



Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Agronomía

Carrera Agronomía

Título: Propuesta de un sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”.

Autora: Leydi Mariam Delgado Sánchez

Tutor: Dr.C Juan Manuel García Bacallao

MsC. José Ramón Mesa Reinaldo

CURSO 2023

Resumen:

En los ecosistemas agrícolas los disturbios antrópicos provocan la degradación de bosques asociados a estos, reduciendo su diversidad funcional y desestabilizando el ecosistema. Cada ecosistema en proceso de recuperación presenta características singulares que lo hacen único. Siendo así, cada sistema de monitoreo aplicado en dichos procesos a pesar de tener características comunes entre ellos presenta un gran componente de variables exclusivas. La investigación se desarrolló en la finca “Punta la Cueva” del municipio Cienfuegos. El área fue seleccionada por desarrollarse en ella un proyecto de reordenamiento forestal, espacio ideal para desarrollar un sistema de indicadores basado en el paradigma de la sostenibilidad que permita conocer la efectividad del proceso. El objetivo de este trabajo es elaborar un sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca, que posibilite la mejora de la eficiencia y control del medio ambiente. El método propuesto consta de tres dimensiones (ecológica, económica y social), con 4 indicadores en cada una, que representan elementos claves para el funcionamiento del sistema de ordenamiento forestal sostenible. Para cada indicador se construyó una escala cualitativa y un valor ponderado, donde la condición óptima recibe el máximo valor. El resultado obtenido en cada dimensión es integrado para en conjunto dar el marco referencial de una ordenación forestal sostenible. Según la escala de valoración propuesta se obtuvo una valoración de Ordenación Forestal en Estado Transicional (50 %). La dimensión que más comprometió el estatus del proceso de ordenación fue la económica (16 %).

Palabras claves: Ecosistemas agrícolas, Indicadores, Ordenación Forestal Sostenible

Abstract

In agricultural ecosystems, anthropogenic disturbances cause the degradation of forests associated with them, reducing their functional diversity and destabilizing the ecosystem. Each ecosystem in the process of recovery has unique characteristics that make it unique. Thus, each monitoring system applied in these processes, despite having common characteristics between them, presents a large component of exclusive variables. The research was carried out on the "Punta la Cueva" farm in the Cienfuegos municipality. The area was selected because a forest reorganization project was being developed there, an ideal space to develop a system of indicators based on the sustainability paradigm that allows us to know the effectiveness of the process. The objective of this work is to develop a monitoring system for the forest management process of the farm, which makes it possible to improve efficiency and control of the environment. The proposed method consists of three dimensions (ecological, economic and social), with four indicators in each one, which represent key elements for the functioning of the sustainable forest management system. For each indicator, a qualitative scale and a weighted value were constructed, where the optimal condition receives the maximum value. The result obtained in each dimension is integrated to together provide the reference framework for sustainable forest management. According to the proposed assessment scale, an assessment of Forest Management in a Transitional State (50%) was obtained. The dimension that most compromised the status of the planning process was the economic dimension (16%).

Keywords: Agricultural ecosystems, Indicators, Sustainable Forest Management.

Pensamiento:

(...) el único camino abierto a la prosperidad
contaste y fácil es el de conocer, cultivar y
aprovechar los elementos inagotables e
infatigables de la naturaleza (...)

José Martí

Dedicatoria:

A toda mi familia, amigos y a mis tutores por su apoyo incondicional, porque sin ellos este trabajo no hubiese sido posible.

A la universidad de Cienfuegos por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional y contribuir con mi formación académica.

A todos mis profesores que durante 6 años me guiaron por los caminos del saber.

Agradecimientos:

A toda mi familia que siempre me alentó para que me desarrollara como profesional en la agronomía

A mi madre Xiomara E. Sánchez que me inculcó siempre que en la vida todo es sacrificio y esfuerzo

A mis Tutores Dr. C Juan Manuel García Bacallao y MS c. José Ramón Mesa Reinaldo que dedicaron horas de su tiempo a mí y al desarrollo de este trabajo de Diploma, siempre estaré en eterno agradecimiento con ellos.

Índice

Introducción	1
Capítulo.I. Revisión bibliográfica	6
1.1. Situación actual de los bosques.....	6
1.1.1. Situación actual de los bosques en el mundo	6
1.1.2. Situación actual de los bosques en Latinoamérica	8
1.1.3. Situación actual de los bosques en Cuba.	9
1.2. Incidencia de la agricultura en los recursos naturales (agua, suelo y bosques), en especial en la disminución de las áreas forestales.	11
1.3. La agroforestería o agrosilvicultura	12
1.3.1. Concepto de agroforestería.....	12
1.3.2. Importancia de la agroforestería	12
1.3.3. Ventajas y desventajas de la agroforestería.....	13
1.3.4. Diferentes métodos agroforestales	14
1.4. Conceptos básicos asociados al tema de investigación	16
1.4.1. Concepto de sostenibilidad como paradigma de desarrollo.....	16
1.4.2. Concepto de seguimiento.....	17
1.4.3. Concepto de evaluación	18
1.4.4. Concepto de indicador ambiental.....	18
1.4.5. Concepto de prospectiva	18
1.5. La agroforestería como un sistema sostenible de la agricultura.....	19
1.6. Necesidad del monitoreo periódico de los recursos ambientales.....	19
1.7. Indicadores.....	20
1.7.1. Concepto de indicadores	20
1.7.2. Fin que persiguen los indicadores.....	21

1.7.3.	Indicadores en las actividades forestales.....	211
1.7.4.	Indicadores en las actividades agroforestales.....	233
1.8.	Monitoreo	255
1.8.1.	Concepto de monitoreo	255
1.8.2.	Importancia del monitoreo.....	255
1.8.3.	La diferencia entre monitoreo, vigilancia y verificación	266
1.9.	Sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”	277
Capítulo II. Materiales y métodos.		30
2.1.	Métodos científicos.....	31
2.2.	Descripción del área de estudio.....	31
2.3.	Selección de los indicadores para medir el desarrollo del proceso de ordenación forestal.....	33
Capítulo III. Resultados y discusión.....		44
3.1.	Análisis y discusión de la dimensión ecológica.....	45
3.2.	Análisis y discusión de la dimensión económica	48
3.3.	Análisis y discusión de la dimensión social.	50
Conclusiones		566
Recomendaciones		57
Bibliografía.....		588

Introducción

Una de las grandes preocupaciones hoy en día de la sociedad es la sostenibilidad de los bosques. La sostenibilidad ha estado en debate desde sus orígenes, pues pueden generar riesgos. Dentro de este contexto se notan la deforestación, la degradación forestal, las emisiones por deforestación y degradación de bosques (I. Guzmán, 2016). El monitoreo forestal es un instrumento que permite a los países generar información actualizada para evaluar la extensión y salud de sus bosques, así como de los bienes y servicios ecosistémicos que esos bosques proporcionan (Carbono, agua, biodiversidad, madera) (Chacón et al., 2019).

Hasta hace poco, el monitoreo del manejo forestal tropical se enfocaba, en la evaluación de avance de un proyecto o en responder a una pregunta de investigación. Usualmente era efectuado por profesionales o científicos. No obstante, en la última década, nuestra comprensión de la importancia y del papel del monitoreo ha cambiado en forma considerable. Hoy en día, las comunidades locales trabajan junto con los profesionales en la elaboración e implementación de programas de monitoreo. Esta colaboración cambia la dinámica del manejo forestal en tanto el monitoreo asume un papel protagónico al incentivar a las comunidades locales a que reflexionen acerca de sus bosques y sistemas de medios de vida basados en ellos, piensen sobre el cambio de forma sistemática y respondan con decisiones razonadas (Evans & Guariguata, 2008).

Numerosos son los ejemplos de monitoreos vinculados al proceso del cambio climático y su influencia en los ecosistemas boscosos mediante proyectos de investigación-desarrollo. Nuestro país no se ha quedado detrás en este sector donde se puede mencionar importantes proyectos, los que según Álvarez y Mercadet (2014) han aportado elementos imprescindibles para el trazo de nuestras políticas ambientales: “Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. Subsector Forestal”, del Programa Ramal “Recursos Naturales” (2007-2010) y “El cambio climático y el Sector Forestal Cubano: Tercera Aproximación”, del Programa Nacional de CITMA “Los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente Cubano” (2007-2011); Los resultados obtenidos en ellos sentaron las bases científico-técnicas necesarias para que el Sector Forestal del MINAG acometiera, en el marco del Programa Forestal hasta el 2020, la formulación e implementación del Programa Forestal de Enfrentamiento al Cambio

Climático, en cumplimiento de las indicaciones emitidas al respecto por el Consejo de Ministros (Álvarez & Mercadet, 2014).

El proceso de degradación en los ecosistemas responde a fenómenos de perturbación, cuyo origen puede ser de carácter antropogénico o natural o una combinación de ambos. En los ecosistemas agrícolas los disturbios antrópicos provocan la degradación de los bosques asociados a estos y sus suelos, reduciendo su diversidad taxonómica y funcional, impidiendo su recuperación y desestabilizando el ecosistema. Además, comprometen los servicios esenciales que brindan los ecosistemas naturales, como la regulación del clima y la atmósfera, el reciclado de materiales y el mantenimiento de la fertilidad del suelo (Cheniz et al., 2010), (F. A. López, 2020).

Las amenazas a la conservación de la biodiversidad son más graves en los territorios insulares donde la fragilidad de los ecosistemas es alta, así como el nivel de endemismos y las presiones antrópicas. Cuba mantiene una constante preocupación por la salud y recuperación de los ecosistemas agrícolas, base de la seguridad alimentaria de nuestra población. Cada ecosistema en proceso de recuperación presenta características singulares que hacen único este proceso, como la variabilidad en su magnitud, gravedad, frecuencia de ocurrencia, posibilidad de reversibilidad y origen. Estas características dependerán de la dimensión en que estos aspectos sean observados y determinados. Siendo así, cada sistema de monitoreo aplicado en dichos procesos a pesar de tener características comunes entre ellos presenta un gran componente de variables exclusivas.

