

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE INDICADORES PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA ZONA DEL VALLE DEL MUNICIPIO DE SINALOA

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF INDICATORS TO ASSESS ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEMS IN THE VALLEY AREA OF THE MUNICIPALITY OF SINALOA

Dulcelina **Cota-Montes**¹; Fernando **Valenzuela-Losoya**² y Paúl
Adaíd **García-López**³

Resumen

La agricultura, ha adoptado prácticas para afrontar los desafíos de suministro y los impactos del crecimiento de la producción agrícola, de los que se genera la degradación de recursos naturales, las repercusiones a través del cambio climático y las pérdidas del conocimiento de las prácticas de conservación para la producción, por lo que ha sido fundamental promover una agricultura sostenible tal como lo marca la agenda 2030 en sus Objetivos de Desarrollo Sostenible para asegurar una resiliente producción alimenticia basada en las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad. El objetivo del estudio fue

identificar y caracterizar los indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental en parte del valle de la zona agrícola del municipio de Sinaloa. Se trabajaron los indicadores que incluyen el control de plagas, enfermedades y malezas, diversidad agrícola y biodiversidad, manejo de agua y calidad y salud del suelo, los subindicadores fueron estandarizados según su importancia respecto a la sustentabilidad. Los agroecosistemas tradicionales del municipio de Sinaloa presentan un aprovechamiento en las prácticas agrícolas según los valores del indicador de sustentabilidad ambiental, en la zona se han implementado prácticas agrícolas sostenibles y rentables, tales como: control de malezas

¹ ORCID: 0000-0001-9199-9056

² ORCID: 0009-0003-5717-1695

³ ORCID: 0000-0002-7382-9472

manual y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, establecimientos diversificados, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural, fuentes propias de semillas y conservación de suelos. La aplicación de estos indicadores facilita el monitoreo de las prácticas agrícolas de conservación que se realizan en el área de estudio en la dimensión ambiental lo que permitirá contribuir al manejo y producción sustentable de los sistemas agrícolas. Los indicadores caracterizados en este estudio servirán de base para conocer la sustentabilidad a largo plazo e identificar las áreas de oportunidad, su fortaleza y debilidades y podrán contribuir a la mejora de los aspectos económicos y sociales de un sistema de producción.

Palabras clave: sustentabilidad, ambiente, indicadores.

Abstract

Agriculture has adopted practices to face the challenges of supply and the impacts of the growth of agricultural production, which generates the degradation of natural resources, the repercussions through climate change and the loss of knowledge of conservation practices. for production, so it has been essential to promote sustainable agriculture as set out in the 2030 agenda in its Sustainable Development Goals to ensure resilient food production based on the environmental, social and economic dimensions of sustainability. The objective of the study was to identify and characterize the

indicators to evaluate environmental sustainability in part of the valley of the agricultural zone of the municipality of Sinaloa. The indicators that include the control of pests, diseases and weeds, agricultural diversity and biodiversity, water management and quality and health of the soil were worked on, the sub-indicators were standardized according to their importance with respect to sustainability. The traditional agroecosystems of the municipality of Sinaloa present a use in agricultural practices according to the values of the environmental sustainability indicator, sustainable and profitable agricultural practices have been implemented in the area, such as: manual weed control and organic or organic manufacturing fertilizers industrial, diversified establishments, with crop associations and natural vegetation, own sources of seeds and soil conservation. The application of these indicators facilitates the monitoring of agricultural conservation practices that are carried out in the study area in the environmental dimension, which will allow contributing to the management and sustainable production of agricultural systems. The indicators characterized in this study will serve as a basis for knowing long-term sustainability and identifying areas of opportunity, their strengths and weaknesses, and may contribute to improving the economic and social aspects of a production system.

Keywords: sustainability, environment, indicators.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los agroecosistemas han sufrido vertiginosas alteraciones y transformaciones causadas por las acciones del hombre en su afán de cubrir las necesidades propias de su desarrollo, lo que ha generado cambios económicos, sociales y ambientales afectando a los diferentes actores de las comunidades, localidades, municipios, estados y regiones en donde se practique la agricultura como actividad económica, como provisorora y consumidora de servicios

ambientales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2011). Los agotamientos que sufren los agroecosistemas se han generado en la búsqueda de un mayor rendimiento de la tierra, a través, de la aplicación de la tecnología, uso intensivo de labranza, malas prácticas de fertilización y el uso indiscriminado de agroquímicos y modificación genética de cultivos (Ceccon, 2009; Fonseca, 2021; Carreño & Baquero, 2018). Estas modificaciones están iniciando a perturbar a la sociedad actual e iniciando impactos económicos, sociales y medioambientales irreversibles (Bermejo, 2014; Brundtland & Mansour, 2010) afectando a los procesos de producción y resguardo de la biodiversidad que suceden en los agroecosistemas, por lo que ha surgido la necesidad de crear un modelo de sustentabilidad, de tal manera que se caractericen, identifiquen, analicen y evalúen los factores económicos, sociales y ambientales. En la actualidad el concepto de sustentabilidad hace referencia a las relaciones y el equilibrio entre los ámbitos sociales, económicos y medioambientales para lograr el desarrollo y productividad de estos (Ávila 2018). La agricultura moderna se está enfrentado a un gran desafío para encontrar el equilibrio entre el manejo y conservación del medio ambiente en su afán por satisfacer la demanda de los productos agrícolas aplicando estrategias para generar un rápido desarrollo económico y financiero lo que esta provocado 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 rápidamente ha provocado un desequilibrio económico, pobreza, y pérdida de estabilidad social (Arnés, 2011); para afrontar estos desafíos la agricultura tiene que pasar una transición a una agricultura sustentable con el propósito de salvaguardar la inclusión social, el crecimiento económico y la protección al medio ambiente siendo la Agenda 2030 un paso fundamental para lograr una agricultura productiva y sostenible (Gobierno de D.M, 2018; ONU México. (s.f.b)). Para lograrlo las sociedades involucradas se han comprometido en trabajar en la superación de estos desafíos a los que se enfrenta la población como resultado de su desarrollo, y afrontar las acciones del consumo y producción sustentables, la protección de los ecosistemas terrestres y la gestión eficiente del agua, así como la pobreza y el hambre (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, (ODEPA, 2016)) mediante objetivos en los que se permita el desarrollo de la sociedad, el cuidado y conservación de la tierra, por medio de prácticas que integren la alimentación y la agricultura (FAO, 2018). A esto, diversos países desarrollados han implementado y puesto en marcha modelos de producción y de desarrollo económico basados en la protección del medio ambiente, dichos modelos han tratado de replicarse en países en desarrollo como México, sin embargo, al ser un país con otras características y necesidades, tales modelos no han solucionado los problemas de producción y consumo, y han afectado sus recursos naturales, el desarrollo económico y social que ha trascendido desde lo local a global (Brundtland citado en WCED, 1987; Márquez, 2022; Silva &

