

NIVELES DE SUSTENTABILIDAD EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA RÍA LAGARTOS, YUCATÁN

LEVELS OF SUSTAINABILITY IN THE RÍA LAGARTOS BIOSPHERE RESERVE, YUCATÁN

Manuel Navarrete-Gonzalez¹, María I. Palacios-Rangel^{1*}, José L. Romo-Lozano¹,
Francisco J. Zamudio-Sánchez¹, Saúl Ugalde-Lezama¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. (gonzaleznavarrem@gmail.com; marisapalacios6@gmail.com; jlromo@aya.yale.edu; zafra1949@gmail.com; biologo_ugalde@hotmail.com)

RESUMEN

En México una de las estrategias para el manejo y conservación de los ecosistemas naturales es la formación de reservas de la biosfera, mismas que se encuentran administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), instancia gubernamental encargada de proteger y regular el manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Esta contribución tiene como objetivo analizar los niveles de sustentabilidad presentes en la reserva de la biosfera Ría Lagartos, Yucatán, a partir de la evaluación de los atributos (Productividad, Adaptabilidad, Estabilidad, Resiliencia, Equidad y Autogestión) establecidos por el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Base del trabajo lo fue la formulación de indicadores que integran los ejes ecológico, económico y social en cuatro poblaciones clave asentadas dentro del área. Los resultados obtenidos determinan que la reserva presenta un Nivel Malo de sustentabilidad, donde la falta de presupuesto para su manejo, conservación e investigación constituye el componente ineludible, que favorece el desarrollo paulatino de factores que dislocan la eficiencia de las acciones gubernamentales. Lo anterior demuestra la fragilidad y visión de corto plazo en la formulación de instrumentos operativos destinados al sostenimiento y conducción de este tipo de áreas.

Palabras clave: área natural protegida, formulación de indicadores, fragilidad ambiental, metodología MESMIS.

INTRODUCCIÓN

Las áreas naturales protegidas (ANP) en México forman parte del paquete de estrategias institucionales que tienen como objetivo central el

* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2018. Aprobado: junio, 2020.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 18: 347-371. 2021.

ABSTRACT

In Mexico, one of the strategies for the management and conservation of natural ecosystems is the formation of biosphere reserves, which are managed by the National Commission of Natural Protected Areas (*Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, CONANP), government agency in charge of protecting and regulating the management and sustainable exploitation of natural resources. This contribution has the objective of analyzing the levels of sustainability present in the Ría Lagartos Biosphere Reserve, Yucatán, based on the evaluation of attributes (Productivity, Adaptability, Stability, Resilience, Equity and Self-management). These attributes are established by the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (*Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*, MESMIS). The formulation of indicators that integrate the ecologic, economic and social axes in four key populations settled within the area is the basis of the study. The results obtained determine that the reserve presents a *Low Level* of sustainability, where the lack of budget for its management, conservation and research constitutes the unavoidable component that favors the gradual development of factors that dislocate the efficiency of government actions. This shows the fragility and short-term vision in the formulation of operative instruments destined to the maintenance and conduction of this type of areas.

Key words: Natural Protected Area, Formulation of indicators, Environmental fragility, MESMIS Methodology.

INTRODUCTION

Natural protected areas (NPAs) in Mexico are part of the package of institutional strategies that have the central objective

cumplimiento de funciones de manejo y planeación territorial para la conservación de los ecosistemas. De forma regulatoria, es la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA, 1988), la que determina (en una parte de su marco normativo) que las áreas naturales protegidas (ANP) y las reservas de la biosfera (RB) son sitios de conservación bajo la administración y supervisión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), instancia gubernamental operativa dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que tiene como función encargarse de conservar y fomentar el desarrollo sustentable, la investigación científica y brindar los servicios ambientales territoriales en este ámbito. Debido a que las ANP contribuyen con el mantenimiento de los procesos naturales en reductos territoriales específicos, también, funcionan como instancias que dan cuenta y realizan acciones de protección y restauración ambiental ante fenómenos como: procesos de sedimentación y erosión del suelo o el establecimiento y preservación de refugios de flora y fauna silvestre que poseen un alto valor ecológico, estético y de investigación. De igual manera, perfilados para tal fin, permiten la realización de actividades turísticas y de recreación (PROFEPA, 2014). Sin embargo, Ramírez (2015) reporta que, en México, pese a todos los beneficios y servicios que brindan las ANP, 75% de los manglares comprendidos en este entorno han sido destruidos, y los que quedan están en constante peligro de desaparición.

Para el caso de Yucatán, estudios especializados en el tema confirman que las tendencias de transformación en el ecosistema manglar se asocian con factores sociales y económicos, de carácter interno y externo, como son los cambios en el uso del suelo y la deforestación con fines agrícolas y ganaderos, así como el abandono de la zona ante la continua migración campesina e indígena; siendo éstos los procesos antropogénicos más comunes y detectables que afectan la integridad de los ecosistemas presentes en las ANP del estado. Un efecto crítico resultante de lo anterior, es el incremento en la tasa de deforestación anual del manglar, la que según datos de Rodríguez *et al.* (2012) es de 0.54%.

Ante este panorama, la gestión y los esfuerzos para protegerlos dirigidos por la CONANP, se han orientado, primordialmente, a desarrollar acciones de restauración y conservación ecológica de los remanentes

of fulfilling management and territorial planning functions for the conservation of ecosystems. In terms of regulation, the General Law for Ecological Equilibrium and Environmental Protection (*Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, LEGEEPA, 1988) defines, in a part of its normative framework, that natural protected areas (NPAs) and biosphere reserves (BRs) are conservation sites under the management and supervision of the National Commission of Natural Protected Areas (*Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, CONANP). This is an operational government agency that depends on the Ministry of the Environment and Natural Resources (*Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, SEMARNAT), which has the function of handling the conservation and promotion of sustainable development, scientific research, and of providing the territorial environmental services in this sphere. Because the NPAs contribute to the maintenance of natural processes in specific territorial bastions, they also function as instances that account for and perform actions of environmental protection and restoration. This, in the presence of phenomena such as sedimentation and erosion processes of the soil, or the establishment and conservation of wild flora and fauna refuges that have high ecologic, aesthetic and research value. Likewise, streamlined for that purpose, they allow the performance of tourism and recreation activities (PROFEPA, 2014). However, Ramírez (2015) reports that, despite all the benefits and services that NPAs provide in Mexico, 75% of the mangroves included in this scope have been destroyed and those that remain are in constant danger of disappearance.

For the case of Yucatán, specialized studies in the topic confirm that transformation trends in the mangrove ecosystem are associated with social and economic factors, of internal and external nature, such as changes in the use of soil and deforestation for agriculture and livestock purposes. Also, the abandonment of the zone in face of continuous peasant and indigenous migration, with these being the most common and detectable anthropogenic processes that affect the integrity of the ecosystems present in the state's NPAs. A critical effect resulting from this is the increase in the mangrove's annual deforestation rate, which is 0.54% according to Rodríguez *et al.* (2012).

menos degradados a lo largo del país. Cabe destacar, un factor que impide observar la dimensión real del problema actual, es que no se cuenta con suficientes datos que den a conocer la información obtenida a partir de evaluaciones realizadas en torno a su sustentabilidad.

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo por sus siglas en inglés WCED, organismo pionero en los estudios sobre el medio ambiente, identifica la importancia de evaluar cualquier acción o iniciativa humana desde enfoques ecológicos, económicos y sociales, con la intención de que los gobiernos y la sociedad puedan interactuar de forma responsable respecto al deterioro ambiental, al desarrollar acciones que tiendan a minimizar sus efectos nocivos en los ecosistemas nativos (Calvente, 2007). De esta forma, la evaluación de la sustentabilidad y sus métodos de medición surgen como una herramienta cognitiva, para fundamentar la generación de políticas gubernamentales orientadas a desarrollar la gestión y administración de los entornos que poseen una amplia biodiversidad natural.

En atención a este tipo de situaciones complejas es que se formula el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad, también, conocido como metodología MESMIS (Maser *et al.*, 1999). En este escenario, Astier (2008) menciona que ésta fue diseñada con el objetivo de estudiar y evaluar la sustentabilidad. De esta forma, surge como una herramienta útil para hacer operativo el concepto de gestión del desarrollo en ecosistemas naturales, y también, para aplicarse en el análisis y evaluación de la sustentabilidad en sistemas productivos. Su empleo ha permitido clarificar y reforzar los aspectos teóricos de la discusión sobre el tema; así como, la generación de recomendaciones técnicas y de políticas para el diseño de modelos prácticos que posibiliten un manejo más sustentable del sistema estudiado.

Un factor clave para el desarrollo de la evaluación MESMIS es la construcción de indicadores que posibiliten dar respuesta a los siete atributos que establece como base guía, para la comprensión de los aspectos más relevantes en el contexto analizado. El conjunto de atributos propuestos por Maser *et al.* (1999), tienen como propósito cubrir íntegramente los aspectos que tienen un efecto significativo sobre el comportamiento de un sistema territorial (natural o productivo).

In the presence of this scenario, the negotiations and efforts to protect the NPAs directed by the CONANP have been aimed primarily to developing ecological restoration and conservation of the less degraded remnants throughout the country. It should be highlighted that a factor that impedes observing the real dimension of the current problem is that there are not enough data to communicate the information obtained from evaluations performed around their sustainability.

The World Commission on Environment and Development (WCED), pioneer organism in studies about the environment, identifies the importance of evaluating any action or human initiative from ecological, economic and social approaches. This should be done with the intention of governments and society being able to interact responsibly concerning environmental deterioration, by developing actions that tend to minimize their damaging effects on native ecosystems (Calvente, 2007). Thus, the evaluation of sustainability and its measuring methods emerge as a cognitive tool to sustain the generation of government policies directed at developing the management and administration of environments that have broad natural diversity.

The Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators, also known as the MESMIS methodology, was formulated to address this type of complex situations (Maser *et al.*, 1999). In this scenario, Astier (2008) mentions that it was designed with the objective of studying and evaluating sustainability. Thus, it emerges as a useful tool to make the concept of development management in natural ecosystems operative, and also to apply in the analysis and evaluation of sustainability in productive systems. Its use has allowed to clarify and to reinforce the theoretical aspects of the discussion on the theme, as well as to generate technical recommendations and policies for the design of practical models that make possible a more sustainable management of the system studied.

A key factor for the development of the MEMSIS evaluation is the construction of indicators that allow responding to the seven attributes established as guide base, to understand the most relevant aspects in the context analyzed. The set of attributes proposed by Maser *et al.* (1999) have the purpose of covering integrally the aspects that have a significant

Para entender lo anterior resulta importante destacar la función que cubren los indicadores como puntos intermedios que articulan la “exactitud científica” con la “demanda de información concisa”, con tal de simplificar las relaciones complejas que se expresan entre actividades económicas, necesidades humanas, aprovechamiento y manejo del medio natural (Claude y Pizarro, 1995).