Dentro de las zonas de mayor biodiversidad en el planeta se encuentran las costeras, ellas constituyen un sistema único de ecosistemas y recursos de alta productividad y diversidad, que constituyen fuente de bienestar social que sostienen una significativa parte de la actividad portuaria, marítima, turística, agrícola, industrial y minera del mundo (Bergós et al., 2017). Sin embargo, los enfoques sectoriales usados tradicionalmente para su manejo, no han logrado la armonía entre la conservación de los recursos naturales y el aprovechamiento de sus bienes y servicios ambientales (Rojas, 2010). La creciente presión que se ejerce por

el desarrollo sobre las zonas costeras, demanda estrategias integradas de planificación y manejo para enfrentar los problemas que son cada vez más complejos (García et al., 2016). La finca “Punta la Cueva” se encuentra ubicada en la franja litoral del extremo sureste de la Bahía de Cienfuegos, ocupando importante parte de está el ecosistema de manglar; Producto de los manejos antrópicos históricamente utilizados por los administradores en dicha área el nivel de degradación existente en dicha área es incompatible con una agroecología sostenible; En el manglar faltan especies típicas de esta formación, existen especies con categoría de amenaza sin la protección y seguimiento adecuado. Su restauración mediante el proyecto debe ser con endémicos locales, ya que se espera sea un área de referencia docente, además de brindar beneficios ambientales típicos de este ecosistema. Para lograr un ordenamiento sobre bases sostenibles del sistema agroforestal presente se desarrolla un proyecto de ordenación forestal, el cual no dispone de un Sistema de Monitoreo que facilite la evaluación sistemática de dicho proceso.

Por tanto, se plantea el siguiente problema científico: ¿Cuál será el sistema de monitoreo adecuado al proceso de ordenamiento forestal a la finca “Punta la Cueva” que permita conocer la efectividad del mismo?

Hipótesis

La determinación e implementación de un sistema de monitoreo al proceso de ordenamiento forestal a la finca “Punta la Cueva” permitirá conocer la efectividad del proceso mismo.

Objetivo general

Elaborar un sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”, que posibilite la mejora continua de la eficiencia y control del medio ambiente.

Objetivos específicos

- Fundamentar teóricamente, la implementación y uso de un sistema de monitoreo que permita la evaluación y eficiencia del proceso. Determinar los indicadores que logren garantizar una información con el nivel adecuado de precisión para evaluar la efectividad del proceso de ordenación forestal a la finca “Punta la Cueva”.

- Determinar los indicadores que logren garantizar una información con el nivel adecuado de precisión para evaluar la efectividad del proceso de ordenación forestal a la finca “Punta la Cueva”.
- Determinar el nivel de eficiencia y efectividad del proceso de ordenación forestal a la finca “Punta la Cueva”.

Justificación del estudio

Teórica

En el trabajo se realiza una revisión actualizada del tema el cual constituye una memoria escrita y una referencia para su estudio. Los modelos que se abordan, serán objeto de intervención individual o colectiva según sus resultados. El conocimiento científico lleva a la solución de problemas de la sociedad que no han sido investigados. Todo ello incidirá en el mejoramiento del conocimiento científico, del cual se amplía el modelo teórico.

Metodológica

Señala el nivel de profundidad con el cual se busca abordar el objeto de conocimiento. El resultado de la investigación dará una serie de pasos a seguir en investigaciones en esa línea; además constituye un modelo que puede ser empleado en otras investigaciones.

Práctica

Un sistema de monitoreo permite detectar y prevenir fallas. Los sistemas de monitorización se encargan de supervisar para analizar su rendimiento, detectar y alertar sobre posibles errores. El monitoreo agroforestal es de gran interés, ya que permite generar conocimiento y nuevas tecnologías para optimizar la producción, proteger los recursos y acrecentar el valor de los bosques y demás recursos a través del manejo sostenible.

Un sistema de monitoreo bien concebido puede ayudar al mantenimiento y conservación de la biodiversidad, bienestar humano, instituciones y procesos políticos, así como servicios ecológicos. El monitoreo es más que una forma de generar información; se trata de un catalizador de procesos de aprendizaje que forman el núcleo del manejo adaptable. El monitoreo tiene un papel integral en el ciclo iterativo de planificación, acción, evaluación y

aprendizaje, ciclo que genera avance sistemático y adaptación al cambio. El monitoreo puede constituir un mecanismo crucial para el cumplimiento de normativas importantes para el manejo agroforestal tales como acceso al recurso, uso, conservación y distribución de beneficios.

Aporte teórico

Se realizará en la provincia la primera propuesta de un sistema de monitoreo a un proceso de ordenamiento forestal que identifica elementos claves del proceso que permitirán evaluar su eficiencia.

Aporte práctico

La presente investigación permitirá determinar el nivel de eficiencia del proceso de ordenamiento forestal, lo que posibilitará conocer en cada proceso los indicadores que comprometen la sostenibilidad del área evaluada.

Capítulo.I. Revisión bibliográfica

1.1. Situación actual de los bosques.

1.1.1. Situación actual de los bosques en el mundo

Los bosques y los árboles brindan contribuciones decisivas tanto a las personas como al planeta al fortalecer los medios de vida, suministrar aire y agua limpios, conservar la biodiversidad y responder al cambio climático. Los bosques representan una fuente de alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas. Además de ayudar a responder al cambio climático y proteger los suelos y el agua, albergan más de tres cuartas partes de la biodiversidad terrestre mundial, proporcionan numerosos productos y servicios que contribuyen al desarrollo socioeconómico y son particularmente importantes para cientos de millones de moradores de las zonas rurales, entre los que se cuentan muchas de las personas más pobres del mundo (FAO, 2018).

La deforestación, causada principalmente por la conversión de la tierra forestal en zonas de agricultura y ganadería, amenaza no solo a los medios de vida de los silvicultores, las comunidades forestales y los pueblos indígenas, sino también a la variedad de la vida en nuestro planeta. Los cambios de uso de la tierra dan lugar a una pérdida de hábitats valiosos, a la degradación de la tierra, la erosión del suelo, la disminución del agua limpia y la liberación de carbono a la atmósfera. Encontrar la manera de aumentar la producción agrícola y mejorar la seguridad alimentaria sin reducir la superficie forestal es uno de los mayores problemas de nuestro tiempo (FAO, 2018).

Según informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018) citados por (Rodríguez-García, 2020), la deforestación es la segunda causa más importante del cambio climático después de la quema de combustibles fósiles, al representar más del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Existen datos cuantitativos que demuestran que los bosques se están gestionando de manera más sostenible y que los bosques y árboles contribuyen al logro de los ODS relacionados con los medios de vida y la seguridad alimentaria de muchas personas pobres del medio rural, al acceso a energía asequible, al crecimiento económico sostenible y al empleo (en el sector formal), el consumo y la producción sostenibles, la mitigación del cambio climático y la gestión forestal sostenible (FAO, 2018).

La calidad del agua, imprescindible para la salud y la vida de las poblaciones tanto rurales como urbanas, está directamente relacionada con la gestión forestal. Los cambios en la cobertura, el uso y la gestión de la tierra tienen graves repercusiones en el abastecimiento de agua de un país. Si bien tres cuartas partes del agua dulce accesible del planeta provienen de cuencas hidrográficas boscosas, las investigaciones ponen de manifiesto que el 40% de las 230 cuencas hidrográficas más importantes del mundo han perdido más de la mitad de su cubierta de árboles original. A pesar de ello, la superficie de los bosques destinados a la conservación del suelo y el agua ha aumentado a escala mundial durante los últimos 25 años, y en 2015 una cuarta parte de los bosques se gestionaba con el objetivo de conservar el suelo o el agua (FAO, 2018).

Tan solo en los últimos 13 años, la deforestación ha arrasado 43 millones de hectáreas en todo el mundo, acabando con bosques y selvas de forma masiva y causando un inmenso daño a la calidad de los suelos. Los bosques todavía cubren alrededor del 30 por ciento de las regiones del mundo. Según Forest Declaration Assessment, (2022) "Quedan solamente ocho años para alcanzar las metas globales de detener y revertir la deforestación antes de 2030. A pesar de las claras señales, ninguno de los indicadores globales va por buen camino para alcanzar las metas para 2030 de detener la pérdida y degradación de bosques y restaurar 350 millones de hectáreas de paisajes forestales". "A fin de estar en curso para detener la deforestación completamente antes de 2030, se necesita una reducción anual de 10 por ciento. No obstante, las tasas de deforestación en todo el mundo se redujeron solo de manera modesta en 2021, en un 6,3 por ciento, en comparación con la línea base de 2013-20" (Redacción National Geographic, 2023).

Según datos de la Agencia Espacial Europea (ESA), (2023) los bosques degradados y el crecimiento de bosques secundarios en áreas previamente deforestadas están quitando al año al menos 107 millones de toneladas de carbono de la atmósfera a lo largo de los Trópicos. Las operaciones madereras comerciales, que proporcionan productos de pulpa de papel y madera al mercado mundial, también participan en la tala de innumerables bosques cada año. Los leñadores, incluso de forma furtiva, también construyen carreteras para acceder a bosques cada vez más remotos, lo que conlleva un incremento de la deforestación. Los bosques y selvas también caen víctimas del crecimiento urbano constante (Redacción National Geographic, 2023).

1.1.2. Situación actual de los bosques en Latinoamérica

Según el último informe de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2020 (FAO) el área total de bosques en el mundo es de 4.060 millones de hectáreas (ha), que corresponde al 31 por ciento de la superficie total de la tierra. Más de la mitad de la superficie boscosa mundial se encuentra en solo cinco países, siendo un país de la región, Brasil, el segundo que más bosques alberga.

La cobertura boscosa del territorio regional

La (CEPAL, 2021), en su documento “Temas estadísticos de la CEPAL” expresa que la región de América Latina y el Caribe alberga 23% de los bosques del mundo. Sin embargo, en los últimos 30 años la región ha visto disminuir su superficie boscosa y en particular ha perdido bosques naturales, tanto en términos absolutos como en relación con la superficie terrestre. Entre 1990 y 2020, la proporción de cobertura boscosa regional disminuyó sistemáticamente desde un 53% a un 46% del territorio. Si bien a inicios de la década de los años noventa el área boscosa de la región alcanzaba unos 1.070 millones de hectáreas, para el 2010 se había reducido hasta 960 millones y al 2020 disminuyó hasta 932 millones. Por lo tanto, la pérdida total de superficie cubierta por bosques en toda la región entre 1990 y 2020 alcanzó la magnitud de 138 millones de hectáreas, equivalente a poco más de la superficie completa de Perú o a la mitad de la superficie de Argentina.

