

EVALUACIÓN DE DOS AGROECOSISTEMAS MEDIANTE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN SINALOA MUNICIPIO, SINALOA

EVALUATION OF TWO AGROECOSYSTEMS USING SUSTAINABILITY INDICATORS IN SINALOA MUNICIPALITY, SINALOA

Dulcelina **Cota-Montes**¹ y Azucena Guadalupe **Guerrero-Beltrán**²

Resumen

El presente estudio tiene por objetivo caracterizar y evaluar la sustentabilidad de dos sistemas agrícolas del Ejido Cubiri de la Capilla, Sinaloa municipio, uno tecnificado y otro tradicional, por medio del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). En este sentido este estudio busca apoyar a los sistemas nacionales de evaluación sobre cómo integrar las evaluaciones a la revisión de las bases y fundamentos del desarrollo sostenible a largo plazo en base a los ODS de la Agenda 2030 de las tres dimensiones del desarrollo sostenible: social, económica y ambiental. En esta investigación, se evaluaron tres ámbitos: social, económico y ambiental de los cuales surgieron 44 indicadores en total. En el análisis de la información se encontró que los indicadores de la dimensión ambiental y económica resultaron ser más sustentables que los de la

dimensión sociocultural. En general para el agroecosistema tradicional se han aplicado prácticas que tienden hacia la sustentabilidad en el sistema de producción, pero puede estar en riesgo por el alto costo de la mano de obra debido a la demanda de trabajadores, insumos y equipo y herramientas. Con respecto al ámbito socio cultural se encontró que en ninguno de los dos sistemas evaluados hay una participación de mujeres en la toma de decisiones, sin embargo en la dimensión ambiental los productores participan activamente en la protección del recurso hídrico, por lo que realizan limpieza y protección de las estructuras de las fuentes de agua, sin embargo aún falta implementar un sistema sustentable de prácticas de conservación del suelo. Los indicadores de sustentabilidad tipo multicriterio utilizados en este estudio demostraron su validez y adaptación al medio; son simples, confiables y replicables, por lo que se recomienda su uso en condiciones similares.

¹ dulcelina_cm@hotmail.com

² azu_guadalupe@hotmail.com

Palabras clave: MESMIS, diseño de indicadores, recursos naturales, sustentabilidad.

Abstract

The present study aims to characterize and evaluate the sustainability of two agricultural systems of the Ejido Cubiri de la Capilla, Sinaloa municipality, one technified and the other traditional, through the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems incorporating Sustainability Indicators (MESMIS). In this sense, this study seeks to support national evaluation systems on how to integrate evaluations to the review of the bases and foundations of long-term sustainable development based on the SDGs of the 2030 Agenda of the three dimensions of sustainable development: social, economic and environmental. In this research, three areas were evaluated, social, economic and environmental, from which 44 indicators emerged in total. In the analysis of the information, it was found that the indicators of the environmental and

economic dimension turned out to be more sustainable than those of the sociocultural dimension. In general, for the traditional agroecosystem, practices that tend towards sustainability have been applied in the production system, but it may be at risk due to the high cost of labor due to the demand for workers, inputs and equipment and tools. Regarding the socio-cultural sphere, it was found that in neither of the two systems evaluated is there a participation of women in decision-making, however in the environmental dimension, the producers actively participate in the protection of the water resource, for which they carry out cleaning and protection of water source structures, however, a sustainable system of soil conservation practices has yet to be implemented. The multi-criteria sustainability indicators used in this study demonstrated their validity and adaptation to the environment; they are simple, reliable and replicable, therefore their use in similar conditions is recommended.

Key words: MESMIS, indicator design, natural resources, sustainability.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sustentabilidad ha adquirido un lugar importante en la mayoría de las ramas del conocimiento. Este concepto hace referencia a las relaciones y el equilibrio entre la sociedad y sus intereses culturales, económicos y medio ambientales en búsqueda del desarrollo. Para la agricultura, esto significa generar un modelo de producción, en el que se debe de considerar la productividad de los sistemas, las interacciones sociales, económicas y medio ambientales. En la agricultura moderna, la sustentabilidad es considerada un reto por su relevancia con el equilibrio del cuidado y conservación del medio ambiente y su contribución en la calidad y demanda de los productos agrícolas. En las últimas décadas, la mayoría de las estrategias de desarrollo económico y crecimiento han generado un rápido capital económico, financiero y humano provocando el agotamiento y degradación del medio ambiente, de recursos naturales y de ecosistemas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2015) lo que ha acrecentado diversos problemas como la