Esto con la finalidad de reducir el nivel de incertidumbre en la elaboración de estrategias y acciones referentes a la sustentabilidad territorial en el cuidado del ambiente (Winograd, 1995).

Por todo lo anterior, el objetivo de la presente contribución es identificar, mediante la aplicación evaluativa de la metodología MESMIS, los niveles de sustentabilidad presentes en la reserva de la biosfera Ría Lagartos (rebRL) en Yucatán. En específico, en cuatro poblaciones aledañas a su zona de humedales. Lo cual se realizó a partir de categorizar los atributos establecidos por el marco de evaluación; a la par, se diseñaron indicadores que dieron respuesta a la situación actual de la zona de estudio. Como parte del estudio se aplicó una encuesta organizada mediante escala Likert, se realizaron sesiones de grupos focales y se efectuó un muestreo no probabilístico basado en los métodos de bola de nieve, así, como también, muestreos de vegetación por cuadrantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Marco MESMIS

La metodología MESMIS es una herramienta que ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo énfasis en el contexto de campesinos en el ámbito local y regional (Masera *et al.*, 1999). Este marco presenta una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información, contextos y capacidades técnicas. Asimismo, permite comparar los sistemas de manejo en términos de sustentabilidad, en este caso mediante la observación y percepción de cambios en los puntos críticos e indicadores de un sistema de manejo a lo largo de un lapso del tiempo.

Esta metodología se propone como un proceso de análisis, caracterización, diagnóstico y determinación de puntos críticos e indicadores a partir de los atributos de productividad, adaptabilidad, auto-gestión, auto-dependencia, equidad, estabilidad, resiliencia y

effect on the behavior of a territorial system (natural or productive).

To understand this it is important to highlight the function of the indicators as intermediate points that articulate the “scientific accuracy” with the “demand for concise information”, in order to simplify the complex relations that are expressed between economic activities, human needs, and the exploitation and management of the natural environment (Claude and Pizarro, 1995).

This is done with the aim of reducing the level of uncertainty in the elaboration of strategies and actions referring to the territorial sustainability in environmental stewardship (Winograd, 1995).

Because of all this, the objective of this contribution is to identify the levels of sustainability present in the Ría Lagartos biosphere reserve (RLbre) in Yucatán, through the evaluative application of the MEMSIS methodology. Specifically, in four populations adjacent to its wetland zone, which was done from categorizing the attributes established by the evaluation framework; at the same time, indicators were designed that respond to the current situation of the study zone. As part of the study, a survey organized through the Likert scale was applied, sessions were held with focus groups, and a non-probabilistic sampling was made based on the snowball methods as well as vegetation sampling by quadrants.

MATERIALS AND METHODS

MESMIS Framework

The MESMIS methodology is a tool that helps to evaluate the sustainability of natural resource management systems, emphasizing the context of peasants in the local and regional sphere (Masera *et al.*, 1999). This framework presents a flexible structure to adapt to different levels of information, contexts and technical capacities. Likewise, it allows comparing management systems in terms of sustainability, in this case through observation and perception of changes in critical points and indicators of a management system throughout a lapse of time. This methodology is proposed as a process of analysis, characterization, diagnosis and determination of critical points and indicators from the attributes of productivity, adaptability, self-management, self-

confiabilidad. De igual manera propone una evaluación participativa que enfatiza dinámicas de grupo para evitar que se proporcione simplemente una calificación dicotómica (Si/No) de los sistemas de manejo en escalas de sustentabilidad.

Zona de estudio

La rebRL se ubica en el extremo oriente de la franja litoral del estado de Yucatán, en las coordenadas 21°37'29" y 21°23'00" latitud norte; 88°14'33" y 87°30'50" longitud oeste, a 270 km de Mérida y 50 km de Tizimín. Con una superficie total de 60 347.82 hectáreas.

Fuente de obtención de datos

Las fuentes de información fueron primarias (de campo) y secundarias (documentales). Para la formulación del diagnóstico de línea base, se partió de la información presente en los informes de trabajo de dos centros de investigación localizados en el estado de Yucatán: uno lo fue el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV); el otro fue el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). Asimismo, la CONANP (2015), con sede en la rebRL, proporcionó información acerca de la problemática del área.

Los datos de campo se obtuvieron con entrevistas estructuradas y semi-estructuradas, realizadas mediante la técnica de grupos focales con personajes clave, según propuesta metodológica formulada por Hamui y Varela (2013). Es importante mencionar que se aplicaron 119 encuestas con escalas Likert. El diseño muestral para la aplicación de éstas fue no probabilístico, denominado "Muestreo de Conveniencia". Cabe indicar que la encuesta se elaboró con preguntas dicotómicas (9) y fue de tipo semi-estructurado (10); la encuesta fue aplicada a alumnos de tercer año de secundaria con ayuda de sus padres. De ésta, 26 cuestionarios se levantaron en San Felipe, 26 en Río Lagartos, 34 en Las Coloradas y 33 en El Cuyo. El propósito de la consulta fue averiguar la percepción y grado de conocimiento que tenían los encuestados sobre el entorno ambiental de la reserva, de tal manera que pudieran identificar sus atributos y puntos críticos.

Es importante mencionar que para el caso de la vegetación se realizó su observación a partir de la

dependency, equity, stability, resilience and reliability. Likewise, it proposes a participatory evaluation that emphasizes group dynamics to avoid a simple dichotomous (Yes/No) grading of the management systems in sustainability scales.

Study Zone

The RLbre is located in the eastern edge of the coastal strip of the state of Yucatán, in coordinates 21°37'29" and 21°23'00" latitude North; 88°14'33" and 87°30'50" longitude West, at a distance of 270 km from Mérida and 50 km from Tizimín, with a total surface of 60,347.82 hectares.

Source of Data Obtainment

The sources of information were primary (from the field) and secondary (documentary). To formulate the base line diagnosis, the starting point was the information in the study reports from two research centers located in the state of Yucatán: one was the *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados* from IPN (CINVESTAV); the other was the *Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.* (CICY). Likewise, the CONANP (2015) with office in the RLbre provided information about the problems of the area.

The field data were obtained with structured and semi-structured interviews, performed through the technique of focus groups with key actors, according to the methodological proposal formulated by Hamui and Varela (2013). It is important to mention that 119 surveys with Likert scales were applied. The sampling design for the application of these was non-probabilistic, called "Convenience Sampling". It should be mentioned that the survey was elaborated with dichotomous questions (9) and it was of semi-structured type (10); the survey was applied to students in third secondary grade with the help of their parents. From these, 26 questionnaires were applied in San Felipe, 26 in Río Lagartos, 34 in Las Coloradas, and 33 in El Cuyo. The purpose of the consultation was to learn about the perception and the degree of knowledge of survey respondents about the environment of the reserve, so that they could identify its attributes and critical points.

It is important to mention that for the case of the vegetation its observation was conducted based on

realización de ocho transectos y en cada uno de éstos se efectuaron siete muestreos de punto cuadrante. Además, se analizaron y evaluaron los atributos que hacen referencia a las alteraciones y la capacidad del sistema para la conservación de los recursos naturales, y el mantenimiento productivo en rangos o niveles aceptables.

Técnicas y métodos utilizados

La técnica de grupos focales se utilizó para determinar los puntos críticos del sistema. El procedimiento empleado consistió en agrupar a personajes clave en una sesión de preguntas y respuestas, mismas que se aplicaron en un cuestionario base que cubrió treinta preguntas en total. El propósito de esta actividad fue ampliar la información desde la visión experta de los investigadores sobre la situación actual de los manglares; así como, validar la representatividad de los datos documentales obtenidos en los centros de investigación.

Para determinar los actores participantes en la sesión de preguntas, se recurrió a un método muestral de tipo no probabilístico. El método seleccionado fue el de “Bola de Nieve Discriminatorio Exponencial”, planteado por Goodman (1961), con el cual se determinó la significancia y quienes serían los participantes en la sesión de preguntas y respuestas. De esta forma, se estableció el nivel de correspondencia entre los indicadores y los tres ejes planteados (ecológico, económico y social).

Determinación de puntos críticos e indicadores

Una vez realizado el estudio transversal para el cual se recurrió a diferentes fuentes de información, se hizo una caracterización y diagnóstico de cuatro puntos estratégicos dentro de la reserva que correspondían a poblaciones asentadas dentro de la misma. Se detectaron las causas, problemas y efectos del sistema evaluado que fueron procesados mediante el empleo de la metodología participativa identificada como Matriz de Identificación y Jerarquización de Problemas planteada por Geilfus (2002), para determinar los puntos críticos del sistema con ayuda de técnicos competentes en la materia.

A continuación se muestran los puntos críticos identificados y los atributos de donde se partió para

performing eight transects and seven samples were taken in each one of these from a quadrant point. In addition, the attributes that refer to the alterations and the capacity of the system for the conservation of natural resources, as well as the productive maintenance in acceptable ranks or levels, have been analyzed and evaluated.

Techniques and Methods Used

The technique of focus groups was used to determine the critical points of the system. The procedure used consisted in grouping key actors in a question and answer session, where a questionnaire was applied that covered thirty questions in total. The purpose of this activity was to broaden the information from the expert viewpoint of researchers about the current situation of the mangroves; likewise, to validate the representativeness of documental data obtained from the research centers.

A non-probabilistic sampling method was used to determine the main actors in the question session. The method selected was “Exponential Discriminative Snowball Sampling” suggested by Goodman (1961), with which the significance was determined as well as those who would be the participants in the question and answer session. Therefore, the level of correspondence between the indicators and the axes suggested (ecologic, economic and social) was established.

Determination of critical points and indicators

Once the transversal study was performed, for which different sources of information were used, a characterization and diagnosis of four strategic points within the reserve was made which corresponded to populations settled in it. The causes, problems and effects of the system evaluated were detected, which were processed through the use of the participative methodology is identified as *Matrix of Problem Identification and Hierarchy* suggested by Geilfus (2002), to determine the critical points of the system with the help of technicians who are competent in the matter.

Next, the critical points identified are shown, as well as the attributes from which the determination of sustainability indicators stemmed. Table 1 shows the main problem of the system that was used as a basis for this.

la determinación de los indicadores de sustentabilidad, para lo cual se tomó como base el principal problema del sistema como se muestra en el Cuadro 1.

Medición y seguimiento de indicadores

Las herramientas y escalas de medición empleadas para evaluar los indicadores de sustentabilidad en cada uno de los tres ejes se obtuvieron bajo un enfoque mixto como se observa en el Cuadro 2.

Una vez recabados los datos, éstos se capturaron en el programa Microsoft Excel© 2013, donde se procesaron y construyeron los indicadores determinando su ponderación y estandarización, dando como resultado 10 criterios de diagnóstico y 23 indicadores, mismos que se expresaron de manera sencilla y clara mediante gráficos tipo radar o ameba.