Ramírez, 2016). Esto sugiere un cambio de pensamiento que lleve a crear nuevas estructuras, toma de decisiones y una nueva visión filosófica hacia una agricultura capaz de satisfacer las necesidades crecientes y cambiantes de la sociedad y al mismo tiempo el de conservar y restaurar, los recursos naturales y los agroecosistemas deteriorados. Estos propósitos pueden lograrse iniciando una aproximación al desarrollo sustentable en el sector agrícola, basados en técnicas que no afecten irremediablemente a los recursos naturales y ecosistemas, a lo que es necesario integrar los aspectos sociales, económicos y ambientales (Silva & Ramírez, 2016) para que estos contribuyan a conocer el avance y retroceso del desarrollo de las actividades productivas agrícolas y su relación con los recursos naturales, permitiendo la participación de investigadores, con el conocimiento de los productores agrícolas para identificar las bases y herramientas que permitan lograr una agricultura sostenible que facilite su mantenimiento y su recuperación (Rosset, 2001), apoyados en análisis, enfoques metodológicos de investigación y conceptos; basados en estas premisas, algunos autores como Holt (2008) menciona que la agricultura es sustentable cuando las estrategias de comercialización de un país permitan la seguridad alimentaria; para Zamilpa (2016) los productos sustentables presentan un valor agregado que los convencionales (como se citó en Valarezo et al. 2020); para Sarandón & Flores (2014, citado en Fonseca, 2021), para lograr ser sustentable se debe cumplir con una agricultura que conserve los recursos naturales sin dejar a un lado la productividad y el crecimiento económico, social y cultural de una región, a esto, es necesario trabajar en la construcción y desarrollo de indicadores que permitan conocer, evaluar y comparar la realidad pasada, presente y futura de los sistemas de producción agrícola (Matera, Astier & López, 1999; Matora & López, 2000).

Con el objetivo de aportar en la evaluación del desarrollo sustentable en la región agrícola de Sinaloa, siendo este estado un referente importante en las actividades primarias (Asociación de Agricultores del Río Culiacán (AARC), 2018), el centro-norte del estado de Sinaloa es la región que concentra la mayor superficie de siembra. Los municipios de Culiacán, Ahome, Guasave y Sinaloa son los que más aportan tierras de cultivo, debido a sus condiciones de suelo y agua, además de la infraestructura hidroagrícola y a pesar de que son municipios de gran importancia para la producción e importación de sus productos agrícolas (Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa (CODESIN), 2018), el campo sinaloense, hoy en día, presentan bajos valores en sus indicadores de producción, como, el bajo crecimiento de la productividad, de la competitividad y la rentabilidad, acompañados de un escaso o nulo desarrollo sustentable aun cuando la conservación de los recursos naturales es prioridad para algunos de estos, esta solo se enfoca en atender la problemática ambiental del crecimiento poblacional, y, no de la conservación de los recursos naturales (H. Ayuntamiento del municipio de Sinaloa , 2021). A esto, el municipio de Sinaloa, en sus objetivos

de gobierno, hace referencia a que es necesario renovar las practicas productivas agrícolas y pecuarias mediante estrategias basadas en la innovación y el desarrollo sustentable, a través, de estrategias y acciones que coadyuben en la generación y construcción de represas que den solución al desabasto de agua, mejoramiento de la red hidráulica y sistemas de riego y el apoyo en programas al campo para la comercialización de sus productos, impulsar programas de asesoría técnica por parte de universidades e instituciones para los productores agrícolas . El municipio de Sinaloa es importante en la producción agrícola, e importante por su aportación económica y también por su impacto ambiental, a lo que es necesario que se tomen las medidas adecuadas para que exista sustentabilidad en los agroecosistemas, para dar un uso racional, oportuno y sostenible de los recursos naturales, y socioeconómicos del municipio, a lo que es necesario, conocer y analizar sus limitaciones y potencialidades, para dar una evaluación de la sustentabilidad, mediante el uso de indicadores, y finalmente aportar en datos que contribuyan en la formulación de un modelo de sistema agrícola sustentable, con el soporte de una base de datos estructurada y actualizada, que permita consultar y visualizar diferentes escenarios y contribuya a la toma de decisiones de los productores en el rediseño de su modelo de producción para el campo, que permitan impulsar nuevas estrategias que renueven el campo y el sector agrícola del municipio y del estado con base en el desarrollo sustentable (Gobierno del Estado de Sinaloa, 2017). El objetivo de este trabajo fue identificar y caracterizar de indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental en sistemas de producción agrícola en la zona del valle del municipio de Sinaloa en las localidades de Cubiri de la máquina, Casas nuevas y Cubiri de la capilla.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El municipio de Sinaloa se encuentra ubicado en las coordenadas 107°33'18" y 108°41'20" de Longitud Oeste, entre los paralelos 25°36'25" y 26°28'44" de Latitud Norte y cubre un área de 6,186 km², que representa el 10.6% del total del estado y el 0.31% del país (INEGI, 2013) colinda al Norte con el estado de Chihuahua y los municipios de El Fuerte y Choix; al Este limita con el estado de Chihuahua y el municipio de Badiraguato; al Sur con los municipios de Guasave, Salvador Alvarado y Mocorito y al Oeste con los municipios de El Fuerte y Guasave (INEGI, 2022); se localiza, en la Región Hidrológica Administrativa III Pacifico Norte, que alberga la Región Hidrológica 10 Sinaloa y Región Hidrológica 11 Presido-San Pedro (CONAGUA, 2012).

Los climas predominantes en la región son templados subhúmedo y cálido subhúmedo. La temperatura media anual en la región oscila entre los 10 y los

26°C. En la porción norte de la región se presentan temperaturas cálidas y secas, en las partes serranas pueden presentarse temperaturas bajo cero en ciertas épocas del año (INEGI, 2013). Los principales suelos que cubren a el municipio de Sinaloa son el Leptosol (33.37%), Regosol (27.95%), Vertisol (14.83%), Phaeozem (13.39%), el resto está cubierto por Luvisol, Cambisol, Fluvisol, Durisol, Umbrisol y Kastañozem (INEGI, 2010). El uso de suelo y vegetación es predominantemente selva baja caducifolia, agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual (INEGI, 2022a).

Las actividades de mayor importancia para la región del municipio de Sinaloa es la actividad agrícola, con una superficie de riego de 72,000 hectáreas, en las que se siembran maíz, frijol, sorgo, hortalizas y garbanzo cada año; por su parte la agricultura de temporal se basa en los cultivos de ajonjolí, cacahuete, sorgo, garbanzo y cártamo, cuya superficie sembrada han disminuido en los últimos años (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP, 2018).

La identificación y caracterización de los indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas se ubicó en la región del valle del municipio de Sinaloa en donde se compararon los indicadores de sustentabilidad ambiental en los sistemas de agricultura tradicional con la convencional se realizó en tres las localidades pertenecientes a la región del municipio de Sinaloa ubicadas en el valle del margen izquierdo del río Sinaloa Cubiri de la máquina, Casas nuevas, y Cubiri de la capilla.

El objetivo principal de esta investigación es la identificación y caracterización de indicadores que puedan evaluar de la sustentabilidad ambiental de un sistema agrícola tradicional o convencional. Para la identificación y caracterización de indicadores se utilizó como base una metodología propuesta por Sarandón (2002) y para identificar si los indicadores se adaptan a los sistemas agrícolas tradicional y convencional se utilizó la metodología de estudio de caso múltiple. A partir del concepto de sustentabilidad se establecieron escenarios basados en referencias bibliográficas para identificar las variables medibles a través de indicadores para la dimensión de sustentabilidad ambiental y que estos fueran representativos, comparables entre los dos tipos de producción agrícola, que fueran fáciles de obtener y de interpretar por los productores y campesinos.

