintetiza la información de los indicadores económicos, ambientales y sociales en un solo valor numérico (Taylor *et al.*, 1993; Prescott-Allen, 2001 y Sutton, 2003). El tercer grupo conformado por aquellas que

Tabla 2. Principales propuestas metodológicas de análisis de sustentabilidad de sistemas agrícolas a nivel mundial.

Propuesta metodológica	Enfoque	Tipo	Tipo de escala	Integración de indicadores
MASC	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	No integra
Agro-Eco-Idex©	Multicriterio	Ex pos	Espacial	No integra
MARPS	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	No integra
MBT	Orientado a objetivos	Ex pos	Parcela agrícola	No integra
MOTIFS	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	Integra indicadores
SASM	Sistémico	Ex pos	Espacial	No integra
MESRAE	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	Integra indicadores
IDEA	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	Integra indicadores
RICE	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	Integra indicadores
ANP	Multicriterio	Ex pos	Espacial	No integra
SuFI	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	Índice agregado
AMESH	Orientado a objetivos	Ex pos	Institucional, comunidad-nación	No integra
PICABUE	Orientado a objetivos	Ex pos	Institucional, comunidad-nación	No integra
MARPS	Orientado a objetivos	Ex pos	Institucional, comunidad-nación	Índice agregado
CIFOR	Orientado a objetivos	Ex pos	Espacial (miles de ha)	No integra
SEAN	Sistémico	Ex pos	Espacial	No integra
Sarandón	Multicriterio	Ex pos	Parcela agrícola	Índices, gráficos
Altieri	Orientado a objetivos	Ex pos	Parcela agrícola	Gráficos

Adaptado de Astier *et al.*, 2008; Tonolli y Gonzales (2018); Cruz *et al.* (2018); Galván-Miyoshi, *et al.* (2008).

Tabla 3. Estudios devaluación de sustentabilidad en sistemas agrícolas en SPA del Perú,

Año	Cultivo	Método/propuesta	Revista indizada	Autor
2020	Kiwicha	Sarandón (2002)	Journal of Science and Research	Valvas y Gómez (2020)
2019	Maíz MAD	Sarandón (2002)	IDESIA	Bravo <i>et al.</i> (2019)
2019	Papa	Sarandón (2002)	Journal of Science and Research	Coaquira, <i>et al.</i> (2019)
2018	Quinua	Sarandon (2002)	Ecosistemas y Recursos Agropecuarios	Pinedo <i>et al.</i> (2018)
2018	Sistemas agroforestales	Sarandón (2002)	Ecosistemas	Peña <i>et al.</i> (2018)
2018	Limón	Sarandón (2002)	Peruvian Journal of agronomy	Santistevan <i>et al.</i> (2018)
2017	Tomate de árbol	Sarandón (2002)	Ecología Aplicada	Díaz <i>et al.</i> (2017).
2016	Café	Sarandón (2002)	Ecología Aplicada	Márquez-Romero <i>et al.</i> (2016)
2015	Café	Sarandon (2002)	Saber y Hacer	Márquez y Julca (2015)
2015	Sistemas de cultivos	Sarandón <i>et al.</i> (2002)	Aporte Santiaguino	Barreto <i>et al.</i> (2015)
2015	Yuca	Sarandón (2002)	Ecología Aplicada	Meza y Julca (2015)
2015	Palto y mandarina	Sarandón (2002)	Revista Tecnología & Desarrollo	Collantes y Rodríguez (2015)
2012	Sistemas de cultivos	Sarandón (2002)	Ecología Aplicada	Merma y Julca (2012a).
2012	Sistemas de cultivos	Altitieri, M., Nichols (2002)	Scientia Agropecuaria	Merma y Julca (2012b).
2009	Arveja	Arning (2001)	Ecología Aplicada	Perales <i>et al.</i> (2009).
2016	Floricultura*	SAFE (Sauvenier <i>et al.</i> (2006)	International Business Management	Urbano <i>et al.</i> (2016)

*Trabajo realizado en el Ecuador.

desarrollan marcos conceptuales de evaluación una estructura jerárquica de los indicadores (de lo general a lo particular) y parten de atributos u objetivos más que de una definición precisa y por su flexibilidad son aplicables en distintos contextos (Arnés y Astier (2018); Cuervo-Osorio *et al.*, 2020; Galván-Miyoshi *et al.* (2008)).