Estandarización de indicadores

La estandarización de los indicadores consistió en la transformación de los valores obtenidos en variables adimensionales que permitieron la comparación de los mismos mediante la construcción de una escala. De acuerdo a Sarandón y Flores (2009), todos los indicadores son directos, es decir, a mayor valor, más sustentable. Esto facilita la comparación entre diferentes sistemas e incluso entre sistemas similares de diferentes zonas o regiones. La duda que puede surgir es ¿Cuál debe ser la amplitud de la escala a utilizar?, una escala muy amplia (por ejemplo, de 0 a 10) permitirá una mayor sensibilidad de análisis con respecto a una escala menor. En este caso se tomó el rango de 2.5 a 10, siendo 2.5 la categoría menos sustentable y 10 la más sustentable u óptima.

Cabe señalar que independientemente de las unidades originales de cada indicador, éstos se convirtieron

Measurement and monitoring of Indicators

The measurement tools and scales used to evaluate the sustainability indicators in each of the three axes were obtained under a mixed approach as shown in Table 2.

Once the data were collected, they were captured in the software Microsoft Excel© 2013, where the indicators were processed and constructed by defining their weighing and standardization, giving as a result 10 diagnosis criteria and 23 indicators, which were expressed simply and clearly through radar or ameba type graphs.

Standardization of indicators

The standardization of indicators consisted in the transformation of the values obtained in dimensionless variables that allowed comparing them through the construction of a scale. According to Sarandón and Flores (2009), all the indicators are direct, that is, with higher value they are more sustainable. This facilitates the comparison between different systems and even between similar systems from different zones or regions. The doubt that can emerge is: What is the scale amplitude that should be used? With a very broad scale (for example, from 0 to 10), it will allow a greater sensitivity of analysis compared to a lower scale. In this case, the range of 2.5 to 10 was used, with 2.5 being the less sustainable category and 10 the most sustainable or optimal.

It should be mentioned that regardless of the original units from each indicator, these were converted and expressed in some value given within the scale established, as shown next in Table 3.

Cuadro 1. Puntos críticos y atributos.
Table 1. Critical points and attributes.

Atributo	Punto crítico
1. Productividad	Aprovechamiento no regulado.
2. Adaptabilidad	Capacidad de permanencia del sistema.
3. Estabilidad y resiliencia	Vulnerabilidad del sistema, diversidad y conservación.
4. Equidad	Apoyos y programas, democracia en la toma de decisiones.
5. Autogestión	Autosuficiencia, dependencia de apoyos externos.

Fuente: elaboración propia con base en Masera *et al.* (1999), 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on Masera *et al.* (1999), 2016.

Cuadro 2. Indicadores de sustentabilidad con su escala y herramientas de medición.

Table 2. Sustainability indicators with their measuring scale and tools.

Indicador	Escala de medición	Herramienta
Eje Económico		
Ingreso destinado a la RBRL	Alta, Media, Baja, Nula	Entrevista
Formar parte de una organización o asociación	Si, No	Encuesta
Acceso a créditos y seguros	Si, No	Encuesta
Dependencia de insumos externos RBRL	Alta, Media, Baja, Nula	Entrevistas
Grado de dependencia de apoyos gubernamentales	Nula, Baja, Media, Alta	Encuestas
Eje Ecológico		
Disminución de áreas con presencia de manglar	Alta, Media, Baja, Nula.	Encuesta y base de datos INEGI (2015)
Diversidad de aves	Aumentó, se mantiene igual, disminuyó, han desaparecido.	Encuesta
Diversidad de especies arbóreas	Número de especies en la unidad de medición.	Muestreo punto cuadrante
Incorporación de prácticas para la conservación y manejo del suelo y vegetación	Número de integrantes que adaptaron prácticas	Encuesta
Asimilación de cambios ambientales	Alta, Media, Baja, Nula	Encuesta
Eje Social		
Consulta de creación del ANP	Número de personas consultadas.	Encuesta
Servicios que ofrece la CONANP	Excelentes, Buenos, Regulares, Malos.	Encuesta
Equidad en apoyos y programas por parte de la CONANP	Porcentaje de mujeres y hombres beneficiados.	Entrevista
Informativos de actividades realizadas y propuestas	Si, No	Encuesta
Índice de escolaridad	Nivel de estudios (máximo).	Encuestas y base de datos INEGI

Fuente: elaboración propia con base en Masera *et al.* (1999), 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on Masera *et al.* (1999), 2016.

y expresaron en algún valor dado dentro de la escala establecida, como se muestra a continuación en el Cuadro 3.

Ponderación de indicadores

Este proceso se realizó mediante promedios ponderados, donde la frecuencia de cada ítem fue multiplicada por el valor asignado dentro de la escala estandarizada, y sumando cada uno de los productos de los ítems; después se dividió entre el número de la población encuestada. Para el cálculo de promedios ponderados de indicadores con escalas tipo Likert se utilizó la fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i C_i}{\sum_{i=1}^n X_i}$$

Weighing of indicators

This process was carried out through weighted means, where the frequency of each item was multiplied by the value assigned within the standardized scale and adding each of the products

Cuadro 3. Escala de categorías de sustentabilidad y valor.

Table 3. Scale of categories of sustainability and value.

Categoría	Valor
Nivel Excelente	10.0
Nivel Bueno	7.5
Nivel Regular	5.0
Nivel Malo	2.5

Fuente: elaboración propia con base en información obtenida mediante la aplicación de escalas de Likert, 2016. ♦ Source: prepared by authors based on information obtained through the application of Likert scales, 2016.

donde X_i : número de frecuencias de cada ítem; C_i : valor de la escala estandarizada; n : número total de la muestra.

Para el caso de los indicadores evaluados con encuestas y respuestas dicotómicas se tomó el promedio de los valores con respuestas afirmativas; posteriormente, se dividió entre diez para ponderar o normalizar los datos dentro de la escala construida.

Análisis estadístico

El análisis estadístico aplicado a los indicadores evaluados se realizó con el Software SAS (Statistical Analysis System); mediante su utilización se obtuvo la respuesta de si existía diferencia significativa entre los indicadores medidos. Para el caso se realizó el análisis de varianza multivariado (MANOVA), así como se recurrió a efectuar un análisis de varianza individual para cada indicador. Ambas exploraciones solo fueron aplicadas a los indicadores: I1-Disminución de áreas con presencia de manglar, I2- Diversidad de aves, I11- Servicios que ofrece la CONANP y I14- Índice de escolaridad, puesto que son los únicos que presentan una escala numérica y evidencias de alguna variabilidad.

Para el caso de la fragilidad del sistema el razonamiento se realizó mediante la utilización de los índices de diversidad y riqueza de especies, para lo cual se recurrió al método formulado por Magurran (1998). La información generada se procesó con el Software EstimateS.

RESULTADOS

La sustentabilidad del sistema a partir de atributos e indicadores

A continuación, se presentan los valores obtenidos para cada uno de los atributos evaluados establecidos por el MESMIS, mismos que abarcan los tres ejes complementarios de la sustentabilidad. El primer grupo de éstos lo constituyen los atributos Adaptabilidad, Estabilidad y Resiliencia (Eje Ecológico), siendo los más favorables para determinar los niveles de fragilidad presentes en el sistema manglar de la reserva. En el Cuadro 4, se presentan los indicadores que se generaron para evaluar los atributos mencionados.

from the items; then, it was divided by the number of people surveyed. To calculate the weighted means from indicators with Likert type scales, the following formula was used:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i C_i}{\sum_{i=1}^n X_i}$$

where X_i : Number of frequencies of each item; C_i : Value of the standardized scale; n : Total number of the sample.

For the case of indicators evaluated with surveys and dichotomous answers, the average of the values with affirmative responses was taken and then divided by ten to ponder or normalize the data within the scale constructed.

Statistical analysis

The statistical analysis applied to the indicators evaluated was done with the SAS software (Statistical Analysis System); and through its use, the response of whether there was a significant difference between the indicators measured was obtained. Multivariate variance analysis (MANOVA) was performed for the case, and an individual analysis of variance was done for each indicator. Both explorations were only applied to the following indicators: *I1- Decrease of areas with presence of mangrove*, *I2- Bird diversity*, *I11- Services offered by CONANP* and *I14- Schooling index*, since they are the only ones that present a numerical scale and evidence of some variability.

For the case of fragility of the system, it was reasoned with the diversity and species wealth indexes, for which the method formulated by Magurran (1998) was used. The information generated was processed with the Software EstimateS.

RESULTS

The Sustainability of the System based on Attributes and Indicators

Next, the values obtained for each of the attributes evaluated established by the MESMIS are presented, which cover the three complementary axes of sustainability. The first group of these included

Cuadro 4. Atributos e indicadores.
Table 4. Attributes and indicators.

Atributo	Indicador
Adaptabilidad	Incorporación de prácticas para la conservación y manejo del suelo y vegetación. Asimilación de cambios ambientales.
Estabilidad y Resiliencia	Disminución de áreas con presencia de manglar. Diversidad de aves. Diversidad de especies arbóreas.

Fuente: elaboración propia con base en Masera *et al.* (1999), 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on Masera *et al.* (1999), 2016.

Atributo adaptabilidad

Uno de los indicadores evaluados fue Incorporación de prácticas para la conservación y manejo del suelo y vegetación, el cual se ubica en el Nivel Malo, siendo la población de Las Coloradas, donde se obtuvieron los niveles más bajos en el conocimiento y aplicación de estas prácticas, ya que no hay una estructura que permita la organización y coordinación comunitaria que se relacione con las actividades que realiza la CONANP, lo cual limita las posibilidades de instrumentar las acciones de seguimiento y monitoreo establecidas en la ley que regula el ordenamiento territorial de las ANP, aspecto prioritario que determina y delimita el comportamiento de las colectividades humanas asentadas en áreas integradas a reservas naturales.

Al evaluar el indicador Asimilación de cambios ambientales se observó que las personas que habitan la reserva perciben cambios ambientales negativos crecientes, situación que se ha ido agudizando, sobre todo, en las últimos dos décadas. En este escenario, el indicador se colocó en el Nivel Malo, cuando los resultados deberían mostrarse positivos ante las acciones instrumentadas por los encargados de la reserva, lo que debilita y desarticula aún más la coordinación de labores orientadas a mejorar los factores de adaptabilidad de la reserva, mismas que se deben dar entre la comunidad y la CONANP, y con esto asegurar el sostenimiento de niveles óptimos en los ejes social y ecológico de la sustentabilidad (Cuadro 5).

Con base en lo anterior, el atributo Adaptabilidad se encuentra ubicado en el Nivel Malo de sustentabilidad al tener un valor de 2.40, lo que permite prever que de continuar la tendencia decreciente en el manejo de este tipo de prácticas que posibilitan la

the attributes Adaptability, Stability and Resilience (Ecological Axis), with the most favorable being those to determine the levels of fragility present in the mangrove system of the reserve. Table 4 presents the indicators generated to evaluate the attributes mentioned.