pérdida de empleos, la inseguridad socioeconómica, la pobreza, y han puesto en riesgo la estabilidad social (Arnes, 2018) de las generaciones presentes y futuras generando nuevos riesgos y desafíos que obligan a pensar y actuar diferente de todos los actores sociales y de gobierno; para enfrentar los retos actuales y asumir la Agenda 2030 que alberga a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de Naciones Unidas, que tienen como propósito logra un desarrollo de inclusión social, crecimiento económico y la protección ambiental (Gobierno de D.M, 2018; ONU México, (s.f.b)), a través de estrategias que permitan abordar una serie de necesidades sociales, como la educación, la salud, la protección social, el empleo y el medioambiente. Para lograrlo, México y las naciones se han comprometido a trabajar en la superación de los diversos desafíos a los que la población se enfrenta como consecuencia de su crecimiento, este compromiso requiere acoger de los principios de la sostenibilidad y afrontar la promoción de patrones de consumo y producción sustentables, la protección de los ecosistemas terrestres y la gestión eficiente del agua, las causas fundamentales de la pobreza y del hambre entre otros (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, (ODEPA), 2016), a través de la adopción y puesta en marcha de diferentes objetivos en los que se permita el desarrollo de la sociedad y el cuidado y conservación del planeta con estrategias de desarrollo que integren la alimentación y la agricultura (FAO, 2018), permitiendo así la contribución de la agroecología que es la respuesta que se da al concepto de respeto por la naturaleza y desarrollo que promueve la participación justa de los agricultores y rescata los conocimientos ancestrales, en los últimos tiempos amenazadas por una diversidad de factores (Valdivieso, 2017). La cual se ha fortalecido con los diversos estudios e investigaciones en los cuales se albergan el conocimiento ecológico, social y económicos local que ha permitido estudios, proyectos, avances y evaluaciones de la agricultura y sus agroecosistemas (Ruiz, 2006), abriendo el camino hacia el desarrollo rural sustentable a través de sistemas de producción agroecológica que utilizan de manera eficiente los recursos productivos, promueven la eficiencia social y cultural y desarrollan la capacidad de gestión productiva y económica, generando un sistema agrícola autosuficiente, logrando sistemas biológicamente estables, diversificados, económicamente eficaces y de bajos insumos (Loaiza et al., 2014), estas tendencias han permitido la incursión de investigadores a involucrarse con el conocimiento y las habilidades de los agricultores, y a identificar el potencial para lograr una biodiversidad que dé paso a una simbiosis benéfica que posibilite el mantenimiento o la recuperación de un estado relativamente estable (Rosset, 2001), apoyados en análisis amplios, nuevos enfoques metodológicos de investigación, conceptos y herramientas que permitan una incorporación de los diferentes contextos, con el propósito de no solo conocer cómo funcionan los sistemas productivos sino de explicar las externalidades sociales, económicas y de medio ambiente, esto a través del desarrollo de métodos prácticos para la evaluación de la sustentabilidad, que

contribuyan a conocer el avance y retroceso del desarrollo de las actividades productivas agrícolas y su relación con los recursos naturales.

Con el objetivo de aportar en la evaluación del desarrollo sustentable en la región agrícola de Sinaloa, este trabajo presenta la aplicación de indicadores para evaluar la sustentabilidad como un conjunto de requisitos agroecológicos que deben ser cumplidos por cualquier sistema agrícola, contribuyendo a la planificación, promoción, manejo y conservación de los recursos, a fin de promover el desarrollo humano sustentable que permita conocer y evaluar las razones por las cuales algunas agrícolas presentan una respuesta sustentable superior a otras (Loaiza et al., 2014).

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo en Ejido Cubiri de la Capilla localizado en Sinaloa municipio, en las coordenadas longitud 108°30'11", latitud 25°78'72" a una altitud de 70 msnm, (Giovannell, 2005.), cuenta con una extensión territorial de 366,175.44m² (INEGI, 2020).

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, no probabilístico, descriptivo, y cualitativo.

Para la determinación de la muestra utilizada para la evaluación de la sustentabilidad se eligió una unidad productiva según su tipo de agricultura (tradicional y tecnificado), considerados sistemas importantes entre los pequeños productores en la localidad de Cubiri de la Capilla de Sinaloa municipio; siguiendo algunos criterios como: ser productor agrícola, depender de la producción para sobrevivir, obtener un ingreso a través de la comercialización de los productos, contar con mano de obra familiar, disponer de la información necesaria para el estudio del caso. Una vez que se han determinado las unidades productivas posibles de estudiar de acuerdo a los criterios fijados anteriormente con la participación de la población objetivo, se realiza una selección de dos unidades considerados como muestras para el estudio.

La técnica de investigación utilizada en el presente estudio fue la encuesta con preguntas cerradas y abiertas, observación directa y la entrevista. Luego de la realización del trabajo de campo, con la aplicación de las encuestas y observaciones en cada predio, se procedió a realizar la tabulación de la información, para poder evaluar el proceso.