Casos de análisis de sustentabilidad en el Perú, aplicando “análisis multicriterio”. -

Como se ha señalado anteriormente, para el caso del Perú, se revisó básicamente la base de datos del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PDAS-UNALM). Se encontraron 16 artículos científicos publicados en diversas revistas indizadas en Latindex, SciELO, Scopus y algunas en revistas que no requieren la revisión por pares (Tabla 3).

La metodología más usada es el “Análisis Multicriterio” (Sarandón, 2002; Sarandón y Flores, 2009) en el 88% de los artículos revisados. Actualmente, su uso podría explicarse por ser relativamente de bajo costo, fácil de comprender y adaptable para evaluar la sustentabilidad de la mayoría de los sistemas de producción agropecuaria del Perú y otros países latinoamericanos. Sin embargo, su uso supuso un aprendizaje durante el

proceso mismo de la investigación que fueron reportados por algunos autores (Santistevan *et al.*, 2018), de manera especial durante la experiencia de construir de indicadores para los diversos sistemas de producción agrícola que encontramos en el país, como por ejemplo el café en la selva (Márquez y Julca, 2015), la quinua en la sierra (Pinedo *et al.*, 2017) y el palto y mandarina en la costa (Collantes y Rodríguez, 2015).

CONCLUSIONES

Se hallaron 21 alternativas para evaluar los SPA entre marcos metodológicos y propuestas metodológicas cuyos enfoques pueden estar orientados a objetivos, espacial o de naturaleza multidimensional. Todos analizan los impactos generados en los agroecosistemas luego de la implementación de cultivos o proyectos productivos. La escala puede ser a nivel de parcela, comunidad, región o país y pueden abarcar aspectos organizativos e institucionales. Algunos integran indicadores, mientras que otros índices agregados; que pueden ser interpretados mediante gráficos.

Se identificaron 16 casos de estudio de sustentabilidad de sistemas agrícolas realizados entre los años 2012, 2020, en el programa de doctorado de Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional

Agraria la Molina; el 88% emplearon la propuesta metodológica de “Análisis Multicriterio”; su uso podría explicarse por ser relativamente de bajo costo, fácil de comprender y adaptable para evaluar la sustentabilidad de la mayoría de los SPA

Algunas metodologías de evaluación de sustentabilidad de sistemas agrícolas analizadas están basadas en el análisis de indicadores de sustentabilidad ambiental y económico y en menor medida los sociales; Otros se enfocan en sintetizar la información de los indicadores económicos, ambientales y sociales, en un solo valor numérico para hallar los índices de sustentabilidad y finalmente los marcos metodológicos como MESMIS, desarrollan marcos conceptuales de evaluación, propone una estructura jerárquica de los indicadores, parten de atributos u objetivos, y por su flexibilidad son aplicables en distintos SPA.

La evaluación de la sustentabilidad involucra gran cantidad de información que involucra variables económicas, ambientales y sociales. Por lo tanto, la evaluación perfecta no es posible; en este sentido, es necesario primero definir el modelo o metodología más adecuada para cada agroecosistema en particular.

Agradecimientos

A los revisores anónimos que contribuyeron con sus comentarios a mejorar la estructura y contenido del manuscrito final.

Financiamiento. Se declara que los costos de la investigación fueron financiados por los autores

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Cumplimiento de las normas éticas. Los autores declaran haber cumplido con las regulaciones nacionales e internacionales.

Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles con el autor para correspondencia (rpinedo@lamolina.edu.pe).

REFERENCIAS

Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A. y Arnés, E. 2014. Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*, 46(1): 161-180. ISSN:1853-8665 (Disponible en línea) https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/6453/cp12-alturria.pdf.

Acuña, N. R. F. y Marchant, C. 2016. ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad en la Agricultura Familiar de Montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13:78:35-66. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.cpas>

Albarracín-Zaidiza, J., Fonseca-Carreño, N. y López-Vargas, L. 2019. Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 16:39-55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>

Allen, P., van Dusen, D., Lundy, J. and Gliessman, S. 1991. Expanding the Definition of Sustainable Agriculture. (Disponible en línea) <https://escholarship.org/uc/item/6cd573mh>.