Adaptability attribute

One of the indicators evaluated was *Incorporation of practices for the conservation and management of soil and vegetation*, which is in the *Low Level*. The population of Las Coloradas obtained the lowest levels of knowledge and application of these practices, since there is no structure that allows community organization and coordination related to the activities carried out by CONANP. This limits the possibilities of implementing the actions of tracking and monitoring established in the law that regulates the territorial planning of the NPA, priority aspect that determines and delimits the behavior of the human collectivities settled in areas integrated to natural reserves.

When evaluating the indicator *Assimilation of environmental changes*, it was observed that the people who inhabit the reserve perceive growing negative environmental changes, situation that has been worsened, particularly in the last two decades. In this scenario, the indicator was in the *Low Level*, when the results should be positive in the presence of actions implemented by those in charge of the reserve. This weakens and disarticulates even further the coordination of the tasks directed at improving the adaptability factors of the reserve, which should take place between the community and the CONANP, and ensure with this the maintenance of optimal levels in the social and ecological axes of sustainability (Table 5).

Cuadro 5. Indicadores del atributo adaptabilidad.**Table 5.** Indicators of the adaptability attribute.

Indicador	San Felipe	Río Lagartos	Las Coloradas	El Cuyo
Incorporación de prácticas para la conservación y manejo del suelo y vegetación.	3.46	2.00	1.88	3.94
Asimilación de cambios ambientales.	1.54	0.83	5.00	0.61

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de las evaluaciones realizadas, 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on the results of the evaluations performed, 2016.

presencia de este atributo, en la siguiente década la secuencia correcta de factores de sustentabilidad será cada vez más difícil de lograr.

Atributos estabilidad y resiliencia

A partir de las condiciones presentes en la zona se determinaron los indicadores de carácter ecológico formulados a partir de los atributos Estabilidad y Resiliencia (Cuadro 6). El resultado obtenido para el indicador Disminución de áreas con presencia de manglar fue que, de las cuatro poblaciones, la comunidad de Las Coloradas presentó niveles ligeramente más bajos en la disminución de los remanentes de manglar. De esta forma, se situó al indicador en un Nivel Regular de Sustentabilidad.

En cuanto a los resultados del indicador Diversidad de aves éste se encontró en un Nivel Excelente, al revelar que las poblaciones de flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber roseus*), especie de importancia biológica representativa de la zona, han aumentado en la última década. Lo anterior, se obtuvo al confrontar los resultados de la evaluación del indicador con lo reportado en la encuesta realizada entre la población muestra, donde se indica una percepción social de incremento de las poblaciones de éstas aves debido a la alta proliferación de Artemia (*Artemia salina*), un

Based on this, the Adaptability attribute is in the *Low Level* of sustainability with a value of 2.40, which allows anticipating that if the decreasing trend in the management of this type of practices that make possible the presence of this attribute, in the next decade the correct sequence of sustainability factors will be increasingly difficult to achieve.

Stability and resilience attributes

Indicators of ecological nature were determined based on the conditions present in the zone, formulated from the attributes Stability and Resilience (Table 6). The result obtained for the indicator *Decrease of areas with presence of mangrove* was that, from the four populations, the community of Las Coloradas presented slightly lower levels in the decrease of mangrove remnants. Thus, the indicator was located at a *Regular Level* of Sustainability.

In terms of the results of the indicator *Diversity of birds*, it was found in an *Excellent Level*, when revealing that the populations of pink flamingos (*Phoenicopterus ruber roseus*), species of representative biological importance of the zone, have increased in the last decade. This was obtained when confronting the results of the evaluation of the indicator with what was reported in the survey conducted among

Cuadro 6. Indicadores del atributo estabilidad y resiliencia.**Table 6.** Indicators of the stability and resilience attribute.

Indicador	San Felipe	Río Lagartos	Las Coloradas	El Cuyo
Disminución de áreas con presencia de manglar	6.35	6.56	6.03	6.36
Diversidad de aves	6.30	7.08	8.67	7.35
Diversidad de especies arbóreas	3.68	3.68	4.61	10.00

Fuente: elaboración propia con base a los resultados de las evaluaciones realizadas, 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on the results of the evaluations performed, 2016.

crustáceo que crece en las charcas de producción de sal ubicadas en el poblado de Las Coloradas, y que sirve como alimento base de los flamencos.

Para el indicador Diversidad de especies arbóreas en los muestreos realizados se encontraron doce especies arbóreas entre las que destacaron *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia recemosa*, *Agave angustifolia haw* y *Thrinax radiata*, mismas que presentaron buen estado de conservación, siendo la población El Cuyo la que alberga mayor diversidad de este tipo de especies. De igual manera, resulta importante mencionar que al menos dos especies de manglar (*A. germinans* y *C. erectus*) de las cuatro que existen en la zona, mostraron una distribución extensiva y homogénea en cada sitio evaluado del estero costero, lo que ubica al indicador en el Nivel Regular de Sustentabilidad.

Asimismo, en el área evaluada mediante los indicadores ecológicos antes planteados, los atributos Estabilidad y Resiliencia presentaron un valor promedio de 6.38, lo que los colocó en un Nivel Regular de sustentabilidad, siendo el incremento mostrado en la población de flamenco rosado, el factor que más influyó en elevar el resultado positivo obtenido a partir de los indicadores mencionados.

No obstante, el Eje Ecológico presentó en general un Nivel Malo de sustentabilidad con un valor de 4.80. El resultado de la evaluación de los atributos de este eje refleja la discordancia que existe entre las poblaciones estudiadas, siendo El Cuyo la más sustentable con un valor regular que apenas alcanza el 5.65. Es importante mencionar que este poblado se halla ubicado en la zona de la reserva donde las alteraciones del ecosistema han sufrido un menor impacto ecológico en comparación con las otras tres poblaciones consideradas. Lo anterior muestra la gran fragilidad que tienen las especies evaluadas para soportar cambios y disturbios, y pone énfasis en los niveles de sustentabilidad observados en la reserva.

Atributos productividad y autogestión

Para la formulación de los indicadores a evaluar en los atributos Productividad y Autogestión se consideraron aspectos relacionados con el Eje Económico. De esta forma, solo se seleccionaron aquellos factores económicos que afectan la calidad de los ecosistemas presentes en la reserva (Cuadro 7).

Los indicadores evaluados presentaron resultados no satisfactorios (Cuadro 8). Lo anterior, se debe a

the sample population. A social perception of an increase of these birds' populations is indicated, due to the high proliferation of *Artemia (Artemia salina)*, a crustacean that grows in the salt production pools located in the population of Las Coloradas and which serves as base food for the flamingos.

For the indicator *Diversity of tree species*, twelve tree species were found in the sampling conducted, among which *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia recemosa*, *Agave angustifolia haw* and *Thrinax radiata* stood out. They presented a good state of conservation, with the population of El Cuyo being the one that houses the greatest diversity of this type of species. Likewise, it is important to mention that at least two species of mangrove (*A. germinans* and *C. erectus*) from the four in the zone showed an extensive and homogeneous distribution in each site evaluated of the coastal estuary, which places the indicator in the *Regular Level* of Sustainability.

Likewise, in the area evaluated through the ecological indicators suggested before, the attributes Stability and Resilience presented an average value of 6.38, which placed them in a *Regular Level* of Sustainability, with the increase shown in the population of pink flamingo being the factor that influenced most in increasing the positive result obtained from the indicators mentioned.

However, the Ecological Axis presented in general a *Low Level* of sustainability with a value of 4.80. The result of the evaluation of the attributes of this axis reflects the discordance that there is between the

Cuadro 7. Atributos e indicadores de productividad y autogestión.
Table 7. Attributes and indicators of productivity and self-management.

Atributo	Indicador
Productividad	Ingreso destinado a la rebRL.
	Formar parte de una organización o asociación.
Autogestión	Dependencia de insumos externos en la rebRL.
	Grado de dependencia de apoyos gubernamentales.
	Acceso a créditos y seguros.

Fuente: elaboración propia con base en Masera *et al.* (1999), 2016. ♦ Source: prepared by authors based on Masera *et al.* (1999), 2016.

Cuadro 8. Indicadores de productividad y autogestión.
Table 8. Indicators of productivity and self-management.

Indicador	San Felipe	Río Lagartos	Las Coloradas	El Cuyo
Ingreso destinado a la rebRL.	5.00	5.00	5.00	5.00
Formar parte de una organización o asociación.	5.38	4.40	3.53	2.12
Acceso a créditos y seguros.	1.54	5.20	5.31	4.69
Dependencia de insumos externos en la rebRL.	2.50	2.50	2.50	2.50
Grado de dependencia de apoyos gubernamentales.	6.15	4.09	6.90	6.45

Fuente: elaboración propia con base en las evaluaciones de los indicadores económicos, 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on the evaluations of economic indicators, 2016.

que los indicadores Ingresos destinados a la rebRL y Dependencia de insumos externos en la rebRL, reflejan la carencia económica y presupuestal que se tiene para hacer más operativo y eficiente el cuidado y manejo del área. Un aspecto que cabe señalar es que al ser ésta una ANP que cuenta con más de 60 mil hectáreas, la cantidad de personal que tiene operando sus actividades resulta totalmente insuficiente, lo que posiciona estos indicadores en un Nivel Malo de sustentabilidad.

Para el caso del indicador Formar parte de una organización o asociación se ubica en un Nivel Regular porque existen al menos tres tipos de asociaciones que integran o dan empleo a un pequeño número de personas, como sucede en San Felipe quienes han podido conformar algunas pequeñas empresas pesqueras, en el Río Lagartos. En el caso de la comunidad de Las Coloradas, una parte de sus habitantes han conformado pequeños grupos dedicados a ofrecer servicios turísticos, otra parte de la comunidad trabaja para la empresa Industria Salinera de Yucatán, A.C. Es importante mencionar que ésta ha ido ampliando la superficie de explotación del manto salino, incluso invadiendo la parte que soportan los manglares ubicados en esa zona.

Asimismo, el indicador Grado de Dependencia de Apoyos Gubernamentales mostró un alto nivel de sujeción, lo que reforzó la idea de generar nuevas estrategias para crear empleos, lo cual posibilitaría generar un ecosistema emprendedor, que impulsara nuevas iniciativas de autogestión entre los habitantes de la zona, a la par de que reduciría el grado de dependencia y las diferencias que existen entre las comunidades relacionadas con la obtención de apoyos gubernamentales, tanto federales como estatales.

Los resultados anteriores evidencian que el atributo Productividad presenta un Nivel Malo de sustentabilidad con un valor de 4.34, mientras que 4.19

populations studied, with El Cuyo being the most sustainable with a regular value that barely reaches 5.65. It is important to mention that this town has been located in the zone of the reserve where the alterations of the ecosystem have suffered a lower ecological impact compared to the other three populations considered. This shows the great fragility that the species evaluated have to withstand changes and disturbances, and emphasizes the sustainability levels observed in the reserve.