La evaluación de la sustentabilidad en cada uno de los sistemas se ha realizado en tres partes principales, como se describe a continuación:

La caracterización de los agroecosistemas de Cubiri de la Capilla, Sinaloa municipio: Consistió en la descripción y análisis de variables seleccionadas inherentes a la producción de la zona, con el propósito de identificar el sistema de producción existente y reconocer los problemas más importantes. Para esto, se recogió información directa de los productores, describiendo los aspectos sociales, económicos y ambientales más relevantes. Así mismo, en esta fase se realizó la revisión de literatura sobre los recursos naturales (clima, relieve, hidrología, suelos, tipo de vegetación y uso de suelo), proveniente de fuentes bibliográficas. Se integró información digital básica que se utilizó para alimentar un Sistema de Información Geográfica (SIG) del área, la cual consistió en cartografía y base de datos escalas 1:50 000 y datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1 000 000, y proyección geográfica Cónica Conforme de Lambert (CCL). La información de Metadatos está referida al Datum ITRF92 que corresponden al año 2007 (INEGI, 2013) con la información integrada en el SIG se procedió a generar la caracterización de los rasgos geográficos y de aspectos socioeconómicos del área regional, como población, educación, salud, cultura y actividades económicas y productivas de la localidad Cubiri de la Capilla.

Evaluación de sustentabilidad: Esta etapa se desarrolló en el diagnóstico, análisis y evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas utilizando indicadores, para la biodiversidad agrícola. Para diagnosticar el estado de los sistemas agrícolas fue necesaria la construcción de indicadores de sustentabilidad, los cuales permiten conocer de manera particularizada las necesidades de manejo de cada sistema. Para tal fin se hizo uso del Método MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) en base a Masera y López (2000). Para los indicadores se diseñó la siguiente escala 1, 5 y 10; siendo 1 el valor menos deseado, 5 el valor medio y 10 el valor óptimo de sostenibilidad presentado por Duran y Díaz (2008).

Análisis de la información: La información obtenida mediante las encuestas se sometió a dos tipos de análisis: descriptivo (valores promedios y porcentajes), de sustentabilidad, figuras de dispersión y amiba para observar el estado actual de los sistemas locales de producción.

En el análisis de sustentabilidad se usó la metodología propuesta por Altieri y Nicholls (2005); donde se hizo un consolidado de la información correspondiente a los subsistemas suelo, cultivo, agua, productividad y recursos; después se graficaron los valores promedios de todos los indicadores de sustentabilidad obteniendo una representación de los agroecosistemas. Se promedió el valor los indicadores de sustentabilidad que se midieron en para poder compararlos entre sí, después se presentan los resultados de los dos agroecosistemas con valores extremos en una figura amiba tomando en cuenta todos los indicadores

correspondientes para poder observar el estado actual de los indicadores en el agroecosistema, más y menos sustentable.

En la segunda fase la información se ordenó y se analizó en sus tres dimensiones: ambiental, económico y sociocultural de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Symith y Dumanski, (1995) y Astier et al., (2002)). Para cada dimensión se seleccionaron indicadores y sub indicadores, que fueran fáciles de adquirir, de explicar y que brindaran la información básica. Para comparar los agroecosistemas y realizar el análisis, los datos fueron estandarizados de 0 que representa el menor valor de sustentabilidad a 4 con el mayor valor de sustentabilidad (Sarandón y Flores (2009; Gómez y María, 2018). Una vez que los indicadores se estandarizaron se realizó una ponderación multiplicando el valor de la escala por un coeficiente en base a la importancia de cada variable y su sustentabilidad. Una vez definidas a las condiciones del área de estudio y al conocimiento de la zona por parte del investigador, se realizó un ajuste a la metodología de Sarandón et al., (2006), con respecto a la descripción de los indicadores de Gómez y María (2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización general de los agroecosistemas

En Sinaloa municipio en términos generales se cultiva una gran diversidad vegetal, misma que se presenta en los agroecosistemas estudiados, en donde se cultivan principalmente maíz y garbanzo, entre otras especies. Los resultados sobre la diversidad de especies vegetales que se cultiva en cada agroecosistema está comprendida entre dos y cuatro especies; no incluyendo las especies frutales temporales que maneja uno de los agroecosistemas estudiados.

Dimensión sociocultural

Grado de estudio del responsable del agroecosistema

El grado de estudio del productor agrícola mide la educación formal básica o superior, en este estudio ambos productores muestran un nivel de instrucción alto que contrarresta al analfabetismo. En el agroecosistema tradicional su responsable presenta un nivel de educación medio superior en técnico agrícola;

en el caso del tecnificado su propietario presenta estudios profesionales de Agronomía lo que reflejada estructuras socioculturales diferentes por tipo de modalidad de educación recibida.

Lugar de procedencia de los productores agrícolas

Para el agroecosistema tradicional su productor es nativo de la zona y es propietario de la tierra desde hace 26 años y el cual señala:

“siente amor a la tierra, porque es la herencia que me dejo mi padre”

En cambio el producto del campo agrícola tecnificado es procedente del Ejido El Maquipo que se localiza a 23 km de Sinaloa de Leyva, que es la capital de Sinaloa municipio y es propietario de la tierra desde hace 3 años, expresando:

“esta actividad productiva es lo que le apasiona y con ella busco satisfacer mis necesidades económicas y de familia”

Equidad del subsistema social

Dentro de éste atributo se evaluaron tres indicadores socioeconómicos y a través de la información obtenida de las encuestas de los dos casos se observa que en la decisión sobre las actividades productivas del agroecosistema estas son tomadas en un 100% por el hombre, por lo que se destaca que la mujer no participa en las decisiones de las actividades en ninguno de los dos sistemas agrícolas; en el sistema tradicional, la mujer participa en las actividades agrícolas y la administración de ingresos económicos en un 50% en relación con el hombre, sin embargo, su participación está limitada a menos del 50% del total de las mujeres. En el caso del agroecosistema tecnificado la mujer no figura en la participación de la toma de decisiones ni en la administración y manejo de los recursos.