Altieri, M. y A., Nicholls, C. I. 2002. Un método agroecológico para la evaluación de cafetales. CATIE, Turrialba (Costa Rica). 64:17-24. (Disponible en línea) <http://hdl.handle.net/11554/6866>.

Andreoli, M. and Tellarini, V. 2000. Farm sustainability evaluation: Methodology and practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 77(1): 43-52. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00091-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00091-2)

Arnés, E., Antonio, J., del Val, E. and Astier, M. 2013. Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 181: 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.022>

Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C., and Masera, O. (2012). Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010). *Ecology and Society*, 17(3). <https://doi.org/10.5751/ES-04910-170325>

Astier, M.; Masera, O.R. y Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluación de sostenibilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. (Disponible en línea) <https://www.ciga.unam.mx/publicaciones>

- /index.php/component/abook/book/12-coleccionesciga/12-evaluacion-de-sustentabilidad-. D.F, México. 200 p.
- Barreto, J., Canto, M. y Julca-Otiniano, A. 2015. Sostenibilidad ecológica de la producción agropecuaria tradicional de Carhuaz, Áncash, Perú. *Aporte Santiaguino*. 8:219-228.
<https://doi.org/10.32911/as.2015.v8.n2.227>
- Barrientos, E., Carevic, F. y Delatorre, J. 2017. La sustentabilidad del altiplano sur de Bolivia y su relación con la ampliación de superficies de cultivo de quinua. *Idesia (Arica)*. 35(2): 7-15.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292017005000025>
- Bélanger, V., Vanasse, A., Parent, D., Allard, G., and Pellerin, D. 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. *Ecological Indicators*. 23: 421-430.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.04.027>
- Benítez-Badillo, G., Alvarado-Castillo, G., Ceballos, G. O., Conde, W. S. and Domínguez, A. L. L. 2016. Evaluación Rápida De La Sustentabilidad en la región de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Interciencia*. 41(9):588-595. (Disponible en línea)
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33946994002>.
- Bravo, F. C., Zorogastua, P. y Pinedo, R. 2019. Sustentabilidad social del sistema agrícola de maíz amarillo duro en el Valle de Pativilca - Lima. *Idesia*. 37(3):107-114.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000300107>
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H. y Changoluisa-Vargas, D. 2017. Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro*. 29(1): 23-36. (Disponible en línea)
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1316-3361.
- Cabrera, V. E. R., Hidalgo, E. C., Trejo, S. L., León, M. I. P. y Martínez, G. M. S. 2019. Sustentabilidad de agroecosistemas de maíz de la planicie costera del Istmo, Oaxaca, México. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 118(2):028-028.
<https://doi.org/10.24215/16699513e028>
- Carreño, J. A. F., L, J. A. C. y Sicard, T. E. L. 2016. Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Revista Ciencia y Agricultura*. 13(1):29-47.
<https://doi.org/10.19053/01228420.4804>
- Castillo, G. A. P., Galmiche-Tejeda, A., Estrada, M. C., Rosado, O. R. y Ortiz-Ceballos, A. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: Estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 25(1), 39-57. 8Disponible en línea) Recuperado en 17 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100003&lng=es&tlng=es.
- Cerón, W. L., Escobar, Y. C. y Díaz, Á. J. Á. 2014. Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia forestal*. 17(2): 161-179.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a03>
- Chirino Miranda, E., Abad Chaves, J. y Bellot Abad, J. F. 2008. Uso de indicadores de Presión-Estado-Respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa, SE, España. *Ecosistemas*. 17(1):107-114 (Disponible en Línea)
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=530>
- Coaquira, R.; Julca-Otiniano, A.; Coaquira-Lastarria, R. y Mendoza, J. 2019. Sustentabilidad de las unidades productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Jauja, Perú. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*. ISSN: 2528-8083. 4(2): 21-27.
- Collantes, R. y Rodríguez, A. 2015. Sustentabilidad de agroecosistemas de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus spp.*) en Cañete, Lima – Perú. *Revista Tecnología & Desarrollo*. 13(1): 27-34.
<https://doi.org/10.18050/td.v13i1.750>