Cambios en la cobertura boscosa

El grado de cobertura boscosa en relación con el territorio de los países de la región es muy variable según su tamaño y las condiciones ecosistémicas y geográficas propias. En el año 2020, diecisiete países contaban con más del 40% de su superficie territorial cubierta por bosques, ocho países entre el 39 y el 20% y los cuatro restantes menos del 19 %. La tendencia en la disminución de bosque regional se explica principalmente por la disminución experimentada en los grandes países boscosos en los últimos 30 años. Brasil alberga 53.3% de los bosques de toda la región, y en los últimos 30 años ha perdido 92,3 millones de hectáreas de bosque, en tanto que Bolivia perdió 7 millones, Argentina 6,6 millones, Colombia 5,8 millones y Paraguay otros 9,4 millones de hectáreas. Aunque tienen menor superficie, las tasas de variación negativa de cobertura boscosa han sido muy acentuada en

Nicaragua (30,3%), Guatemala (26,9%), Paraguay (25,7%) y Honduras (22,3%) (CEPAL, 2021).

Respecto de los países donde aumenta la cobertura boscosa durante el mismo período, diez países (Chile, Costa Rica, **Cuba**, El Salvador, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, San Vicente y Granadinas y Uruguay) muestran un aumento en la superficie y en la proporción de bosques sobre su territorio. Se destaca el acelerado crecimiento acumulado en la proporción de cobertura boscosa de Haití (197,4%), Uruguay (152,4%), República Dominicana (92,6%) y Jamaica (70,7%) (CEPAL, 2021).

Recuperación de la superficie regional cubierta por manglares

Entre 1990 y 2010 el promedio de la superficie cubierta por manglares se situó en torno a 4,1 millones de hectáreas, pero, entre 2005 y 2020 dicho promedio aumentó hasta 4,4 millones de hectáreas. Esto significó que entre 1990 y 2020 se agregaran 250 mil nuevas hectáreas de manglares, siendo Guyana y **Cuba** los países que hicieron la mayor contribución: 190 mil y 115 mil hectáreas respectivamente. La nueva superficie de manglares aportada por estos países, sumada a la de otros con menor expansión, más que compensó la pérdida de superficie de manglares por parte de Venezuela (120 mil hectáreas) y Brasil (100 mil hectáreas), generando un efecto neto de aumento de la superficie de manglares correspondiente a un 6,1% entre 1990 y 2020 (CEPAL, 2021).

Estos bosques constituyen una transición entre los ecosistemas terrestres y los ecosistemas marinos, actúan como sistemas naturales de control de la intrusión salina y las inundaciones. A su vez, funcionan como barreras frente al oleaje generado por huracanes y otros eventos meteorológicos extremos, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico, contribuyen al mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación, poseen un alto valor estético, recreativo y de investigación (Rodríguez-García, 2020).

1.1.3. Situación actual de los bosques en Cuba.

En el caso de Cuba, los principales problemas ambientales detectados, según especialistas del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), se han visto influidos por

una falta de conciencia y educación ambiental en un porcentaje considerable de la población y han traído como consecuencia, en muchas ocasiones, su agravamiento. El desarrollo de estos elementos, que inciden directamente en la manera de actuar del ser humano sobre el medioambiente, no ha estado a la altura de otras obras llevadas a cabo por la Revolución; de ahí que constituya un factor esencial de trabajo, a corto y mediano plazos, para los resultados positivos en la implementación de la política ambiental y una gestión eficiente (Rodríguez-García, 2020).

Entre los principales problemas detectados, se encuentra la degradación de los suelos ya sea por erosión, compactación, salinización, mala calidad del drenaje, acidificación, entre otros. Esto ha atentado contra la seguridad y soberanía alimentaria del país y ha implicado el urgente desarrollo de políticas medioambientales apoyadas por proyectos internacionales, financiados por el Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA), dirigidas directamente al mejoramiento del uso de los suelos (Rodríguez-García, 2020).

La deforestación, provocada por el uso irracional de los recursos forestales ya sea por la tala indiscriminada de los bosques, como por la necesidad de generar espacios de expansión para los asentamientos humanos, instituciones, hoteles y uso agrícola, además, por los embates de los eventos meteorológicos extremos como las tormentas y los huracanes tropicales, es un hecho y aunque en los últimos años se vienen desarrollando diversos programas para enmendar tal problema, aún existen personas inescrupulosas que lastran los bosques (Rodríguez-García, 2020).

Si bien es cierto que para el año 2018 el 31,5% de la superficie total de Cuba estaba cubierta de bosques, se debe enfocar el lente a los 213,1 miles de hectáreas que aún están deforestadas según la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI, 2019), mientras que en materia de la protección de ecosistemas en el 2020, Cuba alcanzó el 31.66 por ciento de índice de boscosidad, ya que 89.1 miles de hectáreas del total deforestadas en el 2019, se beneficiaron con el programa de conservación de los suelos (Soler, 2021).

El siguiente problema ambiental identificado es la pérdida de la diversidad biológica, el cual debe ser analizado con un enfoque sistémico. Aunque dentro de la Estrategia Ambiental Nacional es el último problema descrito por los expertos, no significa que sea el menos importante, su orden responde al hecho de ser consecuencia de los citados anteriormente.

Este problema viene aparejado al uso inadecuado de los suelos, a la destrucción de los bosques, a la contaminación de las aguas, a la caza furtiva, a la pesca de especies de alto valor económico con fines ilícitos, entre otras cuestiones (Rodríguez-García, 2020).

Es por ello que los nuevos desafíos que se presentan en el país ante el fortalecimiento de políticas, proyectos con financiamiento internacional que contribuyen al desarrollo sostenible y otras tareas que están íntimamente relacionadas con el cuidado del medioambiente demandan de la unidad e inclusión de toda la población. Por tanto, se deben crear los espacios de intercambio y comunicación entre todos los miembros de los territorios, para socializar buenas y nuevas prácticas que han tenido éxito en la educación ambiental y el desarrollo sostenible. En tal sentido se le debe dar a los promotores ambientales su carácter de líderes cívicos con legitimidad y reconocimiento social, participantes activos como agentes de cambios en la gestión ambiental del país (Rodríguez-García, 2020).

Para la autora, es necesario establecer un nexo entre la población y la acción legislativa inmerso en las realidades y particularidades de cada territorio.

1.2. Incidencia de la agricultura en los recursos naturales (agua, suelo y bosques), en especial en la disminución de las áreas forestales.

La eliminación de la capa vegetal arrebatada a los bosques y selvas de sus palios naturales, que bloquean los rayos solares durante el día y mantienen el calor durante la noche. Este trastorno contribuye a la aparición de cambios de temperatura más extremos que pueden ser nocivos para las plantas y animales. Los árboles desempeñan un papel crucial en la absorción de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global. Tener menos bosques significa emitir más cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera y una mayor velocidad y gravedad del cambio climático (Redacción National Geographic, 2023).

La deforestación tiene muchos efectos negativos para el medio ambiente. El impacto más dramático es la pérdida del hábitat de millones de especies. Setenta por ciento de los animales y plantas habitan los bosques de la Tierra y muchos no pueden sobrevivir la deforestación que destruye su medio. La deforestación es también un factor coadyuvante del cambio climático. Los suelos de los bosques son húmedos, pero sin la protección de la

cubierta arbórea, se secan rápidamente. Los árboles también ayudan a perpetuar el ciclo hidrológico devolviendo el vapor de agua a la atmósfera. Sin árboles que desempeñen ese papel, muchas selvas y bosques pueden convertirse rápidamente en áridos desiertos de tierra yerma. Tener menos bosques significa emitir más cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera y una mayor velocidad y gravedad del cambio climático (Redacción National Geographic, 2023).

1.3. La agroforestería o agrosilvicultura

1.3.1. Concepto de agroforestería

Los primeros intentos para definir la agroforestería se remontan a 1977-1979, Corne y Budowski, la definían como “un conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implican la combinación de los árboles forestales, ya sea con la ganadería, o con los cultivos. Sin embargo, la palabra agroforestería llegó a nuestro idioma proveniente del inglés agroforestry por lo que en los últimos años se han expresado diversos criterios acerca de la verdadera definición de este concepto. Se ha venido usando indistintamente las palabras agrosilvopastoril, sistemas agrosilvopastoriles, agrodasonomía y agrosilvicultura, entre otras (Iglesias, 2011).

La agroforestería, es considerado como un paradigma, ya que se acepta como una verdad incuestionable, Briceño (2019) la define como un sistema que integra la vegetación forestal y/o frutícola (árboles o arbustos) al ciclo agrícola, (y pecuario) en secuencia temporal y espacial, con múltiples beneficios (Briceño-Yen, 2020).

Según (FAO 2020) la agroforestería es un grupo de prácticas y sistemas de producción donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo. Estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca, donde la participación del campesino es clave (Briceño-Yen, 2020).

1.3.2. Importancia de la agroforestería

La agroforestería es de gran importancia ya que, en corto plazo, aumenta los productos agrícolas con la diversificación de la producción, que permite lograr la seguridad alimentaria y mayor ingreso con los rubros de renta; se obtienen ingresos a mediano plazo, con productos

madereros y no madereros a través de podas (leña), raleo (poste); mejora producción de cultivos perenes o semi-perennes como piña, banana, yerba mate; se obtienen ingresos a largo plazo con la producción de la madera de buena calidad y alto valor económico, de los bosques manejados, obteniendo maderas finas, blandas y duras para el desarrollo industrial (madera para carpintería, laminados, construcciones etc.); se obtiene productos forestales no madereros como: miel de abeja, forraje, frutas nativas, productos medicinales; se desarrolla la capacidad gerencial de los productores que apunten a la conducción y administración de sus propias fincas bajo el nuevo enfoque agroforestal y la planificación integral; brinda beneficios ambientales y sociales como: un paisaje estéticamente más agradable, aumento de la vida silvestre y fomento del ecoturismo; además favorece la implementación de un sistema educativo que impulse una producción sostenida, en armonía con el manejo y la conservación de los recursos naturales (J. López, 2010).

1.3.3. Ventajas y desventajas de la agroforestería

La agroforestería es considerada equívocamente como una falacia, en cuanto al mejoramiento de la producción en áreas difíciles y que los árboles van a resolver muchos de los problemas agrícolas. Sin embargo, las prácticas agroforestales se han realizado en muchos lugares en el mundo, pero la ciencia que estudia ese sistema no ha descubierto la dinámica de los árboles dentro de las áreas agrícolas. Pero, la tendencia hacia la agroforestería ha evolucionado y los investigadores han clarificado los beneficios de la misma (Mao et al., 2000).