Los indicadores seleccionados se aplicaron a casos concretos de productores (Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & Arnés, E., 2014) que realizan agricultura tradicional y convencional en tres las localidades pertenecientes a la región del municipio de Sinaloa ubicadas en el valle del margen izquierdo del río Sinaloa (Cubiri de la máquina, Casas nuevas, y Cubiri de la capilla), estas localidades se encuentran en espacios cercanos y de forma intercalada se pueden encontrar los tipos de sistemas de producción tradicional y convencional (Sánchez et al. 2014) considerados sistemas importantes entre los

pequeños productores de los ejidos y localidades del municipio de Sinaloa; se encuestaron y entrevistaron dos productores de cada localidad que tuvieran entre 1 y 100 ha y que fueran productores que realizan agricultura tradicional o convencional, se tomaron en consideración criterios que su principal fuente de ingreso es la actividad agrícola, que dependan de la producción para vivir, que tenga un ingreso de la comercialización de los productos, que cuenten con la participación de la familia y que dispongan de la información necesaria para el estudio y se encuentren en la región agrícola. La investigación utilizada es exploratoria, inductiva mediante la técnica de investigación de encuesta con preguntas cerradas y abiertas, y se aplicaron técnicas de observación directa, no estructurada en campo, para visualizar en forma organizada el escenario de estudio. También se aplicaron entrevistas, no estructuradas, para lo que se contó con los agricultores líderes de la zona, los cuales acompañaron en los recorridos donde se aplicaron las encuestas. Las entrevistas abarcaron los aspectos ligados a las prácticas ambientales de los sistemas para identificar los indicadores. Seguido del trabajo de campo con la aplicación de las encuestas y observaciones en cada predio, se procedió a evaluar el proceso. Las visitas de campo se realizaron en base a la ubicación del sistema agrícola que accedieron a participar, una vez realizado el trabajo de campo, con la aplicación de las encuestas, entrevistas y observación directa se procedió a realizar a la tabulación de la información en el software de procesamiento de datos Excel. La evaluación de la sustentabilidad en cada uno de los sistemas se realizó en las siguientes partes:

1. *Selección de atributos de sustentabilidad*: En este paso se identificaron los siete atributos de sustentabilidad: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión según Astier et al., (2008) y Maserá et al. (1999).
2. *Selección y construcción de indicadores*: La selección y construcción de los indicadores se realizó en base al marco conceptual y metodología de Sarandón (2002) y Sarandón & Flores (2009), siguiendo los criterios de Smyth & Dumansky (1995) y Astier et al. (2008). Como resultado de las entrevistas con los productores, se generó una lista de posibles indicadores a evaluar, seleccionando los estratégicos en base en una aplicación sencilla, fácil de medir, dispuestos a los cambios y de corto alcance (Torquebiau, 1989; Bakkes et al., 1994; Dumanski, 1994 y Herzog, 2011).
3. *Descripción, estandarización y ponderación de los subindicadores*: La ponderación de los indicadores se realizó en base a los atributos, el fácil alcance y medición de la información considerando las áreas de medio ambiente. Siguiendo la metodología de Sarandón et al. (2006), que permite realizar la comparación y análisis de la sustentabilidad y sus dimensiones a través de la estandarización de los datos mediante una escala de 0 a 4 para cada indicador, el valor de 4 representa el mayor

valor de sustentabilidad y 0 el valor menor. Se siguió la metodología de Valdivia et al. (2020), y Sarandón & Flores (2014) después de estandarizados los indicadores se ponderan multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de importancia relativa de cada variable con respecto a la sustentabilidad.

En base a las referencias, a la metodología y la técnica de investigación para la construcción de indicadores adecuados para los objetivos planteados en este trabajo se obtuvo una serie de indicadores que se estandarizaron y ponderaron en base la dimensión de la sustentabilidad ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensión Ambiental: Se evaluó a través de 4 indicadores

A. *Control de plagas, enfermedades y malezas:* Para construir este indicador se tuvieron en cuenta 5 subindicadores:

A1-Tipo de control de plaga y enfermedades. (4) natural, (3) biológico, (2) químico, (1) más de uno, (0) ninguno.

A2-Presencia de plagas. (4) ausencia de plaga, (3) muy poca presencia de plaga, (2) poca presencia de plaga, (1) fuerte presencia de plaga y (0) extrema presencia de plaga.

A3-Enfermedades. (4) ausencia de enfermedades, (3) muy poca presencia de plaga, (2) poca presencia de plaga, (1) fuerte presencia de plaga, (0) extrema presencia de plaga.

A4-Origen de los fertilizantes, métodos de control de malezas. (4) control de malezas manual y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industria, (3) control de malezas mecánico y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, (2) control de malezas manual y fertilizantes químicos o control de malezas químico y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, (1) control de malezas químico o mecánico y fertilizantes químicos, (0) sin control de maleza.

A5-Criterios para aplicar productos químicos. (4) solo cuando es necesario, (3) monitoreo, (2) dependiendo del clima y estación, (1) por cultura, (0) recomendación.

B. *Diversidad agrícola y biodiversidad:* Se tuvieron en cuenta 7 subindicadores:

B1-Presencia de malezas o arvenses. (4) ausencia de plaga, (3) muy poca presencia de plaga, (2) poca presencia de plaga, (1) fuerte presencia de plaga, (0) extrema presencia de plaga.

B2-Diversificación de cultivos. (4) diversificado, con agrupación de cultivos y con vegetación natural, (3) alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos, (2) diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos, (1) poca variación de cultivos no presenta asociaciones, (0) monocultivo.

B3-Diversidad genética de especies cultivadas. (4) alta variedad, (3) más de 3 variedades, (2) baja de 2 a 3 variedades, (1) poca 1 variedad, (0) sin variedad.

B4-Manejo de los cultivos. (4) prácticas culturales, (3) agroecológico, (2) orgánico, (1) fitosanitario, (0) químico

B5-Fuente de semilla. (4) produce su propia semilla, (3) de trueque, (2) de agricultores vecinos, (1) regalada, (0) certificada.

B6-Presencia de flora. (4) muy diversa, (3) diversa, (2) semi diversa, (1) poco diversa, (0) no diversa.

B7-Presencia de fauna. (4) muy diversa, (3) diversa, (2) semi diversa, (1) poco diversa, (0) no diversa.

C. Manejo de agua:

C1-Disponibilidad de agua para riego. (4) 5 o más fuentes de agua, (3) 3-5 fuentes de agua, (2) 2-3 fuentes de agua, (1) 1 fuentes de agua, (0) 0 fuentes de agua

D. Calidad y salud del suelo:

D1-Conservacion del suelo. (4) convencional, (3) mínimo con un sistema, (2) mínimo con 2 sistemas, (1) mínimo con 3 sistemas, (0) no laboreo.

D2-Erosión. (4) ausencia de erosión, (3) erosión leve, (2) erosión moderada, (1) erosión fuerte, (0) erosión extrema.

