

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DEL MANEJO AGROECOLÓGICO DEL CACAO. ESTUDIO DE CASO BARACOA, CUBA

Happy Salas Fuente¹.
Universidad de Guantánamo. Avenida Ché Guevara Carretera Jamaica. 21327299.
happysf@nauta.cu. Guantánamo, Cuba.

José Lescaille Acosta².
Universidad de Guantánamo. Avenida Ché Guevara Carretera Jamaica.
josela@cug.co.cu. Guantánamo, Cuba.

Yurelkys Fernández Maura³.
Universidad de Guantánamo. Avenida Ché Guevara Carretera Jamaica.
yurelkys@cug.co.cu.

Igor Bidot Martínez⁴.
Universidad de Guantánamo. Avenida Ché Guevara Carretera Jamaica.
ibidot@cug.co.cu. Guantánamo, Cuba.

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Happy Salas Fuente, José Lescaille Acosta, Yurelkys Fernández Maura e Igor Bidot Martínez: "Procedimiento para la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico del cacao. Estudio de caso Baracoa, Cuba.", Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica, ISSN: 2660-5554 (Vol 2, Número 9, abril 2021, pp. 181-228). En línea:

<https://www.eumed.net/es/revistas/observatorio-de-las-ciencias-sociales-en-iberoamerica/ocsi-abril21/manejo-agroecologico-cacao>

Resumen

El cacao en Cuba constituye uno de los rubros potenciales para la diversificación de las exportaciones, y específicamente el municipio Baracoa en la provincia de Guantánamo aporta el 70% de la producción. Sin embargo, en su cadena de producción existen un conjunto de insuficiencias que limitan la obtención de altos rendimientos, de un producto con calidad y ecológico. Como respuesta a esta realidad el estado

¹ Doctor en Ciencias Contables y Financieras. Máster en Gestión Ambiental, mención Impacto y Licenciado en Contabilidad y Finanzas, profesor Auxiliar del Departamento de Relaciones Internacionales de la Universidad de Guantánamo, Cuba.

² Máster en Agricultura Sostenible, Ingeniero Forestal, profesor Asistente de la Facultad Agroforestal de la Universidad de Guantánamo, Cuba.

³ Doctora en Ciencias Agrícolas e Ingeniería Biológica en la Universidad de Louvain La Neuve, Bélgica. Licencia en Bioquímica, profesora Titular del Departamento de Relaciones Internacionales de la Universidad de Guantánamo, Cuba.

⁴ Doctor en Ciencias Biológicas en la Universidad de La Habana. Licenciado en Biología, profesor Titular de la Facultad Agroforestal de la Universidad de Guantánamo, Cuba.

cubano ha establecido e implementado acciones de manejo agroecológico, pero se adolece de instrumentos o herramientas que posibiliten la valoración de la sostenibilidad de este agroecosistema. En ese sentido, el presente artículo propone un procedimiento para la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico del cacao, empleando la metodología MESMIS para incrementar la información del potencial genético del cacao tradicional cubano, optimizar el proceso de post-cosecha, y los aspectos económicos, sociales y ambientales. La aplicación del procedimiento permite revelar los aspectos significativos para el diseño de políticas de desarrollo rural agroecológicas, especialmente en aquellas zonas con una importante presencia de este cultivo.

Palabras clave: cacao, agroecología, procedimiento, evaluación, sostenibilidad.

PROCEDURE FOR THE EVALUATION OF THE ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF AGROECOLOGICAL MANAGEMENT OF COCOA. BARACOA CASE STUDY, CUBA

Abstract

Cocoa in Cuba constitutes one of the potential items for export diversification, and specifically the Baracoa municipality in the province of Guantánamo contributes 70% of production. However, in its production chain there are a set of insufficiencies that limit obtaining high yields, a quality and ecological product. In response to this reality, the Cuban state has established and implemented agroecological management actions, but it lacks instruments or tools that make it possible to assess the sustainability of this agroecosystem. In this sense, this article proposes a procedure for the evaluation of the economic, social and environmental aspects of the agro-ecological management of cocoa, using the MESMIS methodology to increase the information of the genetic potential of traditional Cuban cocoa, optimizing the post-harvest process, and the economic, social and environmental aspects. The application of the procedure reveals the significant aspects for the design of agroecological rural development policies, especially in those areas with a significant presence of this crop.

Introducción

En el Siglo XXI la agricultura sigue siendo el motor para el desarrollo de diversas economías a escala mundial y local, pues constituye tal vez el más importante acto de transformación ecosistémica de la especie humana realizado a través de su adaptación cultural (León y Altieri, 2010). No obstante, el modelo productivo agrícola, heredado de la Revolución verde y transgénesis, basado en la industrialización de los recursos naturales y el mercadeo de la sociedad rural; promueve el crecimiento de los monocultivos, productos genéticamente modificados, la degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad, uso intensivo de agroquímicos y un consecuente aumento de la pobreza rural y disminución de la agricultura tradicional (Loaiza *et al.*, 2012).

Unido a los elementos anteriores, la agricultura enfrenta nuevos desafíos como: la pérdida de fertilidad de los suelos, la disminución en la provisión de agua dulce, la contaminación genética, la pérdida de la biodiversidad y agrobiodiversidad; el cambio climático, la extrema dependencia de fuentes de energía no renovables, la contaminación de acuíferos y suelos; la erosión del conocimiento sobre el manejo de los ecosistemas y sistemas tradicionales y locales de producción; los problemas de salud asociados a la alimentación, entre otros, representan el foco de la actual problemática relacionada con la agricultura y la alimentación en el mundo (IASSTAD, 2009; Von der WEID, 2009; World Resources Institute, 2003; IDEAM, 2011).

En contraposición a esta realidad han emergido nuevas estrategias que persiguen un desarrollo sustentable de los medios de producción agrícola, con tendencia más ambientalista, que plantean la necesidad de cambiar el modelo dominante de producción agrícola, hacia otros más sostenibles, surgiendo así la agricultura sostenible (Loaiza *et al.*, 2012). La agricultura sostenible intenta proporcionar rendimiento sostenido a largo plazo, mediante el uso de tecnologías de manejo que integran los componentes del predio de manera de mejorar la eficiencia biológica del sistema, la mantención de la capacidad productiva, la preservación de la biodiversidad y la capacidad del agroecosistema para automantenerse y autorregularse (Restrepo, Diego, Martín, 2002).

A pesar del reconocimiento y aplicación de los fundamentos de la agricultura sostenible en numerosos países, se hace necesaria la integración de un nuevo paradigma que responda al enfoque de desarrollo sostenible para las comunidades rurales, reconocido como agroecología. Este enfoque propicia una agricultura que es ambientalmente segura, que no desgasta la base de recursos naturales; económicamente viable para todos los agricultores del mundo, que permite igualdad de acceso a recursos y oportunidades en el mercado y socialmente justa, en cuanto está centrada en la búsqueda de estilos de vida dignos para las familias y comunidades rurales y la sociedad en general.

La agroecología se robustece con aportes teóricos y metodológicos, al considerar además el conocimiento local en el cual se aplican los conceptos y principios ecológicos, sociales y económicos. Es por ello que como ciencia transdisciplinar tiene la responsabilidad, de encauzarse al análisis, diseño, desarrollo y evaluación de la sostenibilidad de la agricultura y sus agroecosistemas (Ruiz, 2006).

La importancia de evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas tiene que ver no sólo con conocer su estado en un momento determinado sino también con la posibilidad de mejorarlo, proyectándolo al futuro (Acevedo y Leiton, 2013). En tal sentido, a escala internacional se han diseñado múltiples iniciativas basadas en modelos matemáticos, series de tiempo, indicadores y otros para evaluar el estado de los agroecosistemas (De Camino & Muller, 1993; Gómez *et al.*, 1996; Sepúlveda, 2008; Gómez, Limón & Arriaza, 2011).

Estas metodologías propuestas permiten evaluar el grado de sostenibilidad de los agroecosistemas, de manera que facilite la toma de decisiones para cumplir con el objetivo del desarrollo sostenible. Sin embargo, en un análisis efectuado a un conjunto de estas propuestas se identificaron una serie de limitaciones tales como:

- En algunos casos la base teórica y el marco analítico para la selección y derivación de los indicadores específicos no es sólida, ya que no es posible aplicar los indicadores a contextos diversos, y tienen dificultades para discriminar los indicadores relevantes para la sostenibilidad de los sistemas de manejo.
- Falta de consenso sobre la manera de compaginar evaluaciones económicas, a partir de criterios sociales y ambientales.
- Existen insuficiencias para la integración de los resultados de los indicadores, por lo que aportan pocos elementos para la planificación y la toma de decisiones.
- La construcción de los indicadores requiere decisiones arbitrarias en cuanto a la selección, la ponderación y la agregación de los indicadores, y ofrecen una pobre retroalimentación al simplificar el análisis en un solo valor numérico.
- Problemas generados en comparaciones de valores provenientes de diferentes dimensiones.

En el caso particular de Cuba, las políticas centradas en la agroecología datan desde los años 90 y son un ejemplo de transformación de la producción agrícola contaminante e insostenible, a una producción de alimentos ecológicos y sostenibles, aplicados como respuesta a un momento de crisis (Tirado *et al.*, 2017). Según los resultados de la visita de GREENPEACE en el 2017 se necesita mayor apoyo financiero y estimular a los nuevos usufructuarios; la capacitación, equipos, implementos, desarrollo rural y cambio de conciencia hacia una agricultura en armonía con la naturaleza y atractivos económico-sociales para los nuevos agricultores que permita la revalorización del trabajo de las y los campesinos. En este orden, perfeccionar los mecanismos para evaluar los niveles de sostenibilidad de los agroecosistemas constituye una necesidad perentoria con énfasis en aquellas producciones con importancia económica para el país, como el cacao.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una importante planta económica en Baracoa, provincia de Guantánamo, Cuba, donde se produce más del 70% del cacao cubano. La actividad de producción de cacao se beneficia de varias fortalezas como un sistema perenne y multiespecífico, las plantaciones de cacao son óptimas para el manejo sostenible de áreas tropicales montañosas, brindando protección contra la erosión del suelo y las pérdidas de carbono y agrobiodiversidad. La experiencia cubana en agroecología ha sido reconocida durante años, por lo que se espera que la demanda mundial de cacao crezca un 25% en los próximos diez años y el gobierno cubano está invirtiendo en la transformación del cacao, además el alto nivel educativo en Cuba y ofrece una buena oportunidad para capacitar a investigadores. A pesar de lo anteriormente expuesto, la calidad y cantidad de la producción son bajas y están amenazadas por varios factores a lo largo del proceso de producción, tales como:

- Insuficiente manejo y control de las enfermedades y plagas.
- Las investigaciones del potencial genético del cacao cubano son muy recientes.
- El entorno natural es afectado por prácticas agrícolas inadecuadas y el cambio climático.
- El conocimiento de las prácticas productivas y amigables con el medio ambiente de los extensionistas y agricultores es limitado.

- El proceso de transformación es deficiente y presenta fuertes debilidades en la cadena de transformación: transporte, fermentación, secado, tostado.
- Los ingresos de los pequeños agricultores y las familias son insuficientes.
- No se emplean instrumentos para la evaluación del manejo agroecológico de la producción de cacao.

Los aspectos antes abordados demuestran la necesidad de establecer herramientas que posibiliten la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico de la producción de cacao, que contribuya al fortalecimiento de la sostenibilidad. Estos elementos permitieron formular el siguiente problema de investigación: ¿Cómo evaluar los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico del cacao en el Municipio de Baracoa?. Para contribuir a la solución del problema se definió como objetivo general: diseñar un procedimiento para la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico en las fincas de cacao en el Municipio de Baracoa que fortalezca su sostenibilidad.

Desarrollo

Agricultura, servicios ecosistémicos y desarrollo sostenible

La presencia de la agricultura en el desarrollo de la humanidad data aproximadamente de 10 000 años (Tejeda, 2013 y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2015), lo cual la ha convertido, en la solución para el abastecimiento regular de alimentos a los seres humanos. Ante esta realidad, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) concibe la agricultura con un enfoque multidimensional, y la define como una de las actividades económicas, sociales y ambientales más esenciales para el ser humano; pues provee de bienes naturales en forma de alimento, otros productos básicos y materias primas para la industria; mientras que la FAO la considera con un carácter multifuncional por las relaciones que se generan en ella.

Múltiples e incuestionables resultan los beneficios que se obtienen de la agricultura, por ser parte fundamental del sector económico primario junto con la ganadería del crecimiento y el desarrollo económico y social de muchas naciones y zonas rurales del mundo. En la actualidad tal y como indican los últimos informes elaborados por la FAO (2015 y 2016), millones de personas se sustentan gracias a la agricultura, la caza, la pesca o la silvicultura para su subsistencia, incluidas las que se dedican activamente a esas tareas y sus familiares a cargo sin trabajo, que representan el 42% de la humanidad, fomentándose así la seguridad alimentaria e impulsándose las economías de los países en vías de desarrollo.

En las estadísticas comerciales la agricultura es identificada únicamente como una actividad económica, sin embargo, como forma de vida, patrimonio, identidad cultural, pacto ancestral con la naturaleza, no se le asigna valor monetario (Gómez y Flores, 2015). Entre otras importantes contribuciones no monetarias de la agricultura cabe citar el hábitat y el paisaje, la conservación del suelo, la ordenación de las cuencas hidrográficas, la retención de carbono y la conservación de la biodiversidad; quizás su aportación más

significativa sea que constituye un medio para salir del hambre para aquellas personas subnutridas, la mayoría de ellas en las zonas rurales.

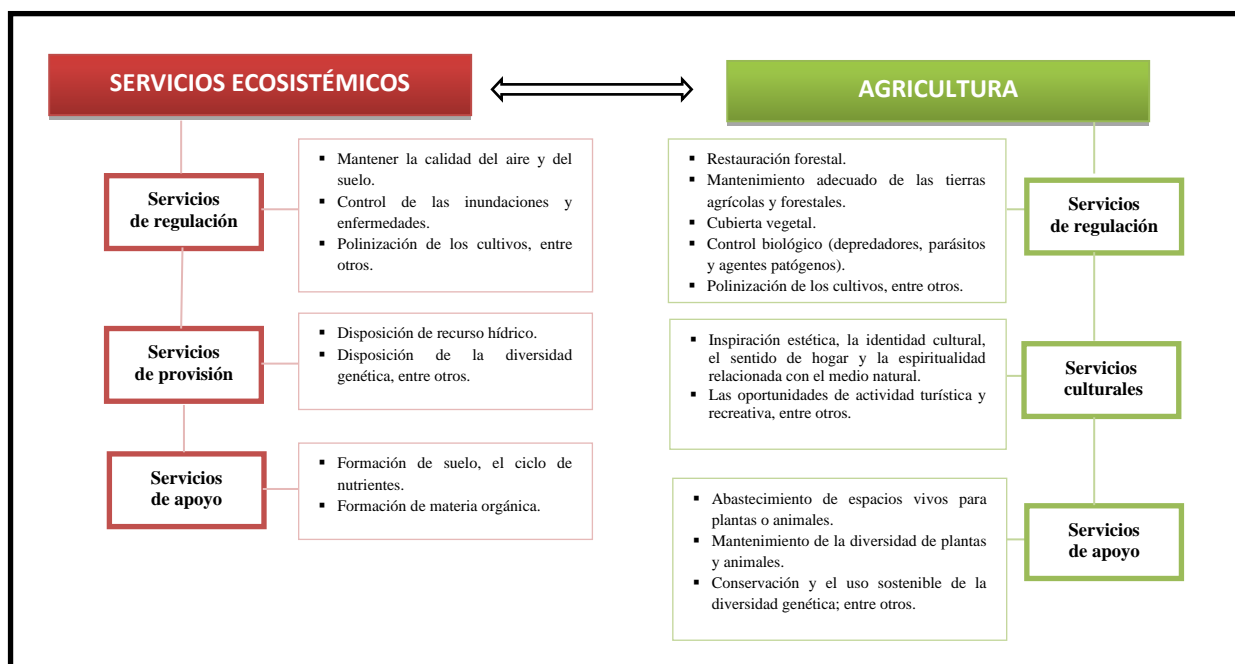
Según Swinton *et al.*, (2006) y Gómez y Flores (2015) el funcionamiento de la agricultura depende de un conjunto de factores, que no son exclusivamente de índole tecnológico, tal como lo señalan diversos estudios realizados. Adicionalmente, se reconoce que la actividad agrícola no se circunscribe solo a las parcelas de producción, sino que se requiere de un enfoque territorial, dadas las diversas interrelaciones económicas, sociales y ambientales que articula.

En tal sentido, los recursos naturales y los servicios ecosistémicos son la base de todos los sistemas agrícolas y alimentarios. En este orden, la FAO (2016) afirma que la biodiversidad y los servicios ecosistémicos son esenciales para dar apoyo a la agricultura de varias formas y en todos los niveles.