Dentro de sus ventajas se nota: el mejoramiento de espacio; el mejoramiento de las características químicas, físicas y biológicas del suelo; el mejoramiento de la producción agrícola; reducción de la erosión del suelo; se favorece microclimas extremos; reducción de riesgo de fallo del producto agrícola; provisión de soporte físico a cultivos con tallo aéreo; uso positivo de las áreas bajo sombra. Dentro de las desventajas se observan: aumento de la competencia; la pérdida potencial de nutrientes; daño por tala; daño a los árboles en los sistemas silvopastoriles; alelopatía; hospedero de plagas y enfermedades (Mao et al., 2000).

1.3.4. Diferentes métodos agroforestales

Sistema silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son una opción para revertir los procesos de degradación de los pastizales Nair et al. (2009), al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad con la intervención de leguminosas que fijan el nitrógeno al suelo y de árboles de raíces pivotantes que aprovechan las capas profundas y reciclan los nutrientes. En los sistemas silvopastoriles se desarrollan armónicamente árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo. Constituyen, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social, una de las modalidades más prometedoras de los sistemas agroforestales (Alonso, 2011).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) bajo plantaciones forestales surgen como respuesta a esas necesidades, no sólo por ser un sistema viable y adaptable para la mayor parte de las regiones en cuestión, sino también por resultar en una serie extra de beneficios para la actividad ganadera y para los productores que lo implementen, destacándose entre ellos el atractivo retorno que presentan (Luccerini et al., 2020).

Sistema de cultivos intercalados

Los cultivos intercalados son una técnica agrícola consagrada. Mientras que antes se aplicaba sin conocimientos específicos, hoy en día los agricultores pueden recoger buenas cosechas con el intercalado de cultivos, maquinaria avanzada y herramientas de agricultura de precisión. El ahorro de espacio y recursos, la garantía de un mayor rendimiento en caso de escasa rentabilidad del cultivo principal, la repulsión de plagas, la reducción de malas hierbas y la aportación de nutrientes a las plantas cercanas son algunas de las razones de su uso, de ahí la importancia de los cultivos intercalados. Teniendo en cuenta los pros y los contras de los cultivos intercalados, muchos optan por este método, aunque suponga un tratamiento adicional del campo. No obstante, una acertada combinación de cultivos intercalados da resultados positivos ya que los objetivos de los cultivos intercalados pasan por hacer que ambas plantas se beneficien mutuamente, no que compitan. La práctica de intercalar plantas se basa en principios y reglas con respecto a las distintas familias de plantas, arquitectura, época de maduración y hábitos de crecimiento (Sergieieva, 2022).

Los cultivos intercalados presentan importantes ventajas frente al monocultivo, orientadas a aumentar el rendimiento y hacer un uso más eficiente de la tierra y los recursos. El cultivo intercalado tiene los siguientes beneficios: uso óptimo de la tierra, protección del cultivo comercial, aportación de nutrientes al cultivo principal, reducción de las aplicaciones de fertilizantes, uso más eficiente de recursos naturales, mejor gestión de la maleza, mayor biodiversidad y estabilidad ecológica (Sergieieva, 2022).

Cultivos agrícolas dentro del bosque

En esta práctica se manejan cultivos de alto valor comercial bajo la protección del dosel o follaje de los árboles. Si es necesario, el follaje se modifica para proveer el nivel correcto de sombra. Ejemplo de cultivos en el bosque son: setas, ornamentales, plantas medicinales y especias. Esta práctica provee ingreso adicional mientras los árboles madereros crecen (University of Nebraska - Lincoln, 2001).

La necesidad de espacio para actividades agrícolas sigue siendo el principal factor de deforestación en el mundo. De hecho, en la región de clima tropical —la que más bosque ha perdido en los últimos 25 años— la bajada de la superficie boscosa (unos siete millones de hectáreas al año) va en consonancia con el incremento de tierras para agricultura (en torno a seis millones). También hay un claro componente económico: entre 2000 y 2010, los países con ingresos bajos perdieron una media de unos 2,2 millones de hectáreas de bosque al año y ganaron casi 3,2 millones de superficie agrícola, según el informe de 2016 sobre el estado mundial de los bosques de la FAO (agencia de la ONU para la alimentación y la agricultura) (FAO, 2016).

Cortinas rompe vientos

Los rompe vientos se siembran y administran como parte de una empresa agrícola para aumentar la producción, proteger los animales y conservar los recursos naturales. En campos de cultivo, los rompe vientos proveen protección contra vientos fuertes a: vegetales, cereales, frutales y otros, ayudan a aumentar la polinización mediante la atracción de abejas y la efectividad de los plaguicidas e irrigación. Los rompevientos ayudan a reducir el estrés y

mortalidad de recién nacidos, reducen el impacto visual y los olores objetables (University of Nebraska - Lincoln, 2001).

Bosques ribereños de amortiguamiento (fajas hidrorreguladoras)

Los bosques ribereños de amortiguamiento, ya sean establecidos o que hayan crecido naturalmente, se componen de árboles, arbustos, herbáceas y gramíneas. Estos bosques crecen paralelo a los cauces de cuerpos de agua como ríos, quebradas o lagos. La vegetación en estos bosques ayuda a atrapar contaminantes provenientes de fuentes dispersas, reducen la erosión de los bancos, protegen el medioambiente acuático, mejoran el hábitat para la vida silvestre y aumentan la biodiversidad.

Las barreras vivas o cercas vivas

De acuerdo con la definición de (Martínez, 2020), las Cercas Vivas son plantaciones lineales que, dependiendo de la especie de árbol utilizada y de su copa, son establecidas a una distancia entre 3 – 5 metros en una o dos líneas. Aunque también pueden establecerse a menos de 3 metros, como el Bienvestido (*Gliricidia sepium* L), que se puede establecer a distancias menores de 2 metros ya que su copa no es extensa.

Reyes y Martínez (2011) afirman que las cercas vivas son hábitats importantes para la conservación de la biodiversidad, especialmente aquellas que tienen una mayor diversidad de especies y estructura, atributos que deben ser incrementados para potenciar sus funciones ecológicas. De otro lado, las barreras vivas tienen un efecto ornamental que mejora el aspecto paisajístico, mejorando la percepción de las comunidades vecinas sobre ellas (Mejía, 2021).

1.4. Conceptos básicos asociados al tema de investigación

1.4.1. Concepto de sostenibilidad como paradigma de desarrollo

En la literatura en español, se encuentra la utilización de los términos sostenible y sustentable; desarrollo sostenible y desarrollo sustentable; sostenibilidad y sustentabilidad. Sin embargo, quienes utilizan las expresiones se fundamentan en el término sustainability, como referente para sus publicaciones (Cortés-Mura et al., 2015).

En 1987, la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas definió la sostenibilidad como lo que permite “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias.” (Naciones Unidas, 2023).

Méndez Chiriboga (2012), indica que tanto sostenibilidad como sustentabilidad no presentan mayor diferenciación con respecto a su aplicación al desarrollo, sino que su diferencia corresponde a su ubicación geográfica (lugar donde se utilice la expresión) o léxico, pero no modifica su objetivo principal: satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Cortés-Mura et al., 2015).

El diccionario de la Real Academia Española (RAE), define sustentable como: “que se puede sustentar o defender con razones”; y sostenible como “dicho de un proceso que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace” (Cortés-Mura et al., 2015).

Desde este punto de vista, Villamizar (s.f.) señala que el desarrollo sostenible es el término que se le da al equilibrio del manejo del Planeta en tres ámbitos: ambiental, social y económico. (Pepper, 1998; Sathiendrakumar, 1996; citados por Martins et al., 2006). Hablar de sustentabilidad es hablar de desarrollo sustentable (Cortés-Mura et al., 2015).

1.4.2. Concepto de seguimiento

Quintero (1995) refiere al seguimiento la observación, registro y sistematización de la ejecución de las actividades y tareas de un proyecto social en términos de los recursos utilizados, las metas intermedias cumplidas, así como los tiempos y presupuestos previstos, las tácticas y la estrategia (Herman, 2009).

Urzúa D. (2004) plantea que: El seguimiento es una acción permanente a lo largo del proceso de los proyectos, permite una revisión periódica del trabajo, tanto en su eficiencia en el manejo de recursos humanos y materiales, como de su eficacia en el cumplimiento de los objetivos propuestos (Herman, 2009).

1.4.3. Concepto de evaluación

Quintero (1995), expresa que: La Evaluación es un proceso de análisis crítico de todas las actividades y resultados de un proyecto, con el objeto de determinar la pertinencia de los métodos utilizados y la validez de los objetivos, la eficiencia en el uso de los recursos y el impacto en los beneficiarios (Herman, 2009).

ICCO (2000) define la evaluación como: Medidas diseñadas para evaluar el resultado del proyecto en relación con sus objetivos establecidos y el impacto que se desea lograr. Tradicionalmente, esta evaluación es considerada una actividad externa y retrospectiva en un punto en el tiempo. Pero también incluye ‘evaluaciones permanentes’ basadas en el proyecto, y ‘autoevaluaciones’ (continuadas o únicas) que realiza la organización que implementa el proyecto (Herman, 2009).

1.4.4. Concepto de indicador ambiental

Para el *Florida Center for Public Management*, (1998) institución que desarrolló un sistema de indicadores con el fin de asesorar a las dependencias ambientales de la Unión Americana, un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado. Por su parte, el Ministerio del Ambiente de Canadá lo define como una estadística o parámetro que, monitoreado a través del tiempo, proporciona información de la tendencia o las condiciones de un fenómeno más allá de la que se asocia a la estadística en sí misma. En particular, precisa que los indicadores ambientales son estadísticas cuidadosamente seleccionadas que representan o resumen un aspecto significativo del estado del ambiente, la sustentabilidad de los recursos naturales y su relación con las actividades humanas (*Environment Canada*, 1995) (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2003).

1.4.5. Concepto de prospectiva

La prospectiva nace en Francia, a finales de los años cincuenta. Su fundador fue el filósofo y hombre de negocios Gastón Berger quien en un artículo de la “*Revue des Deux Mondes*”, bautiza a esta disciplina con el nombre de prospectiva, palabra que toma del verbo latino “*prospicere*” que según Mojica, (2010) significa “ver hacia adelante” (Ruiz, 2018).