D3-Cobertura del suelo. (4) 100% de cobertura, (3) 75 a 100 % de cobertura, (2) 50 a 75 % de cobertura, (1) 25 a 50 % de cobertura, (0) < 25 % de cobertura.

El valor del indicador ambiental se define por valor máximo de 4 y para considerarse sustentable el indicador debe ser mayor a 2. La ponderación fue realizada por consenso, por medio del criterio de conocimiento y experiencia de expertos en el tema, según lo propuesto por Gayoso e Iroumé (1991) y teniendo en cuenta la opinión de los propios agricultores y aprobación entre los integrantes del grupo de trabajo de la presente investigación, de acuerdo con lo sugerido por

Lefroy, Bechstedt & Rais (2000) se hicieron modificaciones al peso de los indicadores a la metodología planteada por Sarandón et al. (2004).

Su cálculo fue realizado mediante la fórmula:

$$= \frac{\left[\frac{(2A1 + A2 + A3 + 2A4 + A5)}{7} \right] + 2 \left[\frac{(B1 + 2B2 + 2B3 + 2B4 + B5 + B6 + B7)}{10} \right] + 2C1 + 2 \left[\frac{(2D1 + 2D2 + D3)}{5} \right]}{7}$$

Los agroecosistemas tradicionales del municipio de Sinaloa presentan un mejor aprovechamiento en las prácticas agrícolas según los valores del indicador de sustentabilidad ambiental, en la zona se han implementado prácticas agrícolas sostenibles y rentables, tales como: control de malezas manual y fertilizantes orgánicos u orgánicos de fabricación industrial, establecimientos diversificados, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural, fuentes propias de semillas y conservación de suelos. En conjunto estas prácticas agrícolas ayudan a contribuir a la conservación de los recursos suelo, agua, flora y fauna, lo cual se traduce en una mejor calidad de vida de las familias productoras y de la población de la zona, así como las sociedades que hacen uso de los servicios ecosistémicos y de los recursos en sus diferentes contextos (Figuras 1, 4 y 5). Los sistemas con prácticas agrícolas convencionales (Figuras 2, 3 y 6) presentan un umbral de sustentabilidad ambiental de 2.0 que es un valor que no significativo a la sustentabilidad (Figura 7); presentan características de monocultivo, poca o nula variabilidad genética así como un manejo químico de los cultivos en su mayoría, la práctica de conservación de suelos es mínima, el control de malezas generalmente es de tipo manual con aplicación de fertilizantes químicos o control de malezas químico y utilizan semillas certificada y no implementan un sistema sustentable de actividades de plantación de arbórea para favorecer la flora y fauna endémica de la zona.

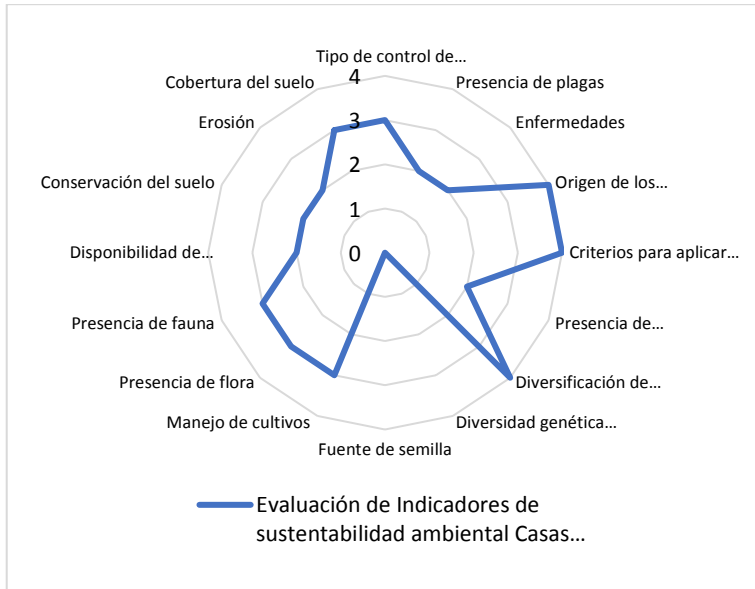


Figura 1. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema tradicional de Casas nuevas.

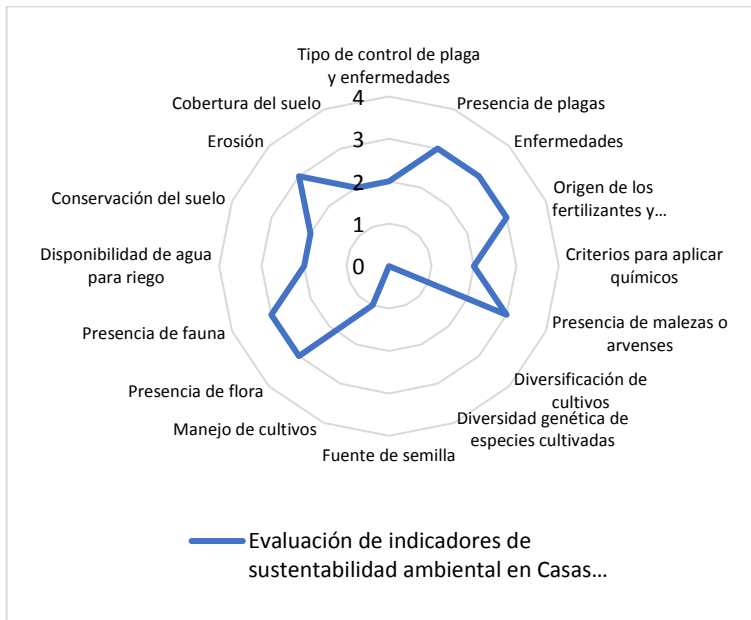


Figura 2. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema convencional de Casas nuevas.

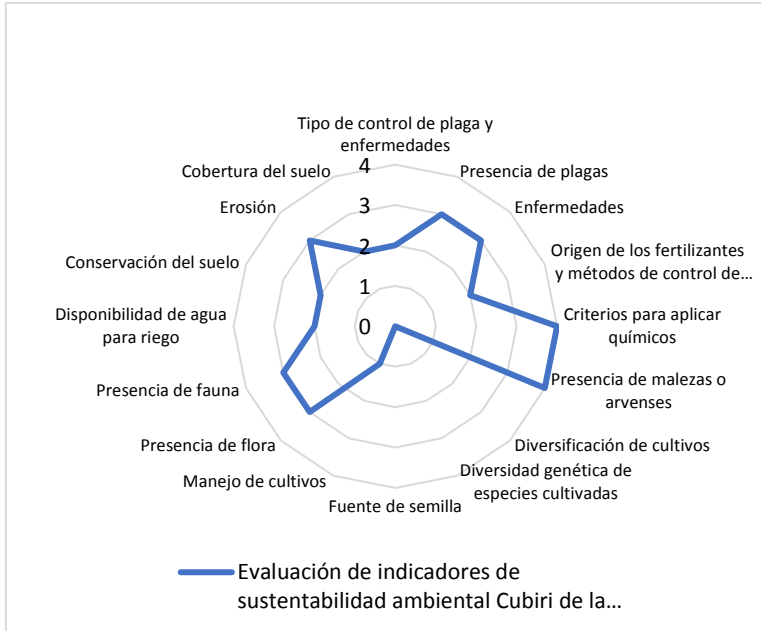


Figura 3. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema convencional de Cubiri de la maquina.