El Millenium Ecosystem Assessment (MA 2005), Ünver (2015), la FAO (2016) y Martínez *et al.*, (2017) identifican los servicios ecosistémicos fundamentales (servicios regulación, apoyo y provisión) que necesita la agricultura para producir los bienes que aporta, la cual a su vez contribuye prestando algunos servicios de este tipo a las comunidades y al medio ambiente. Estas interrelaciones cada vez son más importantes y alcanzan mayor relevancia para los medios de vida, el bienestar, la producción y el desarrollo. Por consiguiente, se puede afirmar que existe un vínculo directo e indisoluble entre la agricultura y los servicios que proporcionan los ecosistemas, tal como se ilustra en la figura 2.

Figura 2

Interrelación de la agricultura y los servicios ecosistémicos



Fuente: elaboración propia a partir de los criterios de la FAO (2016).

La estrecha relación entre la actividad agrícola y los servicios ecosistémicos, requieren en los ecosistemas agrícolas, del mantenimiento de la diversidad biológica, ya que la misma contiene todos los componentes que son relevantes para la alimentación y la agricultura, o sea los componentes de la diversidad agrícola junto con los de la diversidad biológica conforman el agroecosistema. En este sentido, su conservación es vital, pues son el soporte tanto para la producción de alimentos como para preservar los cimientos ecológicos necesarios para sostener la vida y los medios de subsistencia. Si bien la biodiversidad y los servicios ecosistémicos son fundamentales para el sector agrícola, este también es el principal impulsor de los cambios ambientales con impactos significativos en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos.

En correspondencia con los aspectos anteriores, actualmente, el reto de la agricultura, que hoy es mayor que nunca, es *“producir alimentos suficientes y nutritivos de manera sostenible para una población mundial creciente, sofisticada y cada vez más móvil, preservando y mejorando en lo posible la base de recursos”*. Este es un desafío, según los criterios de Ünver (2015), enorme, debido a la aceleración de un conjunto de factores, que coinciden con los planteamientos de Segrelles (2009), Burney *et al.*, (2010), Foresight UK (2011), FAO y CCI (2012), Hurtado (2012), IFPRI, ASTII y GFAR (2012), FAO, FIDA y PMA (2013), CNUCLD (2013), CIPF (2014) y la FAO (2015 y 2016), tales como:

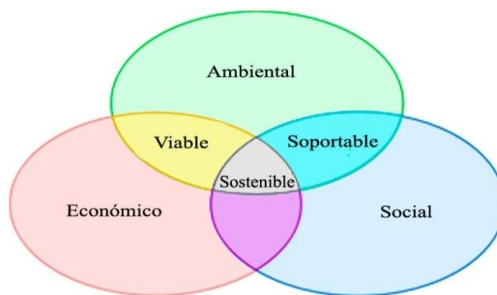
- Incremento de la producción de alimentos en un 70% hasta el 2050.
- Cambios sociales y tecnológicos.
- Desequilibrios entre producción y consumo.
- Crecimiento vertiginoso de la población mundial y su movilidad.
- Pobreza, desigualdades, hambre y malnutrición.
- Cambios en los hábitos alimenticios.
- Escasez de agua, tierra y energía.
- Pérdida de recursos vivos y biodiversidad.
- Cambio climático.
- Estancamiento de la investigación agrícola.

Ante ese escenario, constituye una necesidad decisiva para enfrentar el desafío y factores que inciden en la agricultura, el fortalecimiento de prácticas sostenibles en la agricultura a escala internacional, lo cual se traducirá en la minimización de la degradación de la tierra agrícola sin que ello afecte a su producción, sino todo lo contrario, contribuya a aumentarla. Resulta conveniente recordar el concepto de desarrollo sostenible que, si bien tiene diversas interpretaciones, en su definición original de 1987 se define como *“aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”*. Posteriormente, en el año 2002 en la Cumbre de Johannesburgo, se perfecciona el concepto al precisar que la sostenibilidad incluye aspectos económicos, sociales y ambientales, y que la erradicación de la pobreza, la producción y el consumo sostenibles, y la protección y manejo de los recursos naturales, son la base del desarrollo económico y social y requisitos esenciales para alcanzar un desarrollo sostenible.

En este sentido, la Comisión de la Unión Europea (2012), Saradon y Flores (2014), Acuña (2015) y la FAO (2015) consideran que la aplicación de los elementos contenidos en el concepto de desarrollo sostenible en el caso de la agricultura, va más allá de entender la sostenibilidad asociada puramente a los aspectos medioambientales, por lo cual también incluye la viabilidad económica y la equidad social, tal y como se ilustra en la Figura 3.

Figura 3.-

Representación gráfica de los elementos que caracterizan la agricultura sostenible.



Fuente: Tomado de Comisión de la Unión Europea (2012), Saradon y Flores (2014); Acuña (2015); FAO (2015).

Por su parte, la FAO (2015) afirma que el logro de la sostenibilidad en las esferas de la alimentación y la agricultura se debe concebir como un proceso continuo de identificación y equilibrio entre los objetivos sociales, económicos y ambientales de la agricultura y otros sectores de la economía. Este proceso refleja la evolución de los valores de la sociedad y el conocimiento que ésta ha acumulado, que repercute poderosamente sobre la manera en que se fijan, en la práctica, las metas de la sostenibilidad. Diversas han sido las definiciones de agricultura sostenible aportadas por instituciones, organizaciones mundiales y expertos en la temática, pero los autores de esta investigación asumen la expuesta por la FAO (1988 citado por GTZ Sustainet 2008) la cual plantea que es: *la gestión y conservación de la base de recursos naturales y una orientación del cambio tecnológico que garantice el logro de la continua satisfacción de las necesidades naturales para las actuales y futuras generaciones. Una agricultura sostenible conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales; no degrada el ambiente y es técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable.*

La definición anterior evidencia la importancia de la agricultura sostenible para el desarrollo de las generaciones presentes y futuras y los beneficios potenciales que se obtienen de ella. La práctica de la agricultura sostenible constituye un aporte vital a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad, realizado en forma ambiental, económica y socialmente responsable a lo largo del tiempo. A su vez, proporciona empleo duradero, ingresos suficientes y condiciones de vida y trabajo dignos para todos los involucrados en la producción agrícola. Mantiene, y, siempre que es posible, mejora, la capacidad productiva de la base de los recursos renovables, sin

perturbar el funcionamiento de los ciclos ecológicos y los equilibrios naturales esenciales, ni destruir las características socioculturales de las comunidades rurales, ni contaminar el medio ambiente (Acuña, 2015).

Según los argumentos de la Comisión de la Unión Europea (2012) la agricultura sostenible pretende: producir alimentos seguros y saludables, conservar los recursos naturales, garantizar la viabilidad económica, prestar servicios a los ecosistemas, gestionar las zonas rurales, garantizar el bienestar de los animales y mejorar la calidad de vida en las zonas agrícolas. En resumen, la agricultura sostenible desempeña un papel determinante para conservar los recursos, reducir los efectos negativos en el medio ambiente e incrementar el capital natural y el flujo de servicios de los ecosistemas; lo cual permitirá un aumento considerable de los rendimientos al tiempo que se restablece un medio ambiente sostenible y diversificado. El logro de estos propósitos implicará la potenciación de la innovación (Comisión de la Unión Europea, 2012).

Resulta necesario destacar, que más allá de las definiciones y los aspectos teóricos que siempre están sujetas a revisión y críticas, en un contexto dinámico como en el que hoy se desarrolla la humanidad, lo claro es que existe un desafío desde el sector agrícola por integrar los aspectos económicos, sociales y ambientales en un enfoque de sostenibilidad. Con vista a enfrentar el desafío antes expuesto, la FAO (2015) tiene establecidos cinco principios clave que equilibran las dimensiones básicas de la sostenibilidad en los procesos agrícolas:

1. Uso más eficiente de los recursos.
2. Conservación, protección y mejoramiento de los ecosistemas naturales.
3. Protección y mejoramiento de los medios de subsistencia y del bienestar social en el medio rural.
4. Mayor resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas.
5. Fomento de una buena gestión de los sistemas naturales y humanos.

Es así como, a nivel internacional, han surgido iniciativas que promueven la implementación de la agricultura sostenible, orientadas hacia la transición de una alimentación altamente productiva, económicamente viable, ambientalmente acertada y basada en los principios de equidad y justicia social. Una vez analizado los principales elementos que caracterizan en la actualidad el marco conceptual y contextual de la agricultura, su relación con los servicios ecosistémicos y el desarrollo sostenible, resulta conveniente abordar un nuevo paradigma que intente dar soluciones novedosas partiendo de la consideración de las interacciones de todos los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios integrando este conocimiento en el ámbito regional para una producción sostenible. Este nuevo enfoque es la Agroecología, que ha sido definida como el desarrollo y aplicación de la teoría ecológica para el manejo de los sistemas agrícolas, de acuerdo a la disponibilidad de recursos (Altieri, 1987).

Agroecología, un enfoque necesario para una agricultura sostenible

Desde el pasado siglo la generalización de prácticas agroindustriales por la modernización de la agricultura que potencia el modelo de Revolución Verde (RV), ha generado una profunda crisis ecológica

a nivel mundial. Esta realidad ha provocado que la ciencia y la comunidad científica se enfrenten a nuevos retos sin precedente; como la necesidad de evaluar en términos ecológicos, la eficiencia de los sistemas de producción rural (agricultura, ganadería, agroforestería y pesca) en el contexto de la sostenibilidad (Martínez, 2004).

Esta situación demanda una nueva conciencia social y política; pero también, nuevas teorías, categorías y métodos que posibiliten su aplicación (León, 2012); lo que requiere de un nuevo enfoque hacia el desarrollo de la agricultura construida sobre la base de la conservación de los recursos, vinculada a otros aspectos de la agricultura tradicional, local y de pequeña escala, y que al mismo tiempo aproveche los conocimientos y métodos modernos de la ecología (Gliessman, 2002). Este nuevo enfoque está incluido en la ciencia llamada agroecología; de ahí el énfasis actualmente en la difusión y consolidación de los principios de la agroecología y la recuperación de las prácticas agrícolas tradicionales (León, 2012).

El surgimiento de la agroecología, algunos autores lo enmarcan a finales de los años setenta (Martínez, 2004; León, 2012; Acevedo y Leiton, 2013), y otros como Hecht (1991) consideran que la ciencia y la práctica de la misma, son tan antiguos como los orígenes de la agricultura. Según León (2012), su nacimiento es justo en el momento en que las sociedades altamente industrializadas creían haber resuelto los problemas de producción masiva de alimentos sin comprometer su estabilidad ecosistémica, ni la calidad de sus alimentos.

Polémico y dinámico resulta el tema referente a la definición de agroecología, ya que ha sido conceptualizada desde diversas perspectivas (enfoque, disciplina, campo, ciencia), autores como José Restrepo, Angel, Prager (2002) la asumen como un enfoque más ambientalista y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción⁵. En el caso de Altieri (2010); Gliessman (2002) y Loaiza, Carvajal y Ávila (2014) la definen como la ciencia que se basa en los principios ecológicos para el diseño y manejo de sistemas agrícolas sostenibles y de conservación de recursos, que ofrece muchas ventajas para el desarrollo de tecnologías más favorables para el agricultor.

Para Francis *et al.*, (2003) corresponde al *“estudio ecológico de los sistemas alimentarios integrando las dimensiones ecológica, económica y social”*; mientras que otros, Sevilla-Guzmán (2006); Guzmán y Casado *et al.* (2000) van más allá e integran adicionalmente a la dimensión ecológica de análisis, las perspectivas social y política; o las perspectivas cultural y ética (Empresa Brasileira de Pesquisa Agro, EMBRAPA, 2006) y hasta espiritual (Mejía, 2006). Por su parte, Acevedo y Leiton (2013) la razonan como un enfoque que orienta la agricultura hacia modelos más sustentables de producción, que transforma los sistemas productivos actuales causantes de la degradación social y ambiental.

En un plano más avanzado se encuentran Sarandón (2002b) citado por Sarandón y Flores (2014) que consideran que constituye *“un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar*

⁵ A esto se le reconoce como el uso normativo o prescriptivo del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola.

conocimientos, validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables". Se concuerda con los criterios de Acevedo y Leiton (2013), los cuales expresan que se pueden evidenciar dos grandes tendencias en la conceptualización de agroecología:

- La primera, conocida como *ecologista* está derivada de la ecología que da origen etimológico a la palabra, como una ciencia dedicada al estudio de las interacciones entre el medio natural (ecosistema) y la producción agropecuaria (agroecosistema).
- La segunda, basada en el enfoque de *sostenibilidad*, que aborda la agroecología como un enfoque interdisciplinario para una agricultura sostenible; reconoce el aporte social y cultural de los agricultores campesinos, indígenas, afro-descendientes, raizales y palenques, y se sustenta en el aporte del conocimiento tradicional pre-industrial para la construcción de una agricultura que asegure tanto el cuidado ambiental como la justicia social y la viabilidad económica.

En correspondencia al análisis anterior, los autores de este proyecto asumen la definición de agroecología planteada por Angel, León y Altieri (2010), los que la conciben como la "*ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus relaciones ecológicas como culturales*"; teniendo como unidad de análisis el agroecosistema (Altieri 2010), lo cual lo convierte en su objeto de estudio. Según Martínez (2004) la base epistemológica de la agroecología la constituye el concepto de coevolución entre los sistemas sociales y ecológicos. Desde esta perspectiva, la producción agraria es ante todo el resultado de las presiones socioeconómicas que realiza la sociedad sobre los agroecosistemas en el tiempo. Por consiguiente, su objetivo es proporcionar una base ecológica racional para el manejo del agroecosistema, a través de tecnologías de producción estables y de alta adaptabilidad ambiental y social, con técnicas naturales (Sevilla, 1995).

La agroecología se erige sobre el conocimiento indígena y las aportaciones del conocimiento científico moderno, mediante la aplicación de tecnologías selectas de bajos insumos para diversificar la producción y proponer formas sostenibles de gestión de los recursos naturales (López y Llorente, 2010). Esta nueva ciencia incorpora principios biológicos y los recursos locales para el manejo de los sistemas agrícolas, proporcionando a los pequeños agricultores una forma ambientalmente sólida y rentable de intensificar la producción en áreas marginales Altieri (2013).

Se concuerda con los criterios de Martínez (2004); Acevedo (2009) y Acevedo y Leiton (2013) que afirman que la agroecología plantea un enfoque teórico y metodológico multidisciplinario para el desarrollo rural sostenible, que integra los conocimientos científicos y tradicionales basado en una agricultura que devuelve a la familia y comunidad rural el papel central de esta actividad en la generación de condiciones dignas de vida; de esta manera propone un camino para alcanzar el "*poder de bienestar*" de las comunidades campesinas, crea un escenario adecuado para el libre desarrollo humano y genera perspectiva de futuro para las sociedades actuales. A su vez, promueve un concepto de respeto por la naturaleza que potencia la participación justa de los agricultores y rescata los conocimientos ancestrales. La agroecología, como ciencia, no es neutral, pues permite comprender el funcionamiento del agroecosistema y elementos que los componen por sus principios y causas, se distingue por oponerse al

atomismo, mecanicismo, universalismo, objetivismo, monismo, premisas de la ciencia moderna; mediante una visión holística, determinística y evolutiva, contextualizada, subjetivista y pluralista (Norgaard, 1991).

Ella surge y evoluciona con el propósito de buscar soluciones técnico-sociales al desarrollo de los sectores pobres y marginados en los países pobres e inclusive en los ricos, pero sus principios son aplicables a cualquier tipo de explotación agraria, sobre todo aquellas que sufren degradación por el uso de tecnologías agroindustriales, que contaminan el ambiente y los alimentos. Así, la agroecología se convierte en una disciplina crítica, subversiva contra el *statu quo* y promueve un compromiso con el ambiente natural y la sociedad en general (Martínez, 2004).

A diferencia del enfoque agronómico agroindustrial, basado en la difusión de paquetes uniformes de tecnologías, con énfasis mercantiles; *la agroecología para su desarrollo se centra en principios vitales como la biodiversidad, el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos, la sinergia e interacción entre los diversos cultivos, animales y suelo; además de la regeneración y conservación de los ecosistemas en tiempo y espacio* (Gliessman 1998 citado por Altieri, 2011; Martínez, 2004).

Este enfoque parte de las técnicas y posibilidades locales, adaptándolas a sus condiciones agroecológicas y socio-económicas, lo que regenera los recursos agrícolas y rescata el conocimiento local sobre el ambiente. Según Altieri *et al.*, (2000) la implementación de estos principios agroecológicos en el contexto de una estrategia de desarrollo favorable a los sectores pobres, dedicada a los productores agrícolas de las regiones pauperizadas, es esencial para conseguir sistemas saludables, equitativos, sustentables y productivos.