Gaston Berger (1991), citado por (Ruiz, 2018) define la prospectiva como “la ciencia que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él” menciona que “contemplando el futuro se transforma el presente” de este modo la anticipación invita a la acción.

1.5. La agroforestería como un sistema sostenible de la agricultura

Los motivos de la tala indiscriminada son muchos, pero la mayoría están relacionados con el dinero o la necesidad de los granjeros de mantener a sus familias. Los agricultores talan los bosques con el fin de obtener más espacio para sus cultivos o para el pastoreo de ganado, o para alimentar a sus familias, mediante tala y fuego en un proceso denominado «agricultura de roza y quema» (Redacción National Geographic, 2023).

El estudio de WWF identifica la agricultura comercial como una de las principales causas de deforestación y se encuentra detrás de esta pérdida de bosques alrededor del mundo con áreas boscosas despejadas con el fin de crear espacio para el ganado y los cultivos. Según las regiones, en América Latina destaca la ganadería y la agricultura a gran escala principalmente de soja para mantener las cifras del ganado en la industria alimentaria; en Asia, las plantaciones para pulpa de papel y palma; y en África, la principal responsable de la deforestación es la agricultura de subsistencia (Redacción National Geographic, 2023).

Otro estudio publicado en 2020 denunciaba que la deforestación del Amazonas alcanzó niveles históricos debido al consumo de carne. La causa principal de este aumento de la explotación de los bosques se encuentra en el incremento del consumo de carne a nivel mundial, que conlleva una expansión de la ganadería extensiva, con el consecuente aumento de cultivo de soja y pastos para la ganadería (Redacción National Geographic, 2023).

1.6. Necesidad del monitoreo periódico de los recursos ambientales

La necesidad del monitoreo periódico de los recursos ambientales es cada vez más acentuada, se está convirtiendo en una demanda de la sociedad. Y eso en todas las ramas de actividad económica y, principalmente, en actividades de impacto, como la reforestación.

El monitoreo ambiental es un proceso de recolección de datos. Es decir, se trata de un estudio de seguimiento continuo y sistemático de las variables ambientales. Su objetivo es identificar y evaluar – cualitativa y cuantitativamente – las condiciones de los recursos

naturales. Esto en un momento dado, así como las tendencias a lo largo del tiempo. Las variables sociales, económicas e institucionales, además, también se incluyen en este tipo de estudio, ya que ejercen influencias sobre el medio ambiente. Por consiguiente, el monitoreo ambiental proporciona información sobre los factores influenciados, así como el estado de conservación, preservación, degradación y recuperación ambiental de la región estudiada.

1.7. Indicadores

1.7.1. Concepto de indicadores

No existe una definición oficial por parte de algún organismo nacional o internacional, sólo algunas referencias que los describen como: “Herramientas para clarificar y definir, de forma más precisa, objetivos e impactos (...) son medidas verificables de cambio o resultado (...) diseñadas para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso (...) con respecto a metas establecidas, facilitan el reparto de insumos, produciendo (...) productos y alcanzando objetivos” (Mondragón, 2002).

Según Global Urban Observatory (2020) del Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, un indicador es una medición que resume información acerca de un tema en particular y puede señalar problemas particulares; provee una respuesta razonable a necesidades y preguntas específicas requeridas por los tomadores de decisiones (Briceño-Yen, 2020).

Los indicadores son una forma clave de retroalimentar un proceso, de monitorear el avance o la ejecución de un proyecto y de los planes estratégicos, entre otros. Y son más importantes todavía si su tiempo de respuesta es inmediato, o muy corto, ya que de esta manera las acciones correctivas son realizadas sin demora y en forma oportuna. Un indicador es la hoja de rumbo que muestra resultados claros del hoy, que permiten verificar de forma transparente el cumplimiento de objetivos trazados a mediano y largo tiempo.

Para la autora los indicadores son unidades de medición, datos que nos sirven para medir y comparar; son una herramienta fundamental para proporcionar retroalimentación sobre un proceso, monitorear el progreso o la implementación de un proyecto y los planes estratégicos, entre otros aspectos. Su importancia se incrementa aún más cuando su tiempo de respuesta es inmediato o muy corto, ya que esto permite tomar medidas correctivas de

manera rápida y oportuna. Un indicador es como una brújula que muestra de manera clara los resultados actuales, lo que permite verificar de manera transparente el cumplimiento de los objetivos establecidos a mediano y largo plazo.

1.7.2. Fin que persiguen los indicadores

El objetivo del indicador es hacer que la organización sea más efectiva y eficiente en hacer algo, y permitir que los miembros desarrollen su desempeño de cierta manera, para que puedan evaluar la gestión y mejorar el nivel de aprendizaje en ella (May-Alvaro et al., 2014). Para la autora el indicador tiene el fin de explicar los hechos acontecidos; brindar información en relación con la evolución de cada actividad que se mide; planificar de manera más confiable cada actividad; identificar las oportunidades de mejora. Donde todo lo anterior nos sirve para realizar evaluaciones periódicas del desempeño ambiental, lo cual nos lleva a la toma de decisiones.

1.7.3. Indicadores en las actividades forestales

La capacidad de identificar de manera adecuada los indicadores del entorno es fundamental para tomar mejores decisiones; una elección incorrecta de la información o una pobre comprensión de lo que significa el indicador puede llevarnos a interpretaciones y acciones equivocadas. Por ello, es importante enfatizar que un indicador es una herramienta y no un fin mismo. Los indicadores se emplean en todos los ámbitos del quehacer humano; aunque éstos varían en su grado de complejidad y relación con el fenómeno al que se refieren; desde sencillos, como el color de una fruta que sirve para evaluar su grado de madurez, hasta más sofisticados (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2003).

La agenda 21, emanada de Río 92, plantea la necesidad de mejorar los procesos de adopción de decisiones que permitan el acceso del público a la información confiable y pertinente, así como el diseño y elaboración de sistemas de vigilancia y evaluación de los avances logrados en la perspectiva del desarrollo sostenible mediante la creación y adopción de indicadores que cuantifiquen y midan los cambios en las dimensiones social, ambiental y económica (Cué-García et al., 2017).

La compleja realidad de los sistemas boscosos debe ser reflejada, de manera sintética, por los indicadores del Manejo Forestal Sostenible (MFS). Los indicadores permiten manejar

grandes cantidades de información significativa, en tanto, son diferentes a los datos o estadísticas, pues reflejan los significados esenciales de los fenómenos o procesos. Se constituyen en un puente entre el dato detallado y la información interpretada, lo que concuerda con (Domínguez, 2014) y (Cué-García et al., 2017).

Estos últimos autores asumen que “El registro de los datos estadísticos se realiza desde la perspectiva de cada área de gestión: técnica, económica, talento humano; atendiendo a los registros primarios, con las unidades de medidas y consideraciones particulares de cada indicador. Estos plantean que: La guía de los indicadores; es una herramienta fundamental para poder desarrollar estos a cualquier nivel de aplicación, convirtiéndose en el instrumento comunicador que permite:

- Definir las variables (verificadores) a tener en cuenta para el cálculo del indicador
- Conducir la búsqueda de la información.
- Procesar la información con una metodología clara y precisa.
- Facilitar la gestión de aprendizaje para cada usuario o actor, posibilitando el análisis la discusión y aporte creador de cada uno.

(Cué-García et al., 2017) establecieron el siguiente procedimiento de los indicadores de Manejo Forestal Sostenible:

1. Código y nombre del indicador.
2. Definición.
3. Ubicación según bienestar.
4. Escala adoptada y sentido de su comportamiento.
5. Unidad de medida.
6. Fórmula del indicador.
7. Rango de comportamiento
8. Cobertura de la información
9. Fuente de los datos
10. Periodicidad de la información
11. Responsable de la medición
12. Verificadores.

(Pérez-Martínez et al., 2021) asumen un procedimiento aplicado para la determinación de los criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia para empresas del sector forestal, el cual consta de tres etapas:

Etapla 1. Resultado - Criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia

Los criterios propuestos son los siguientes:

- 1) Existencia de condiciones para la gestión forestal orientada a la excelencia
- 2) Establecimiento, mantenimiento y conservación de la integridad del ecosistema forestal
- 3) Producción forestal sostenible
- 4) Fortalecimiento y contribución a la economía local

Etapla 2. Resultado - Indicadores asociados a los criterios de gestión forestal por la excelencia

Criterio I: Existencia de condiciones para una gestión forestal orientada a la excelencia

Criterio II: Establecimiento, mantenimiento y conservación de la integridad del ecosistema forestal.

Criterio III: Producción forestal sostenible

Criterio IV: Fortalecimiento y contribución a la economía local

Etapla 3. Resultado - Mapa de relaciones causa-efecto entre los criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia.

1.7.4. Indicadores en las actividades agroforestales

Silva-Santamaría y Ramírez-Hernández (2017) en la Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba definieron como su objeto de estudio la evaluación de la sustentabilidad de tres agroecosistemas, planteado según el Marco Mesmis y establecieron los siguientes componentes: productividad; estabilidad, confiabilidad, resiliencia; adaptabilidad; equidad, autogestión (Briceño-Yen, 2020).

Además, en cada uno de ellos establecieron criterios de diagnóstico para las diferentes dimensiones, así, en la Dimensión Ecológica fueron: visión integradora, clima, suelo, agua,

biodiversidad, procesos tecnológicos; para la Dimensión Económica, son productividad económica, mercadotecnia, infraestructura, monitoreo de insumos, energía, medidas vs contaminación, y en la Dimensión Socio Cultural fue Protección de la identidad local; asimismo cada uno de los componentes con sus respectivos indicadores (Briceño-Yen, 2020).

(Sarandón, 2016) señalan que, el uso de indicadores permitió observar claras tendencias en la sustentabilidad general y en los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales, que el desarrollo de indicadores es adecuado para detectar puntos críticos a la sustentabilidad y establecer sus causas y proponer soluciones a mediano plazo y proponen los siguientes

-Dimensión Económica. Indicadores: A-Autosuficiencia alimentaria. B-Ingreso neto mensual por grupo. C-Riesgo económico.

-Dimensión Ecológica. Indicadores: A-Conservación de la vida de suelo. B-Riesgo de erosión. C-Manejo de la Biodiversidad.