Servicios básicos

Tanto el agroecosistema tradicional como el tecnificado cuentan con el servicio de energía eléctrica y agua potable en sus hogares, servicio de alcantarillado como el drenaje, no cuentan con servicio de salud en su localidad por lo que se trasladan a el poblado vecino Casas Nuevas en donde se encuentra la clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); en el caso del transporte cuentan con rutas de camiones de servicio público local que los traslada a la cabecera municipal y al municipio vecino de Guasave. En el caso de los centros de educación solo

cuentan con nivel básico de preescolar, primaria y telesecundaria; para tener acceso a la educación media superior estos se trasladan hasta la cabecera municipal o al poblado de León Fonseca ubicado en el municipio cercano de Guasave.

Organización los productores agrícolas

El agroecosistema tecnificado está vinculado a asociaciones privadas y gubernamentales de productores agrícolas que le brindan asesoría y equipamiento así como de comercialización de producto. En cambio, el agroecosistema tradicional destaca que solo está vinculado a una organización para su comercialización y venta, y que recibe asesoría privada a cerca de la fertilización y control de plagas, ambos señalan que no cuentan con ningún convenio ni apoyo en todo el proceso de cultivo ni para otras actividades.

Dimensión económica

Área de terreno que poseen

El agroecosistema tecnificado cuenta con 400 hectáreas de terreno más 50 m² para la casa habitación y un taller, y 25000 m² para huerta de mango, manzana, plátano, esto significa que cuenta con presencia de cobertura arbórea, su total de terreno es de 4025000 m². El campo agrícola tradicional cuanta con 10 hectáreas de cultivo, no cuenta con casa dentro del terreno, esta se encuentra en un predio vecino propiedad de la familia pero no del propietario.

Actividad económica principal

Los dos agroecosistemas estudiados se dedican a agricultura, principalmente a la cultivo de maíz y garbanzo como la actividad económica principal, para el caso del tradicional este realiza una actividad económica secundaria de bienes y servicios.

Producción agrícola

En el agroecosistema tradicional se produce más de 14 toneladas por hectárea, en cambio en el tecnificado el rendimiento es variado desde 11 a 13 toneladas por hectárea. El precio de venta de la producción para ambos se mantiene en un promedio de 4000 pesos por tonelada. Para el tradicional sus costos de semilla son de un máximo de 179 pesos por kilogramo; para el tecnificado este oscila entre los 185 y 201 pesos por kilogramo de semilla. En el caso del riego para ambos agroecosistemas este es de pozo y utiliza motor diésel y el costo de extracción de agua para aplicar una lámina de riego de 10 centímetros es de 1,250 pesos por hectárea. La aplicación de fertilizante en el agroecosistema tradicional se utiliza la urea y el triple ambos con un costo de 15600 pesos por ha; el productor tecnificado realiza la aplicación de amoníaco con un costo de 6000 pesos por ha. Para mano de obra el primero tiene una inversión de 20 000 pesos por hectárea que incluye gastos de fertilización, regadores y operadores, para el tecnificado este presenta gastos de 5000 pesos por hectárea.

Ingresos de los productores agrícolas/ Rentabilidad del agroecosistema

El ingreso económico es un factor predominante para satisfacer las necesidades económicas del grupo familiar, por lo que, mientras más ingresos tienen los productores, tienen mayores posibilidades de beneficiarse con los servicios básicos en su hogar, una alimentación adecuada de su grupo familiar e instalar un manejo adecuado de la agricultura en sus predios.

En referencia a los ingresos de los productores, el sistema agrícola tradicional oscila entre los 7000 pesos mensuales por temporada de cosecha de maíz, en cuanto al productor tecnificado sus ingresos van desde los 5000 a 6000 pesos mensuales por temporada para el mismo cultivo.

Dimensión ambiental

Prácticas de conservación de suelos

El agricultor tradicional conoce algunas prácticas de conservación del suelo, como la rotación de cultivos, la no labranza y cobertura de suelos, y hace mención que solo aplica la rotación de cultivos (Maíz – Garbanzo), y esto con la única intención de beneficiarse económicamente y destaca que no ha recibido ningún tipo de capacitación para la conservación y manejo del suelo por ninguna

dependencia privada ni gubernamental al contrario del agricultor tecnificado quien señala que por parte de instituciones y organismos gubernamentales y privados ha recibido capacitaciones en los temas de conservación de suelos, manejo de plagas y enfermedades, tipos de fertilización, manejo del agua, especies comerciales, manejo sustentable o sustentabilidad, manejo adecuado de agroquímicos, reforestación y derecho agrícola, y cabe destacar que aun cuando ha recibido información señala que solo realiza la rotación de cultivo (Maíz – Garbanzo) que al igual que productor tradicional lo practica por interés económico.