Los sistemas de producción fundados en principios agroecológicos son biodiversos, resilientes, eficientes energéticamente, socialmente justos y constituyen la base de una estrategia energética y productiva fuertemente vinculada a la soberanía alimentaria (Altieri 1995, Gliessman 1998). Es por ello que Altieri y Toledo (2011) aseveran que existen cuatro razones principales por las que la agroecología ha sido adoptada por los movimientos sociales rurales:

1. La agroecología es socialmente activante ya que su difusión requiere de la participación constante de los agricultores.
2. Se trata de un enfoque culturalmente aceptable, ya que se basa en los conocimientos tradicionales y promueve un diálogo de saberes con los métodos científicos modernos.
3. Promueve técnicas económicamente viables, haciendo énfasis en el uso del conocimiento indígena, la biodiversidad agrícola y los recursos locales, evitando así la dependencia de insumos externos.
4. La agroecología es ecológica *per se*, ya que evita modificar los sistemas de producción existentes, promoviendo la diversidad, las sinergias, optimizando el rendimiento y la eficiencia del sistema productivo.

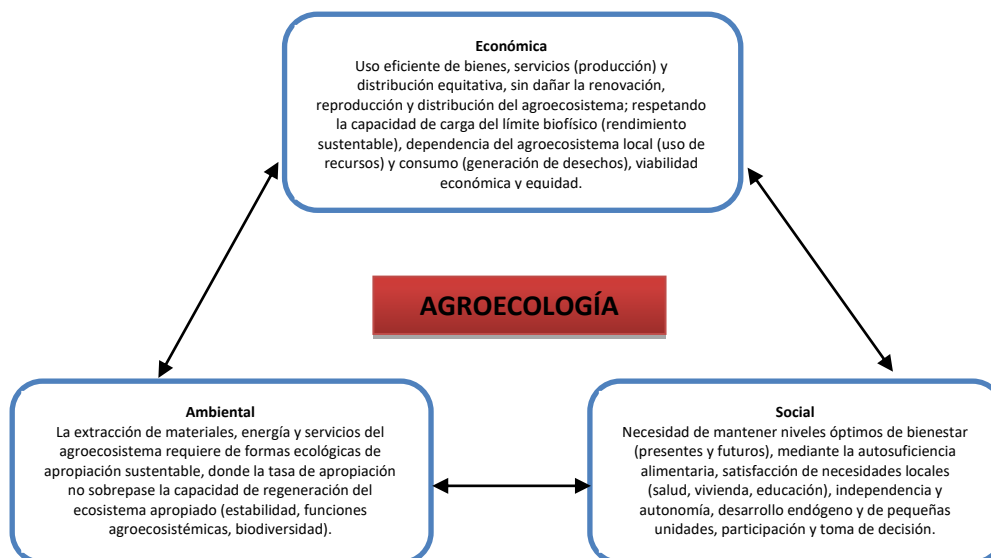
Los supuestos teóricos y prácticos que propone la agroecología no rechazan lo externo (capital, tecnología); sino, que la base la constituyen las potencialidades endógenas, es decir, que adapta lo

externo mediante su lógica agroecológica de funcionamiento. O sea, lo externo pasa a incorporarse a lo endógeno, cuando tal asimilación respeta la identidad local y la autodefinición de calidad de vida. Solo cuando lo externo no agrade a las identidades locales, se produce tal forma de asimilación.

Bajo estos supuestos, Martínez (2004) con el cual concordamos plantea: *la agroecología enfatiza en lo interno, para potenciar el uso óptimo del ecosistema y mejorar el nivel de vida en las áreas rurales, garantizando la biodiversidad, la conservación, empleando para ello tecnologías respetuosas con el medio, con la participación local y colectiva.* Por consiguiente, esta nueva ciencia integra, optimiza y operativiza la producción del agroecosistema en las tres dimensiones básicas de la sostenibilidad (Esquema 1):

Esquema 1-

Dimensiones básicas que conforman la agroecología.



Fuente: elaboración propia a partir de los criterios de Martínez (2004).

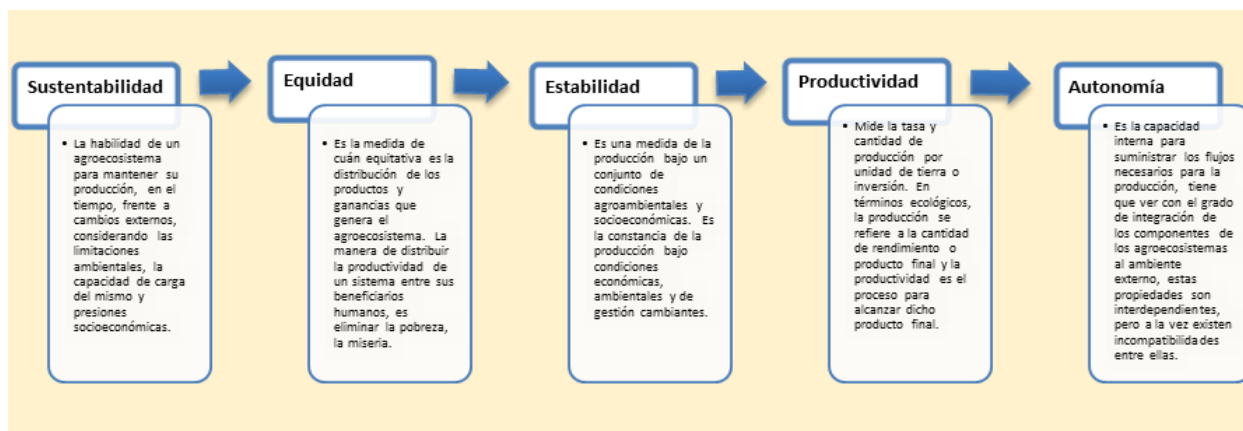
La agroecología considera el predio agrícola, la finca, la organización comunitaria y la sociedad rural como un agroecosistema, articulados en torno a la dimensión local, donde se encuentran los sistemas de conocimiento (local, tradicional) portadores del potencial endógeno que permiten potenciar la biodiversidad ecológica y sociocultural (Altieri, 1999). En consecuencia, formaliza el análisis del conjunto interacciones que intervienen en un sistema de cultivos (Altieri, 1993; Gliessman, 2002).

Reivindica además la necesaria unidad de las distintas ciencias naturales entre sí y con las ciencias sociales para comprender las interacciones existentes entre procesos agronómicos, económicos y sociales; mediante la vinculación esencial que existe entre el suelo, la planta, el animal y el ser humano. La agroecología provee las bases para el mantenimiento de la biodiversidad de la agricultura y esta es la manera de alcanzar una producción sostenible (Altieri, 1999); desde este planteamiento agroecológico, la

evaluación del comportamiento viable del agrosistema se realiza tomando en cuenta los siguientes atributos que se muestran en el esquema 2:

Esquema 2-

Atributos para la evaluación del comportamiento viable de los agrosistemas.



Fuente: elaboración propia a partir de los criterios de Martínez (2004).

La aplicación de los fundamentos de la agroecología proporciona un conjunto de ventajas entre las que se destacan:

- Reproducción de la familia y regeneración de la base de los recursos agrícolas, proporcionan una comprensión de predios pequeños. Esta metodología permite el desarrollo de tecnologías, hechas a las necesidades de las comunidades rurales.
- Tecnología agrícola regenerativa de bajos insumos, socialmente activada que requieren de un alto nivel de participación popular.
- Nuevo enfoque al desarrollo agrícola, más sensible y práctico a las agriculturas locales, culturalmente más compatibles, basado en el conocimiento tradicional combinado con ciencia moderna.
- Técnicas ecológicamente sanas, porque no degradan el ecosistema rural, identificación de elementos de manejo racional, que elevan la producción.
- Económicamente viable por minimizar los costos de producción, al aumentar la eficiencia de usos de los recursos localmente disponibles.
- Mejora en la producción de alimentos básicos.
- Rescata el conocimiento y tecnología local, con educación de sistemas alternativos.
- Manejo eficiente de recursos locales y autóctonos.
- Aumenta la diversidad y variedad de animales y cultivos, minimizando sus riesgos.
- Mejora la base agroecosistémica: conservación del agua y suelo, control de erosión, reforestación.

- Disminuye el uso de insumos externos, reduce la dependencia y mantiene los rendimientos con tecnología agrícola apropiada rural.
- Evita el abuso del agroecosistema, con conciencia ecológica regional.
- Estimula la soberanía autoalimentaria.

Contrariamente a los incuestionables beneficios que aporta la aplicación de las prácticas agroecológicas aún persisten una serie de desafíos que debe enfrentar para perfeccionar el desarrollo continuo de sus basamentos teóricos y metodológicos, que permitan lograr una generalización a escala internacional de este nuevo paradigma, a continuación se detallan algunos de estos aspectos:

- Desarrollar una mayor conciencia sobre el impacto ambiental de la agricultura intensiva y sobre sus causas.
- Internalizar el concepto del desarrollo sostenible, el compromiso ético con las futuras generaciones.
- Mejorar los conocimientos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas, como sistemas físicos, biológicos y socioeconómicos.
- Modificar los planes de estudio y metodologías de enseñanza en las Instituciones de Educación Agrícola Media y Superior, con la incorporación y valoración de la ética.
- Incentivar el desarrollo e investigación de tecnologías más sostenibles, basadas en procesos y no tanto en insumos.
- Incorporación del costo ambiental en la evaluación del "éxito" económico de las actividades agropecuarias. Metodologías para "internalizar" las externalidades o incorporar análisis multicriterio.
- Encarar investigaciones tendientes al desarrollo y validación de metodologías adecuadas para evaluar la sostenibilidad de las prácticas agrícolas, mediante el uso de indicadores e índices.
- Cambiar los patrones de consumo de productos agropecuarios.
- Reemplazar aspectos "cosméticos" por nutritivos para facilitar la comercialización de estos productos.
- Desarrollar un marco legal apropiado que favorezca tecnologías que tiendan a la sostenibilidad y desaliente aquellas que atentan contra la misma. La calidad del medio ambiente debe ser vista como un derecho irrenunciable de la población.
- Tomar conciencia del rol irrenunciable del estado en incentivar prácticas sostenibles y desalentar las no sostenibles, se debe asumir como una inversión y no un gasto.
- La investigación agroecológica se orienta al desarrollo de sistemas productivos que potencian los flujos y ciclos naturales para que interactúen en favor del desempeño productivo de la finca (Embrapa, 2006).

En resumen, se comparten las afirmaciones de Altieri (2009); Wezel y Soldat (2009); Wezel *et al.*, (2009); Ferguson y Morales (2010); Altieri y Toledo (2011) que la agroecología está aportando las bases científicas, metodológicas y técnicas para una nueva "revolución agraria" y el desarrollo de nuevos

paradigmas en la agricultura a escala mundial (Gliessman, 2002), y es sustento científico de la agricultura sostenible (Martínez, 2004). Sólo una adecuada toma de conciencia sobre la problemática de la agricultura, sus causas y la necesidad de la incorporación de los principios agroecológicos, con una óptica sistémica y holística, podrá asegurar una producción de alimentos ecológicamente adecuada, económicamente viable y socialmente justa para la presente y para las futuras generaciones (Gliessman, 2002; Altieri, 2013; Loaiza, Carvajal y Ávila, 2014, Sarandon y Flores, 2014).

A partir de los elementos abordados la agroecología como ciencia multidisciplinaria y holística tiene la responsabilidad de enfocarse hacia la evaluación de la sostenibilidad de la agricultura y sus agroecosistemas. En el siguiente apartado se realizará una valoración de los principales aspectos conceptuales y contextuales que caracterizan a la evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas.

Evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas, contexto actual y desafíos

La agroecología como enfoque para el desarrollo rural sostenible se robustece con aportes teóricos y metodológicos, además de considerar el conocimiento local en el cual se aplican los conceptos y principios ecológicos, sociales y económicos, tal y como lo aseveran (Loaiza *et al.*, 2014). Por ende, en su implementación debe medirse el logro de las condiciones socio-culturales, ambientales y productivas en las que se desarrolla la vida de una familia rural (Acevedo, 2009). Es por ello, que Ruiz (2006) afirma que como transdisciplina tiene la oportunidad, y la responsabilidad, de enfocarse al análisis, diseño, desarrollo y evaluación de la agricultura y sus agroecosistemas.

Existe la necesidad de tener información que permita establecer la situación bajo la que se encuentra la sostenibilidad de los agroecosistemas, para poder indicar el rumbo para un mejor desarrollo (Navarro y Álvarez, 2015). Por consiguiente, debido a que la evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas no puede medirse por sí misma, se requiere transformar aspectos complejos en otros más claros, objetivos y generales que permitan detectar tendencias a nivel de sistema, denominados indicadores (Sarandón *et al.*, 2006; Sarandón y Flores 2014), que posibiliten un acercamiento, lo más posible a este concepto (Sarandón 2006).

Según Bolívar (2011) a pesar del interés en la evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas surgido desde mediados del pasado siglo, en la práctica esto ha quedado relegado a la declarativa y no se ha hecho operativo el término. Los avances logrados no se han generalizado, entre otras razones, por la dificultad de traducir los aspectos filosóficos e ideológicos de la sostenibilidad en la capacidad de tomar decisiones al respecto Ávila (1998).

La evaluación de la sostenibilidad se ve afectada por problemas inherentes a la propia multidimensionalidad del concepto (ecológica, económica, social, cultural y temporal). Por lo tanto, se concuerda con los criterios de Andreoli & Tellarini (2000); Mendoza & Prabhu (2000) y Evia & Sarandón (2002) que plantean *“que la evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas requiere un abordaje holístico y sistémico, donde predomine el análisis multicriterio”*.

En consecuencia los autores de este proyecto consideran que el objetivo principal de un proceso evaluativo de la sostenibilidad de los agroecosistemas, es medir el grado de variación alcanzado en un proceso de desarrollo sostenible en las familias participantes del programa o proyecto agroecológico. Para su logro, es necesario la aplicación de procedimientos metodológicos sencillos y participativos (con familias, promotores y técnicos) basados en indicadores, que permitan ajustar procesos de planificación, evaluación y retroalimentación a fin de asegurar que la implementación agroecológica pueda, efectivamente, mejorar la calidad de vida de las comunidades.

En la revisión bibliográfica efectuada se pudo apreciar que a nivel internacional múltiples han sido los programas y proyectos agroecológicos que han dedicado esfuerzos a la promoción de la agricultura sostenible; pero sus métodos de evaluación de resultados se basan más en los aspectos técnicos de su implementación y menos en los impactos que estas actividades han generado en cuanto a la sostenibilidad de las formas de vida de la comunidad que participa en ellos. A partir de esta realidad Acevedo (2009) afirma que *“aún son insuficientes las herramientas que permitan medir qué tanto han avanzado en los objetivos de sostenibilidad propuestos en los programas y proyectos”*.

Los programas y proyectos rurales convencionales, han sido evaluados habitualmente mediante parámetros exclusivamente económicos o potenciando solo alguna de las dimensiones de la sostenibilidad (Luna, 2016; Garzón y López, 2017). Sin embargo, al aplicar este concepto, las evaluaciones deben involucrar también parámetros ambientales y sociales para obtener una idea global de lo que el agroecosistema significa en el bienestar económico y social y en la regeneración y/o mantenimiento de la calidad de los recursos naturales involucrados en el proceso productivo.

La evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas se puede analizar desde dos perspectivas, la primera relacionada con los esfuerzos desde diversos ámbitos institucionales para el establecimiento de indicadores medibles de sostenibilidad (Neher, 1992; Kline, 1994; Sarandón, 2002) y la segunda mediante el desarrollo de metodologías para identificar y definir indicadores apropiados a los distintos agroecosistemas (Dumansky, 1994; Müller, 1994; Ticsay-Rusco, 1994; Hart, 1995; Astier *et al.*, 2001; Ortiz *et al.*, 2004; Chiappe; Bacigalupe, Dogliotti, 2008).

En el caso de los indicadores⁶, estos constituyen herramientas para resumir y simplificar información de naturaleza compleja de una manera útil (Arias, 2012). Sirven para la identificación de aquellas fuerzas que contribuyen hacia el mejoramiento o la degradación de las condiciones económicas, sociales y ambientales, permitiendo establecer metas precisas para acciones futuras, para que, a su vez, los gobiernos y la sociedad civil evalúen avances en sus acciones (Antequera y González, 2005).

Los indicadores pueden ser números o cualidades que ponen de manifiesto el estado o condición de un proceso o fenómeno en relación con la sostenibilidad y permiten entender cómo evolucionan las cosas a través del tiempo (Adrianse 1993, De Camino y Müller 1993, Winograd 1995, Guzmán 1997), además tienen la cualidad de poder definirse con diferentes grados de precisión y agregación (Alvarado 1995,

⁶ Un indicador es un signo, típicamente medible, que puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que es importante para hacer juicios sobre condiciones del sistema actual, pasado o hacia el futuro. La formación de un juicio o decisión se facilita comparando las condiciones existentes con un estándar o meta (Quiroga, 2001).