-Dimensión Socio-Cultural. Indicadores: A-Satisfacción de las necesidades básicas. B-Aceptabilidad del sistema de producción. C-Integración social. D-Conocimiento y Conciencia Ecológica.

(Peña et al., 2018) para evaluar el “Efecto de la riqueza de las especies cultivadas en la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en la amazonia sur del Perú” establecieron los siguientes indicadores, según cada dimensión:

-Dimensión económica: Nivel de capitalización de la finca. Riesgo económico. Ingresos por actividad AF.

-Dimensión ecológica: Calidad del suelo, Capacidad de resiliencia. Manejo de diversidad. Conservación de la vida en el suelo.

-Dimensión Socio Cultural: Satisfacción de necesidades básicas en la localidad. Nivel de intensificación tecnológica. Capacidad de gestión, metas y habilidades.

En base a lo propuesto por Sarandon (2002), Merma & Julca (2012) concluyeron que los indicadores de sustentabilidad tipo multicriterio utilizados en su estudio demostraron su validez y adaptación al medio; son simples, confiables y replicables, por lo que se recomienda su uso en condiciones similares. Estos plantearon los siguientes Indicadores y

Sub Indicadores en la investigación para efectuar la Caracterización y Evaluación de la Sustentabilidad de Fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú (Briceño-Yen, 2020).

1.8. Monitoreo

El monitoreo es una forma de detectar cambios. El monitoreo permite determinar la ocurrencia, tamaño, dirección e importancia de los cambios que se dan en indicadores claves de la calidad del manejo de un recurso (Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), 2004).

1.8.1. Concepto de monitoreo

En teoría, el seguimiento o monitoreo es una actividad de la administración interna de un programa o proyecto. La palabra monitoreo, que aparecía en los términos de referencia, ha sido sustituida por seguimiento, dado que define de mejor forma el sistema propuesto. Monitorear sugiere una posición estática, como quien está viendo un monitor desde su lugar. Seguir implica el movimiento e involucrarse con el proceso (Herman, 2009).

Para el Centro de Educación y Comunicación Popular de Nicaragua (2002) monitoreo significa observar y recolectar información. Para Rodríguez (1999) es un proceso continuo y sistemático que mide el progreso y los cambios causados por la ejecución de un conjunto de actividades en un período de tiempo, con base en indicadores previamente determinados. (Herman, 2009).

El monitoreo es un componente del Sistema de Evaluación, Monitoreo, Seguimiento y Evaluación _ seMse, el cual en su esencia constituye una herramienta práctica para la recolección de datos en diferentes momentos dados del desarrollo de un proceso (Herman, 2009).

1.8.2. Importancia del monitoreo

Para entender este punto, veamos rápidamente la importancia de la biodiversidad y por qué el Consejo del Manejo Forestal (FSC) y otras organizaciones que promueven el buen manejo forestal exigen un monitoreo ecológico (Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), 2004):

1. La pérdida de biodiversidad es uno de los problemas ambientales más importantes del siglo XXI, y los bosques bien manejados pueden jugar un papel relevante en la conservación de la biodiversidad.

2. Cuando la gente extrae productos del bosque, están usando la biodiversidad para mejorar su bienestar actual.
3. La biodiversidad juega un papel importante en el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales para que el bosque continúe produciendo los bienes y servicios que a usted como manejador del bosque le interesan, y que son de gran utilidad para la sociedad.
4. Muchas operaciones de manejo causan perturbaciones en el bosque con consecuencias impredecibles – y quizás indeseables - sobre la biodiversidad, impactando la biodiversidad del bosque y/o afectando las funciones ecológicas que mantienen la producción de productos maderables y no maderables.
5. Ciertos atributos de la biodiversidad son de alto valor para la conservación, de modo que el FSC requiere que los manejadores identifiquen su presencia, conduzcan actividades que los mantengan o protejan y monitoreen los impactos que las actividades de manejo tienen sobre estos atributos.

El monitoreo ayuda a los ejecutores de programas a lograr lo siguiente (Frankel & Cragg, 2009):

- Tomar decisiones informadas respecto a las operaciones de los programas y la provisión de servicios basada en evidencia objetiva.
- Asegurar que los recursos se utilicen de forma efectiva y eficaz, en la medida de lo posible.
- Evaluar en forma objetiva hasta qué punto el programa tiene o tuvo el impacto deseado e identificar los aspectos donde es eficaz y aquellos que requieren de correcciones.
- Cumplir con los requerimientos de elaboración de informes y demás requisitos, y convenirlos a los donantes ya sea que sus inversiones merecieron la pena o, que se deberían considerar enfoques alternativos.

1.8.3. La diferencia entre monitoreo, vigilancia y verificación

Monitoreo: son los operarios quienes hacen según lo previsto y la tarea que se les ha asignado (miran lo que se hace). Se aplica la mirada sobre lo que se hace. Se supone que quien tiene esta mirada sabe lo que debe hacerse. Esto es MONITOREAR y lo que debe hacerse está reflejado en los PROCEDIMIENTOS e INSTRUCTIVOS (Feldman, 2012).

Vigilancia: es un superior quien a través de un muestreo compara su observación con la del operario (confirma que se hace lo que se debe). Esta segunda mirada es la que confirma que se hace lo que se debe. Ya no sólo está mirando qué se hace, sino que se está mirando que se cumpla con lo previsto. Y esto es VIGILAR (Feldman, 2012). La vigilancia implica permanecer alerta y observador dentro de un área designada para identificar cualquier comportamiento potencialmente sospechoso o peligroso. Por el contrario, el monitoreo implica la recopilación y el examen continuos de datos para descubrir tendencias o patrones (Feldman, 2012).

Verificación: se analizan los resultados de monitoreo y vigilancia y DECIDE SI HAY QUE HACER ALGUN CAMBIO (confronta lo que estaba previsto que debe hacerse con lo que debería hacerse para obtener un resultado). Por ejemplo, para que se trate de una verificación del procedimiento de recepción debe intervenir con el objeto de confirmar que las especificaciones son alcanzables por parte de los proveedores actuales y con el objeto de sopesar si es necesario hacer un cambio de especificaciones, de proveedores o se puede continuar trabajando del mismo modo (Feldman, 2012).

1.9. Sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”.

El monitoreo agroforestal tiene como meta determinar la ocurrencia, tamaño, dirección e importancia de los cambios que ocurren en los sistemas forestales de la finca. La necesidad de monitoreo no es igual en todos los sistemas forestales. Todos los componentes de la biodiversidad pueden ser medidos, pero no todos son indicadores útiles. No hay necesidad de monitorear algo directamente si se puede hacer de forma indirecta. Una buena planificación y diseño son claves para el monitoreo práctico y relevante, por lo que deben establecerse objetivos claros y específicos. Los objetivos específicos deben relacionarse con los efectos del manejo en la biodiversidad.

1. Lineamientos conceptuales de monitoreo
2. Objetivos del programa de monitoreo ¿Qué se desea medir?
 - Proporcionar información de calidad sobre el estado de los recursos del bosque.
 - Contribuir a la construcción del conocimiento relacionado con el uso y la gestión de los ecosistemas boscosos en el área de estudio.

- Homogenizar y estandarizar variables y unidades mínimas en las temáticas claves.
- Minimizar duplicidades en la producción de datos e información con el fin de identificar y regular la información oficial del área de estudio.
- Disponer la información a través de indicadores que apoyen la toma de decisiones a nivel local.
- Contar con información oportuna, accesible y actualizada.

¿Qué elementos se deben monitorear para lograr un proceso de ordenación forestal sostenible?

a. Necesidad de un programa de monitoreo

¿Es necesario un programa de monitoreo ecológico para el proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”?

b. La estructura y composición de los sistemas forestales presentes

¿Cuáles especies constituyen un componente ecológicamente significativo de la estructura y composición de los sistemas forestales presentes?

¿Existen otras especies de plantas presentes en el área manejada que se sepa juegan un papel clave en la sobrevivencia de animales amenazados o en peligro de extinción, o que tengan valores ecológicos, económicos o socioculturales claves dentro del área?

c. La finca “Punta la Cueva” contiene concentraciones significativas de valores de la biodiversidad.

¿Existen especies amenazadas y en peligro de extinción (a nivel global, regional o nacional) dentro de la finca “Punta la Cueva”?

¿Hay especies endémicas dentro de la finca “Punta la Cueva”?

¿Provee la finca hábitat para el uso estacional crítico o concentraciones temporales de fauna?

¿Hay una presencia significativa de bosque natural intacto?

¿El tamaño del bosque intacto es lo suficientemente grande como para mantener las principales poblaciones de fauna?

¿Son las características estructurales y de composición de especies del bosque adecuadas para mantener poblaciones naturales?

3. Diseño de muestreo

El diseño de muestreo es la parte que requiere mayor cuidado, ya que de éste depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse (Corral-Rivas et al. 2009). Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que en la muestra que se tome debe considerarse la mayor variabilidad posible de la población estadística. Del diseño de muestreo depende el análisis de los datos, la extrapolación y generalización de los resultados y su validez. En consecuencia, un programa de monitoreo sólo puede generar información confiable si cuenta con un buen diseño de muestreo (Corral-Rivas et al., 2013).

La autora decide utilizar el Muestro dirigido o subjetivo. Este tipo de muestreo, algunas veces referido como “muestreo representativo” consiste en localizar los sitios de manera dirigida. Dichos sitios se establecen de acuerdo con las preferencias de los manejadores o investigadores forestales sin seguir un sistema aleatorio ni sistemático dentro de la población de interés.

4. Implementación del programa de monitoreo

5. Evaluación ¿Cómo saber que el monitoreo está funcionando?

- Análisis e interpretación de los resultados
- Ajustes y adaptaciones a partir de los resultados del monitoreo
- Toma de decisiones

Capítulo II. Materiales y métodos.

La investigación se desarrollará en la finca "Punta la Cueva" del municipio Cienfuegos, provincia del mismo nombre, ubicada en la comunidad Punta la Cueva, perteneciente al Consejo popular Junco Sur y está enclavada en los alrededores de la carretera al Hotel Punta la Cueva (Figura 1); Sus coordenadas son: Latitud: 22°11'60" y Longitud: - 80°42'60" abarca un total de 13,86 Ha. El área fue seleccionada por desarrollarse en ella un proyecto de reordenamiento forestal, espacio ideal para desarrollar un sistema de indicadores basado en el paradigma de la sostenibilidad que permita conocer la efectividad del proceso.