- Corrales Roa, E., Torres, L. E. y Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos. 2002. Sustentabilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos. Bogotá: Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos. (Disponible en línea) <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34946/65049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 49 p.
- Craheix, D., Angevin, F., Bergez, J.-E., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L. and Omon, B. 2012. Multicriteria assessment of the sustainability of cropping systems: A case study of farmer involvement using the MASC model. (Disponible en Línea) <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01186789>.
- Cruz, J. F., Mena, Y., and Rodríguez-Estévez, V. 2018. Methodologies for Assessing Sustainability in Farming Systems. Sustainability Assessment and Reporting. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79220>. 33-58 pp.
- Cuervo-Osorio, V. D., Ruiz-Rosado, O., Vargas-Villamil, L. M., García-Pérez, E., Gallardo-López, F., & Díaz-Rivera, P. 2020. Methodological frameworks for the evaluation of agricultural sustainability at watershed level: A review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(1). (Disponible en Línea) <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3118>
- Díaz, L., Canto, M., Alegre, J., Camarena, F., y Julca, A. 2017. Sostenibilidad social de los subsistemas productivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en el Cantón Guachapala, Provincia de Azuay—Ecuador. *Ecología Aplicada*, 16(2):99-104. <https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1013>
- Flores, C. C. y Sarandón, S. J. 2015. Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 114(3): 52-66-66. ISSN: 1669-9513.
- Foley, J. A., Ramankutty, K. A., Brauman, E. S., Cassidy, J. S., Gerber, M., Johnston, N. D., Mueller, C., O'Connell, D., K., Ray, P.C., West, C., Balzer, E.M., Bennett, S.R., Carpenter, J., Hill, C., Monfreda, S., Polasky, J., Rockström, J., Sheehan, S., Siebert, D., Tilman, and D. P. M. Zaks. 2014. Solutions for a cultivated planet. 2011. *Nature*. 478: 337-342
- Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguizamo, J. A. y León-Sicard, T. 2016. Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*. 13(1):29-47. <https://doi.org/10.19053/01228420.4804>
- Franco, J. A., Gaspar, P. and Mesias, F. J. 2012. Economic analysis of scenarios for the sustainability of extensive livestock farming in Spain under the CAP. *Ecological Economics*. 74: 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.12.004>
- Fuentes, M. V. 2016. Abordar la sustentabilidad desde las ciencias agrícolas. *Revista de Ciencias Sociales*. (159):167-178. <https://doi.org/10.15517/rcs.v0i159.33694>.
- Galván-Miyoshi, Y., Masera, O.R. y López-Ridaura, S. 2008. Las evaluaciones de sustentabilidad. En: Astier, M.; Masera, O.R.; Galván-Miyoshi, Y. (eds). *Evaluación de sostenibilidad Un enfoque dinámico y multidimensional*. D.F, México. 200 p.
- Gastó, J., Vera, L., Vieli, L., & Montalba, R. 2009. Sustainable Agriculture: Unifying Concepts. *Ciencia e investigación agraria*, 36(1), 5-26. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202009000100001>
- Gómez, L. F., Osorio, L. A. R. y Durán, M. L. E. 2015. El concepto de sostenibilidad en agroecología. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 18(2): 329-337. <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n2.2015.157>
- Lewandowski, I., Hardtlein, M. and Kaltschmitt, M. 1999. Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science*. (Disponible en línea) <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302901205>
- Longhitano D. 1, Bodini A. 1, Povellato A. 1, and Scardera. 2012. Assessing farm sustainability. An application with the