Müller 1997). Estos son vitales para tomar decisiones y acciones en los sistemas productivos (Ramírez *et al.*, 2008); posibilitan conocer de manera particularizada, las necesidades de manejo de cada sistema, con miras a mantener o mejorar la productividad, reducir riesgos e incertidumbre, aumentar los servicios ecológicos y socioeconómicos, proteger la base de recursos y prevenir la degradación de suelos, agua y biodiversidad, sin disminuir la viabilidad económica del sistema (Altieri, 1997 citado por Alfonso *et al.*, 2008).

Resulta importante destacar que estos indicadores no son únicamente útiles para la valoración de situaciones o decisiones, pueden desempeñar también una función activa en el mejoramiento de los procesos de formulación, más comúnmente en lo que se refiere a la elaboración de políticas y la planificación por parte de las autoridades, pero también en el diseño de proyectos y estrategias por parte de los productores (Bolívar 2011). En consecuencia, la integración de los indicadores de sostenibilidad conduce a la supervisión de planes y programas sociales, económicos e institucionales, contribuyendo a orientar sobre políticas, estrategias, acciones, y la toma de decisiones en procura del desarrollo sostenible (Bolívar 2011). A tal efecto, se debe partir primero de las necesidades y problemas de los agricultores, así como de los proyectos y acciones que proponen las instituciones interesadas en la promoción del desarrollo, teniendo en cuenta los objetivos de la institución, de los productores y de la sociedad global.

El debate sobre los indicadores de desarrollo sostenible puede agruparse en términos de dos corrientes. La primera, asociada a los conceptos institucionales de indicadores, con énfasis en la construcción de modelos de desarrollo sostenible, usando indicadores clave o indicadores altamente agregados⁷. El segundo tipo de aproximaciones relacionado con el concepto de indicadores participativos de desarrollo sostenible, los cuales se generan a partir de los argumentos expuestos en la Agenda 21⁸ (Birkmann & Frausto, 2001; Frausto *et al.*, 2006; Loaiza; Carvajal y Ávila, 2014).

Un aspecto importante en este tema lo constituye el proceso de construcción y selección de los indicadores de sostenibilidad, según Glave y Escobal (2006) es muy recurrente que se realice a través del uso de alguna de las siguientes estrategias:

1. Selección de indicadores a partir de una aproximación intuitiva (subjetiva).
2. Selección de indicadores a partir de un menú construido con base en experiencia previa.
3. Selección de indicadores a partir de un modelo causa/efecto o una aproximación analítica.

Más allá de la habilidad que se tenga para identificar indicadores de sostenibilidad, se hace evidente en la literatura, especialmente aquella basada en los enfoques (1) y (2) mencionados, que se conoce poco sobre cómo hacer la selección final de indicadores y cómo evaluar su desempeño. El criterio de los autores de este proyecto, es aquellos que optan por el enfoque (3) resuelven parcialmente este problema al tener un marco teórico más claro de donde provienen el o los indicadores propuestos.

⁷ El concepto más conocido es el modelo Presión-Estado-Respuesta (Daza *et al.*, 2012; Loaiza *et al.*, 2012), de la OCDE (1993), y el modelo de Fuerza Conducente-Estado-Respuesta, usado por la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable (Organización de las Naciones Unidas, 1996).

⁸ De acuerdo con la resolución N° 0643 de 2004, los indicadores mínimos son de tres tipos: desarrollo sustentable, ambientales y de gestión.

Por consiguiente, la determinación y construcción de indicadores de sostenibilidad para agroecosistemas es parte de un proceso de planificación basado en un marco teórico de desarrollo (Claverias, 2000; Bolívar, 2011), que inicia por priorizar las necesidades y problemas de forma participativa con los productores, así como de los proyectos y acciones que proponen las instituciones interesadas en la promoción del desarrollo; para luego definir los objetivos, proyectos y actividades de intervención institucional y continuar con el monitoreo y evaluación de los cambios producidos por la experiencia.

Sobre esta base se elabora un marco conceptual, las hipótesis, supuestos o preguntas; luego los conceptos o las definiciones más importantes de ese marco conceptual que recogen los intereses y las perspectivas de los actores sociales se descomponen en variables y éstas en indicadores observables, medibles o calificables. En este sentido, se debe partir del supuesto de que se realice un concienzudo esfuerzo de recopilación de información confiable, mediante fuentes primarias y secundarias de información (Bolívar, 2011).

Otra forma muy utilizada para su construcción, es a través de la evaluación de agroecosistemas reales, al tomar como marco de referencia características fundamentales de agroecosistemas sostenibles (Astier, 2007). En este proceso de diseño es importante además, utilizar el conocimiento científico para elegir el indicador y establecer rangos de sostenibilidad para ellos (Floridi *et al.*, 2011 y Luna, 2016), pues en algunos casos, se carece de puntos de referencia u objetivo fiable, la retroalimentación que genera la acción participativa de los involucrados (agricultor) para el establecimiento de criterios que ayuden a formular indicadores que aporten información real y medible (Floridi *et al.* 2011).

Los aspectos antes abordados, revelan que el proceso de selección de indicadores es tan importante como los propios indicadores. Se concuerda con el criterio expresado por Glave y Escobal (2006) *que indicadores mal elegidos pueden proveer una apreciación incorrecta del estado de situación del agroecosistema bajo estudio*. En la bibliografía consultada se evidencian diversas aportaciones de autores y expertos en agricultura sostenible que han diseñado indicadores para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas, tanto en el ámbito regional, (Koning *et al.*, 1997, Winograd *et al.*, 1998, Sepúlveda *et al.*, 2002, Evia & Sarandón, 2002; Viglizzo *et al.*, 2003; Flores & Sarandón, 2006), como en el de finca (Izac & Swift, 1994; Gómez *et al.*, 1996, Bockstaller *et al.*, 1997, Lefroy *et al.*, 2000, Tellarini & Caporali 2000; Van der Werf & Petit, 2002; Pacini *et al.*, 2003; Flores & Sarandón, 2004; Viglizzo *et al.*, 2006, Sarandón *et al.*, 2006a y 2006b; Flores *et al.*, 2007; Abbona *et al.*, 2007a), utilizando indicadores de sostenibilidad.

A pesar de estas propuestas, en general, se coincide con los planteamientos de Sarandón, y Flores (2014) y Sarandón (2006) citado por Navarro y Álvarez (2015) en que no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Por lo tanto, estos deben construirse y adaptarse a la situación en análisis y ser adecuados a las necesidades de información para los objetivos propuestos abarcando las esferas social, económica y ecológica (Murillo *et al.* 2004; Arias *et al.*, 2012).

El desafío es idear indicadores coherentes con el objetivo que se busca, predictivos, sensibles a un amplio rango de condiciones, confiables, de fácil recolección, interpretación factible (no ambiguos) y robustos (que sintetizen amplia información); que permitían comparar diferentes sistemas productivos en diferentes contextos geográficos (Sarandón, 2002; Flores & Sarandón, 2006). A pesar de los desafíos y las limitaciones que existen en la construcción, selección y uso de los indicadores, es innegable que resultan una herramienta adecuada y flexible para evaluar tendencias, establecer diferencias entre fincas y detectar los puntos críticos de manejo para el logro de una agricultura sostenible (Sarandón *et al.*, 2006; Garrido *et al.*, 2011).

El contexto y evolución de la segunda perspectiva para la evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas, asociada a elaboración de metodologías, muestra que a nivel internacional existen numerosas propuestas (Alonso y Guzmán, 2006; Varela, 2010; Márquez y Julca (2015). Autores como Winograd *et al.*, (1998), Sepúlveda *et al.*, (2002), Viglizzo *et al.*, (2003) han trabajado sobre metodologías para evaluar la sostenibilidad en el ámbito regional; mientras que Izac *et al.*, (1994), Gómez *et al.*, (1996), Bockstaller *et al.*, (1997), Lefroy *et al.*, (2000), Tellarini y Caporali (2000), Van der Werf y Petit (2002), Pacini *et al.*, (2003) y Sarandón *et al.*, (2003 y 2006) lo han hecho a nivel de finca. Los aportes realizados van desde el desarrollo de metodologías sencillas y aplicables por los agricultores en el campo (Altieri y Nicholls, 2002), hasta aquellas más complejas en cuanto a la selección, transformación y agregación de indicadores económicos, ambientales y sociales (López-Ridaura *et al.*, 2002) mediante el uso de modelos matemáticos, series de tiempo, indicadores y otros (Gómez-Limón & Arriaza, 2011; Joa; Hechavarría y Arias, 2016).

Andersen *et al.*, (2013) clasifica estos aportes desde los enfoques utilizados, o sea entre los que emplean métodos económicos de valoración, los enfoques monetarios, los no monetarios y métodos que integran indicadores de diferentes tipos. En general, se pueden agrupar todas las iniciativas desarrolladas hasta ahora para evaluar la sostenibilidad en tres grandes grupos (Galván-Miyoshi *et al.*, 2008). Los que plantean listados de indicadores aislados para evaluar la sostenibilidad en las dimensiones ambiental, social y económica de manera desarticulada, enfocados principalmente en aspectos ambientales, económicos y, en menor medida, sociales e institucionales (CIAT, 1998; MIDEPLAN, 1998; UNDSO, 2001; IISD, 2002; Spangenberg *et al.*, 2002). Estos enfoques carecen de una base teórica sólida para la selección de indicadores específicos, no es posible aplicar los indicadores a contextos diversos, y tienen dificultades para discriminar los indicadores relevantes para la sustentabilidad de los sistemas de manejo. Finalmente, no procuran integrar los resultados de los indicadores, por lo que aportan pocos elementos para la planificación y la toma de decisiones.

Un segundo grupo constituido por metodologías de evaluación basadas en la determinación de índices de sostenibilidad, en las cuales se agrega o sintetiza la información de los indicadores en un solo valor numérico (Taylor *et al.*, 1993; Harrington *et al.*, 1994; Prescott-Allen, 2001; Sutton, 2003; Esty *et al.*,

2005) son actualmente usados para analizar la sostenibilidad de diversas prácticas a nivel de finca⁹. Al igual que las listas de indicadores, estos enfoques no proporcionan un marco analítico sólido para la derivación de indicadores. Su construcción requiere decisiones arbitrarias en cuanto a la selección, la ponderación y la agregación de los indicadores (Morse y Fraser, 2005), y ofrecen una retroalimentación pobre al simplificar el análisis en un solo valor numérico.

El tercer grupo es el que crearon marcos de evaluación como referentes analíticos para la generación de los indicadores a partir de las propiedades de sostenibilidad de los agroecosistemas. Estos son propuestas metodológicas flexibles que permiten guiar el proceso de evaluación mediante diferentes etapas o pasos; más que de una definición precisa, parten de atributos u objetivos generales que son aplicables en diferentes situaciones y sistemas de manejo, y que sirven de guía para derivar criterios e indicadores más específicos.

A nivel internacional se reconocen más de 13 marcos de evaluación de sostenibilidad (Galván-Miyoshi, 2008; Varela, 2010) el Marco para la Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras (FESLM) (Smyth y Dumanski, 1994); el marco Presión Estado Respuesta (OECD, 1993); el marco del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (De Camino y Muller, 1993); dos propuestas académicas para la evaluación de sistemas agrícolas (Stockle *et al.*, 1994; Lewandowski *et al.*, 1999); el marco PICABUE (Mitchell *et al.*, 1995); el Mapeo Analítico Reflexivo y Participativo de la Sustentabilidad (MARPS) (IUCN y IDRC, 1997); el marco del Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) (Prabhu *et al.*, 1999); el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999); la Evaluación de satisfactores (Bossel, 1999); el marco para el Manejo de resiliencia (Walker *et al.*, 2002); el marco para el Análisis Ambiental Estratégico (SEAN) (Kessler, 1997), y la Metodología Adaptativa para la Evaluación de la Salud y la Sustentabilidad Ecosistémica (AMESH) (Waltner-Toews y Kay, 2005).

Los marcos de evaluación constituyen un avance importante en los esfuerzos para operativizar el concepto de sostenibilidad (Astier; Masera; Galván-Miyoshi, 2008). Representan un vínculo entre el desarrollo teórico del concepto y su aplicación práctica (von Wirén-Lehr, 2001). Comúnmente presentan una estructura jerárquica que va de lo general (principios o atributos) a lo particular (indicadores). Los principios están predefinidos, y cada marco propone diferentes aspectos básicos a considerar; mientras que los indicadores son casos específicos, y se definen tanto en función de un contexto particular como de los principios o los atributos. Se pueden identificar tres ventajas principales del desarrollo de los marcos de evaluación (Galván-Miyoshi, 2008 citado por Acevedo y Leiton, 2013):

- Ofrecen un marco analítico para el estudio y la comparación de sistemas de manejo alternativos sobre una base multidimensional.
- Permiten priorizar y seleccionar un conjunto de indicadores para el monitoreo de un sistema de manejo.
- Permiten guiar procesos de planificación y toma de decisiones.

⁹ Por ejemplo, el índice de sustentabilidad energética de cultivos, el índice de manejo ambiental de la agricultura, el índice de vulnerabilidad ambiental, el índice de salud del agroecosistema, entre otros (Kumaraswamy *et al.*, 2012).

Adicionalmente, aunque no todos los marcos lo incluyen explícitamente en el proceso, en aquéllos desarrollados más recientemente se enfatiza la evaluación como un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación, y de evaluación-acción-evaluación. En resumen la evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas a criterio de los autores de este proyecto debe considerar los siguientes aspectos:

- Necesita derivarse de una base teórica sólida, a través de atributos o características sistémicas fundamentales. Una base teórica firme otorgará a los marcos de evaluación una mayor flexibilidad para adaptarse a sistemas de manejo con diferentes características, incluso contrastantes.
- La articulación de escalas requiere estructuras de evaluación que permitan su aplicación a diferentes escalas de análisis (parcela, finca, comunidad, cuenca, región, país, continente); además, los marcos deben facilitar la articulación de las diferentes escalas a fin de generar un proceso de evaluación sistémica en donde la información generada en un nivel sirva de base o referencia para la evaluación a otra escala.
- El proceso de evaluación no puede ser una actividad meramente calificadora; la elaboración de mecanismos cíclicos de evaluación posibilitará disparar un proceso de continuo fortalecimiento de la sostenibilidad de los agroecosistemas mediante una constante retroalimentación entre la generación de alternativas y su evaluación. Para ello, se requiere la articulación adecuada de procesos de planificación efectivos (evaluaciones ex-ante) con esquemas de monitoreo y evaluación continuos (evaluaciones ex-post).
- La integración de los resultados obtenidos en la medición de indicadores demanda la elaboración de estrategias que permitan simultáneamente valorar los agroecosistemas de manera integral y determinar el efecto de cada indicador sobre su sostenibilidad. Para ello es necesario utilizar información no comensurable y de tipo mixto (cuantitativa, cualitativa). Es muy importante desarrollar métodos sencillos que sean aplicables por equipos con capacidades técnicas diversas.
- La participación de todos los sectores involucrados¹⁰ en el manejo de los agroecosistemas en el proceso de evaluación debe ser concebido como un ejercicio participativo en el que diferentes opiniones, incluso opiniones encontradas, sean analizadas en conjunto para alcanzar mayores niveles de consenso.
- No puede limitarse a estudios *ad hoc* o a un ejercicio académico realizado por equipos con mucha experiencia, recursos e infraestructura. Se requiere de un marco flexible y aplicable a la evaluación de diferentes sistemas de manejo, proyectos o tecnologías, en diversas condiciones socioambientales y de recursos humanos y económicos de los equipos de evaluación.

¹⁰ Es necesario elaborar estrategias que permitan incorporar las concepciones de los campesinos, las organizaciones locales, los consumidores y otros sectores.

A partir de los elementos antes abordados en el próximo epígrafe se realizará una valoración sobre la evaluación de la sostenibilidad del manejo agroecológico en la producción de cacao a nivel internacional y en Cuba.

Contexto de la evaluación de la sostenibilidad del manejo agroecológico del cacao

En los epígrafes anteriores se afirmó que la agricultura sostenible se concibe como una ciencia que contribuye a la integración de las dimensiones económica, social y ambiental en el diseño y manejo de los agroecosistemas. Para lograr este objetivo según los criterios de Thrupp (1996) y Bolívar (2011) con los cuales se concuerda, es necesario que los procesos agrarios sean considerados como una parte del ecosistema debido a que la agricultura sostenible, no está orientada hacia la búsqueda de altos rendimientos de un producto en particular, sino a la optimización del sistema como un todo.

En correspondencia con esta afirmación, la adopción de la agricultura sostenible por parte de los productores requerirá del uso de técnicas de mejoramiento genético, niveles apropiados de fertilizantes y químicos, preservar la biodiversidad para establecer una interacción entre abonos, pesticidas, y rotaciones de cultivo que influyen en los rendimientos y en el ingreso del productor (Bolívar 2011; Gravina y Leyva 2012); expresando la necesidad de adoptar estos criterios para preservar los recursos naturales y garantizar la seguridad alimentaria (Toca 2011). En este sentido, el manejo sostenible de agroecosistemas se ha convertido en uno de los objetivos a alcanzar en muchos países y principalmente en el manejo integrado de cultivos de importancia económica como el **cacao**.