Productivity and self-management attributes

To formulate the indicators when evaluating the Productivity and Self-Management attributes, aspects related to the Economic Axis were considered. Therefore, only the economic factors that affect the quality of the ecosystems present in the reserve were selected (Table 7).

The indicators evaluated presented unsatisfactory results (Table 8). This is because the indicators *Income destined to the RLbre* and *Dependency on external inputs in the RLbre* reflect the economic and budgetary scarcity present in order to make the care and management of the area more operative and efficient. An aspect that should be highlighted is that since this is a NPA that has more than 60 thousand hectares, the amount of personnel that are operating its activities is totally insufficient, which positions these indicators in a *Low Level* of sustainability.

For the case of the indicator *Being part of an organization or association*, it is in a *Regular Level* because there are at least three types of associations that integrate or employ a small number of people, as it happens in San Felipe where they have been able to establish some small fishing companies, in the Lagartos River. In the case of the community of Las

para el atributo Autogestión posicionándolo en un Nivel Malo de sustentabilidad. Cabe recalcar, que estos atributos deben ser atendidos de manera inmediata, lo cual podría contribuir a mitigar los efectos causados por un aprovechamiento no regulado de los recursos naturales, principalmente los ocasionados por acciones relacionadas con la explotación constante de la salinera, la realización de la pesca sin respetar los periodos de veda y resguardo, así como la tala “hormiga” de especies arbóreas, en particular las presentes en el sistema manglar, y las realización de actividades turísticas no normadas que se efectúan en esta área de conservación de los recursos naturales.

Esto evidencia la necesidad de realizar estudios más profundos orientados a conocer la capacidad de carga de este sistema natural, con la finalidad de controlar y regular las actividades económicas que se realizan, en particular la turística siendo ésta una actividad central que, como se pudo observar, pone en riesgo la cantidad, diversidad, calidad y permanencia de los recursos naturales de la reserva.

De esta forma, la cuantificación de los indicadores mostró un Nivel Malo de sustentabilidad con un valor de 4.28 en el Eje Económico, ya que los recursos económicos destinados por el gobierno federal y estatal para su mantenimiento resultan escasos y difíciles de obtener, lo que la hace altamente dependiente de recursos económicos externos necesarios, por demás difíciles de obtener de forma constante a lo largo del año, para poder cumplir con las labores necesarias para su manejo. En este caso, Las Coloradas resultó ser la comunidad más sustentable en comparación con las otras con un valor de 4.65.

Atributo equidad

Éste se enfoca, principalmente, a medir la sustentabilidad del Eje Social, el cual ha sido concebido como un escenario que posibilita acordar, tramitar y tomar decisiones importantes para el desarrollo de la reserva; así como, para llevar a cabo la justa distribución de derechos, utilidades y responsabilidades entre los habitantes involucrados (Cuadro 9).

A partir de los indicadores evaluados para el atributo Equidad, el indicador Consulta de Creación del ANP, se encontró que 97% de los habitantes de las comunidades circunvecinas no fueron consultados, lo que evidencia el distanciamiento existente entre los pobladores de la zona y los tomadores de decisiones.

Coloradas, part of its inhabitants have established small groups devoted to offering tourism services, another part of the community works for the company Industria Salinera de Yucatán, A.C. It is important to mention that the surface of exploitation of the salt mine has been expanding, even invading the part maintained by the mangroves located in that zone.

Likewise, the indicator *Degree of dependency on government support* showed a high level of anchoring, which reinforced the idea of generating new strategies to create jobs, which would make possible the generation of an entrepreneurial ecosystem that could drive new initiatives of self-management among inhabitants of the zone. At the same time, they would reduce the degree of dependency and the differences there are between the communities connected with obtaining government backing, both federal and state.

The previous results evidence that the Productivity attribute presents a *Low Level* of sustainability with a value of 4.34, while the Self-management attribute is 4.19, placing it in a *Low Level* of sustainability. It should be highlighted that these attributes should be addressed immediately, which could contribute to mitigating the effects caused by an unregulated exploitation of natural resources. The effects are primarily those caused by actions related to the constant exploitation of the salt mine, fishing without respecting the closed and protection periods, as well as the “ant” (gradual) felling of tree species, particularly those present in the mangrove system. Also, performing unregulated tourism activities and which are carried out in this conservation area of natural resources.

This evidences the need to conduct further studies directed towards understanding the load capacity of this natural system, with the aim of controlling and regulating the economic activities performed, particularly tourism which is a central activity that, as has been seen, places at risk the amount, diversity, quality and permanence of the natural resources of the reserve.

Thus, the quantification of the indicators shows a *Low Level* of sustainability with a value of 4.28 in the Economic Axis, since the economic resources destined by the federal and state government for its maintenance are scarce and difficult to obtain. This makes it highly dependent on necessary external

Cuadro 9. La equidad como atributo y sus indicadores de medición.

Table 9. Equity as attribute and its indicators of measurement.

Atributo	Indicador
Equidad	Consulta de creación del ANP.
	Equidad en la recepción de apoyos y participación en programas formulados por la CONANP.
	Índice de escolaridad.
	Obtención de información para la realización de actividades y propuestas gubernamentales.
	Obtención de los servicios que ofrece la CONANP.

Fuente: elaboración propia con base en Masera *et al.* (1999), 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on Masera *et al.* (1999), 2016.

Caso contrario se mostró al evaluar el indicador Equidad en Apoyos y Programas por parte de la CONANP, cuyo resultado planteó que el reparto de los apoyos para desarrollar actividades productivas fue equitativo para las cuatro comunidades. Un ejemplo de esto se dio con la operación de los recursos del Programa de Empleo Temporal (PET), en el que se aprobaron cinco proyectos que beneficiaron a 111 personas, 55 mujeres y 56 hombres de las cuatro poblaciones. En el Cuadro 10, se observa que éste es un indicador que muestra un valor promedio de 9.8 lo que coloca al indicador en un Nivel Excelente.

El indicador Índice de Escolaridad mostró un Nivel Regular de sustentabilidad donde las poblaciones con el nivel más alto fueron San Felipe y Río Lagartos, aspecto fundamental que expresa una noción de las condiciones de vida de los asentamientos en esta demarcación, y su interés en tomar y encaminar acciones orientadas a la preservación y cuidado de su sistema natural inmediato.

En relación con el indicador Informativos de Actividades Realizadas y Propuestas éste reveló que 90% de las personas encuestadas mencionaron no

economic resource, overly difficult to obtain constantly throughout the year, to be able to fulfill the necessary tasks for its management. In this case, Las Coloradas was the most sustainable community in comparison to the others with a value of 4.65.

Equity attribute

This attribute focuses primarily on measuring the sustainability of the Social Axis, which has been conceived as a scenario that allows making agreements, negotiating and making important decisions for the development of the reserve; likewise, to carry out the fair distribution of rights, utilities, and responsibilities among the inhabitants involved (Table 9).

Based on the indicators evaluated for the Equity attribute, the indicator *Consultation of the creation of the NPA*, it was found that 97% of the inhabitants of the neighboring communities were not consulted, which evidences the existing distance between inhabitants of the zone and decision makers.

The contrary was found when evaluating the indicator *Equity in support and programs from*

Cuadro 10. Indicadores del atributo de Equidad.

Table 10. Indicators of the Equity attribute.

Indicador	San Felipe	Río Lagartos	Las Coloradas	El Cuyo
Consulta de creación del ANP	1.54	0.87	1.00	1.18
Índice de escolaridad	6.08	5.96	5.07	3.67
Equidad en apoyos y programas	10.00	10.00	10.00	10.00
Informativos de actividades realizadas y propuestas	2.31	1.74	1.00	3.10
Servicios que ofrece la CONANP	6.35	7.39	5.48	5.65

Fuente: elaboración propia con base en las evaluaciones de los indicadores sociales, 2016. ♦ Source: prepared by authors based on the evaluations of the social indicators, 2016.

tener mayor conocimiento de las actividades identificadas como de conservación y mejoramiento del sistema manglar en el que habitan, mismas que son desarrolladas por los técnicos de la CONANP; siendo éste un aspecto fundamental para la conservación y cuidado del ANP. De esta forma, los indicadores evaluados para el atributo Equidad presentaron valores muy bajos 4.39 lo que ubica a este atributo en el Nivel Malo de sustentabilidad.

Como parte del Eje Social se evaluó el indicador Servicios que ofrece la CONANP. Al respecto los resultados obtenidos revelaron que éste se encuentra en el Nivel Regular para las cuatro poblaciones; también, exhibieron actitudes de descontento social entre un grupo importante de pobladores por el control que ejerce la CONANP en el manejo de la reserva. Desde su percepción, esta instancia les limita aprovechar los recursos naturales existentes en el entorno (madera, agua, peces) de los cuales, de forma tradicional, se les había considerado siempre como de uso común, formando parte de una estrategia social comunitaria y familiar que les ha posibilitado complementar sus ingresos. Esto permite plantear que los canales de comunicación entre estos dos actores (pobladores y funcionarios) se encuentran en un Nivel Malo de sustentabilidad.

Pese a lo anterior, los indicadores evaluados hacen énfasis en que el Eje Social presenta un Nivel Regular de sustentabilidad con un promedio de 4.92, siendo éste el mejor puntaje obtenido en comparación con los otros ejes de sustentabilidad evaluados. En este sentido, la población de San Felipe resultó ser la más sustentable del eje.

Análisis estadístico de indicadores

Como resultado del análisis de varianza multivariado aplicado a los indicadores I1, I2, I11 y I14 que se muestra en el Cuadro 11, se puede observar que bajo los cuatro criterios de prueba el p-valor ($Pr > F$) resulta ser muy pequeño (< 0.0001), por lo tanto, se rechaza la hipótesis de igualdad de vectores de medias de los cuatro indicadores, y se concluye que existe evidencia altamente significativa de que al menos dos poblaciones difieren en uno de los cuatro indicadores considerados. Lo cual demuestra la inexistencia de una regulación adecuada en cuanto al manejo y la conservación en el área de estudio.

Mientras, que en el análisis de varianza individual para cada uno de los cuatro indicadores se observa

the CONANP, whose result suggested that the distribution of support to develop productive activities was equitable for the four communities. An example of this happened with the operation of resources from the Temporary Employment Program (*Programa de Empleo Temporal*, PET), where five projects were approved that benefited 111 people, 55 women and 56 men from the four populations. Table 10 shows that this indicator has an average value of 9.8, which places it at an *Excellent Level*.

The indicator *Schooling index* showed a *Regular Level* of sustainability where the populations with the highest level were San Felipe and Río Lagartos, fundamental aspect that expresses a notion of the living conditions of the settlements in this demarcation, and their interest in taking and aiming actions directed at the preservation and care of their immediate natural system.