- Italian FADN sample. Italian Association of Agricultural and Applied Economics (AIEAA) > 2012 First Congress, June 4-5, 2012, Trento, Italy. (Disponible en línea)
<https://econpapers.repec.org/RePEc:ags:aieacp:124381>.
- López, C.; López-Hernández, E.; Ancona, I. 2005. Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario* 2005. 4 (2).
<https://doi.org/10.19136/hs.a4n2.294>
- López-Ridaura, S., Keulen, H. Van., Ittersum, M. K. van., & Leffelaar, P. A. (2005). Multiscale Methodological Framework to Derive Criteria and Indicators for Sustainability Evaluation of Peasant Natural Resource Management Systems. *Environment, Development and Sustainability*, 7(1):51-69.
<https://doi.org/10.1007/s10668-003-6976-x>
- Machado Vargas, M. M., & Ríos Osorio, L. A. 2016. Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: Revisión sistemática. *Idesia*. 34(2):15-23.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000002>
- Márquez-Romero, F., Julca-Otiniano, A., Canto-Sáenz, M., Soplín-Villacorta, H., Vargas-Winstanley, S. y Huerta-Fernández, P. 2016. Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2), 125-132.
<https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Márquez, F. R., y Julca, A. 2015. Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. *Cusco. Perú. Saber y Hacer*, 2(1), 128-137. (Disponible en línea)
<http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/45>.
- Martínez-Castillo, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. *Revista Tecnología en Marcha*. 22(2): 23. (Disponible en línea)
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/114
- Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México. Mundi-Prensa, GIRA, Instituto de Ecología. (Disponible en línea).
<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015034526>
- Merma, I., y Julca, A. 2012a. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada*. 11(1):1-11. (Disponible en línea)
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162012000100001&lng=es&tlng=es.
- Merma, I. y Julca Otiniano, A. 2012b. Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco. *Scientia Agropecuaria*, 3(2), 149-159.
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.02.06>
- Meul, M., Passel, S. V., Nevens, F., Dessein, J., Rogge, E., Mulier, A. and Hauwermeiren, A. V. 2008. MOTIFS: A monitoring tool for integrated farm sustainability. *Agronomy for Sustainable Development*. 28(2):321-332.
<https://doi.org/10.1051/agro:2008001>
- Meza, Y., y Julca Otiniano, A. 2015. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco. *Ecología Aplicada*, 14(1), 55-63. (Disponible en línea)
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000100005&lng=es&tlng=es.
- Mohamed, E. S., Saleh, A. M., & Belal, A. A. 2014. Sustainability indicators for agricultural land use based on GIS spatial modeling in North of Sinai-Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 17(1):1-15.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2014.05.001>
- Moreno, F., Díaz, A. E., Morocho, V. E., Yépez, C. D. C., Bravo, C., Re, S. S. y Alemán, R. 2019. Propuesta agroecológica para el manejo de la sustentabilidad: Estudio de caso a nivel de finca. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 8(2), 209-222. (disponible en línea)
https://revistas.proeditio.com/REVISTA_MAZONICA/article/view/3406/3971.
- Neudoerffer, R., Waltner-Toews, D., Kay, J., Joshi, D. and Tamang, M. 2005. A Diagrammatic Approach to Understanding Complex Eco-Social Interactions in Kathmandu, Nepal.

- Ecology and Society, 10(2).
<https://doi.org/10.5751/ES-01488-100212>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 1993. Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the state of environment. Environment monographs. ISSN 1011-470X, ZDB-ID 61023-9. París. 83p.
- Olmos, M. A., González-Santos, W. 2013. El valor de la sustentabilidad. *Ciencia y Agricultura*. 10(1): 91-100.
<https://doi.org/10.19053/01228420.2831>
- Peña, J. P., Orihuela, J. C. A. y Lozano, R. B. 2018. Efecto de la riqueza de las especies cultivadas en la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en la amazonia sur del Perú. *Revista Ecosistemas*. 27(3): 87-95-95.
<https://doi.org/10.7818/re.2014.27-3.00>
- Perales, A., Loli, O., Alegre, J. y Camarena, F. 2009. Indicadores de sustentabilidad del manejo de suelos en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.). *Ecología Aplicada*. 8(1-2), 47-52. (Disponible en línea) http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162009000100006&lng=es&tlng=es.
- Pilgeram, R. 2011. "The Only Thing That Isn't Sustainable . . . Is the Farmer": Social Sustainability and the Politics of Class among Pacific Northwest Farmers Engaged in Sustainable Farming. *Rural Sociology*. 76(3): 375-393.
<https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.2011.00051.x>
- Pinedo, R.; Gómez, L.; Julca-Otiniano, A. 2018. Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 5(15): 399-409.
<https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1734>
- Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. 363: 447-465.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Ramírez-Amaya, Á. E. y Hurtado, G. G. 2013. Manejo sostenible y sustentable de fincas productoras mediante procesos participativos en Sáchica, Boyacá. *Ciencia y Agricultura*. 10(2): 53-57.
<https://doi.org/10.19053/01228420.2841>
- Reig, E., Aznar, J. and Estruch, V. 2010. A comparative analysis of the sustainability of rice cultivation technologies using the analytic network process. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 8(2): 273-284.
<https://doi.org/10.5424/sjar/2010082-1200>
- Rizo-Mustelier, M., Vuelta-Lorenzo, D.R. y Lorenzo-García, A.M. 2017. Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC*, (2),106-120. (Disponible en línea): <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1813/181351615008>
- Santistevan, M., Borjas, R., Alvarado, L., Anzules, V., Castro, V. and Julca Otiniano, A. 2018. Sustainability of lemon (*Citrus aurantifolia* Swingle) farms in the province of Santa Elena, Ecuador. *Peruvian Journal of Agronomy*, 2(3):44-53.
<https://doi.org/10.21704/pja.v2i3.1210>
- Sarandón S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: El Camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata: Ediciones Científicas Americanas (ECA). 393-414. (Disponible en línea) <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Sarandón S.J. y Flores, C. 2014. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Argentina. ISBN 978-950-34-1107-0. 466 p.
- Sarandón, S. J., y Flores, C. C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4: 19-28. (Disponible en línea) <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Sarandón, S. J., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19-28. (Disponible en línea) <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14>.