La producción de cacao forma parte de la historia del continente americano, desde la época precolombina hasta el presente es su centro de origen y de perfeccionamiento (Arvelo *et al.*, 2016). El cultivo de cacao se realiza de forma casi exclusiva en los trópicos (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, 2001), y es claramente dependiente de las condiciones agroecológicas de las zonas productoras. Este noble cultivo está presente en la idiosincrasia y constituye un importante medio de vida y desarrollo de los agricultores ubicados en diversos territorios del mundo.

Según información de la FAO; Rodríguez (2011); Arvelo *et al.*, (2016); Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES, 2016); Benito (2017) los principales productores de cacao se concentran en la región africana responsable del 72% de la producción: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún, seguida de América Latina con el 18%, y Asia y Oceanía con el 10%. Para su cultivo se emplean 1,7 millones de hectáreas, África tiene el 64 % de la superficie cultivada, América Latina el 17%, mientras que Asia y Oceanía poseen el 19%. El cacao a nivel mundial es producido mayoritariamente por pequeños agricultores (5.5 millones), con superficies menores a 3 hectáreas (Organización Mundial del Cacao, ICCO-2007; Viteri, 2013; Arvelo *et al.*, 2016).

El cacao ocupa el tercer lugar después del azúcar y el café en el mercado internacional de materias primas (Rodríguez, 2011), se estima que las producciones anuales mundiales de cacao entre ordinario y fino de aroma son de 4 236 000 toneladas métricas (Arvelo *et al.*, 2016; Benito, 2017). El 38% de las moliendas de este producto se realizan en el continente europeo y el resto se efectúa como moliendas

de origen en los continentes productores. Se considera que el 70% de las molindas en el mundo se desarrollan en 8 países, entre los que se destacan Holanda, Costa de Marfil, Alemania y Estados Unidos. Las exportaciones de este producto durante los últimos años a escala mundial han crecido de forma permanente y superan los 2 250 000 t, el 76% de estas se producen en África y 16% en América. En el caso de las importaciones alcanzan en promedio las 3 000 000 t en el mundo, con Europa como el principal importador de cacao en grano con un 58.6% y América con un 19.3%. En el mundo se importan aproximadamente 11 millones de toneladas de productos originados del cacao anualmente.

Los niveles mundiales de consumo del cacao vienen creciendo de forma sostenida en los últimos 50 años, el continente europeo es el máximo consumidor de cacao con un 47% y los países de América representan casi un tercio del consumo de cacao mundial. Este ritmo de crecimiento en el consumo se manifiesta de manera diferenciada por regiones: Europa presenta un consumo per cápita de 2.27 k de cacao por persona al año, seguido de América, con un consumo per cápita de 1.33 k.

Son varios los factores que inciden en la construcción de los precios futuros del cacao y durante los últimos 15 años los precios han mantenido su tendencia ascendente. Los productores reciben por su cacao entre un 65% y un 75% del precio internacional. Para el caso de América los precios pagados a los productores equivalen al 85% de los precios internacionales.

El desarrollo de este sector a escala mundial está constituido por países que tienen un PIB per cápita bajo o muy bajo, y a menudo un nivel deficiente de infraestructura y comunicaciones (ICCO, 2007). Se caracteriza además por el predominio de pequeños agricultores (Samuel, 2014), la volatilidad de los precios, la concentración de la producción en un número reducido de países, una baja productividad y pérdidas fuertes de cosecha debido a plagas y enfermedades.

A su vez, esta actividad no solo constituye una fuente de ingresos económicos para millones de familias, sino también son fuente de alimentos, al asociar estos cultivos con otras especies. Asimismo, su producción garantiza fuente de empleos (Viteri, 2013) y bienestar en las zonas rurales, representa un importante generador de ingresos por exportaciones (Arvelo *et al.*, 2016), aporta estabilidad, paz y buena gobernanza, crea espacios depositarios de diversidad biológica y contribuye en la disminución de las brechas sociales.

La cacaocultura, es más que una cadena agroproductiva o agroindustrial y va más allá de las relaciones comerciales entre productores y consumidores en torno al cacao y al chocolate. La cacaocultura es una importante base para el desarrollo de los territorios rurales en los que se localiza, y es un pilar esencial para el impulso de un modelo de desarrollo rural sostenible incluyente en la medida en que se convierte en una estructura que genera riqueza en la base de la pirámide y encadenamientos o vínculos de complementariedad con la gran empresa nacional, regional o internacional (Arvelo *et al.*, 2016).

A pesar de su importancia económica, social y cultural, la actividad cacaotera, presenta importantes desafíos relacionados con la productividad, la adaptación al cambio climático, tecnológicos, de innovación, de comercialización, organización, competitividad, financiamiento, equidad, entre otros que

deben ser atendidos pues atentan contra su sostenibilidad (ICCO, 2007; Priego *et al.*, (2011); Arvelo *et al.*, 2016).

Esta realidad impuso la necesidad de repensar las políticas y servicios de apoyo a la cacaocultura de manera que se trasciendan la clásica atención a productores individuales y a las fincas con políticas territoriales y sectoriales, para alcanzar objetivos de desarrollo sostenible orientados a conseguir una vida digna para las familias rurales dedicadas a esta actividad y no solo mejores ingresos para los productores.

A fines del decenio de 1990 suscitó mucho interés el concepto de sostenibilidad de la economía cacaotera, centrado especialmente en los métodos sostenibles de producción de cacao (Barrezueta y Paz, 2017). A consecuencia de ello, en marzo de 1999 se firmó en París una declaración de intenciones en la que participaron varias entidades interesadas en el mercado del cacao. La declaración se basó en gran medida en el Programa de Sostenibilidad del Cacao (PSC) creado por el American Cocoa Research Institute (ACRI), organismo patrocinado por el correspondiente sector industrial de los Estados Unidos, con la colaboración de otros participantes (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, 2001).

Otras de las organizaciones involucradas en este tema es la ICCO, que en el año 2001, planteó que les *“incumbe a todas las partes interesadas, incluidos los gobiernos de los países productores y consumidores de cacao, la comunidad internacional de donantes, los comerciantes de cacao, la industria chocolatera y la sociedad civil organizada trabajar juntos con el fin de encontrar formas de incluir los tres pilares o dimensiones del desarrollo sostenible en los procesos de toma de decisiones acerca de temas relacionados con la producción y el consumo de cacao”*.

En este orden, para lograr una economía cacaotera realmente sostenible solo se conseguirá cuando las tres dimensiones del desarrollo sostenible se interrelacionen por completo, y cuando se logre de forma simultánea la sostenibilidad y un equilibrio aproximado del consumo y la producción. La consecución de esta economía cacaotera sostenible demanda un enfoque integrado (holístico) que abarque todos los temas relacionados; no se puede progresar en una determinada dimensión en detrimento de las otras dos dimensiones (ICCO, 2007).

La ICCO ante esta escenario, creó la Junta Consultiva sobre la Economía Cacaotera Mundial y propone que el objetivo de los Miembros sea el de trabajar juntos para conseguir una economía cacaotera mundial *“económicamente viable, ecológicamente racional y socialmente aceptable”*. En julio de 2017 se desarrollaron en Bruselas, Bélgica, dos reuniones importantes del sector cacao mundial. En la primera, el Grupo de Trabajo acerca de la Revisión del Acuerdo Internacional Sobre el Cacao concluyó que tal convenio establecido en 2010 contiene algunos puntos débiles que no permiten tratar con eficiencia los retos que actualmente afronta el sector. En la segunda, la Plataforma Multisectorial sobre la Evolución del Mercado del Cacao recomendó a la industria y a la ICCO desarrollar nuevos mercados y, por el lado de los productores, incrementar la demanda local.

Los expertos asistentes al encuentro establecieron una serie de puntos clave para el presente y futuro del cacao global, resaltaron la *“necesidad de un nuevo enfoque”*, que posibilite el desarrollo de un nuevo

marco internacional de cooperación y un paquete de acciones a corto y largo plazo para asegurar los medios de vida dignos para los productores y la sostenibilidad de la cadena de valor, con énfasis en la producción sostenible de cacao, la modernización del sector, la diversificación de ingresos, la promoción del consumo y la transparencia sectorial.

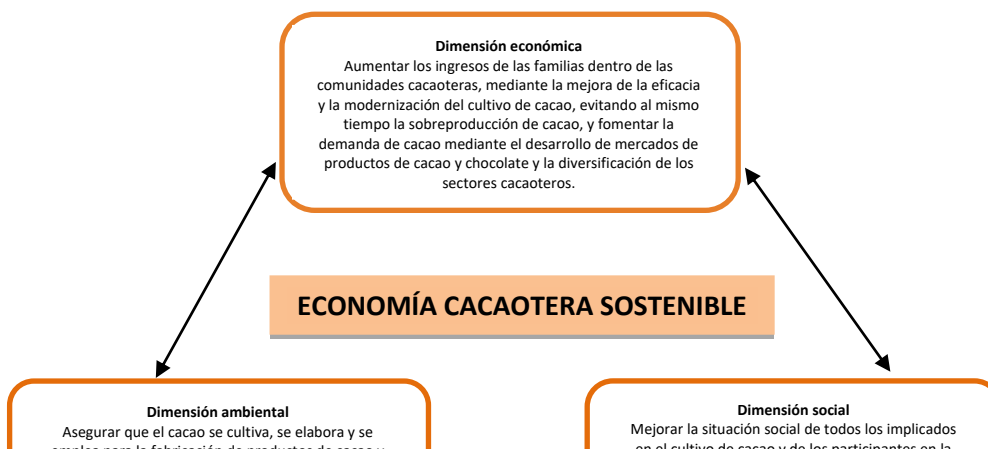
Ante este contexto internacional y considerando que la tendencia de la agricultura cubana hacia la agroecología es particularmente relevante, porque la producción de cacao es uno de los mejores ejemplos de diseño agroforestal, se hace necesario en los marcos de los objetivos planificados en el proyecto, la evaluación de los aspectos socioeconómicos y ambientales del manejo agroecológico de las fincas de cacao en Cuba y específicamente en la provincia de Guantánamo. El estudio se desarrollará en el municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo, debido a que es donde se concentra más del 70% del área sembrada y la producción de cacao, por las condiciones climáticas particulares, con más de 2000 mm de precipitaciones al año; además de la existencia de una fuerte tradición en el cultivo, con transmisión de la experiencia familiar de generación en generación. El cultivo se desarrolla fundamentalmente por campesinos que también producen pequeñas cantidades de plátanos, coco, café, cítricos y otros productos alimenticios.

No obstante, en la revisión bibliográfica realizada se pudo constatar que existen tanto a nivel internacional (Red de Agricultura Sostenible, 2005; Priego *et al.*, 2008; Viteri, 2013; Rojas, 2013 Jacobi *et al.*, 2014; Tuesta *et al.*, 2014; Luna, 2016; Barrezueta y Paz, 2017; Yáñez *et al.*, 2017) como en Cuba pocos estudios de casos orientados a la evaluación de la sostenibilidad del manejo agroecológico en las fincas de cacao.

En el caso particular de Cuba, los estudios agroecológicos realizados por varios años se han centrado en reducir la dependencia de productos químicos y sus efectos negativos para el medio ambiente. Las universidades de Guantánamo y de La Habana han desempeñado un papel destacado, con varios proyectos sobre agricultura sostenible con resultados prácticos ya aplicados. Entre estos se destacan los relacionados con la aplicación de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y las micorrizas, que permiten incrementar el desarrollo y rendimiento de diferentes cultivos. Consiguientemente, a criterio de los autores del proyecto para lograr una economía cacaotera sostenible que incluya dentro de sus procesos la evaluación de la sostenibilidad hay que tener en cuenta los principales objetivos de la agricultura sostenible desde sus tres dimensiones (Figura 4):

Figura 4 –

Principales objetivos de para lograr una economía cacaotera sostenible.



En consecuencia, a lo anterior, constituye una necesidad apremiante la elaboración de procedimientos que posibiliten la evaluación de la sostenibilidad del manejo agroecológico de las fincas de cacao, desde una perspectiva holística y sistémica, que fomente los beneficios económicos y sociales para el cacaocultor, una calidad de vida digna y la preservación del medio ambiente.

- Fundamentos básicos del procedimiento para la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico del cacao

Para la evaluación de los aspectos socioeconómicos y ambientales del manejo agroecológico en las fincas de cacao se presenta una propuesta que ofrece una respuesta favorable a los problemas y retos teóricos, normativos y organizacionales que caracterizan a este agroecosistema en el contexto de Cuba y en el marco de los objetivos del proyecto. El procedimiento está encaminado al diseño de un *Índice Integral de Sostenibilidad del Manejo Agroecológico (IISMA) del cacao* que contribuya al robustecimiento de la planificación, organización y control del manejo agroecológico de este agroecosistema, el cual debe efectuarse mediante la realización de una serie de acciones necesarias, integradas y sistematizadas.

Para la construcción del procedimiento se consideraron las dimensiones temporal, espacial e institucional, ya que la evaluación de la sustentabilidad en un agroecosistema en múltiples escalas las debe incorporar. Se enfatiza en el enfoque participativo y transparente para asegurar la relevancia, la credibilidad y la legitimidad de los métodos de evaluación y la información, articulados con los objetivos definidos por los actores que actúan en diversas escalas.

Este procedimiento combina los enfoques de la evaluación ex-post (como método de calificación) y la ex-ante (como método de planificación), dado que la evaluación debe ser un proceso continuo de acción-evaluación-acción. Se tuvo en cuenta la metodología MESMIS (Masera *et al.*, 1999) y Cantùn *et al.*, (2009) adaptada a los objetivos del proyecto y las características de las fincas escogidas, la cual parte de una búsqueda sistemática de información científica para proponer un conjunto de indicadores que se integran en un índice que refleja el estado de la sostenibilidad a nivel de las fincas de cacao; combinando además las siguientes estrategias para la construcción de indicadores e índices:

- **Selección de indicadores a partir de un menú construido con base en experiencia previa:** considera que la experiencia pasada de medir el estado del agroecosistema e indicadores de sostenibilidad nos permite hacer una lista de indicadores posibles de ser usados en un contexto específico. La tarea de aquellos que trabajan evaluando un agroecosistema específico sería la de reducir el tamaño de la lista, escogiendo los indicadores más pertinentes y menos costosos de medir.

- **Selección de indicadores a partir de un modelo causa/efecto o una aproximación analítica:** se basa en el desarrollo previo de un marco teórico donde el concepto de sostenibilidad puede ser operacionalizado casi directamente a partir del marco teórico planteado.

El procedimiento diseñado tiene los siguientes objetivos principales:

- Contribuir a la planificación de acciones que aseguren la satisfacción de las necesidades humanas esenciales de los productores y sus familias.
- Promover la diversidad cultural y el pluralismo.
- Medir el nivel de conservación de los recursos existentes en el manejo agroecológico de las fincas de cacao, para el aumento de la base de recursos existente en los predios de la finca.
- Aumentar las posibilidades de adaptación a las perturbaciones naturales y antropogénicas.
- Desarrollar tecnologías eficientes y de bajo consumo de recursos, adaptadas a las circunstancias socioecológicas locales y que no signifiquen riesgos importantes para las generaciones presentes y futuras.
- Generar estructuras productivas, de distribución y consumo que brinden los servicios y bienes necesarios, propicien el empleo total y el trabajo con sentido, con la finalidad de mejorar las capacidades de desarrollo de los productores y sus familias.

La propuesta se sustenta en los siguientes principios:

- Punto de conexión para la toma de decisiones: enfoca sus objetivos hacia el proceso de identificación y selección de la acción adecuada para la solución de problemas específicos de la evaluación de los aspectos socioeconómicos y ambientales del manejo agroecológico en las fincas de cacao. Se nutre de informaciones relevantes que aportan los productores, empresarios y expertos, contribuye a la detección de problemas, a establecer prioridades y acciones encaminadas al incremento de la sostenibilidad de las fincas de cacao.
- Sencillez: el procedimiento se caracteriza por el fácil manejo de la información y la poca complejidad de los procesos de recolección, clasificación y evaluación de las variables relacionadas, de modo que posibilite a los diferentes usuarios la comunicación de información de carácter multidimensional con mayor claridad. Este principio de sencillez no limita la profundidad y el nivel de exactitud de la información registrada y exteriorizada en las distintas fuentes.
- Amplitud: se profundiza en las dimensiones que influyen en la evaluación de los aspectos socioeconómicos y ambientales del manejo agroecológico en las fincas de cacao. El método se sostiene sobre las informaciones relevantes para la toma de decisiones, potencia las decisiones en el plano táctico y operativo, y fortalece la posición estratégica de las fincas respecto a la sostenibilidad del agroecosistema. Se requiere conocer la amplitud de las relaciones que se configuran por la combinación entre los elementos económicos, ambientales y sociales que caracterizan la multidimensionalidad del proceso de evaluación.
- Adaptabilidad: las propias características que posee el procedimiento le imprimen la adaptabilidad necesaria para evaluar de los aspectos socioeconómicos y ambientales del manejo

agroecológico en las fincas de cacao, lo que determina su nivel de aplicabilidad y generalización en otras fincas con características afines.