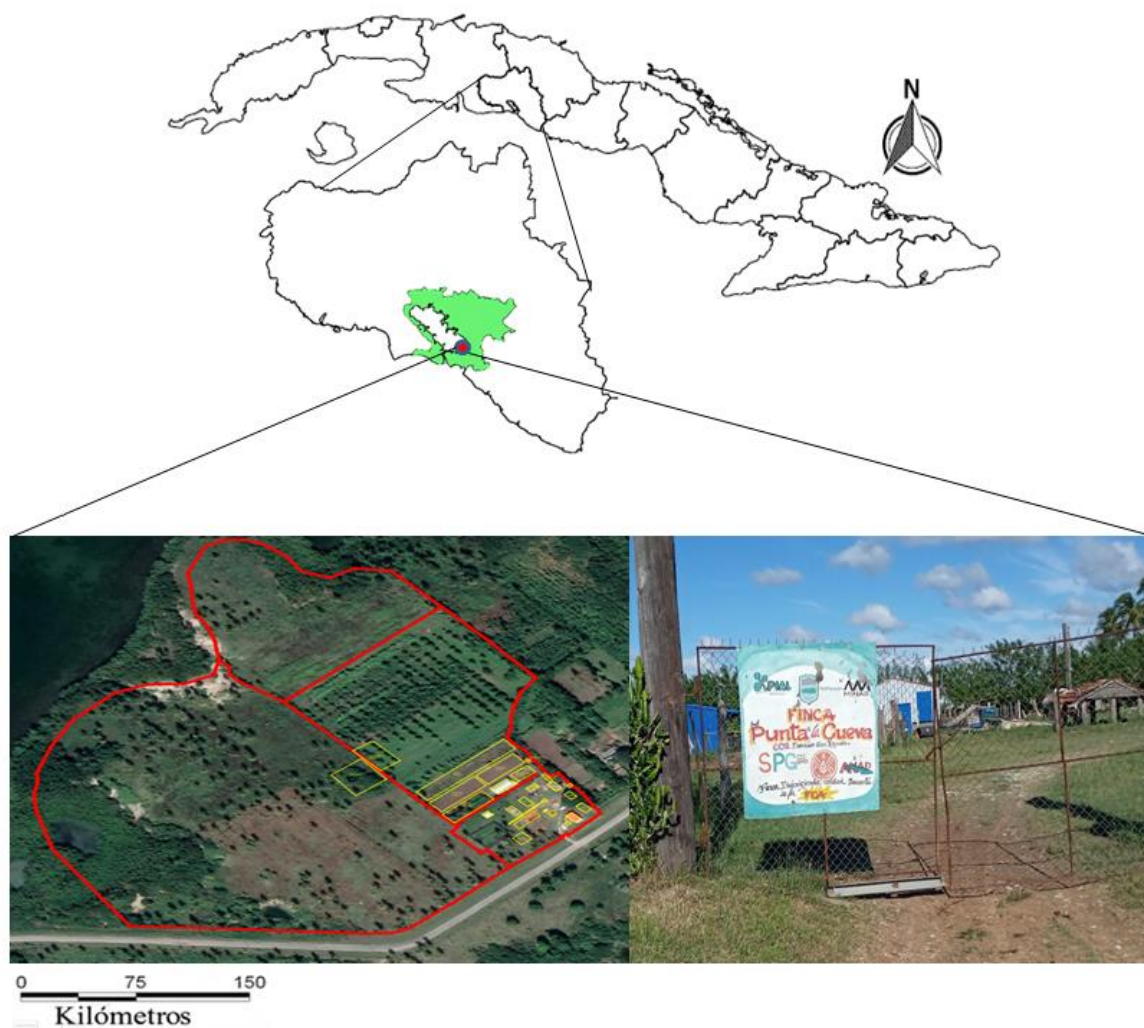


Figura No.1. Mapa de la finca "Punta las cuevas"

2.1 Métodos científicos.

Para el desarrollo del trabajo, se utilizaron los siguientes Métodos científicos:

- Histórico-lógico: para entender por lo histórico al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica, resaltando que para conocer la evolución y desarrollo de un objeto o proceso es necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales que le son propias, tratando así de comprender el movimiento histórico tendencial que lo caracteriza en toda su riqueza (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 25).
- Inductivo-deductivo: para pasar del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 24).
- Analítico-sintético: para descomponer lo complejo en sus partes y cualidades, permitiendo la división mental del todo en sus múltiples relaciones; y descubrir las relaciones y características generales entre ellas, lo cual se produce sobre la base de los resultados del análisis (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 24).
- Comparativo: Para encontrar diferencias o similitudes, entre dos o más métodos, con el objetivo de hallar soluciones a problemas futuros con los conocimientos adquiridos.
- Método hipotético-deductivo: para la formulación de una hipótesis inferida por principios o por leyes, teorías o datos empíricos, y a partir de ella, seguir las reglas lógicas de la deducción para comprobar la veracidad de la hipótesis (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 25).
- Revisión de la literatura: permite identificar, seleccionar y organizar la información del documento escrito.
- Análisis de contenido: Para establecer las ideas principales, ubicarse en un contexto, con el objetivo de generar categorías de análisis.

2.2 Descripción del área de estudio.

El clima de la zona de estudio es Tropical poco húmedo (Sulroca, 1976). Este tipo climático está ampliamente difundido en toda la provincia, se caracteriza por ser caliente, húmedo y lluvioso entre los meses de mayo a octubre, y seco y poco húmedo, con temperaturas menos calientes de noviembre a abril. Las temperaturas máximas media muestran

diferencias esenciales en los meses extremos del año, enero y julio; Estas diferencias explican la clara variación estacional existente en el régimen térmico de la provincia (Figura 2) y en general de Cuba (Castillo & Barcia, 2015). La zona estudiada ha sido afectada por la trayectoria de varios huracanes provocando importantes daños en la agricultura y la vegetación arbórea.



Figura No. 2 Climatograma de la provincia de Cienfuegos. Fuente: (Castillo & Barcia, 2015)

En el área de estudio predomina un relieve llano (pendientes de 0 – 20 %), el uso mayoritario del suelo es el cultivo de frutales, aunque existen áreas dedicadas a la ganadería (silvopastoreo) y los cultivos agrícolas como *Musa paradisiaca* (plátano), *Solanum lycopersicum* (tomate) y *Manihot esculenta* (yuca) entre otros. La mayor parte del área está dedicada al cultivo del *Cocos nucifera* (coco) con un sistema silvopastoril de ganado vacuno. Las plantaciones de *C. nucifera* se encuentran en mal estado debido al paso de varios huracanes de considerable intensidad y a la falta de un sistema de monitoreo sanitario y reemplazo de los árboles que así lo requieran.

El área de estudio al estar ubicada en el litoral costero de la bahía de Jagua presenta un área de 3,8 Ha ocupadas por la formación boscosa del manglar, representado por las especies típicas como *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (patabán), y *Diospyros crassinervis* (ébano carbonero). En lugares con más alto grado de antropización se encuentran especies como el *Caesalpinia vesicaria* (barzilete), *Terminalia buceras* (jucaro negro), *Lysiloma latisiliquum* (soplillo) etc. Es

importante destacar la presencia de especies invasoras como *Dichrostachys cinerea* (marabú) y *Acacia farnesiana* (aroma blanca). Esta formación boscosa presenta un alto grado de degradación y en algunos sitios aparecen áreas abiertas (claros) donde se aprecia la presencia de especies invasoras: *D. cinerea*, *Cordia collococca* (ateje de goma) y *Pisonia aculeata* (zarza) entre otras.

2.3 Selección de los indicadores para medir el desarrollo del proceso de ordenación forestal.

Se construyó un procedimiento desde una perspectiva de enfoque ecosistémica, agrupando indicadores claves para cada una de las dimensiones que constituyen la base de un funcionamiento sostenible en un sistema agroforestal (ecológica, económica y social), a través de este procedimiento se efectuará el monitoreo y evaluación del nivel de desarrollo del proceso de ordenamiento forestal, permitiendo a su vez conocer en que dimensión y cuales indicadores de los seleccionados debe tener una atención diferenciada para lograr un correcto proceso de ordenación forestal que garantice la sostenibilidad del área evaluada.

Para la selección de los indicadores por dimensiones fueron consultados numerosos artículos y literatura especializada, lo que permitió que no existiese duplicación en los resultados que expresa cada indicador o se omitiese aspectos claves de las dimensiones evaluadas (Bélisle & Desrochers, 2002), (Herrero, 2005), (Pérez et al., 2013), (Vergara et al., 2014), (Moronta-Riera & Riverón-Zaldivar, 2016), (Sikor & Mueller, 2009).

El método propuesto consta de una serie de indicadores escogidos por cada dimensión que representan elementos claves para el funcionamiento del proceso de ordenación forestal sostenible de un sistema agroforestal. Para cada indicador se construyó una escala cualitativa y un valor ponderado, donde la condición óptima recibe el máximo valor. El resultado obtenido en cada dimensión es integrado para en conjunto dar el marco referencial del estado de desarrollo del sistema agroforestal.

Se tomó como base en los conceptos de Dimensión e Indicador la obra de (Komar et al., 2014):

Dimensión: ámbito de mayor jerarquía en el método propuesto, que permite visualizar aspectos globales del estado de conservación del bosque.

Indicadores: variables de especial sensibilidad que permite describir una situación relativa a una determinada dimensión. Estos indicadores fueron seleccionados teniendo en cuenta los factores que no deben faltar en aquellos que miden cualquier objeto de conservación.

La escala de calificación de los indicadores adoptada es la propuesta por (Cifuentes et al., 2000), adaptado por Alvarez y García (2023). Presenta 3 niveles de calificación (1has 6), asociados a una ponderación que expresa el nivel de sostenibilidad del sistema agrícola estudiado (incompleto, estado transicional y sostenible).

Dimensión ecológica: a pesar de que la múltiple función de un agroecosistema se basa en la integridad de las tres dimensiones que constituyen el paradigma de la sostenibilidad. Para (Camprodón & Subirachs, 2001), la dimensión ecológica es la que permite el funcionamiento global del sistema; Desde los descomponedores del suelo hasta los depredadores de niveles más elevado de la cadena trófica hay todo un complejo de sistemas de dependencia que posibilitan el funcionamiento normal de todo el sistema.