Recurso flora y fauna

En el caso del agricultor tradicional, este no realiza ningún tipo de conservación de las áreas boscosas nativas dentro de los predios, lo que demuestra la falta de conocimiento de los propietarios hacia los beneficios de la conservación y protección de áreas boscosas que sirven de reserva de la vegetación nativa, sombrío y ofrecen resguardo a las especies silvestres presentes en el predio. El agricultor tecnificado conserva un espacio para la plantación de árboles frutales como huerta de traspatio en al que se produce uvas, guayabas, plátanos, papayas, manzanas, peras, además está ampliando la siembra de árboles para sombra y cercas vivas.

Recurso agua

La situación de escasez hídrica que se ha presentado en los últimos años (Peinado et al., 2015) ha condicionado un cambio en la producción local hacia cultivos que demandan bajas cantidades de agua y, por consiguiente, en la planeación agrícola, lo que ha afectado la producción de maíz. Esta última es la que enmarca la cultura productiva de la región de los agricultores estudiados en esta investigación. Para estos productores, el recurso del agua para riego agrícola depende de la Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (URDERALES) que abastece por extracción de agua subterránea a través de pozos de bombeo, a lo que los productores señalan que esta es insuficiente para su actividad y que la calidad del agua es mala ya que en ellas se encuentra la presencia de flora y fauna abundante. La preocupación de los agricultores por la calidad de agua ha orillado a estos buscar nuevas maneras para conservar las fuentes de agua y por lo tanto que aporten calidad al mismo, por lo que una de sus alternativas es la de promover la siembra de árboles para sombra.

Calculo el nivel de sustentabilidad de los indicadores sociocultural, económico y ambiental

Descripción y ponderación de los indicadores elegidos

Una vez seleccionados los indicadores, se describieron y ponderaron en las 3 dimensiones analizadas (económica, sociocultural y ambiental). Donde, el criterio de análisis para cada indicador, se valoró de acuerdo a lo establecido por Sarandón y Flores (2009), que fue de 0 a 4, siendo 0 la categoría menos sustentable y 4 la más sustentable. No todos los indicadores tuvieron el mismo valor o peso para la sustentabilidad.

Evaluación de los indicadores de sustentabilidad

Evaluación de los indicadores de sustentabilidad social (IS)

Los indicadores de sustentabilidad social del sistema agrícola tradicional alcanzaron un indicador de sustentabilidad (IS) de 2.0, lo que es considerado medianamente sustentable. Estos resultados se explican por diversos factores como una menor igualdad social y participación en la toma de decisiones y administración de los recursos y bienes.

El conocimiento y conciencia ecológica ancestral alcanzó el valor más alto de todos los indicadores (de 2), lo que se debería a que el agricultor es nativo del lugar y su tenencia de tierra es heredada. En cuanto a la equidad social se ve algo diferente debido a que no hay una buena relación con otros miembros de la familia, el nivel de participación en las organizaciones de su ámbito son bajas y hay actitud de liderazgo dentro de ellos mismos. La diferencia más grande se produjo en el indicador integración social de la dimensión sociocultural (de 1), porque, entre los miembros de la familia no existe un consenso en base a los bienes obtenidos de la producción, aun cuando la mujer participa en la decisión de las actividades productivas esta no decide que producir, cuando producir, ni cuanto producir, solo es considerada una mano de obra para el sistema, aun cuando administra los ingresos económicos para el hogar, esta administración no se aplica para el sistema productivo. Se observa que el propietario agrícola tradicional tiene una visión parcializada del conocimiento y conciencia del cuidado y manejo de los recursos naturales, esto se le acredita a que es una propiedad heredada y que del mismo modo se le heredo el conocimiento y amor a la tierra ya que es su lugar de origen y en el que ha vivido, desarrollado y ha

logrado la satisfacción de sus necesidades básicas, sociales y económicas por lo que cuida en base a sus creencia y costumbres los recursos que lo rodean.

Los indicadores de sustentabilidad social del sistema agrícola tecnificado alcanzaron un indicador de sustentabilidad (IS) de 0.4, lo que es considerado insostenible. Estos resultados explican que no existe una integración familiar y participación en la toma de decisiones y administración de los recursos y bienes dentro del sistema agrícola, es decir, las decisiones son tomadas estrictamente por el propietario y jefe de familia, en este agroecosistema tecnificado la familia no es una parte medular para el funcionamiento, desarrollo y producción del sistema.

Evaluación de los indicadores de sustentabilidad económica (IE)

Los indicadores de sustentabilidad económica del agroecosistema agrícola tradicional alcanzaron un indicador de sustentabilidad (IE) de 1.75, por lo tanto es considerado como indicadores potencialmente insostenible. Estos resultados se explican por diversos factores, tales como: una mayor productividad en ton/ha que venden los productores agrícolas ya que permiten un mayor ingreso neto mensual. La diversidad si bien es muy diferente en el sistema ya que no tienen otros productos más para comercializar es por ello que dependen de la gran mayoría de insumos externos; como semillas, plántulas, agroquímicos, contratación de mano de obra, entre otros.