- Anticipación: se relaciona directamente con la actitud estratégica de los decisores y productores, porque avizora el futuro, y simula el comportamiento de las dimensiones que conforman los indicadores y el índice integral que determinan la sostenibilidad del agroecosistema. Provee además de informaciones que facilitan actitudes proactivas, anticipadoras, y la corrección y prevención de las decisiones.

Siguiendo la lógica del marco evaluativo MESMIS (Maserá *et al.*, 1999) se asumen las premisas definidas para desarrollar el proceso de evaluación de los aspectos socioeconómicos y ambientales del manejo agroecológico en las fincas de cacao:

- La sostenibilidad se define por siete atributos basados en un enfoque de sistemas dinámicos (productividad, estabilidad, fiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autonomía dependencia).
- Las evaluaciones de sostenibilidad son solo válidas para un sistema de gestión específico en un entorno específico a escala espacial y temporal.
- Los equipos de evaluación deberían incluir participantes externos e internos como el proceso de evaluación es participativo.
- La sostenibilidad se evalúa mediante la comparación de sistemas ya sea al mismo tiempo o en el tiempo.

El procedimiento en su lógica interna de funcionamiento considera y da respuesta a una serie de atributos o propiedades que son válidos en las diferentes dimensiones de la sostenibilidad y que deben ser evaluados en el agroecosistema:

- Sustentabilidad: la habilidad de un agroecosistema para mantener su producción, en el tiempo, frente a cambios externos, considerando las limitaciones ambientales, la capacidad de carga del mismo y presiones socioeconómicas.
- Equidad: es la medida de cuán equitativa es la distribución de los productos y ganancias que genera el agroecosistema, o sea, representa la capacidad del sistema capacidad de distribuir todos los costos y beneficios de manera justa entre sus partes interesadas.
- Estabilidad: es la capacidad de un agroecosistema para mantener el rendimiento productivo específico de los bienes y servicios bajo un conjunto de condiciones agroambientales y socioeconómicas en un equilibrio dinámico y estable. Es la constancia de la producción bajo condiciones económicas, ambientales y de gestión cambiantes.
- Productividad: mide la tasa y cantidad de producción y servicios por unidad de tierra o inversión en un periodo de tiempo específico.
- Autonomía: conocida también como autosuficiencia o autoponderamiento, constituye la capacidad interna para suministrar los flujos necesarios para la producción, tiene que ver con el grado de integración de los componentes de los agroecosistemas al ambiente externo, y al

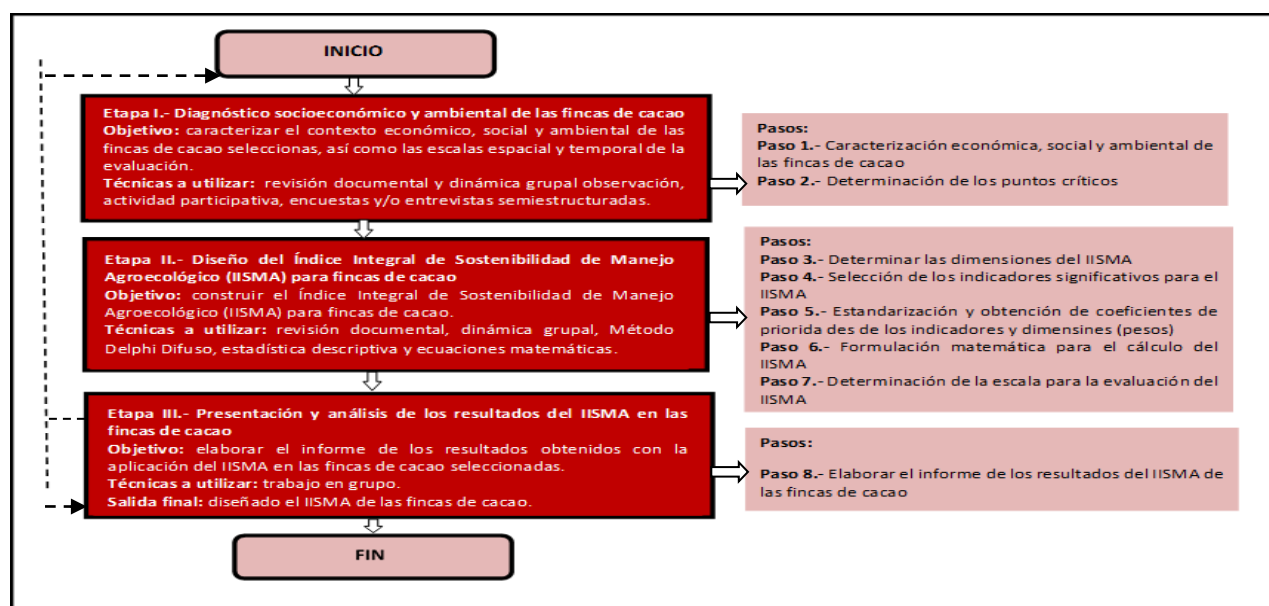
mismo tiempo, mantener sus propios valores e identidad.

- Concepción metodológica del procedimiento para la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo agroecológico del cacao

El diseño del *Índice Integral de Sostenibilidad del Manejo Agroecológico (IISMA) del cacao* se apoya en un procedimiento conformado por tres etapas con sus respectivos pasos (ocho), como se observa en la Figura 6; además de declararse los objetivos específicos, instrumentos y las salidas que se prevén obtener.

Figura 6.-

Procedimiento para la IISMA del cacao.



Fuente: elaboración propia.

Etapa I.- Diagnóstico socioeconómico y ambiental de las fincas de cacao

Objetivo: caracterizar el contexto económico, social y ambiental de las fincas de cacao seleccionadas, así como las escalas espacial y temporal de la evaluación.

Paso 1.- Caracterización económica, social y ambiental de las fincas de cacao

Técnicas a utilizar: observación, actividad participativa, encuestas y/o entrevistas semiestructuradas.

Algoritmo metodológico:

La caracterización de las fincas de cacao es un proceso que permite conocer los sistemas productivos en un momento dado (es una fotografía). Se inicia con una entrevista semiestructurada y/o encuesta a los productores y a su familia de manera consultiva y colaborativa, en la que se establecen una serie de

preguntas o afirmaciones, obteniendo respuestas u opiniones necesarias para conocer el estado de las fincas y los procesos que en ella se desarrollan. En esta fase se tienen que identificar los insumos requeridos y extraídos (entradas y salidas) del sistema, de preferencia se intentará obtener un diagrama con la descripción cualitativa de las entradas y las salidas del sistema, y las relaciones entre sus diferentes componentes (p. ej., entre los módulos pecuario, forestal y agrícola). Es importante conocer las prácticas agrícolas, pecuarias o forestales que involucra cada sistema, y las interacciones existentes entre los sistemas y subsistemas.

Este diagnóstico puede contrastarse con observaciones directas a los elementos físicos de los sistemas productivos, el suelo, el agua, fauna y flora; este paso también puede desarrollarse a través de actividades participativas como talleres (anexo 1). Esta caracterización debe incluir además una descripción clara de las dimensiones económica, social y ambiental de las fincas:

- Caracterización de la dimensión económica: con la ayuda de una encuesta y/o entrevista semiestructurada, se busca conocer si los ingresos de la finca provienen de diversos productos o dependen solo de uno, si se cuentan con ahorro programado, si los ingresos que produce la finca son suficientes para cubrir los gastos familiares y de producción y si se encuentran entre los sistemas productivos, productos que brinden autosuficiencia y sostenibilidad.
- Caracterización de la dimensión social: se aplica una encuesta a cada familia, donde se describe la conformación del grupo familiar, el acceso a servicios públicos y/o privados, experiencia en el manejo de los sistemas productivos implementados.
- Caracterización de la dimensión ambiental: se efectúa una descripción del tipo de clima, la precipitación, los sucesos climáticos que afectan al sistema, las asociaciones vegetales presentes, el ecosistema en donde se encuentra inmerso el sistema productivo, las características de los suelos, el agua, la biodiversidad, entre otros, así como los impactos que produce la actividad (Anexo 2).

En resumen es necesario reconocer los diferentes aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, económicos y ecológicos que intervienen en el manejo del sistema, y lograr un equilibrio en la información que se genera para cada uno de ellos.

Salida parcial: caracterizadas las fincas de cacao seleccionadas desde el punto de vista económico, social y ambiental.

Paso 2.- Determinación de los puntos críticos

Técnicas a utilizar: dinámica grupal.

Algoritmo metodológico:

Después de caracterizar las fincas de cacao, resulta conveniente analizar los aspectos o los procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los mismos para sostenerse en el tiempo. Este paso se desarrollará a través de una dinámica grupal con los expertos del proyecto y el criterio los diferentes actores que coexisten en las fincas.

Al identificar las fortalezas y las debilidades se parte, conceptualmente, de los criterios de diagnóstico para hacer preguntas clave como ¿cuáles son los factores o los procesos ambientales, técnicos, sociales y económicos que, ya sea de forma individual o combinada, pueden tener un efecto positivo o negativo en los retornos, la eficiencia o la conservación de recursos de los sistemas de manejo?; en otras palabras, ¿cuáles son los puntos donde el agroecosistema es más vulnerable o presenta problemas?, y ¿cuáles son los puntos donde es más robusto?

La identificación de las fortalezas y las debilidades del sistema es una tarea indispensable para centrar y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis. Los factores que teóricamente podrían incidir sobre la sustentabilidad de un sistema de manejo son tantos que, si no se hace este esfuerzo de síntesis, difícilmente se obtendrán resultados verdaderamente útiles de la evaluación.

Salida parcial: determinadas las fortalezas y debilidades de las fincas de cacao.

Etapas II.- Diseño del Índice Integral de Sostenibilidad de Manejo Agroecológico (IISMA) para fincas de cacao

Objetivo: construir el Índice Integral de Sostenibilidad de Manejo Agroecológico (IISMA) para fincas de cacao.

Paso 3.- Determinar las dimensiones del IISMA

Técnicas a utilizar: revisión documental y dinámica grupal.

Algoritmo metodológico:

En este paso corresponde la determinación de las dimensiones que serán evaluadas en las fincas de cacao, como ya se elaboró previamente un marco conceptual, producto de la revisión documental, en él se estableció que en la evaluación de los aspectos socioeconómicos y ambientales se tendrían en cuenta las dimensiones básicas de la agricultura sostenible: económica, social y ambiental. Esta afirmación se lleva a consenso con el grupo de expertos mediante la realización de una dinámica grupal.

Salida parcial: determinadas las dimensiones del IISMA.

Paso 4.- Selección de los indicadores significativos para el IISMA

Técnicas a utilizar: revisión documental, Método Delphi Difuso y estadística descriptiva.

Algoritmo metodológico:

Para la selección del conjunto de indicadores se aplicará un enfoque mixto, primeramente a través de la revisión documental se identifican los indicadores a partir de la caracterización previa y la determinación de las debilidades y fortalezas de las fincas (Bottom-up) realizado en el paso 1. A continuación en una dinámica grupal con los expertos (Top-down) se reduce y adapta la lista a partir de un análisis del contexto específico de la evaluación. Este proceso se efectúa aplicando una encuesta a los expertos para escoger los indicadores con mayor grado de importancia mediante el empleo del Método Delphi Difuso. Para su aplicación se aprovecha el módulo de datos de entrada del software Comand Windows del Matlab versión 9.13.0, el cual le permite al usuario establecer el coeficiente β . Posteriormente se despliega una ventana para importar los datos obtenidos, previamente acondicionada en una hoja de cálculo Excel.

Una vez importados los datos, el software identifica la cantidad de indicadores y de expertos, y le solicita al usuario que introduzca la importancia relativa (coeficiente de competencia) de cada experto. Finalmente se debe añadir un paso de integración para calcular el área de intersección y de la unión de los números difuso triangulares y determinar el nivel de acuerdo entre dos expertos. Después de realizados los cálculos correspondientes, el software devuelve el número difuso integrado para cada alternativa que es representativo de la opinión grupal de los expertos y da el orden de importancia para los mismos (los valores superiores a 8 son los más importantes). Esta operación posibilita una jerarquización de los indicadores de mayor significación y lograr un consenso más preciso en el proceso de selección.

La definición de cada indicador debe incluir: nombre del indicador, concepto o definición del mismo y escala de medición. El nombre y concepto deben ser concretos y claros, de modo que al leerlo se entienda, de entrada, qué es lo que pretende medir y cuál es el alcance de la medición. Finalmente los indicadores seleccionados deben reflejar los atributos generales de sostenibilidad y a la vez ser específicos a los sistemas de manejo objeto de estudio.

Salida parcial: seleccionados los indicadores para el IISMA.

Paso 5.- Estandarización y obtención de coeficientes de prioridades de los indicadores y dimensiones (pesos)

Técnicas a utilizar: dinámica grupal.

Algoritmo metodológico:

Para permitir la comparación de las fincas y facilitar el análisis de las múltiples dimensiones de la sostenibilidad, los datos deben ser estandarizados, mediante su transformación a una escala, para cada indicador, de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sostenibilidad (más deseado) y 0 el más bajo (el punto crítico). Todos los valores, independientemente de su unidad original, se transformarán o adecuarán a esta escala. Esto posibilita la integración de varios indicadores de distinta naturaleza, en otros más sintéticos o robustos.

Seguidamente, tiene que efectuarse un proceso de ponderación, que constituye un paso inevitable. Los indicadores y dimensiones deben ponderarse multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa de cada variable respecto a la sostenibilidad. Este coeficiente multiplica, tanto el valor de las dimensiones con respecto al índice, como el de los indicadores con relación a la dimensión, para construir el IISMA. El peso de cada indicador y dimensión refleja la importancia del mismo en la sostenibilidad. La ponderación debe realizarse por consenso, por medio de la consulta con expertos en el tema.

Salida parcial: determinados los pesos relativos de los indicadores y las dimensiones para el diseño del IISMA.

Paso 6.- Formulación matemática para el cálculo del IISMA

Técnicas a utilizar: ecuaciones matemáticas.

Algoritmo metodológico:

Para la integración de los resultados obtenidos en un índice se propone la agregación del conjunto de indicadores seleccionados, la ventaja de este método es que simplifica el resultado a un solo valor y otorga una calificación global del desempeño de las fincas de cacao. La integración se realiza mediante la agregación de las diferentes dimensiones y sus respectivos indicadores a través de la expresión matemática (1):

$$IISMA = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^m P_j \sum_{i=1}^n (R_i * P_i) \quad (1)$$

Donde:

IISMA: Índice Integral de Sostenibilidad de Manejo Agroecológico del cacao

P_j: peso relativo de cada de cada dimensión del IISMA ($0 \leq P_j \leq 1,0$)

P_i: peso relativo de cada indicador dentro de la dimensión ($0 \leq P_i \leq 1,0$)

R_i: comportamiento de cada indicador (*i*) en la dimensión asociada analizada desde 0 a 4

n: cantidad de indicadores del IISMA

m: cantidad de dimensiones

Salida parcial: determinadas las expresiones matemáticas para el cálculo del IISMA.

Paso 7.- Determinación de la escala para la evaluación del IISMA

Técnicas a utilizar: ecuaciones matemáticas y estadística descriptiva.

Algoritmo metodológico:

Para la determinación de la escala de valoración del IISMA se propone el método de amplitud y rango. Éstas se clasifican teniendo en cuenta una escala de valoración de intervalos. La escala de valoración de intervalos es la que ordena a los sujetos u objetos según la magnitud de la característica que se estudie y que, además, establece intervalos iguales (Alva, 2008). Al respecto Ander-Egg (1972, citado por Alva, 2008) plantea que las propiedades de este tipo de escalas son: entre los objetos ordenados existe una relación de mayor, igual o menor; la utilización de números indica relaciones entre los objetos y distancias entre los intervalos que, cuando son numéricamente iguales, representan distancias también iguales en la cualidad o característica medida; y el punto cero de la escala es arbitrario y convencional, por ello, cuando se comparan dos escalas, es de gran importancia haber establecido el mismo punto de partida.

Para determinar este tipo de escala se utiliza el método de amplitud y rango, siguiendo el algoritmo que se detalla a continuación:

- Determinación del número de intervalos, mediante la ecuación de Sturges se establece el número de intervalos (K).

$$K = 1 + 3.322 * \log N \quad (2)$$

Donde:

K: número de clases o intervalos, es común redondearlo al entero más cercano.

N: tamaño de la muestra (correspondencia con el número de expertos evaluados)

Log: logaritmo natural de base 10.