In relation to the indicator *Information of activities performed and proposed*, it revealed that 90% of the people surveyed mentioned not having greater knowledge of the activities identified as conservation and improvement of the mangrove system where they live, which are developed by the technicians of CONANP, this being a fundamental aspect for the conservation and care of the NPA. Therefore, the indicators evaluated for the Equity attribute presented very low values, 4.39, placing this attribute in the *Low Level* of sustainability.

As part of the Social Axis, the indicator *Services offered by the CONANP* was evaluated. In this regard, the results obtained revealed that it is in the *Regular Level* for the four populations; they also exhibited attitudes of social discontent among an important group of inhabitants over the control exerted by the CONANP in the management of the reserve. From their perception, this instance limits them to exploit the natural resources present in the environment (wood, water, fish), which had always been considered traditionally of common use, being part of a social and family strategy that has allowed them to complement their income. This allows suggesting that the communication channels between these two actors (inhabitants and public servants) are in a *Low Level* of sustainability.

Despite of this, the indicators evaluated emphasize that the Social Axis has a *Regular Level* of sustainability with an average of 4.92, with this being the best score obtained in comparison to the other sustainability axes

Cuadro 11. Análisis de varianza multivariado para los indicadores I1, I2, I11 y I14.

Table 11. Multivariate variance analysis for indicators I1, I2, I11 and I14.

MANOVA Test Criteria and F Approximations for the Hypothesis of No Overall POB Effect						
H=Type III SSCP Matrix for POB						
E=Error SSCP Matrix						
S=3 M=0 N=49.5						
Statistic	Indicador	Value	F Value	Num DF	Den DF	Pr>F
Wilks' Lambda	I1	0.613	4.53	12	267.51	<0.0001
Pillai's Trace	I2	0.427	4.28	12	309.00	<0.0002
Hotelling-Lawley Trace	I11	0.565	4.72	12	172.49	<0.0003
Roy's Greatest Root	I14	0.410	10.56	4	103.00	<0.0004

*Con un alfa de 0.5 y un intervalo de confianza de 0.95. ♦ *With an alpha of 0.5 and a confidence interval of 0.95.

que en los p-valores ($Pr>F$) que se presentan en la tabla MANOVA, solo existe evidencia significativa de diferencias entre poblaciones con respecto a los indicadores I2- Diversidad de aves y I14- Índice de escolaridad ($Pr<0.0001$). Caso contrario, a lo que sucede para los indicadores I1- Disminución de áreas con presencia de manglar y I11- Servicios que ofrece la CONANP (Cuadro 12).

Lo que nos muestra el análisis de varianza individual con respecto al indicador I2- Diversidad de aves, es que el aumento de esta población dentro de la reserva ha sido ocasionado por alteraciones y modificaciones antropogénicas, dando origen a desplazamientos hacia nuevas zonas de alimentación y refugio, principalmente, a la parte oeste de la reserva donde se ubica la industria salinera.

Sustentabilidad en la reserva de la biosfera Ría Lagartos

En general la sustentabilidad en la reserva de la biosfera Ría Lagartos se encuentra en un Nivel Malo

evaluated. In this sense, the population of San Felipe was the most sustainable of the axis.

Statistical analysis and indicators

As a result of the multivariate variance analysis applied to the indicators I1, I2, I11 and I14 shown in Table 11, it can be observed that the p-value test ($Pr>F$) under the four criteria turn out to be very small (<0.0001). Therefore, the hypothesis of mean equal vectors of the four indicators is rejected, and the conclusion is that there is highly significant evidence that at least two populations differ in one of the four indicators considered. This shows the inexistence of adequate regulation in terms of management and conservation in the study area.

Meanwhile, the individual variance analysis for each of the four indicators the p-values ($Pr>F$) presented in the MANOVA table shows that there is only significant evidence of differences between populations regarding the indicators I2- *Bird diversity* and I14- *Schooling index* ($Pr<0.0001$). Contrary to

Cuadro 12. Análisis de varianza individual para los indicadores I1, I2, I11 y I14.

Table 12. Individual variance analysis for indicators I1, I2, I11 and I14.

Análisis de Varianza Multivariado (MANOVA)- Evaluación de sustentabilidad		
The GLM Procedure		
Indicador	F Value	Pr> F
I1-Disminución de áreas con presencia de manglar	0.56	0.6423
I2- Diversidad de aves	7.66	0.0001
I11- Servicios que ofrece la CONANP	1.24	0.2996
I14- Índice de escolaridad	9.51	<0.0001

*Con un alfa de 0.5 y un intervalo de confianza de 0.95. ♦ *With an alpha of 0.5 and a confidence interval of 0.95.

con un puntaje de 4.67. Esto en función de los indicadores evaluados para cada atributo que establece el MESMIS, hecho que se evidencia a partir de los valores totales obtenidos en la estimación. En este sentido, el aspecto que se destaca en primer lugar es el hecho de que los atributos se encuentran en un punto crítico de fragilidad al no llegar ni al Nivel Regular (Figura 1); aspecto que sería el mínimo aceptable para la zona evaluada, si se tiene en cuenta la calidad y cantidad de recursos observados en ecosistemas de este tipo.

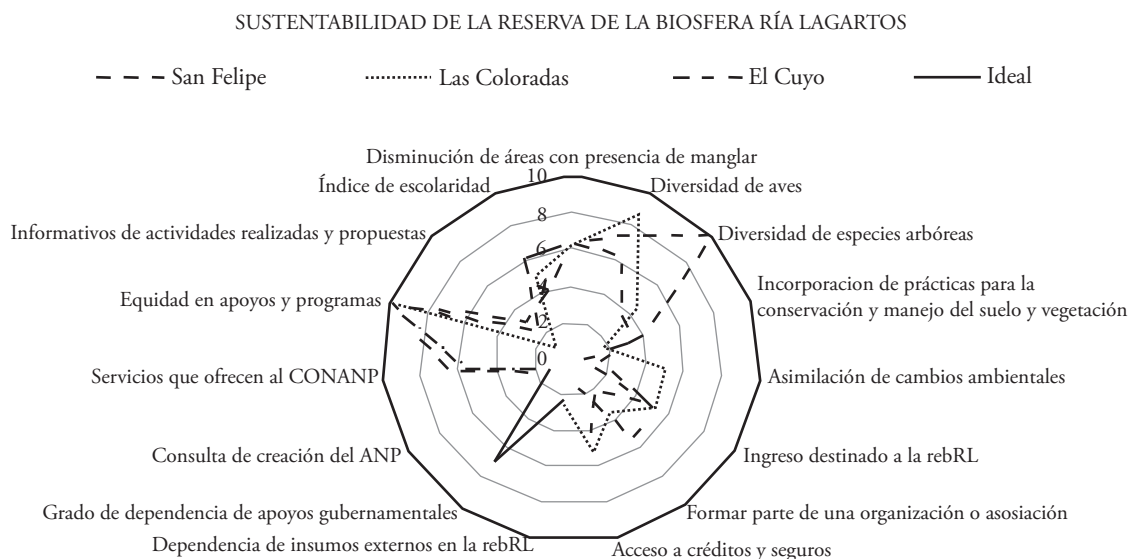
De esta forma, los datos obtenidos en la evaluación mostraron que la rebRL se encuentra en una situación de alta fragilidad, lo que la hace extremadamente vulnerable a los disturbios ocasionados por la presencia de diversos factores externos como un presupuesto insuficiente para su manejo y perturbaciones cuya causa fuera antropogénica o ambiental. En concordancia con lo anterior, el deterioro en la calidad de los componentes ecológicos del sistema y el incremento en la capacidad de carga de la reserva es cada vez mayor, al ser una zona con atractivos turísticos tales como el avistamiento del flamenco rosado, la visita a las charcas color rosa de la salinera, los recorridos en lancha por el estero de la zona costera y el baño maya, siendo éstos dos últimos los principales causantes de la mayor afectación al sistema evaluado.

what happens for indicators *I1- Decrease of areas with mangrove presence* and *I11- Services offered by the CONANP* (Table 12).

The individual variance analysis shows that regarding the indicator *I2- Bird diversity*, the increase of this population within the reserve has been caused by anthropogenic alterations and modifications, giving rise to movements towards new feeding and refuge zones, primarily the western part of the reserve where the salt mining industry is located.

Sustainability in the Ría Lagartos Biosphere Reserve

In general, the sustainability in the Ría Lagartos Biosphere Reserve is in a *Low Level* with a score of 4.67. This is in function of the indicators evaluated for each attributed established by the MESMIS, a fact that is evidenced from the total values obtained in the estimation. In this sense, the aspect that stands out in the first place is the fact that the attributes are in a critical point of fragility since they do not even reach the *Regular Level* (Figure 1). This aspect would be the minimum acceptable for the zone evaluated, if the quality and quantity of resources observed in ecosystems of this type is taken into account.



Fuente: elaboración propia con base a las evaluaciones de los indicadores de sustentabilidad, 2016. ♦ Source: prepared by the authors based on the evaluations of the sustainability indicators, 2016.

Figura 1. Integración de los indicadores de sustentabilidad de los atributos evaluados.
Figure 1. Integration of the sustainability indicators of the attributes evaluated.

Fragilidad del sistema manglar

El estudio de la fragilidad o los límites permisibles de sobrevivencia del sistema manglar se determinaron mediante los índices de riqueza y diversidad de especies presentes. En ese sentido, la riqueza de especies se determinó con base en el índice de Jackknife 1, siendo ésta de 14.18, con un valor mínimo de 1.83 y un máximo de 16.85. Mientras, que para la diversidad de especies el índice de Shannon-Weaver mostró que el promedio para los sitios muestreados es de 1.88 con un valor de Regular-bajo. Para el caso de similitud entre especies se obtuvo con base en el índice de Jaccard que éste es de 0.26 donde 26% de las especies muestreadas son similares, lo que señala que la diversidad del sistema estudiado presenta niveles altos de fragilidad. Lo anterior, se determinó por medio de los criterios de conservación establecidos por Magurran (1998), mismos que plantean los niveles máximos para determinar la fragilidad ecológica que puede presentarse en sistemas naturales.

Los índices aplicados y determinados a partir de transectos muestran las mismas tendencias negativas con respecto a la fragilidad del sistema manglar, donde la riqueza de especies analizada con base al índice de Jackknife 1 es de 15.07; mientras, que la diversidad de especies expuesta mediante la aplicación del índice de Shannon es de 2.09. Para el estudio de la similitud entre especies (Jaccard) el resultado fue de 0.40; lo que demuestra que existe una fragilidad ecológica de 40% similar entre las especies arbóreas de la zona estudiada.

DISCUSIÓN

De acuerdo con Sarandón (2009) la medición de la sustentabilidad resulta ser altamente compleja, debido a que no existe un referente específico que permita determinar con exactitud los niveles en que se desarrolla, así como los parámetros mediante los cuales se puede establecer su capacidad real de reproducción y carga. Las diversas dimensiones (económicas, sociales ambientales, culturales y políticas) que debe integrar su estudio, y por ende la medición de sus capacidades de recarga, dejan entrever la necesidad de estudiarla desde diferentes disciplinas y enfoques científicos, y por equipos multi y transdisciplinarios que logren establecer vínculos y coyunturas que permitan comprender

In this way, the data obtained in the evaluation showed that the RLbre is in a situation of high fragility, which makes it extremely vulnerable to the disturbances caused by the presence of various external factors such as insufficient budget for its management and disturbances whose cause was anthropogenic or environmental.