El resultado muestra que, tiene que mejorar en la diversidad para la venta, ya que solo tienen un solo producto para comercializar, solo se dedica a la producción de maíz en forma de mono cultivo y no a otras actividades donde puedan percibir otros ingresos económicos, lo que hace que solo comercialicen lo que cosechan. Y esto conduce a que los pobladores dependan de la gran mayoría de productos externos para solventar sus necesidades básicas diarias. Este tipo de productores locales de tipo tradicional y con pequeña superficie de producción en la mayoría de los casos no tiene los recursos suficientes para adquirir maquinaria para la producción, del mismo modo, tiene que contratar mano de obra directa e indirecta al igual que como no produce su propia semilla ni realiza la fertilización biológica este tiene que adquirir la mayoría de sus insumos de manera externa ya sea a comercializadoras, asociaciones o personas físicas.

Para el agroecosistema tecnificado, alcanzó un indicador de sustentabilidad (IE) de 3, por lo tanto es considerado como indicadores potencialmente sostenible.

Al igual que el sistema tradicional no tienen otros productos más para comercializar y sus canales de comercialización son limitados y dependen de la

gran mayoría de insumos externos; como semillas, plántulas, agroquímicos, contratación de mano de obra, entre otros.

Para el caso del agroecosistema tecnificado muestra que a mayor capacidad de superficie de producción su dependencia de insumos es prácticamente cubierta por el mismo agroecosistema ya que su mano de obra no la adquiere de fuentes externas, y tiene la capacidad económica de producción de su propia semilla y al igual que el sistema tradicional requiere realizar la diversificación para la venta ya que no desarrolla otra actividad productiva a parte de la agricultura y sus vías de comercialización se limitan a una sola área de venta.

Evaluación de los indicadores de sustentabilidad ambiental (IA)

El agroecosistema tradicional alcanzó un indicador de sustentabilidad ambiental (IA) de 2.75, considerado como un sistema medianamente sostenible. Estos resultados se deben a que si bien la mayoría de componentes de la conservación de la vida del suelo, riesgo de erosión y protección y conservación de fuentes de agua alcanzaron valores cercanos o superiores a 2. Este mantiene un riesgo de erosión medio, pero puede ser mitigado con la adopción de prácticas de conservación de suelos así como mediante el incremento de cobertura de suelos. Se muestra que los productores tienen gran interés en la protección del recurso hídrico ya que éste lo utiliza como la fuente primordial, por lo que realizan limpieza y protección de las estructuras y áreas cercanas a las fuentes de agua debido a que presenta presencia de residuos de flora y fauna por lo que ponen un alto interés para conservar el recurso hídrico y por lo tanto aportan calidad al mismo, sin embargo aún falta implementar un sistema sustentable de actividades de plantación de arbórea para favorecer la flora y fauna endémica de la zona.

Los indicadores de sustentabilidad ambiental del sistema tecnificado alcanzaron un indicador de sustentabilidad (IA) de 3.0, donde es considerado como un sistema potencialmente sostenible. Estos resultados se deben a que se realiza la práctica de conservación de suelo a través de la rotación de cultivos y una buena protección y conservación de las fuentes de agua.

El nivel de erosión es relativamente bajo, y al igual que en el agroecosistema tradicional este puede ser mitigado con mejora de las prácticas de conservación de suelos que practican aunado al incremento de cobertura de suelos. Se puede percibir mediante el comparativo de los dos agroecosistemas que los productores de la zona tienen gran interés en la protección del recurso hídrico este se debe a que es una la fuente de insumo principal, realizando prácticas de limpieza y protección de las estructuras y áreas cercanas a de las fuentes de agua y unidades de riego y se ven motivados en conservar el recurso hídrico ya que tienen

problemas de residuos de flora y fauna y por lo tanto requieren una mejor calidad al mismo para obtener un máximo de rendimiento de utilización.

Sustentabilidad general de los agroecosistemas agrícolas

Los indicadores de sustentabilidad de los agroecosistemas agrícolas de Cubiri de la Capilla en Sinaloa municipio, permite tener un indicador ambiental (IA) de 2.9 cercana a potencialmente sustentable; en lo que se refiere al indicador económico (IE) su valor (2.4) oscila en una sustentabilidad media, y en cuanto al indicador sociocultural (ISC) este es relativamente bajo con un valor promedio de 1.2 lo que señala es un sistema potencialmente insustentable.

Es importante destacar que para ser considerado sustentable los sistemas deben haber obtenido valores mayores a 2 en todos los indicadores.

Los indicadores de la dimensión ambiental y económica resultaron ser más sustentables que los indicadores de la dimensión sociocultural. Sin embargo, en general para el agroecosistema tradicional ha aplicado prácticas que tienden hacia la sustentabilidad en el sistema de producción, pero esta puede estar en riesgo por el alto costo de la mano de obra debido a la demanda de trabajadores, insumos y equipo y herramientas.