- Determinación del rango (R) de la escala, el cual se obtiene a través de la ecuación (3):

$$R = \text{Valor M\u00e1ximo} - \text{Valor M\u00ednimo} \quad (3)$$

Donde:

R: rango de la escala

Valor M\u00e1ximo: dato de mayor valor

Valor M\u00ednimo: dato de menor valor

- Determinaci\u00f3n de la amplitud del intervalo (C) utilizando la expresi\u00f3n matem\u00e1tica (4) siguiente:

$$C = \frac{R}{K} \quad (4)$$

Donde:

C: amplitud del intervalo

R: rango de la escala

K: n\u00famero de intervalos o clases

La determinaci\u00f3n de la escala de valoraci\u00f3n permitir\u00e1 la interpretaci\u00f3n del resultado del IISMA.

Salida parcial: establecida la escala de valoraci\u00f3n para el IISMA.

Etapas III.- Presentaci\u00f3n y an\u00e1lisis de los resultados del IISMA en las fincas de cacao

Objetivo: elaborar el informe de los resultados obtenidos con la aplicaci\u00f3n del IISMA en las fincas de cacao seleccionadas.

Paso 8.- Elaborar el informe de los resultados del IISMA de las fincas de cacao

T\u00e9cnicas a utilizar: trabajo en grupo.

Algoritmo metodol\u00f3gico:

El sentido principal de la evaluaci\u00f3n es permitir un an\u00e1lisis comparativo; es decir, poder comparar el nivel de sostenibilidad de una finca en varios momentos, al inicio del programa y cada vez que se aplique posteriormente la evaluaci\u00f3n; as\u00ed mismo comparar unas fincas con otras dentro del mismo programa y hacer comparaciones generales de los niveles de sostenibilidad obtenidos entre predios de regiones diferentes donde se aplique el mismo conjunto de indicadores.

A nivel de finca se puede obtener el IISMA como el promedio de los valores obtenidos en los indicadores y se diagramar\u00e1n los datos para mejor compresi\u00f3n por parte de todos los involucrados. La mejor forma de hacer la interpretaci\u00f3n de la informaci\u00f3n recolectada en la evaluaci\u00f3n es mediante recursos gr\u00e1ficos que permitan tanto a t\u00e9cnicos, promotores como agricultores visualizar el logro de los indicadores, determinar aquellos de menor valoraci\u00f3n, los de mayor cumplimiento y, con base en ello, programar nuevas actividades para nuevos per\u00edodos determinados, es decir, planificar mayores niveles de sostenibilidad del agroecosistema.

Para esta propuesta se emplea un m\u00e9todo mixto de diagramaci\u00f3n a partir de las escalas de valoraci\u00f3n establecidas para cada indicador. Todos los valores recopilados en la evaluaci\u00f3n son diagramados en una matriz tipo "amiba", "cometa", "telara\u00f1a" o gr\u00e1fico radial (Astier, Masera, 1997; G\u00f3mez *et al.*, 1996).

Esta es una buena herramienta para visualizar e identificar los componentes que contribuyen o reducen la sostenibilidad; ayuda a los mismos agricultores a comprender las diferencias que se presentan en su predio. Igualmente esta diagramación permite la planificación de acciones futuras (Gómez *et al.*, 1996).

El esquema consiste en una serie de ejes (tantos como indicadores se seleccionan para la evaluación) que parten de un origen común (punto cero) y que tienen como límite superior el valor determinado como ideal al construir el indicador. Sobre cada eje se señalan los valores encontrados en la evaluación predial y la convergencia de todos estos puntos señalados conforman lo que se puede llamar el diagrama de sostenibilidad.

Sobre este esquema se indica el valor alcanzado por cada uno de los indicadores y se unen dichos puntos obteniéndose una figura amorfa que indica el alcance de cada indicador respecto al valor ideal de 4; de esta forma se puede visualizar en un solo esquema el desempeño del conjunto de los indicadores, apreciando aquellos que tienen el mayor avance y los de menor desempeño. La primera gráfica obtenida de la primera evaluación permite conocer el punto de partida o línea de base de los indicadores; una segunda evaluación permite dibujar, sobre el mismo esquema, el resultado de una segunda evaluación lo que permite comparar el avance logrado entre ambas evaluaciones e incluso entre futuras evaluaciones.

Salida parcial: elaborado el informe de los resultados del IISMA de las fincas de cacao.

Salida final: diseñado el IISMA de las fincas de cacao.

Conclusiones

- El estudio de los aspectos económicos, sociales y ambientales en las fincas cacaoteras de la región de Baracoa en la provincia de Guantánamo constituye una necesidad perentoria en el orden teórico, metodológico y práctico.
- El procedimiento diseñado es una herramienta que permite la evaluación de los aspectos económicos, sociales y ambientales en las fincas cacaoteras, lo cual contribuye al fortalecimiento de la sostenibilidad de este agroecosistema.
- La propuesta metodológica se caracteriza por su flexibilidad, adaptabilidad y sencillez, lo que favorece las posibilidades de generalización en otras fincas con características afines.

Bibliografía

- Â Frausto, O., Rojas, J., & Santos, X. (2006). Indicadores de Desarrollo Sostenible a Nivel Regional y Local: Análisis de Galicia, España, y Cozumel, México. En: Guevara, R (eds). Estudios multidisciplinares en turismo (pp. 175.197). México: SECTUR. Abbona EA, SJ Sarandón, ME Marasas & M Astier (2007). Ecological sustainability evaluation of traditional management in

- different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* Vol 119 (3-4): 335-345.
- Acevedo Osorio, Á. (2009). ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico? Un procedimiento metodológico para diseñar, monitorear y evaluar programas rurales con enfoque de desarrollo sostenible. Bogotá – Colombia, Julio – 2009. Recuperado <http://www.udla.edu.co/documentos/docs/Programas%20Academicos/Ingenieria%20Agroecologica/Memorias/I%20Simposio%20Internacional%20de%20Agroecologia/Construccion%20Indicadores%20Sostenibilidad.%20A.Acevedo.pdf>, consultado el 20 de febrero del 2020
- Acevedo Osorio, Á. y A. Angarita Leiton (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos – MESILPA. Editorial Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. Primera edición, ISBN 978-958-763-076-3. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- Acuña Daniela, Reyes (2015). Agricultura sostenible: antecedentes e iniciativas. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Ministerio de Agricultura de Chile. www.odepa.gob.cl. Adriaanse A. (1993). Environmental policy performance indicators: a study of the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. The Hague: Sdu Publishers. Amsterdam, Ho. 175 p.
- Altieri, M. (1997). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Chile. Publicado por el Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo.
- (1992). "¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?" *Agroecología y Desarrollo CLADES*, 1, pág. 25.
- (1993). *Agroecología: bases científicas de la agricultura sostenible*. CEPAL. Valparaíso, Chile. 184p.
- (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Boulder CO: Westview Press.
- (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan– Comunidad – Montevideo – Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE) - UNDP, New York, 325 p.
- (2009). Agroecology, small farms and food sovereignty. *Monthly Review*, 61(3), 102-111.
- (2010). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En: *Vertientes del pensamiento agroecológico; fundamentos y aplicaciones*. Bogotá: Editores León y Altieri. pp. 77-104.
- (2013). *Agroecología: principios y estrategias para una agricultura sustentable en la América Latina del siglo XXI (1a parte)*. Revista Cultura Orgánica. Editorial Agro Síntesis, S.A de C.V, Indianópolis. No. 62. Col. Nápoles, 03810. México, D.F. Recuperado de <http://www.culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=70>, consultado el 10 de marzo del 2020
- Altieri, M. & V. M. Toledo (2011). The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies* Vol. 38, No. 3, July 2011, 587–612.

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). Agroecología: Teoría y Práctica para una Agricultura Sostenible. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. ONU-PNUMA.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2002a). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas*, 64 (3), 17-24.
- Alvarado A. (1995). Uso de la consulta de expertos en la estimación del desarrollo sostenible en los países centroamericanos y las regiones de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 19(2):31-38.
- Andersen, P. S. Vejre, H. Dalgaard, T y Brandt, J. (2013). An Indicator-based Method for Quantifying Farm Multifunctionality. *Ecological Indicators*. 25:166-179.
- Andreoli M, Tellarini V. (2000). Farm sustainability evaluation: methodology and practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77: 43–52.
- Antequera, J. y González, E. (2005). ¿Medir la sostenibilidad?: una aproximación al tema de los indicadores de sostenibilidad. *Cátedra UNESCO en Tecnología, Desarrollo Sostenible, Desequilibrios y Cambio Global.*, Nº. 7. (Ejemplar dedicado a: Sostenibilidad), págs. 133-160.
- Antonio M. Alonso, Gloria I. Guzmán (2006). Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. *Revista Agroecología*, Vol. 1, pp 63-74. ISSN electrónico: 1989-4686.
- Astier, M. (2007). Curso Internacional de Agroecología. Evento efectuado en la Facultad de Agricultura de la Universidad de Antioquia. Colombia.
- Astier, M., E. Pérez, O. Maser, F. Mota y C. Alatorre (2001). El diseño de sistemas sustentables de maíz en la Región Purhépecha. En: Maser, O. y S. López-Ridaura (Eds.) *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos* (pp. 271-323). GIRA. Mundi-Prensa y Programa Universitario de Medio Ambiente, México D.F.
- Astier, M.; O. R. Maser; Y. Galván-Miyoshi (2008). Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Edición, 2008, SEAE / CIGA / ECOSUR / CIEco / UNAM / GIR A / Mundiprensa / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. ISBN 978-84-612-5641-9.
- Bejarano Avila, A. (1998). Un Marco Institucional para la gestión del medio ambiente y para la sostenibilidad agrícola en Agricultura, Medio Ambiente y Pobreza Rural en América Latina. IFPRI-BID, Washington D.C.
- Birkmann, J., & Frausto, O. (2001). Indicators for Sustainable Development for the Regional and Local Level: Objectives, Opportunities and problems: Case Studies from Germany and Mexico. *Regional Development*, 9.
- Bockstaller C, P Girardin & HMG van der Werf (1997). Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy* 7: 261-270.
- Bolívar, Haydee (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, ISSN-e 1856-6189, Vol. 8, Nº. 1, págs. 1-18. Universidad Central de Venezuela.

- Venezuela. Recuperado de <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/viewArticle/726/2342>, consultado el 5 de marzo del 2020
- Bossel, H. (1999). Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: A Report to the Balaton Group. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg. Recuperado de <http://www.iisd.org/>, consultado el 10 de abril del 2020
- Burney *et al.*, (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 107(26), 12052–12057.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (1998). Environmental and Sustainability Indicators: Outlook for Latin America and Caribbean. Cali, Colombia. Recuperado de <http://www.CIAT.cgiar.org/indicators/lacproj.htm/>, consultado el 11 de junio 2019
- CIPF (2014). Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Borrador del informe final del Grupo de trabajo III: Contribución al cuarto informe de evaluación de la CIPF 2007.
- Claverias, R. (2000). Metodología para construir indicadores de impacto. *Boletín Agroecológico*, N° 67.
- CNULD (2013). Desertificación, degradación de tierras y sequía (DDTSI) – Datos y cifras mundiales.
- Dayaleth A., M. D. Torres-Alruiz, R. Alban y D. Griffon. (2008). Indicadores de sustentabilidad en Agroecología. *Agroecología*. Recuperado en: <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/05/indicadores-de-sustentabilidad-en.html>, Consultado el 2 de agosto de 2019
- Daza, M., Reyes, A., Loaiza, W., & Fajardo, M. (2012). Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola. *Gestión y Ambiente*, 15 (2), 47-58.
- De Camino, V. R., y S. Muller. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. Serie Documentos de Programas 38. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
- Dumansky, J (1994). Development and application of a Framework for Evaluation of Sustainable Land Management (FESLM). En: *Proceedings of the Indicators of Sustainability Conference and Workshop*. August 1- 5. SANREM CRSP. Barbara Bellows, Ed. Washington State University. pp. 43-49.
- Dussán Barrera, J. A.(2017). Evaluación de la sostenibilidad de empresas ganaderas en el municipio El Doncello – Caquetá. Trabajo de grado Requisito parcial para optar al título de Especialista en Nutrición Animal Sostenible. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Especialización en nutrición animal sostenible, Florencia.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. (2006). Marco Referencial em Agroecologia. Brasília.

- Esty, C. D., A. M. Levy, T. Srebotnjak, y A. de Sherbinin (2005). *Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship*. Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven, Estados Unidos de América.
- Evia G. & S. J. Sarandón (2002). Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad.
- Fanny R. Márquez y Alberto M. Julca (2015). Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. *Saber y Hacer Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, Vol. 2, N° 1. Primer semestre 2015. pp. 128-137. ISSN 2311-7915 (versión impresa), ISSN 2311-7613 (versión electrónica). Universidad Nacional Agraria La Molina, Cusco, Perú.
- FAO y CCI (2012). *Cambio de uso de las tierras forestales mundiales 1990–2005*, por E.J Lindquist, R. D'Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D. Eva, P. Mayaux, J. San-Miguel-Ayanz y H-J. Stibig. *FAO Forestry Paper No. 169*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Centro Común de Investigación de la Comisión Europea. Roma.
- FAO, FIDA y PMA (2013). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2013. Las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria*. Roma.
- Flores C. C. & S. J. Sarandón (2004). Limitations of the economic neo-classical analysis to evaluate the sustainability of agricultural systems. An example comparing organic and conventional horticultural systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 24 (2): 77-91.
- (2006) Desarrollo de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. *Revista Brasileira de Agroecología*, Vol 1 (1): 353-356.
- Flores C. C., S. J. Sarandón & L. Vicente (2007). Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. *Rev. Bras. Agroecologia*, v.2, (1): 180-184.
- Floridi, M., S. Pagni, S. Falorni, and T. Luzzati (2011). An Exercise in Composite Indicators Construction: Assessing the Sustainability of Italian Regions. *Ecological Economics* 70 (8). Elsevier B.V.: 1440–47. doi:10.1016/j.ecolecon.2011.03.003.
- Foresight UK (2011). *The future of food and farming: Challenges and choices for global sustainability*. Oficina del Gobierno del Reino Unido para la Ciencia y la Innovación, Foresight, Informe final de proyecto.
- Francis, C.; Lieblein, G.; Rickerl, D.; Gliessman, S.; Breland, T. A.; Creamer, N.; Harwood, R.; Salomonsson, S.; Allen, P.; Altieri, M. A.; Helenius, J.; Salvador, R.; Wiedenhoef, M.; Flora, C. y Poincelot, R. (2003). *Agroecology: The Ecology of food systems*. *Journal of Sustainable Agriculture*. 22: 99-118.
- Galván-Miyoshi, Y.; Maser, O. y López-Ridaura, S. (2008). Las evaluaciones de sustentabilidad. En: Astier, M. Maser, O y Galván-Miyoshi, Y. (Coord.). *Evaluación de Sustentabilidad. Un Enfoque Dinámico y Multidimensional*. Valencia - España: SEAE. CIGA. ECOSUR. CIEco. UNAM. GIRA. pp. 41-57.