In agreement with this, the deterioration in the quality of the ecological components of the system and the increase in the load capacity of the reserve are increasingly higher. This is because it is a zone with tourism attractions such as pink flamingo sighting, visiting the pink pools of the salt mine, boat rides through the estuary of the coastal zone, and the Maya bath, with the last two being the main causes of the greater affectation of the system evaluated.

Fragility of the Mangrove System

The study of the fragility or the permissible limits of survival of the mangrove system were determined through the indexes of wealth and diversity of species present. In this sense, the wealth of the species was defined based on the Jackknife 1 index, with it being 14.18, with a minimum value of 1.83 and a maximum of 16.85. Meanwhile, for the diversity of species the Shannon-Weaver index showed that the average for the sites sampled is 1.88 with a regular-low value. For the case of similarity between species, it was obtained based in the Jaccard index, which is 0.26, where 26% of the species sampled are similar showing that the diversity of the system studied presents high levels of fragility. This was determined through the conservation criteria established by Magurran (1998), which suggest the maximum levels to determine the ecological fragility that may happen in natural systems.

The indexes applied and determined from transects show the same negative trends with regards to the fragility of the mangrove system, where the wealth of the species analyzed based on the Jackknife 1 index is 15.07; meanwhile, the diversity of species exposed through the application of the Shannon index is 2.09. For the study of the similarity between species (Jaccard), the result was 0.40, which shows that there is ecological fragility of 40%, similar between the tree species of the zone studied.

y explicar la multidimensionalidad de su comportamiento en escenarios sistémicos que correlacionen acciones antropogénicas con ambientes naturales (causas, efectos, impactos y resilientes).

En este escenario controversial es que surgen diversas propuestas metodológicas que se plantean medir la sostenibilidad de algún sistema natural o productivo. En ese sentido, entre las más destacadas se pueden nombrar el método propuesto por Mitchell *et al.* (1995), también conocido como Enfoque PICABUE que establece indicadores para medir el desarrollo de la sostenibilidad con orientación social; de igual manera, el formulado por el Centro Internacional de Investigaciones Forestales (CIFOR) orientado a determinar indicadores con los cuales medir aspectos como calidad de vida y conservación de la integridad ambiental.

Se puede, asimismo, revisar el propuesto por la FAO (1976) como Marco para la evaluación del manejo sostenible de la Tierra (FESLM, por sus siglas en inglés) que determina, a partir de un planteamiento lógico-analítico, estudios técnicos acerca de los usos de la Tierra y la gestión sostenible de sus recursos. Asimismo, la Metodología de Mapeo Analítico, Reflexivo y Participativo de la Sostenibilidad (MARPS) (Imbach *et al.* 1997), misma que por medio de herramientas de capacitación se enfoca en evaluar la participación y gestión social en el desarrollo de propuestas ambientales; también, es el caso de la Metodología Presión-Estado-Respuesta (Modelo PER) (OCDE, 1998) que determina diversos indicadores básicos que pueden ser utilizados para medir el desempeño ambiental en países miembros de este organismo internacional. De igual manera, se puede mencionar el esfuerzo realizado por la CEPAL (2012) y la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sustentable (ILAC) que proponen la formulación de políticas públicas que evalúen los vínculos causales entre los subsistemas naturales, sociales, económicos e institucionales mediante el uso de indicadores.

El Marco de evaluación de recursos naturales empleando indicadores de sustentabilidad, mejor conocido como la Metodología MESMIS (Maser *et al.*, 1999), se distingue por ser un instrumento de apreciación que muestra un mayor alcance analítico al integrar los ejes económico, social y ambiental postulados por el enfoque de la sustentabilidad. Esta condición le permite profundizar a partir atributos guía e

DISCUSSION

According to Sarandón (2009), measuring sustainability is highly complex, because there is not a specific reference that allows defining exactly the levels on which it develops, as well as the parameters through which its real reproduction and load capacity can be established. The various dimensions (economic, social, environmental, cultural and political) that must be included in its study and therefore, the measurement of their reload capacities, imply the need to study it from different disciplines and scientific approaches. Also, through multi- and trans-disciplinary teams that can establish connections and opportunities that allow understanding and explaining the multidimensionality of its behavior in systemic scenarios that correlate anthropogenic actions with natural environments (causes, effects, impacts and resilience).

It is in this controversial scenario where various methodological proposals emerge, which set out to measure the sustainability of some natural or productive system. In this sense, the following can be mentioned among the most outstanding. The method proposed by Mitchell *et al.* (1995), also known as *PICABUE Approach*, which establishes indicators to measure the development of sustainability with social orientation. Likewise, the one formulated by the International Forest Research Center (*Centro Internacional de Investigaciones Forestales*, CIFOR), directed at defining indicators with which to measure aspects such as living quality and conservation of environmental integrity.

At the same time, the method proposed by FAO (1976) as the Framework for Evaluating Sustainable Land Management (FESLM) can be reviewed, which determines technical studies regarding land uses and the sustainable management of its resources from a logical-analytical proposal. Likewise, the Methodology of Analytical, Reflexive and Participative Mapping of Sustainability (*Metodología de Mapeo Analítico, Reflexivo y Participativo de la Sostenibilidad*, MARPS) (Imbach *et al.* 1997), which focuses on evaluating the participation and social management in the development of environmental proposals through training tools. It is also the case of the Pressure-State-Response Methodology (*Metodología Presión-Estado-Respuesta*, Modelo

indicadores como soporte, para evaluar aspectos dinámicos del sistema (natural-social) poco perceptibles por otras metodologías evaluativas, siendo ésta la base para determinar los niveles de sostenibilidad desarrollados en el entorno específico estudiado.

Además, la MESMIS admite la integración a su marco analítico de otros enfoques metodológicos que evalúan desde políticas públicas e instrumentos de gobierno y que buscan orientar acciones hacia la conservación, manejo y aprovechamiento de ecosistemas naturales, así como otras que estudian y miden relaciones particulares y significativas desde una visión técnica u operativa. De igual manera, las que desarrollan estudios específicos con la finalidad de establecer líneas base mediante la obtención de datos a estudiar a partir de diseños experimentales.

De acuerdo con Rodríguez (2015) ante la seria carencia de trabajos evaluativos en entornos contenidos en áreas naturales protegidas con presencia de comunidades campesinas e indígenas, es importante que se genere una adecuación de los diferentes indicadores que ya existen para su estudio, de tal forma, que éstos den respuesta al sostenimiento de los atributos expresados en esos ámbitos territoriales, para así poder cuantificar sus valores desde una visión integradora. En el caso concreto del presente trabajo, pese a que existe un reconocimiento tácito por parte de funcionarios, investigadores y grupos ecologistas en los ámbitos nacional e internacional, acerca de la importancia planetaria del cuidado y conservación de los manglares en zonas costeras, a partir del cual se han derivado diversos estatutos, leyes y reglamentos (caso específico los planteados a partir de la Convención RAMSAR), los datos obtenidos en la zona seleccionada evidencian que la rebRL en general, carece de un programa de seguimiento preciso y constante de las acciones de que se realizan en materia de conservación y restauración de los ecosistemas presentes en esta reserva.

Un factor que se destaca como relevante es el caso presupuesto asignado por los gobiernos federal y estatal, para el desarrollo de acciones encaminadas a mejorar, conservar y proteger los sitios de humedales, en particular, el de los manglares. Dos posibles respuestas a esto son la predominancia de una orientación gubernamental centrada en la atención y generación de zonas económicamente rentables, “zonas diamante”, lo cual deriva en una visión mayormente indiferente sobre el cuidado, atención y financiación

PER) (OCDE, 1998) which determines various basic indicators that can be used to measure the environmental performance in countries that are members of this international agency. Likewise, the effort performed by CEPAL (2012) and the Latin American and Caribbean Initiative for Sustainable Development (*Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sustentable*, ILAC) can be mentioned, which proposes the formulation of public policies that evaluate the causal connections between natural, social, economic and institutional subsystems through the use of indicators.

The Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (*Marco de evaluación de recursos naturales empleando indicadores de sustentabilidad*), better known as the MESMIS Methodology (Masera *et al.*, 1999), is differentiated by being an instrument for appreciation that shows a greater analytic reach when integrating the economic, social and environmental axes by the sustainability approach. This condition allows to go deeper from guide attributes and indicators such as support, to evaluate dynamic aspects of the system (natural-social) that are slightly noticeable by other evaluation methodologies, with it being the basis to determine the levels of sustainability developed in the specific environment studied.

In addition, MESMIS admits the integration of other methodological approaches to its analytic framework that evaluate based on public policies and government instruments, and which seek to direct actions towards conservation, management and exploitation of natural ecosystems, as well as others that study and measure particular and significant relationships from a technical or operative viewpoint. Likewise, those that develop specific studies with the aim of establishing base lines from obtaining data to study from experimental designs.

According to Rodríguez (2015), in face of the serious lack of evaluative works in environments contained in natural protected areas with the presence of peasant and indigenous communities, it is important to generate an adaptation of the different indicators that already exist for their study, so that these respond to the maintenance of the attributes expressed in these territorial spheres, in order to quantify their values from an integrating viewpoint.

In the concrete case of this study, although there is a tacit recognition from public servants, researchers

de aquellas áreas con vocación ambiental que no generan una retribución económica directa, debido a lo cual, éstas son consideradas no prioritaria en el presupuesto federal y estatal anual.

Por otro lado, se deriva de una deficiente ordenación territorial y ecológica del ANP, lo cual impide a los técnicos encargados del mantenimiento de área resguardar los límites de las zonas de reserva total como son las integradas a su núcleo, las designadas como de amortiguamiento, así como las que se encuentran destinadas a su aprovechamiento; todo con la finalidad de regular de forma adecuada las actividades realizadas en el área sin afectar la integridad de los ecosistemas y asegurar un beneficio ambiental y social evidente a las localidades asentadas dentro y fuera de los límites fijados a la ANP.

Así, de acuerdo con los parámetros planteados por Magurran (1998) la fragilidad ecológica observada en la reserva Ría Lagartos evidencia que los manglares de la zona presentan hasta un 40% de similitud de especies, lo cual resulta significativo debido a que indican que la diversidad ecológica del área es baja, lo que pone luz roja sobre los riesgos que enfrenta la permanencia del ecosistema asociado con este tipo de fauna.