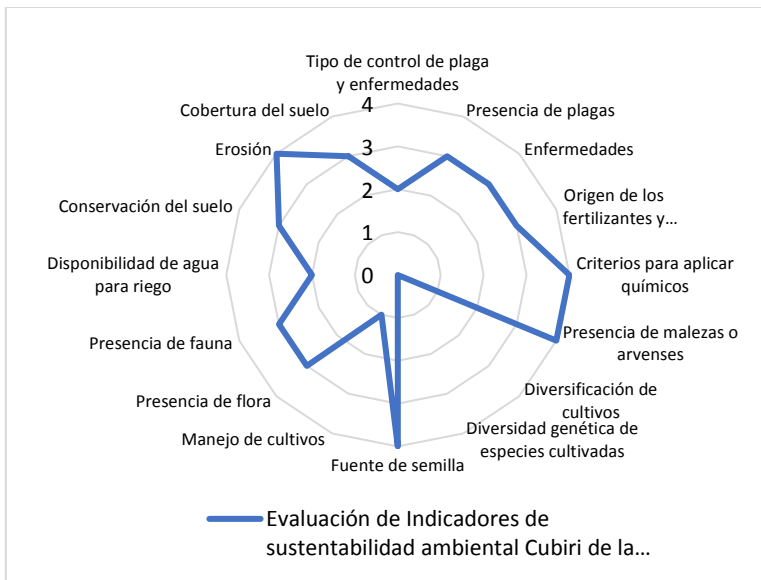


Figura 4. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema tradicional de Cubiri de la maquina.

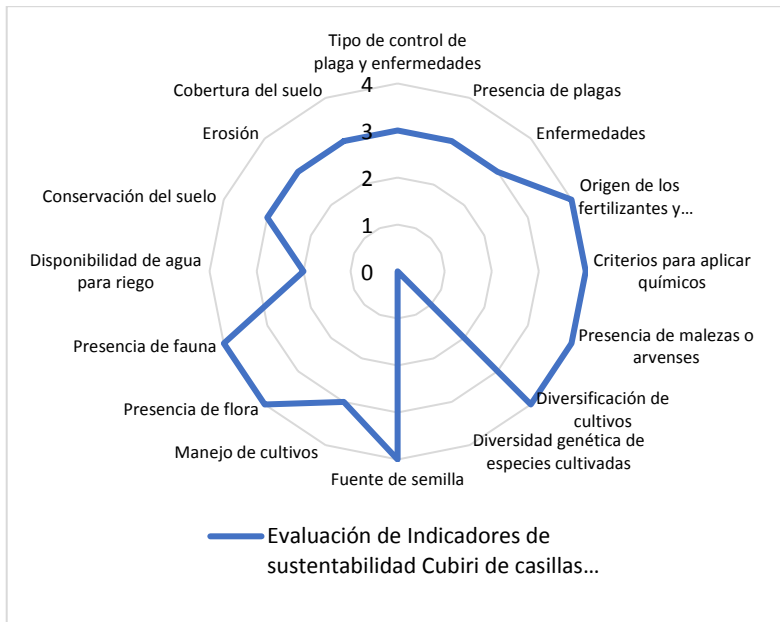


Figura 5. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema tradicional de Cubiri de casillas.

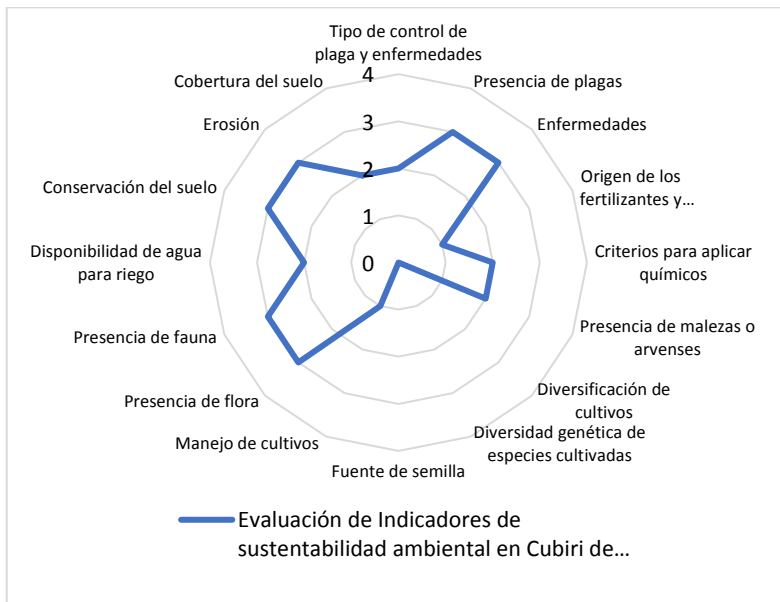


Figura 6. Indicador de sustentabilidad ambiental del sistema convencional de Cubiri de casillas.

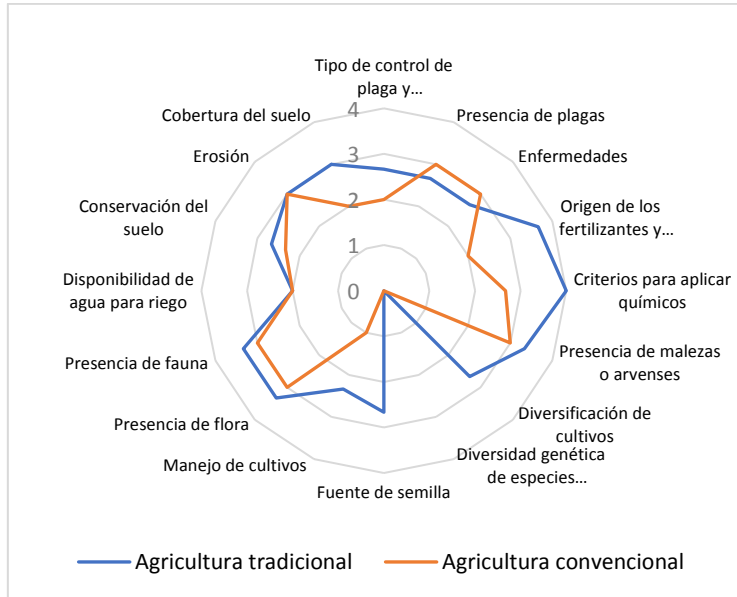


Figura 7. Indicador de sustentabilidad ambiental.

Sarandón (2002) describe a la sustentabilidad como un concepto que atiende diversos contextos compuestos e interrelacionados. La aplicación y análisis de indicadores, está siendo usado como un instrumento que ayuda a transformar el concepto en valores cuantificables y comparables, en la actualidad la sustentabilidad no puede evaluarse mediante indicadores globales instituidos, distintos investigadores han trabajado en estructurar dichos indicadores (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 et al. 2004), los que han mostrado que para estructurar dichos indicadores se deben de tomar en consideración las características de los agroecosistemas y el paraque se realiza la evaluación.