- Garrido *et al.*, (2011). Realización de un estudio de determinación y seguimiento de la evolución de indicadores de sostenibilidad agro-alimentarios. Primer informe, Proyecto realizado mediante convenio suscrito entre el Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM, UPM) y la Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible, Madrid, España.
- Garzón Bravo, Daisy C. y A., Dajhana López Moncayo (2017). Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción implementados por la Asociación Agropecuaria de Timbio (CAUCA). Trabajo de grado para adquirir el título de Magister en Desarrollo sostenible y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Universidad de Manizales, Colombia.
- Glave M. y Escobal J. (2006). Indicadores de sostenibilidad para la agricultura andina. Extraído de: Debate Agrario No. 23 -Análisis y Alternativas. Documento preparado en el marco del proyecto Políticas integradas para el desarrollo rural sostenibles del Grupo para el Desarrollo Rural y Políticas Agrarias (GDRUPA). Recuperado de http://www.cepes.org.pe/debate/debate23/06_Articulo.pdf, Consultado el 15 de abril del 2020
- Gliessman, S.R. (1998). Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Press.
- Gomez A. A., D. E. Swete Kelly, J. K. Syers & K. J. Coughlan (1996). Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. Methods for assessing soil quality, SSSA Special Publication 49: 401-410.
- Gómez, R. y Francisco F. (2015). Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica. Apuntes Vol. XLII, N° 77, segundo semestre 2015: páginas 9-55 / ISSN 0252-1865. Copyright 2015: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico
- Gómez-Limón, J. & Arriaza, M. (2011). Evaluación y sustentabilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. Analistas Económicos de Andalucía. 294 pp.
- GTZ Sustainet (2008). Agricultura sostenible: una salida a la pobreza para la población rural de Perú y Bolivia. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn.
- Guzmán E. (1997). Ecoeficiencia para medir. Programa del Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible, CECODES. Colombia. 105 p.
- Guzmán-Casado, G.; González de M. M. y Sevilla, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. 1 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Harrington, L. W., P. Jones, y M. Winograd (1994). Operationalizing Sustainability: a Total Productivity Approach. Págs. 1-34, en Land Quality Indicators Conference, CIAT, Cali, Colombia.
- Hart, M. (1995). Guide to sustainable community indicators. QLF/Atlantic Center for the Environment.
- Hurtado, A. (2012). Plataforma tecnológica de agricultura sostenible. Recuperado en https://www.ehu.eus/documents/2201416/2366777/04_Ana_Hurtado_AgriculturaySostenibilidad.pdf. Consultado 12 de marzo del 2020

- IFPRI, ASTII y GFAR (2012). ASTI Global assessment of agricultural RyD spending.
- International Institute on Sustainable Development (IISD) (2002). Consultative Group on Sustainable Development Indicators (CGSDI). Winnipeg, Canadá. Recuperado en <http://www.iisd.org/cgsdi/>. Consultado 21 Junio 2020.
- International Union for the Conservation of Nature (IUCN) e International Development Research Centre (IDRC) (1997). Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sustentabilidad. Serie Herramientas y Capacitación. International Union for the Conservation of Nature (IUCN) / International Development Research Centre (IDRC), Cambridge.
- Izac A. M. N. & M. J. Swift (1994). On agricultural sustainability and its measurement in small-scale farming in sub-Saharan Africa. *Ecological Economics* 11:105-125.
- Jaenicke, E. y L.Lengnick (1999). A Soil-Quality Index and Its Relationship to Efficiency and Productivity Growth Measures: Two Decompositions. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 81, N° 4, pp. 881-893.
- Joa Llovet, Eric A.; M. Hechavarría Nuviola y C. Arias Salazar (2016). Evaluación de la sostenibilidad del sistema productivo agrícola de la Cooperativa de Crédito y servicio (CCSF) U. G. Valera del municipio Bayamo. *Revista Granma Ciencia*. Vol.20, no.2, mayo-agosto ISSN 1027-975X.
- José Restrepo M., Diego Ivan Angel S., Martín Prager M. (2002). Agroecología. Universidad Nacional de Colombia y Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR). Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF). ISBN 99934-8-002-9. Santo Domingo, República Dominicana.
- Arias-Reverón, J.; C. Calvo; N. Chaves; Ma. Del Milagro Granados; J.Rojas Hernández; L. Uribe-Lorío y R. WingChing-Jones (2012). Uso de indicadores para determinar la sostenibilidad de tres proyectos productivos de universidades en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, Vol. 4(2), pp. 203-212, Diciembre, 2012. (ISSN: 1659-4266).
- Kessler, J. J. (1997). Strategic Environmental Analysis (SEAN). A Framework for Planning and Integration of Environmental Care in Development Policies and Interventions. AID Environment, Advice and Research for Development and Environment, Holanda.
- Kline, E. (1994). Seeking sustainability results: Choosing and applying indicators of communities. En: *Proceedings of the Indicators of Sustainability Conference and Workshop*. August 1-5. SANREM CRSP. Barbara Bellows, Ed. Washington State University. pp. 51- 59.
- Koning G. H. J., P. J. van de Kop & L. O. Fresco (1997). Estimates of sub-national nutrient balances as sustainability indicators for agro-ecosystems in Ecuador. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 65:127-139.
- Kumaraswamy, S. (2012). Sustainability issues in agro-ecology: Socio-ecological perspective. *Agricultural Sciences* 3 (2): 153-169.
- Lefroy R. D. B., H. D. Bechstedt & M. Rais (2000). Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agric. Ecosyst. Environ.* 81, 137-146.

- León, Sicard E. T. (2012). Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Bogotá, Colombia.
- Lewandowski, I., M. H y Kaltschmitt. 1999. Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science* 30: 184-193.
- Loaiza Cerón, W.; Y. Carvajal Escobar y Á. J. Ávila Díaz (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal* Vol. 17(2) 161 - 179/ julio - diciembre, 2014.
- Loaiza, W., Reyes, A., & Carvajal, Y. (2012). Aplicación del índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella. *Ingeniería y Desarrollo*, 3 (2), 160-181.
- López – Ridaura, S, Masera, O y Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators* 35 (2002): 1 – 14.
- López García, D. y M. Llorente Sánchez (2010). La agroecología: hacia un nuevo modelo agrario. Edita: Ecologistas en Acción. ISBN: 978-84-936785-2-4. Madrid, España.
- Luna Jaramillo, L. V. (2016). Uso de indicadores para medir la sostenibilidad en finca con cacao (theobroma cacao l) Sector Paraíso, Cantón el Guabo, Ecuador. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: Economista Agropecuario. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Economía Agropecuaria, Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.
- M. Chiappe Hernández; G. F. Bacigalupe Capece, S. Dogliotti Moro (2008). Indicadores sociales para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción familiares intensivos. I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores. Almería, 14-15 Julio, 2008.
- Martínez Castillo, R. (2004). Fundamentos de la Agroecología Ciencias Sociales 103-104: 93-102. 2004 (I-II) Academic OneFile. Recuperado de <http://agroecologiautn.blogspot.be/p/agroecologia-fundamentos-culturales.html>, consultado el 11 de abril de 2020
- Martínez Rodríguez, M. R., Viguera, B., Donatti, C. I., Harvey, C. A. y Alpízar, F. (2017). La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 40 páginas.
- Masera, O. R., M. Astier, y S. López-Ridaura (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco MESMIS. Mundiprensa, México.
- Mejía G., M. (2006). Agricultura y ganadería orgánicas a condiciones colombianas: retorno de los pobres al campo. Cali, Colombia.
- Mendoza, G. A., Prabhu, R. (2000). Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study . *Forest Ecology and Management* 131:107-126. ISSN: 0378-1127.

- Millenium Ecosystem Assessment (MA, 2005). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Washington: Island Press.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) (1998). Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible (SIDES). San José, Costa Rica. <http://www.mideplan.go.cr/sides/> (consulta junio 2020).
- Mitchell, G., A. May, y A. McDonald (1995). PICABUE: A Methodological Framework for the Development of Indicators of Sustainable Development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2: 104-123.
- Morse, S., y E. D. G. Fraser (2005). Making Dirty Nations Look Clean? The Nation State and the Problem of Selecting Indices as Tools for Measuring Progress Towards Sustainability. *Geoforum*, 36 625-640.
- Müller S (1997). Evaluating the sustainability of agriculture. The case of the Reventado river watershed in Costa Rica. *European University Studies Series V. Economics and Management*. Alemania. 2194:1-223.
- Müller, S (1994). Development of a framework for the derivation of sustainability indicators and application to the framework in the Río Reventado Watershed in Costa Rica. En: *Proceedings of the Indicators of Sustainability Conference and Workshop*. August 1-5. SANREM CRSP. Barbara Bellows, Ed. Washington State University. pp. 15-42.
- Murillo, L. L., Villalobos, F., Sáenz & B., Vargas. (2004). Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: 1. Desarrollo de una matriz de indicadores. *Revista electrónica Livestock Re-search for Rural Development* 16. Recuperado en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/12/muri16096.htm>. Consultado el 26 de mayo del 2020
- Navarro Hinojoza, E. y M. Edna Álvarez Sánchez (2015). Agroecosistemas periurbanos, un potencial latente. Contribución al análisis de la multifuncionalidad a partir de indicadores de sustentabilidad. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 24:107-121. ISSN 13902776
- Neher D. (1992). Ecological sustainability in agricultural systems: Definition and measurement. *Journal of Sustainable Agriculture*, 3(2), 51-61.
- Norgaard, R. B. (1991). *A ciencia ambiental como processo social*. Rio de Janeiro: AS-PTA (Textos para Debate, 35).
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1993). *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews: A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment*. Environment Monographs OCDE/GD (93)179. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), París.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1996). *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*. Nueva York: ONU.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1988). Informe del Consejo de la FAO, 94º período de sesiones, 1988. Roma.
- (2005): Agricultura y diálogo de culturas nuestro patrimonio común. Depósitos de documentos de la FAO. Departamento de Servicios Internos, Recursos Humanos y Finanzas.
- (2005a). Biodiversidad para la alimentación y la agricultura. Recuperado en <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/biodiversity0/es/#bio2>. Consultado 20 de junio del 2020
- (2015). Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles. Principios y enfoques. ISBN 978-92-5-308471-5 (edición impresa) y E-ISBN 978-92-5-308472-2 (PDF).
- (2016). Agricultura sostenible y biodiversidad. Un vínculo indisociable. Documento 6602ES/1/12.16
- Ortiz Ávila, T. y Astier Calderón, M. (2004). Introducción. Sistematización de experiencias agroecológicas en Latinoamérica. LEISA: Revista de Agroecología. Edición Especial. Abril 2004. Recuperado de <http://www.leisa-al.org.pe/anteriores/especial/04.html>, consultado el 5 de mayo del 2020
- Pacini C, A. Wossink, G. Giesen, C. Vazzana & R. Huirne (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95: 273-288.
- Prabhu, R., C. J. P. Colfer, y R. G. Dudley (1999). Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: A C&I Developer's Reference. C&I Toolbox Series Center for International Forestry Research, Jakarta. Recuperado en www.cifor.cgiar.org/, consultado el 12 de abril del 2020
- Prescott-Allen, R (2001). The Wellbeing of Nations: A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment. IDRC/ Island Press, Canada.
- Quiroga, R. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Documento en línea. Recuperado en: <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/8/9708/P9708.xml&xsl=/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xsl> Consultado 5 de marzo del 2020
- Ramírez L.; Alvarado A.; Pujol R.; McHugh A. y Brenes L. G. (2008). Indicadores para estimar la sostenibilidad agrícola de la cuenca media del río Reventado, Cartago, Costa Rica. *Revista Agronomía Costarricense* 32(2): 93-118. ISSN: 0377-9424, www.mag.go.cr/rev.
- Red de Agricultura Sostenible (2005). Criterios e indicadores adicionales para la producción de cacao Red de Agricultura Sostenible. Recuperado en www.rainforest-alliance.org, consultado el 8 de marzo del 2020
- Roberts, Michael; Wolfram Schlenker y Jonathan Eyer (2012). Agronomic Weather Measures in Econometric Models of Crop Yield with Implications for Climate Change. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, N° 2, pp. 236-243.

- Samuel, K. (2014). Improving the efficiency and transparency of the Cocoa Global Value Chain (GVC); Market structure and potential impacts on smallholder farmers. UNCTAD. Presentación del 2014.
- Sarandón S. J. (2002). La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata.1: 23-48.
- Sarandón, S. J. (2002a). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 20: 393-414.
- Sarandón S. J., Marasas M. E., Dipietro F., Belaus A., Muiño W., Oscares E. (2003). Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. Resúmenes (CD Rom), I Congresso Brasileiro de Agroecología, IV Seminario Internacional sobre Agroecología, V Seminario Estadual sobre Agroecología, Porto Alegre (RS), Nov 2003. EMATER/ASCAR, Resumen RN117, pp. 4.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (2014). Agroecología bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de La Plata. Primera edición, 2014, ISBN 978-950-34-1107-0. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Sarandón, S. J.; M. Soledad Zuluaga; R. Cieza; C. Gómez; L. Janjetic y E. Negrete (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Agroecología, Vol. 1, pp 19-28. ISSN electrónico: 1989-4686.
- Sarandón, S. J., M. E. Marasas, F. Dipietro, A. Belaus, W. Muiño & E. Oscares (2006a). Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Brasileira de Agroecología, Vol 1 (1): 497-500.
- Segrelles Serrano, J. A. (2009). Agricultura, ambiente y desarrollo sostenible. En: A vueltas con la agricultura: una actividad económica necesaria y marginada / José Antonio Segrelles Serrano (coord.). Alicante: Instituto Alicantino de Cultura "Juan Gil-Albert". ISBN 978-84-7784-565-2, pp. 87-105.
- Sepúlveda S, H. Cavaría, A. Castro, P. Rojas, E. Picado & D. Bolaños (2002). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales, IICA. 47pp.
- Sevilla, E., (1995). EL marco teórico de la Agroecología. En Materiales de Trabajo del Curso "Agroecología y Conocimiento Local". Universidad La Rábida, del 16 al 20 enero, p. 3-28.
- Sevilla-Guzmán, E. (2006). De la Sociología Rural a la Agroecología. Barcelona: Icaria Editorial.
- Smyth, A. J., y J. Dumanski (1994). FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. World Soil Resources Reports 73. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Spangenberg, J. H., S. Pfahl, y K. Deller (2002). Towards Indicators for Institutional Sustainability: Lessons from an Analysis of Agenda 21. Ecological Indicators, 42: 1-17.

- Stephen R. Gliessman (2002). *Ageoacología, procesos ecológicos en agricultura sostenible*. LITOCAT, Turrialba, Costa Rica. ISBN 9977-57-385-9.
- Stockle, C. O., R. I. Papendick, K. E. Saxton, G. S. Campbell, y F. K. van Evert (1994). A Framework for Evaluating the Sustainability of Agricultural Production Systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9: 45-51.
- Susanna B. Hecht (1991). La Evolución del Pensamiento Agroecológico. *Revista de CLADES* Número 1, Centro Latinoamericano de Desarrollo Sustentable. Recuperado de <http://www.clades.cl/revistas/1/rev1art1.htm>, consultado el 7 de abril del 2020
- Sutton, P. (2003). An Empirica I Environmenta I Sustainabilit y Index Derived Solely from Nighttime Satellite Imager y and Ecosystem Service Valuation. *Population and Environment*, 24: 293-311.
- Swinton, Scott; F. Lupi; P. Robertson y D. Landis (2006). Ecosystem Services from Agriculture: Looking Beyond the Usual Suspects. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 88, N° 5, pp. 1160-1166.
- Swinton, Scott; F. Lupi; P. Robertson y S. Hamilton (2007). Ecosystem Services and Agriculture: Cultivating Agricultural Ecosystems for Diverse Benefits. *Ecological Economics*, vol. 64, pp. 245-252.
- Taylor, D. C., M. Z. Abidin, S. M. Nasir, M. M. Ghazali, y E. F. C. Chiew (1993). Creating a Farmer Sustainability Index: a Malaysian Case Study. *American Journal of Alternative Agriculture*, 8: 175-184.
- Tejeda, Cabrera Frank (2013). Origen y evolución de la agricultura. Recuperado en <http://hoy.com.do/origen-y-evolucion-de-la-agricultura/>. Consultado
- Tellarini V. & F. Caporali (2000). An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 77: 111-123.
- Ticsay-Ruscoe M.; Alvarez, R., Banaynal, R., Buenavista, G. Serrano, R., Sumbalan, A. and Pajaro (1994). Search for indicators of sustainability for Philippine Uplands: Focus on Manupali Watershed. En: *Proceedings of the Indicators of Sustainability Conference and Workshop*. August 1-5. SANREM CRSP. Barbara Bellows, Ed. Washington State University. pp. 155-165.
- United Nations Division on Sustainable Development (UNSD). (2001). *Indicators of Sustainable Development*. Río de Janeiro. Recuperado de <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isd.htm/>. Consultado el 12 de junio del 2020).
- Ünver, O. (2015). Agua y agricultura para un desarrollo sostenible. *Serie Water Monographies*. *Revista Iberoamericana del agua* ISSN 2386-3781.
- Van der Werf HMG & J. Petit (2002). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 93: 131-145.

- Vandermeer, J. (1995). The Ecological Basis of Alternative Agriculture. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 26, pp. 201-224.
- Varela Pérez, M. V. (2010). Evaluación de sistemas de producción agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado presentado para optar al título de magister en ambiente y desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales, Bogotá D.C. Colombia.
- Viglizzo E. F., A. J. Pordomingo, M. G. Castro & F. A. Lertora (2003). Environmental assessment of agriculture at a Regional scale in the pampas of Argentina. *Environmental monitoring and assessment* 87: 169–195.
- Viglizzo E. F., F. Frank, J. Bernardos, De Buschiazzo & S. Cabo (2006). A Rapid Method For Assessing the Environmental Performance of Commercial Farms in the Pampas of Argentina *Environmental Monitoring And Assessment*, 117: 109–134.
- von Wirén-Lehr, S. (2001). Sustainability in Agriculture: an Evaluation of Principal Goal Oriented Concepts to Close the Gap Between Theory and Practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84: 115-129.
- Walker, B., S. Carpenter, J. Anderies, N. Abel, G. Cumming, M. Janssen, L. Lebel, J. Norberg, G. D. Peterson, y R. Pritchard (2002). Resilience Management in Social-ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach. *Conservation Ecology*, 6.
- Waltner-Toews, D., y J. Kay. (2005). The Evolution of an Ecosystem Approach: the Diamond Schematic and an Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health. *Conservation Ecology*, 10(1): 38. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art38/>.
- Wezel, A. and V. Soldat. (2009). A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1), 3–18.
- Wezel, A., S. Bellon, T. Doré, C. Francis, D. Vallod and C. David. (2009). Agroecology as a science, a movement, and a practice. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503–15.
- Winograd M., J. Eade & A. Farrow (1998). Atlas de Indicadores ambientales y de sustentabilidad para América Latina y el Caribe. Convenio CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Programa en CD.