Yáñez *et al.* (1998), desde un enfoque neo-evolucionista que parte de observar los efectos del cambio climático en la determinación de las transformaciones observadas en la dinámica de sostenibilidad de los ecosistemas terrestres, mencionan que la incidencia de elementos perturbadores que ponen en riesgo la calidad ecológica de los ecosistemas de manglar se relaciona, también, con el cambio climático, mismo que provoca alteraciones en la dinámica de recarga de estos sistemas naturales; planteamiento puente a la par que resulta controversial ante la dificultad de generar referentes reales que permita determinar la relación directa, causa-efecto, entre ambos factores, cambio climático-fragilidad ecológica, de tal forma, que se pueda realizar una determinación temporal exacta y exponenciarlo a partir de lo observado en el área estudiada.

Sin embargo el estado y la débil y fragmentada conservación que presentan sus sistemas naturales, así como, las dificultades que enfrentan quienes se encargan de proteger los mismos, afronta múltiples retos y refleja la escasa visión prospectiva de los tomadores de decisión, quienes pareciera que a la par de que emiten propuestas de desarrollo que terminan

and ecologist groups in the national and international spheres regarding the global importance of the care and conservation of mangroves in coastal zones, from which various statutes, laws and regulations have been derived (specific case of those suggested from the RAMSAR Convention), the data obtained in the zone selected evidence that the RLbre in general lacks an accurate and constant monitoring program of the actions that are performed in matters of conservation and restoration of the ecosystems present in this reserve.

A factor that stands out as relevant is the scarce budget assigned by the federal and state governments, for the development of actions aimed at improving, conserving and protecting the wetland sites, particularly mangroves. Two possible answers to this are the predominance of a government orientation centered in the attention and generation of economically profitable “diamond zones”, which derives into a mostly indifferent viewpoint towards the care, attention and financing of those areas with environmental vocation that do not generate a direct economic profit, because of which these are considered to be non-priority in the annual federal and state budget.

On the other hand, it derives from a deficient territorial and ecological planning of the NPA, which prevents the technicians in charge of the area’s maintenance from protecting the limits of the zones in the entire reserve such as those integrated to its nucleus, those designated as buffering, as well as those that are destined to their exploitation. All of this with the aim of regulating adequately the activities performed in the area without affecting the integrity of the ecosystems and ensuring an environmental and social benefit evident in the localities settled within and outside the limits fixed for the NPA.

Thus, according to the parameters suggested by Magurran (1998) the ecological fragility observed in Ría Lagartos evidences that the mangroves in the zone present up to 40% of similarity in species, which is significant because this indicates that the ecological diversity of the area is low, placing the spotlight on the risks faced for the permanence of the ecosystem associated with this type of fauna.

Yáñez *et al.* (1998), from a neo-evolutionist approach that stems from observing the effects of climate change in the determination of the transformations observed in the dynamics of sustainability of land ecosystems, mention that

por debilitar la permanencia de estos espacios naturales, establecen márgenes legales que constriñen el manejo de su sostenibilidad, lo que pone en riesgo real la calidad y cantidad de los atributos naturales contenidos en estos recintos de resguardo de la biodiversidad mundial.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados evidencian la necesidad de rediscutir las políticas ambientales e instrumentos operativos que fundamentan la permanencia y sostenimiento de las áreas naturales protegidas en México, pero partiendo de una óptica distinta que pondere no solo su sobrevivencia, sino también, su restauración y sostenibilidad. De esta manera, la aplicabilidad real de una planeación adecuada en el manejo de los recursos naturales inscritos en estos territorios, debe viabilizar su convivencia con los distintos sistemas sociales (culturales, económicos y políticos) que los condicionan.

El fomento a la participación activa de los pobladores de las Áreas Naturales Protegidas y demás Reservas de la Biosfera para la toma de decisiones y la instrumentación de nuevas medidas de conservación, deberá hacerse tomando en cuenta los retos financieros que enfrentan de cara a privilegiar la sostenibilidad de los ecosistemas territoriales inscritos en ellos. En este escenario, las instituciones gubernamentales deberán instrumentar y apoyar nuevas estrategias de manejo que tomen en cuenta, también, los intereses de los pobladores, sin perder de vista los objetivos centrales del ANP. Así como, también, es importante regular de una manera responsable el turismo presente en la reserva de la biosfera, acción que ha ido deteriorando los remanentes menos degradados de las zonas núcleo.

En relación con los resultados reportados en la presente contribución se puede concluir que la escasez de recursos económicos y humanos con los que opera la reserva, son factores determinantes en el estado actual que muestra el ANP; hecho significativo que refleja la limitada operatividad presupuestal de las políticas públicas formuladas en materia ambiental por las instancias gubernamentales mexicanas, que funcionan más como instrumentos de ordenamiento formal que real. Dichas políticas se presentan omisas a los retos y controversias que enfrenta en el tiempo presenta a la par de que no

the impact of disturbing elements that place the ecological quality of mangrove ecosystems at risk is also related with climate change, which causes alterations in the reload dynamics of these natural systems. This suggests at the same time that it is controversial in face of the difficulty in generating real references that allow to determine the direct cause-effect relationship between both factors, climate change-ecologic fragility, so that an exact temporal determination can be done and multiplied from what is observed in the study area.

However, the state and the weak and fragmented conservation presented by its natural systems, as well as the difficulties faced by those who are in charge of protecting them, face multiple challenges and reflect the scarce prospective view of decision makers. It would seem that they emit proposals for development that end up weakening the permanence of these natural spaces, and at the same time, they establish legal frameworks that restrict the management of its sustainability. This places at real risk the quality and quantity of the natural attributes contained in these protection enclosures of global biodiversity.

CONCLUSIONS

The results presented evidence the need to discuss again the environmental policies and operative instruments that sustain the permanence and maintenance of natural protected areas in Mexico, although stemming from a different viewpoint that weighs not only their survival but also their restoration and sustainability. Therefore, the real applicability of an adequate planning in the management of the natural resources inscribed in these territories ought to make viable their coexistence with the different social systems (cultural, economic and political) that condition them.

The promotion of the active participation of inhabitants in Natural Protected Areas and other Biosphere Reserves for decision-making and the implementation of new conservation measures should take into account the financial challenges faced when privileging the sustainability of the territorial ecosystems inscribed in them. In this scenario, the government institutions ought to implement and support new management strategies that also take into account the interests of inhabitants, without losing sight of the central objectives of the NPA. At

construyen escenarios científicos, tecnológicos y de gestión para el sostenimiento de estos espacios en el mediano y largo plazo.

La sustentabilidad en el sistema analizado solo puede mantenerse en condiciones estables en la medida que se generen estatutos de acción colectiva, respetados y realizados a partir de una gobernanza compartida entre los diferentes niveles de intervención social: tomadores de decisiones, implementadores de acciones técnicas y la de los habitantes de las áreas intervenidas para su protección. La confluencia de estos actores en un manejo sostenido a partir de un código unificado, permitirá preservar, proteger y mejorar la calidad de los atributos de sustentabilidad de manera integral.

LITERATURA CITADA

Astier, M., y Masera. O. 1996. Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Gira. Documento de Trabajo N° 17: 1-30.

Astier, M., Masera O., y Yankuic M. 2008. Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Valencia, España: IMAG IMPRESSIONS, SL., Bonifaió. 200 p.

Calvente, A. M. 2007. El concepto moderno de sustentabilidad. UAIS sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana, 1(1), 1-7.

Claude, M., y Pizarro R. 1995. Indicadores de sustentabilidad y contabilidad macroeconómica. Curso Interamericano sobre Cuentas Ambientales y de Recursos Naturales del 31 de julio al 11 de agosto de 1995. Organizado por la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA) y el Centro Interamericano de Enseñanza de Estadística (CIE-NES). Santiago, Chile.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2012. La sostenibilidad del desarrollo a 20 años de la cumbre de la Tierra. Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe (LC/ L.3346/Rev. 1). Santiago de Chile.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2015. Programa de Conservación y Manejo Reserva de La Biosfera Ría Lagartos. México.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1976. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin 32, Rome, FAO

Geilfus, Frans. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación / Frans Geilfus – San José, C.R.: IICA.

Goodman, L. 1961. Snowball sampling. Annals of mathematical statistics. Ithaca, United States of America, p. 32:148-170.

Hamui, A., y Varela M. 2013. La técnica de grupos focales en Metodología de investigación en educación médica. Investigación en Educación Médica 2013; 2(1):55-60. Recuperado el 12 octubre, 2016 de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/>

the same time, it is important to regulate responsibly the tourism present in the biosphere reserve, which has been deteriorating the less degraded remnants of the nuclei zones.

In relation to the results reported in this study, it can be concluded that the scarcity of economic and human resources available to operate the reserve are defining factors in the current state of the NPA. This fact is significant and reflects the limited budgetary effectiveness of the public policies formulated in environmental matters by Mexican government agencies, which function more as instruments of formal rather than real planning. These policies neglect the challenges and controversies faced and at the same time that do not construct scientific, technologic and management scenarios for the maintenance of these spaces in the medium and long term.

The sustainability in the system analyzed can only be maintained under stable conditions to the degree that statutes for collective action are generated, respected and conducted from shared governance between the different levels of social intervention: decision makers, implementers of technical actions, and inhabitants of the areas intervened for their protection. The confluence of these actors in a management sustained from a unified code will allow preserving, protecting and improving the quality of the sustainability attributes integrally.

—End of the English version—



temas/default.aspx?s=est&c=17484

Imbach, A., Dudley E., Ortiz N., y Sánchez H. 1997. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Gland, Suiza y Cambridge Reino Unido.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2015. Encuesta Intercensal. México.

LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). 2012. Diario Oficial de la Federación del 4 de junio de 2012. México.

Masera, O., Astier M., y López-Ridaura S. 1999. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS. Editorial. Mundiprensa – GIRA – UNAM. México.

Magurran, E. A. 1998. Diversidad ecológica y su medición. Vedral. España.

Mitchell, G., May A., and McDonald A. 1995. PICABUE: a methodological framework for the development of indicators of sustainable development. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol., 2: 104–123.

- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 1998. Environmental indicators. Towards sustainable development. Paris.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). 2014. México protege sus manglares. México.
- Ramírez, M. 2015. Los Manglares. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico.
- Rodríguez, C. L. 2015. Metodologías de evaluación de la sustentabilidad en áreas naturales protegidas. Estado del arte y propuestas metodológicas para México. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, República Argentina.
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule A. D., Márquez-Mendoza J. D., Vázquez-Balderas B., Valderrama-Landeros L., Velázquez-Salazar S., Uribe Martínez A., Acosta-Velázquez J., Díaz-Gallegos J., Cruz-López M. I., y Ressler R. 2012. Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2ª y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GQ004. México, D.F.
- Sarandón, S., y Flores C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28, 2009.
- Winograd, M. 1995. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. En colaboración con: Proyecto IICA/GTZ, Organización de los Estados Americanos, Instituto de Recursos Mundiales. San José, Costa Rica.
- Yáñez, Arancibia., R. Twilley, y Lara Domínguez. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2), 1998:3-19.