Los ingresos económicos son un factor importante para el desarrollo sustentable dentro de un sistema agrícola, sin embargo en ésta investigación se encontró que un factor que influye considerablemente con el óptimo desarrollo de un sistema agrícola tradicional es la obtención de insumos y gastos de mano de obra, aun cuando el productor adquiere suficiente rendimiento económico este no es necesariamente suficiente para que subsane estos gastos, es decir, aunque su rendimiento ton/ha sea mayor que un sistema tecnificado este tiene que satisfacer los costos de mano de obra, maquinaria y equipo, lo que no le permite mejorar su calidad de vida, sus servicios básicos, ya que tiene que comprar insumos y pago de mano de obra, limitando, a mejorar su productividad a través de la compra de semilla con mejores características genéticas. Es preciso mencionar que con la conservación y protección de cobertura vegetal y de las fuentes de agua se tienen beneficios económicos como mejora en los indicadores de calidad del suelo y que esto repercute en el rendimiento, incremento en la producción e ingresos económicos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio permitió demostrar que el nivel de conocimiento y conciencia agrícola ancestral de los agricultores resulta ser una herramienta útil para la toma de decisiones en el manejo de los sistemas de producción.

El presente estudio encontró debilidades que siendo atendidas permitirían un mejor nivel de sustentabilidad de los agroecosistemas.

En términos económicos, el sistema tradicional tiene un ingreso mensual más alto que el sistema tecnificado porque tiene un mayor rendimiento de producción por tonelada / ha.

La sustentabilidad económica tradicional es menor que la de la tecnificada debido a los costos laborales de mano de obra y a la adquisición de insumos de externos.

Los dos agroecosistemas, presentan el indicador de diversificación de cultivos para la venta como un indicador de sustentabilidad económico débil, a lo que tienen que mejorar específicamente en la diversidad para la venta, ya que solo tienen un solo producto para comercializar, solo se dedica a la producción de maíz en forma de mono cultivo y no a otras actividades donde puedan percibir otros ingresos económicos, lo que hace que solo comercialicen lo que cosechan y lo que en un futuro se puede proyectar en una sustentabilidad económica fuerte.

En la dimensión sociocultural se muestra que el sistema tecnificado no presenta una integración social y participación la toma de decisiones y administración de los recursos y bienes por parte de su unidad familiar principalmente de la participación de las mujeres.

Se considera que la dimensión social es prioritaria en el desarrollo de alternativas de sustentabilidad como la innovación de sistemas de producción basados en los conocimientos y conciencia del cuidado y manejo de los recursos naturales.

Los productores de los dos agroecosistema estudiados presentan valores potenciales de sustentabilidad para la protección y conservación de fuentes de agua en la dimensión ambiental, ya que los productores participan activamente en la protección del recurso hídrico ya que éste lo utiliza como la fuente primordial, por lo que realizan limpieza y protección de las estructuras y áreas cercanas de las fuentes de agua debido a que presenta presencia de residuos de flora y fauna por lo que ponen un alto interés para conservar el recurso hídrico y por lo tanto aportan calidad al mismo.

La evaluación integral del indicador de la conservación de la vida del suelo es un factor potencial de sustentabilidad en los dos agroecosistemas, ambos

muestran interés por la protección y conservación de las fuentes de agua e implementan prácticas de rotación de cultivos.

Los indicadores de la dimensión ambiental y económica resultaron ser más sustentables que los indicadores de la dimensión sociocultural para ambos agroecosistemas.

Para medir la sustentabilidad de los sistemas de producción, se debe construir un indicador específico, que esté compuesto por otros indicadores simples, que se puedan medir en el campo, que satisfagan las expectativas de los investigadores productores y público en general, y que abarquen las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, ambiental y económica).

Los indicadores de sustentabilidad deben ser utilizados con mucha precisión al momento de darles una valoración; porque de ello depende para medir el grado de sustentabilidad en un sistema agrícola.

Los indicadores utilizados en este estudio permitieron confrontar su validez y adaptabilidad, simplicidad, confiabilidad y que pueden ser replicables en condiciones similares, por lo que se recomienda su aplicación en estudios semejantes.

Es claro que esta nueva herramienta es una propuesta y como tal, permitirá los ajustes necesarios para futuras aplicaciones a otros sistemas de producción. No constituye un trabajo completamente terminado.

Se recomienda utilizar la metodología propuesta por Sarandón y Flores (2009), utilizada en el presente trabajo, ya que consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas, tratando que sea sencilla, de bajo costo y que permita evaluar aquellos aspectos que comprometen al logro de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

Este estudio pretende servir de apoyo a los sistemas gubernamentales de revisión para la integración de las evaluaciones de desarrollo sostenible a largo plazo en base a los ODS de la Agenda 2030 de las tres dimensiones del desarrollo sostenible con respecto a las bases y fundamentos que ahí se compendian.