- Sauvenier, X., Valckx, J., Van Cauwenbergh, N., Wauters, E., Bachev, H., Biala, K., Biielders, C., Brouckaert V, Garcia-Cidad V, Goyens S, Hermy M, Mathijs E, Muys B, Vanclooster M. and Peeters, A. 2005. Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems—SAFE. Final Report. Belgian Science Policy;. 126 p. (Disponible en línea) https://www.belspo.be/belspo/organisatio n/Publ/pub_ostc/CPagr/rappCP28_en.pdf
- Saynes, V, Etchevers J.D., Paz F. y Alvarado L.O. 2016. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*. 34(1): 83-96. (Disponible en línea) http://www.scielo.org.mx/scielo.php?scri pt=sci_arttext&pid=S0187-57792016000100083&lng=es&tlng=es
- Soto. C. 2015. Compendio de Experiencias en la Mitigación de Gas de Efecto Invernadero (GEI) para la Agricultura y Ganadería por IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Proyecto EUROCLIMA-IICA.
- Smyth, A. and Dumanski, J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science*. 75: 401-406. <https://doi.org/10.4141/cjss95-059>
- Snapp, S. S., DeDecker, J. and Davis, A. S. 2019. Farmer Participatory Research Advances Sustainable Agriculture: Lessons from Michigan and Malawi. *Agronomy Journal*, 111(6): 2681-2691. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.12.0769>
- Tonolli, A. J. and Gonzalez, C. S. F. 2018. Comparison of agroecosystem assessment frameworks. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(3). (Disponible en línea) <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2519>
- Tuesta, O., Santistevan, M., Borjas, R., Castro, V. y Julca, A. 2017. Sustainability of cacao farms in the district of Huicungo (San Martín, Perú) with the “rapid agroecological method”. *Peruvian Journal of Agronomy* 1 (1): 8-13. (Disponible en línea) http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/jpagronomy/article/view/1062/pdf_1.
- Urbano E., Soplin H., Contreras A., Benitez, K., Bangeppagari M, Sikandar I. and Mariadoss S. 2016. An Economic Analysis of Floriculture (Rose Flower) System in Pichincha Province, Ecuador. *International Business Management*. 10 (26): 6068-6074. <https://doi.Org.10.36478/ibm.2016.6068.6074>
- Urrútia G, Bonfill X. 2010. Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *MedClin (Barc)*, 135 (11): 507-511. (Disponible en línea) https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/PRISMA_Spanish.pdf
- Valvas, R. L. M., y Pando, L. G. 2020. Sustentabilidad de las unidades de producción del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las Provincias de Yungay—Huaylas Región—Ancash. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*. ISSN 2528-8083. 5(1), 64-74. (Disponible en línea) <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/764>.
- Vazquez, P. y Zulaica, L. 2013. Intensificación agrícola y pérdida de servicios ambientales en el partido de Azul (Provincia de Buenos Aires) entre 2002-2011. *Sociedade & Natureza*, 25(3), 543-556. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000300008>
- Xie, H., Huang, Y., Chen, Q., Zhang, Y. and Wu, Q. 2019. Prospects for Agricultural Sustainable Intensification: A Review of Research. *Land*. 8(11):157. <https://doi.org/10.3390/land8110157>