En el estado de Sinaloa los trabajos relacionados con la evaluación de indicadores de sustentabilidad en sistemas agrícolas son mínimos. Por lo cual, se tomó como referencia trabajos nacionales de Tabasco, Chiapas e internacionales de Cuba, Argentina, Perú, Venezuela, Peru y Costa Rica (Abraham et al. 2014; Barrientos, 2006; Márquez et al. 2016; Piastrellini et al. 2021; Barrientos & Céspedes, 2007; Valdivia et al. 2020) estas publicaciones utilizan metodologías similares a la utilizada en esta investigación.

En este trabajo basado en Sarandón (2002) replicada por Culquimboz (2018) se identificaron y caracterizaron indicadores ambientales que permitieron

comparar dos tipos de agroecosistemas uno tradicional y otro convencional para evaluar su sustentabilidad, teniendo como resultado que la producción agrícola de forma tradicional aporta más a la sustentabilidad ambiental, uno de estos aportes se puede atribuir según lo que señalan Altieri (1995) y Toledo (1993) que para agricultores de bajos recursos el tener poca biodiversidad permite tener un control efectivo de plagas sin hacer uso de insumos químicos externos (Swift et al. 2004).

Un sistema de producción diversificado les asegura a los productores tradicionales satisfacer algunas de sus necesidades alimentarias para él y su familia; sin embargo, esta diversificación no alcanza a satisfacer la comercializar sus productos, y estos no generan un ingreso económico para satisfacer el resto de sus necesidades, tal como los señalan los mismos productores. Para los productores convencionales el elevado uso de insumos afecta la fauna y flora generando en este punto un valor bajo de sustentabilidad.

La caracterización de los indicadores permitió evaluar entre los dos tipos de agroecosistemas: el análisis del diagrama ameba permitió mostrar las diferencias significativas en los aspectos de control de plagas, enfermedades y malezas, criterios para aplicación de químicos, presencia de malezas o arvenses, diversificación de cultivos y en fuentes de obtención de semilla, en este aspecto la sustentabilidad ambiental para el agroecosistema tradicional presento valores superiores de sustentabilidad en relación al agroecosistema convencional.

Este trabajo es un avance parcial de una investigación que pretende analizar y valorar las dimensiones económicas, sociales y ambientales de la región del municipio de Sinaloa que tiene como objetivo, aseverar cual agroecosistemas convenientemente económico y sustentable, como en el trabajo de Priego et al. (2009) utilizaron la metodología para evaluar la sustentabilidad en dos sistemas de producción en Comalcalco, Tabasco. Se estudió un sistema tradicional y uno orgánico. Ambos sistemas de producción realizan actividades que se encaminan a la sustentabilidad, sin embargo, el conocimiento tradicional el sistema de producción orgánico ha permitido que este sistema resulte ser más sustentables comparado con el convencional. Sin embargo, aun cuando uno de estos sistemas muestra ser más sustentable que el otro se debe destacar que la producción de ambos sistemas se encuentra en un futuro incierto, esto debido, a que se les han retirado los subsidios, han aumentado las necesidades de la población, existe un sobreprecio de los insumos para el campo, entre otros conflictos de tipo social que enfrentan las familias de cada región que están influyendo para la sustentabilidad de las unidades de producción. De lo anterior resulta que ambos sistemas podrían aumentar el valor de sustentabilidad incorporando prácticas como el control integrado de plagas y enfermedades, el incremento de la diversidad de plantas, el manejo y la conservación del suelo, e implementen

estrategias que incluyan asesorías y capacitación por profesionales e implementar acciones de comercialización y mercado.

Sarandón (2006), realizó una evaluación de la sustentabilidad en sistemas agrícolas de fincas mediante la utilización de indicadores en Argentina; donde no todas las fincas cumplieron los requisitos para ser consideradas sustentables. Se analizaron cinco fincas, de producción para autoconsumo de las que se generaron, indicadores de sustentabilidad económica, ecológica y sociocultural los que se estandarizaron y se ponderaron según su importancia, en lo referente a los resultados de sustentabilidad ecológica estos reflejaron estar condicionados por de los que se obtuvieron resultados de sustentabilidad ecológicos estuvo condicionado por objetivos y atributos económicos y socioculturales como de la producción para autoconsumo que resultó con un mínimo manejo de insumos externos debido al conocimiento cultural de los productores. Este trabajo deduce que el uso de indicadores es adecuado para identificar fortalezas y debilidades que ayuden a proponer soluciones y que a través de estos análisis metodológicos se den soluciones a los diferentes objetivos mediante los indicadores aplicados para cada caso y el peso otorgado por los diferentes actores y sus decisiones.

Arias y Camargo (2007), encontraron que el análisis de sustentabilidad permite generar y establecer indicadores eficientes adecuados para caracterizar la sustentabilidad de diferentes sistemas y, realizar análisis para identificar el sistema de producción más sustentable y generar recomendaciones en conjunto con los productores involucrados, quienes con los que adquieren y deciden sobre los procesos, estrategias y manejo de los sistemas de producción y son los que identifican las necesidades, fortalezas y debilidades de su sistema.

En el estudio de Silva & Ramírez (2017), la investigación tuvo como objetivo generar indicadores de sostenibilidad para tres agroecosistemas en el municipio de San José de Las Lajas (Cuba). Los agroecosistemas se seleccionaron tomando en cuenta su biodiversidad, uso de la agroecología, que fueran de fácil acceso y disposición por aparte de los agricultores. Este estudio demostró que el conocimiento de los agricultores de las fincas seleccionadas es un instrumento favorable en el manejo de los sistemas de producción.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran la importancia de identificar y caracterizar los componentes de los diferentes factores y como se relacionan en un agroecosistema para que estos contribuyan en el abordaje de la sustentabilidad (Mendoza & Prabhu 2000, Evia & Sarandón 2002) y que se debe de tomar en cuenta como se deben de identificar para ser aplicables y replicables y ponderarlos de acuerdo a los criterios de evaluación y objetivo de estudio (Roming et al. 1996 y Lefroy et al. 2000) lo que los hace adaptables para evaluar hacia a donde un sistema es sustentable y conocer sus diferencias y similitudes

que contribuyan en identificar los puntos vulnerables, las fortalezas y debilidades que sumen para lograr una agricultura sustentable.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación fortalecen la importancia de desarrollar indicadores, que permitan estudiar las diferentes variables de la sustentabilidad ambiental, y que se deben considerar prácticas de manejo específicas de los sistemas agrícolas y que involucren indicadores de fácil conocimiento y acceso para los productores que les permitan reforzar y coadyuvar en el desarrollo y crecimiento productivo y social sin dañar al medio ambiente y por ende al bienestar de la sociedad.

Los indicadores estudiados permiten conocer e identificar la situación de los productores y los sistemas productivos en el ámbito ambiental.

Los indicadores desarrollados son fáciles de obtener y se pueden evaluar en el tiempo si así se requiere.

Este estudio permite caracterizar los indicadores de la sustentabilidad ambiental de la actividad agrícola en un análisis individual para un productor determinado dependiendo de su tipo o tamaño de producción.