Como consecuencia de la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) generada por el virus COVID-19, que ha afectado enormemente a los sistemas sanitarios mundiales ha generado el de crecimiento, desempleo, deficiencias en el sistema de salud y un gran retroceso aún son ignorados. Para esto, es elemental la participación de los Gobiernos, que deberán tomar las acciones necesarias para, disminuir los daños a esta problemática social y de salud pública así como de la economía, lograr esto representara un desafío considerable ya que requiere el y suscitar el bienestar de la población y asegurar un desarrollo integral de las personas, además de la participación gubernamental

el sector agrícola es un actor clave para el cumplimiento de los ODS, ya que las acciones que deriven de la aplicación correcta de políticas en la educación, la seguridad alimentaria, lo que ha provocado un incremento de la pobreza y el hambre. A lo que la población mundial tendrá el enorme desafío de recuperarse de esta crisis social, económica y medio ambiental cuyos daños finales y su prolongación y prácticas económicas, sociales y ambientales en las actividades agrícolas en la región, contribuirán abiertamente en la adaptación e incorporación de las cadenas productivas la visión de la Agenda 2030 y para esto será necesario contar con información, esfuerzos y acciones individuales, públicas y privadas que participen de manera activa y contribuyan aun en estos tiempos de pandemia el cumplimiento de los ODS con una propuesta de cambio de paradigma que fortalezcan la nueva normalidad que comparta acciones, políticas y avances en favor de una sociedad, economía y medioambiente sustentable.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M. y Nicholls, C. 2005. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema café.
- Arnés, M. A. E. (2018). Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos. Recuperado de: https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/imagenes/abook_file/MESMIS.pdf.
- Astier Calderón, Marta, y Maass Moreno, Manuel, y Etchevers Barra, Jorge (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5) ,605-620. [Fecha de Consulta 25 de Junio de 2020]. ISSN: 1405-3195. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30236511>.
- Duran y Díaz, (2008). Diagnostico agroecológico del estado actual de la sostenibilidad en los sistemas locales de producción agraria en diez localidades del municipio de Darío-Matagalpa, 2006, (trabajo de diplomado). Universidad Nacional Agraria, Facultad de agronomía, Departamento de producción vegetal, Managua, Nicaragua.
- FAO. 2018. Transforming Food and Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers. Technical Reference Document. Rome. 132 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Giovanelli, C. M. N.-. (2005.). Cubiri de la Capilla. Nuestro México. Recuperado 26 de junio de 2020, de <http://www.nuestro-mexico.com/Sinaloa/Sinaloa/Cubiri-de-la-Capilla/>.

- GOBIERNO, D. M. (2018). Informe Nacional Voluntario para el Foro Político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible. Recuperado de: http://www.agenda2030.mx/docs/doctos/InfNalVol_FPAN_DS_2018_e_s.pdf.
- Gómez, C., y María, A. (2018). Evaluación de los indicadores de sustentabilidad de las fincas ganaderas en el Distrito de Molinopampa, Provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas, 2017.
- INEGI. (2013). Mapa Digital de México. Temperatura media anual. Recuperado de <https://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jI2LjA5MzE3LGxvbjotMTExLjM1NDk4LHo6MixsOnRjMTExc2VydmljaW9zfGM0MTc=>.
- INEGI. (2020). Espacio y datos de México. Recuperado 17 de Octubre de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=250170691>
- Loaiza Cerón, W., Carvajal Escobar, Y., y Ávila Díaz, Á. J. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca centella (Dagua, Colombia). Recuperado 12 de junio de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939663004.pdf>
- Masera, O., Astier, M., y López-Ridaura, S. (2000). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2016, Diciembre). Protocolo de agricultura sustentable. Recuperado 11 de junio de 2020, de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/3-Protocolo-Agricultura-Sustentable.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas Para la alimentación y la Agricultura. (2015). Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenible. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>.
- ONU México. (s.f.b). Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU México. Recuperado de: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>.
- Rosset, P. (2001). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. Recuperado 12 de junio de 2020, de <https://doctoradoagroecoudea.files.wordpress.com/2013/03/sustinsumos.pdf>.
- Peinado Guevara, Víctor Manuel, Peinado Guevara, Héctor José, Campista León, Samuel, y Delgado Rodríguez, Omar. (2015). Análisis de la producción

agrícola y gestión del agua en módulos de riego del distrito 063 de Sinaloa, México. *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 23(46), 114-136. Recuperado en 23 de marzo de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572015000200005&lng=es&tlng=es.

Ruiz Rosado, O. (2006, Febrero). Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. Recuperado 12 de junio de 2020, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000200011.

Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28.

Sarandón, S. J., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Janjetic, L., y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19-28.

Symith, A. J y Dumanski, J (1995). A framework for evaluating sustainable land management. *Can Journal Soil Sci* 75:401-406.

Valdivieso Torres, G. F. (2017). Recuperación de Saberes y prácticas ancestrales de producción agrícola para la sostenibilidad integral de la comunidad Pichig, Cantón Loja, provincia de Loja. Recuperado 12 de junio de 2020, de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14205>.