El conjunto de indicadores estudiados en los sistemas agrícolas de la zona del valle de Sinaloa municipio permite conocer la contribución a la sustentabilidad ambiental.

La aplicación de estos indicadores facilita el monitoreo de las prácticas agrícolas de conservación que se realizan en el área de estudio en la dimensión ambiental lo que permitirá contribuir al manejo y producción sustentable de los sistemas agrícolas.

En general los agroecosistemas estudiados independientemente de su tipo o tamaño no alcanzan el valor máximo de sustentabilidad por lo que es necesario que los productores inviertan en adquirir conocimientos de prácticas de conservación y agroecología.

Diversos autores que han evaluado la sustentabilidad en los diferentes sistemas agrícolas sugieren la construcción de un índice de sustentabilidad integral que abarquen las dimensiones económica, social y ambiental lo cual se desarrollará en otra parte de la investigación bajo el mismo sistema de estudio.

Los indicadores caracterizados en este estudio servirán de base para conocer la sustentabilidad a largo plazo e identificar las áreas de oportunidad, sus

fortalezas y debilidades y podrán contribuir a la mejora de los aspectos económicos y sociales de un sistema de producción.

La aplicación de estos indicadores servirá para que los productores se autoevalúen o para contribuir en la construcción de las diferentes políticas y para promover una agricultura sustentable.

Los instrumentos de evaluación desarrollados en esta investigación se pueden utilizar para comparar distintas formas de producción en distintos sistemas y unidades.

Esta evaluación puede contribuir en conocer la realidad de los sistemas agrícolas en el área de estudio, lo que hará posible el rediseño de estrategias para mejorar el cuidado del medio ambiente, la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad y garantizar el uso racional de los recursos tal y como lo abarca el indicador de la Meta 2.4.1 del Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la que se señala como puntos estratégicos el asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción y aplicar prácticas agrícolas resilientes y que coadyuven en el incremento de la productividad y la producción, y que favorezcan la sustentabilidad de los ecosistemas, así como el de fortalecer la capacidad de adaptación a los diferentes fenómenos meteorológicos y otros desastres naturales, a lo que este trabajo podrá establecer una metodología que permitiera medir estos progresos para lograr una agricultura sustentable desde un aspecto social y económico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo al Programa Institucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado (PIFIP) de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO) por el apoyo que permite dar el seguimiento de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & Arnés, E. (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 46(1), 0-0. Recuperado de:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652014000100012

- Altieri, M.A. (1996). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*, Second Edition (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>
- Arias-Giraldo, M., & Camargo, C. (2007). Análisis de Sostenibilidad en unidades productivas ganaderas del municipio de Circasia (Quindío-Colombia), Cuenca del Río La Vieja. *Livestock Research for Rural Development*, 19(10). Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd19/10/aria19149.htm>
- Arnés Prieto, E. (2011). Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua). TFM. https://oa.upm.es/9036/1/TFM._Esperanza_Arn%C3%A9s.pdf
- Asociación de Agricultores del Río Culiacán (AARC). (2018). Importancia de la Agricultura Sinaloense. Recuperado 15 de junio de 2020, de <https://www.aarc.com.mx/importancia-de-la-agricultura-sinaloense/>
- Astier, M., Masera, O. R., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional (No. Sirsi) i9788461256419). Valencia: SEAE. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/319325816_Evaluacion_de_sustentabilidad_Un_enfoque_dinamico_y_multidimensional
- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39656104017>
- Bakkes, J.A., van den Born, G.J., Helder, J.C., Swart, R.J., Hope, C.W., Parker, and J. D. E. (1994). *An overview of environmental indicators: State of Art and Perspective*. Nairobi: PNUMA/RIVM.
- Barrientos, F. R. (2006). El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental. Análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 6(7). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/6664>
- Barrientos, F. R., & Céspedes, R. J. (2007). La aplicación de indicadores en la dimensión de análisis control de plagas y enfermedades para evaluar la sostenibilidad de las fincas agropecuarias en la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 20(4), 4. Recuperado de: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/447

- Bermejo, G. S. R. (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis, Universidad del País Vasco. Agencia Vasca de Cooperación para el Desarrollo. Editorial Hegoa, ISBN: 978-84-89916-92-0, Recuperado de: https://publicaciones.hegoa.ehu.eus/uploads/pdfs/253/Sostenibilidad_DL.pdf?1488539808
- Bockstaller C, Girardin P, van der Werf HMG. (1997). Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy* 7: 261-270. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030197000415>
- Brundtland, G. H., & Mansour, K. (2010). World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Our common future*, 2010.
- Carreño, N. E. F. & Baquero, Z. Y. V. (2018). Propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad en agroecosistemas agrícola ganaderos en la región del Sumapaz. *Pensamiento Udecino*, 2(1).
- Ceccon, E. (2009). La revolución verde: tragedia en dos actos. *Ciencias*, 91(091). Recuperado a partir de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/gui/cns/article/view/12160>
- CODESIN (Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa). (2019). Sinaloa en números. Agricultura en Sinaloa. Recuperado de: <https://estadisticas.sinaloa.gob.mx/Codesin/Agricultura%202018.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2012). Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte (12.ªed.) [Libro electrónico]. Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/3-sgp-17-12pn.pdf>
- Commission on Environment and Development (WCED). (1987): *Our Common Future* (Brundtland Report), United Nations.
- Culquimboz Gómez, A. M. (2018). Evaluación de los indicadores de sustentabilidad de las fincas ganaderas en el Distrito de Molinopampa, Provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas, 2017.
- Dumanski, J. (1994). Sustainable land management for the 21st century. International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century. University of Lethbridge, Canadá: Agricultural Institute of Canada.

- Evia G, Sarandón SJ. (2002). Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*, (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22: 431-448.
- 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.
- Flores CC, Sarandón SJ. (2004). Limitations of the economic neoclassical analysis to evaluate the sustainability of agricultural systems. An example comparing organic and conventional horticultural systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 24 (2): 77-91. https://www.researchgate.net/publication/254371275_Limitations_of_Neoclassical_Economics_for_Evaluating_Sustainability_of_Agricultural_Systems_Comparing_Organic_and_Conventional_Systems
- Fonseca Carreño, N. E. (2021). Metodología para medir la sustentabilidad en agroecosistemas familiares campesinos. Recuperado de: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3524>
- Gayoso, J., & Iroumé, A. (1991). Metodología para estimar la fragilidad de terrenos forestales. *Medio Ambiente (Valdivia)*, 11(2), 13-24.
- Gobierno del Estado de Sinaloa. (2017). Plan Estatal de desarrollo 21017- 2021. Recuperado de: <https://sinaloa.gob.mx/uploads/2017/06/plan-estatal-de-desarrollo-sinaloa-2017-2021.pdf>
- 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_es.pdf
- Gómez AA, Swete Kelly DE, Syers JK, Coughlan KJ. (1996). Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. Methods for assessing soil quality, SSSA Special Publication 49: 401-410. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Recuperado de: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.2136/sssaspecpub49>
- Gutiérrez Cedillo, J. G. (2006). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Espacio y desarrollo*. 18: 33-43. Recuperado de: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/11362/11874>
- H. Ayuntamiento. (2021-2024). Plan Municipal de Desarrollo, municipio de Sinaloa. Recuperado de: <http://www.municipiodesinaloa.gob.mx/>

- Herzog, Lucio. (2011). Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el estado de espíritu santo Brasil. Universidad de Córdoba instituto de sociología y estudios campesinos departamento de ciencias sociales y humanidades. Tesis doctoral, España. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=70060>
- Holt, E. (2008). "From Food Rebellions to Food Sovereignty: Urgent Call to fix a Broken Food System". *Food First Backgrounder* 14(1): 1-6.
- INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2010. Sinaloa. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825293147>
- INEGI. (2013). Mapa Digital de México. Temperatura media anual. Recuperado de <https://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjI2LjA5MzE3LGxvbjotMTExLjM1NDk4LHo6MixsOnRjMTExc2Vydm1jaW9zfGM0MTc=>.
- INEGI. (2022). Espacio y datos de México. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=250170691>.
- INEGI. (2022a). Temas. Uso de suelo y vegetación. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- Lefroy, R., Bechstedt, H., & Rais, M. (2000). Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 81(2), 137-146. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00187-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00187-0)
- Márquez Romero, Fanny, Julca Otiniano, Alberto, Canto Saenz, Manuel, Soplín Villacorta, Hugo, Vargas Winstanley, Silvana, & Huerta Fernández, Pablo. (2016). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2), 125-132. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Márquez Zambrano, I. D. (2022). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas campesinos en el municipio de San Jerónimo Tecuanipan, Puebla. Recuperado de: <https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/5219>
- Masera, O., & López, S. (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México: Mundi-Prensa. Recuperado de <https://searchworks.stanford.edu/view/5355412>

- Masera, O., Astier, M., & López, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. México: Mundiprensa. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/31712300_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_el_marco_de_evaluacion_MESMIS_O_Masera_Cerutti_M_Astier_S_Lopez-Ridaura
- Mendoza G, 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. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112799002042>
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2016). Protocolo de agricultura sustentable. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/3-ProtocoloAgricultura-Sustentable.pdf>
- ONU México. (s.f.b). Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU México. Recuperado de: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-deldesarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas Para la alimentación y la Agricultura. (2015). Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenible. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>
- Pacini C, Wossink A, Giesen G, Vazzana C, Huirne R. (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95: 273-288. Recuperado de: <https://r.jordan.im/download/organic/pacini2003.pdf>
- Piastrellini, R., Velez, S., & Gatica, N. (2021). Indicadores de sustentabilidad ambiental para sistemas agrícolas de Mendoza, Argentina. Recuperado de: <http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/3145>
- PNUD. (2011). Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011. Bogotá: INDH PNUD, Recuperado de: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/co/undp-co-ic_indh2011-parte1-2011.pdf
- Priego, C. G. A.; Galmiche, T. A.; Castelán, E. M.; Ruiz, R. O. y Ortiz, C. A. I. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 25(1):39-57. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100003&lng=es&tlng=es.

- Rees WE, Wakernagel M. (1999). Monetary analysis: turning a blind eye on sustainability. *Ecological Economics* 29: 47-52. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800998000792>
- Roming, D. E., M. J. Garlynd & R. F. Harris. (1996). Farmer-based assessment of soil quality: a soil health scorecard. Pp. 39-60. In: J. W. Doran and A. J. Jones (Eds.). *Methods for assessing soil quality*. SSSA Special Publication No. 49. SSSA, Madison. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c3>
- Rosset, P. (2001). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. Recuperado de <https://doctoradoagroecoudea.files.wordpress.com/2013/03/sustinsumos.pdf>
- Sánchez Morales, Primo; Ocampo Fletes, Ignacio; Parra Inzunza, Filemón; Sánchez Escudero, Julio; María Ramírez, Andrés y Argumedo Macías, Adrián. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología* 9 (1 y 2): 111-122. Recuperado de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300691>
- Sarandón S.J. (2002). 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. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X
- Sarandón S.J. & Flores C.C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28. Recuperado de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. SI: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Recuperado de: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>
- Sarandón SJ, Marasas ME, Dipietro F, Belaus A, Muíño W, Oscars 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 SJ, Zuluaga MS, Cieza R, Gómez C, Janjetic L, Negrete E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología* 1: 19-28. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/118582>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018). Resumen por estado. Avance de Siembras y Cosechas Resumen por estado. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Silva-Santamaría, L., & Ramírez-Hernández, O. (2016). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. *Revista Luna Azul* 44: 120-152. Universidad Caldas, Cuba. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n44/n44a08.pdf>
- Smyth A.J. & Dumansky, J. (1995). A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science* 75: 401-406. Recuperado de: <https://cdsciencepub.com/doi/10.4141/cjss95-059>
- Swift MJ, Izac AMN, van Noordwijk M. (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystem & Environment* 104: 113-134. DOI: 10.1016/j.agee.2004.01.013
- Tellarini V, Caporali F. (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
- Torquebiau, E.F. (1992). Are tropical agroforestry home gardens sustainable. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 41, 189-207. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0167880992901090?via%3Dihub>
- Valarezo Beltrón, C. O., Julca-Otiniano, A., & Rodríguez Berrío, A. (2020). Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador. *Rivar (Santiago)*, 7(20), 108-120.
- Valdivia Espinoza, Luis Alberto, González Manrique de Lara, Tito Felipe, & Julca-Otiniano, Alberto Marcial. (2020). Sustentabilidad ambiental de las concesiones forestales en el departamento Huánuco, Perú. *Madera y*

bosques, 26(3), e2632062. Epub 17 de febrero de 2021.
<https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632062>

Van der Werf HMG, Petit J. (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. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/222531574_Evaluation_of_the_environmental_impact_of_agriculture_at_the_farm_level_A_comparison_and_analysis_of_12_indicator-based_methods

WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1-91.

Zamilpa, J. (2016). "Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica". *Acta Universitaria* 26(2): 40-49. DOI <https://doi.org/10.15174/au.2016.854>

SÍNTESIS CURRICULAR

Dulcelina Cota Montes

Ingeniera Bioquímica por el Instituto Tecnológico de los Mochis y Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales por la Universidad Autónoma Indígena de México. Profesor de carrera tiempo completo categoría "B" adscrita al Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología en la UAdeO, Unidad Regional Guasave. Cuenta con una trayectoria de 13 años como docente en la misma. Ha sido asesora de tesis de licenciatura. Ha publicado artículos en revistas arbitradas y capítulos en libro. Correo electrónico: dulcelinacm@gmail.com

Fernando Valenzuela Lozoya

Profesor de tiempo y obra determinado en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave-Sinaloa, adscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología; Maestría en Gestión Ambiental por el Instituto Everest De Sinaloa; Licenciatura en Ingeniero Ambiental en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Académica: Unidad Regional Guasave. fernando.valenzuela@uadeo.mx

Paúl Adaid García López

Profesor de asignatura base en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave-Sinaloa, adscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología; Candidato a Doctor en Sustentabilidad en la misma institución académica; Maestro en Administración en la Universidad Autónoma de Sinaloa unidad Guasave; Licenciatura en Ingeniero Biotecnólogo en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) en Ciudad Obregón-Sonora. pauladaid@hotmail.com