Propuesta de indicadores ecológicos:

Indicador 1. Presencia de especies típicas de las formaciones vegetales presente en el área de estudio: la presencia o ausencia de especies típicas de una determinada formación boscosa refleja el nivel de naturalidad o perturbación del área debido a procesos de cambios motivados por la colonización de especies oportunistas que son indicadoras de hábitats antropizados o con determinados niveles de degradación (García-Alvarez, 2023). Según (Rosúa-Campos, 2001), si las poblaciones de especies vegetales típicas del bosque original declinan o se extinguen a nivel local por el manejo, ocurre un cambio en la composición aun manteniéndose la diversidad del bosque.

Tabla No.1. Valoración del indicador en la dimensión ecológica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
Menos del 30 % de las especies inventariadas son típicas de esta formación boscosa	Degradado	1
Entre 31-70 % de las especies inventariadas son típicas de esta formación boscosa	Estado transicional	3
Más del 70 % de las especies inventariadas son	Conservado	6

típicas de esta formación boscosa		
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 2. Completamiento de la superficie potencial forestal: el grado de afectación de los bosques debido perturbaciones antrópicas por usos del suelo para actividades agrícolas, extracción de productos madereros etc. constituyen actividades no compatibles con estos, en dependencia de su frecuencia, intensidad y extensión influyen directamente en el proceso de degradación y en la diferenciación de diversos grados de ésta (Bustamante et al., 2012)

Tabla No.2. Valoración del indicador en la dimensión ecológica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
Menos del 30 % del área potencial boscosa aún no está reforestada	Desforestado	1
Entre 31-70 % del área potencial boscosa está reforestada	Incompleto	3
Entre 71 - 100 % del área potencial boscosa está reforestada	Reforestado	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 3. Presencia de especies invasoras en los sistemas forestales presentes en la finca: se calcula a partir del número de especies presentes en el área clasificadas como invasoras en relación al total de especies inventariadas. Las especies exóticas invasoras son una de las fuertes causas de pérdida de biodiversidad y degradación de los ecosistemas a través de la competencia o la propagación de enfermedades (Vistin-Guamantaqui et al., 2018). Para (Sorís, 2018), entre las amenazas a la biodiversidad y a la conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, las invasiones biológicas, representan los factores de riesgo más significativos.

Tabla No.3. Valoración del indicador en la dimensión ecológica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
Mayor del 20 % de las especies inventariadas son invasoras	Degradado	1
Entre el 16 – 20 % de las especies inventariadas son invasoras	Estado transicional	3

Desde 0 – 15 % de las especies inventariadas son invasoras	Conservado	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 4. Evidencia de uso indirecto de los beneficios del ecosistema forestal: (apicultura, café, uso de plantas medicinales, etc.): Dentro de las nuevas tendencias de la silvicultura está la integración y diversificación productiva sobre los productos forestales no madereros y los servicios ecosistémicos brindados por los bosques, estos beneficios requieren manejos silvícolas compatibles con los servicios de los ecosistemas boscosos. El conocimiento tradicional adquirido por las comunidades campesinas ha permitido que el uso de la diversidad biológica de los bosques nativos sea por períodos muy largos de tiempo sin el deterioro de estos; El aprovechamiento de los productos forestales no madereros (PFNM) y los servicios ecosistémicos puede significar un gran potencial para el futuro desarrollo de las economías locales y regionales (Mónaco et al., 2020).

Tabla No.4. Valoración del indicador en la dimensión ecológica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No hay usos indirectos de los beneficios del ecosistema forestal	No uso de servicios ecosistémicos	1
Existen al menos un uso indirecto de los beneficios del ecosistema forestal	Poco uso de servicios ecosistémicos	3
Existen más de un uso indirecto de los beneficios del ecosistema forestal	Adecuado uso de servicios ecosistémicos	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Dimensión económica: debido al fuerte vínculo entre la conservación de la diversidad biológica y los ecosistemas forestales con el desarrollo sostenible, las actividades económicas no sostenibles constituyen la causa principal de la degradación ambiental (R. Jiménez, 2012).

Propuesta de indicadores económicos:

Indicador 1. Uso de los incentivos estatales en el proceso de ordenación forestal: con la creación de la Ley No 85 Ley Forestal surge el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF) (Asamblea Nacional del Poder Popular, 2015), con el objeto de fomentar el

desarrollo sostenible de los recursos forestales. Este facilita la promoción y financiamiento de proyectos y actividades dedicadas a conservar y desarrollar estos recursos, especialmente en lo que concierne a inventarios, ordenación, protección e investigación. El acceso a estos incentivos y beneficios económicos por parte de los campesinos, además de permitir tener mejores condiciones para la ejecución de la ordenación forestal facilita ser reconocidos como campesinos productores responsables con la salud ambiental.

Tabla No.5. Valoración del indicador en la dimensión económica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
Uso desde un 0 – 39 % del costo del proceso de ordenación con fondo para el desarrollo forestal	Poco uso de incentivos financieros estatales	2
Uso desde un 40 – 60 % del costo del proceso de ordenación con fondo para el desarrollo forestal	Inadecuado uso de incentivos financieros estatales	3
Uso desde un 61 – 100 % del costo del proceso de ordenación con fondo para el desarrollo forestal	Adecuado uso de incentivos financieros estatales	4
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 2. Proceso de ordenación forestal sustentado sobre un plan de manejo forestal simplificado: se entiende por plan de manejo simplificado en nuestro país al proceso que realizan entidades estatales o particulares con patrimonio forestal pequeño (exceptuando aquellas entidades que su objeto social sea la actividad forestal) consistente en la elaboración de un documento donde se ordene y planifique todo lo inherente al manejo del patrimonio forestal. Según (Covisa, 1998), el ordenamiento de áreas forestales consiste en el análisis, diagnóstico y planificación de actuaciones en el patrimonio forestal de su territorio para conseguir la máxima rentabilidad sostenible de acuerdo a sus condiciones naturales; Si la ordenación forestal está bien hecha y la planificación es viable permite no solo saber lo que se está ejecutando y por qué, si no lo que se ejecutará en el futuro y hacia donde se quiere llegar con ello.

Tabla No.6. Valoración del indicador en la dimensión económica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No existe el plan de manejo forestal simplificado o incompleto	Ordenación forestal sobre bases no sostenible	1
El plan de manejo forestal no abarca todos los sistemas forestales presentes en la finca	Ordenación forestal incompleta	3
Ordenación forestal con base en plan de manejo simplificado	Ordenación forestal sobre bases sostenible	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 3. Inversión en el proceso de ordenamiento forestal de parte de las utilidades obtenidas en otras actividades agrícolas de la finca: las medidas de autocompensación ambientales son consideradas herramientas de apoyo a la sostenibilidad ambiental, ya que logran visualizar y hacer responsable a los productores de los diferentes daños que provocan en sus ecosistemas, además, al pagar por el mantenimiento de la salud de estos constituye un punto de fuga de sus capitales y por tanto les interesará mantener lo más sano posible su fuente de ingresos. En general logran hacer responsables a los generadores de disturbios ambientales de sus daños y evitan que produzcan impactos mayores al ecosistema.

Tabla No.7. Valoración del indicador en la dimensión económica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No se invierte parte de las ganancias en el proceso de ordenación forestal sostenible de la finca.	Sin autocompensación ambiental	1
Solo se invierte hasta un 50 % de las ganancias en el proceso de ordenación forestal sostenible de la finca	Autocompensación insuficiente	3
Se invierte todo lo necesario de las ganancias en el proceso de ordenación forestal de la finca	Autocompensación ambiental	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 4. Existencia de un registro de datos históricos de producciones/ inversiones que reflejen la salud del ecosistema y la relación costo/ beneficio: (Komar et al., 2014), consideran que los ecosistemas “muestran su estrés” a través de la reducción de la productividad y esto se considera un peligro para su integridad. En relación a este tema (Calzadilla, 2013), consideran un aspecto básico la valoración económica y el monitoreo de

la eficiencia de las fincas, lo que permite conocer la eficiencia económica de las mismas y los costos de producción.

Tabla No.8. Valoración del indicador en la dimensión económica:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No existe registros históricos de producciones/inversiones	Control inadecuado	1
Registros históricos de producciones/inversiones muy reciente o incompleto	Control incompleto	3
Existe registro de datos históricos de producciones/inversiones	Control adecuado	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Dimensión social: dentro de las causas más comunes reportadas que provocan disturbios y degradación en los ecosistemas se reportan la propagación de especies invasoras, incendios, etc. Según el Plan de manejo PNS (1998), las decisiones iniciales de muchas poblaciones no consideran los aspectos sociales y políticos, ligados al uso de las tierras, evidentemente con un criterio de subsistencia o de obtención de ganancias más no de conservación, llevando consigo a estas tierras problemas antrópicos como resultado de sus actividades cotidianas haciendo que cada día se altere más el ecosistema.

Propuesta de indicadores sociales:

Indicador 1. Presencia de daños antrópicos en los sistemas forestales presentes en la finca: (Olivera et al., 2020) exponen que los disturbios antrópicos degradan los bosques reduciendo su diversidad taxonómica y funcional, impidiendo su recuperación y desestabilizando el ecosistema; Estos disturbios en los ecosistemas pueden actuar como facilitadores de las invasiones ya que producen un cambio en los patrones históricos de rotación o flujo de recursos (e.g. agua, nutrientes, luz, etc.) y esta heterogeneidad temporal en la disponibilidad de recursos crea una oportunidad para colonizar, que puede ser aprovechada por especies con gran capacidad de establecimiento como las especies exóticas invasoras.

Tabla No. 9. Valoración del indicador en la dimensión social:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
Existen daños antrópicos antiguos y se evidencian ocurrencias recientes	Sistemas forestales no protegidos	1
Aún perduran los daños antrópicos anteriores, pero no existen recientes en los sistemas forestales presentes en la finca	Protección a sistemas forestales insuficiente	3
Erradicación de los daños antrópicos en los sistemas forestales presentes en la finca	Sistemas forestales bien protegidos	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 2. Vinculación con entidades especializadas del territorio en el desarrollo del proceso de ordenación forestal (Jardín Botánico, UCF, EFI): la vinculación de entidades especializadas en el sector forestal con el proceso de ordenación forestal de campesinos constituye un mecanismo que logra poner a disposición de estos los últimos conocimientos científicos, las tecnologías disponibles más eficientes y exactas. Para (Zamora-Martínez, 2016), el diálogo permanente favorece el intercambio de ideas y conocimiento que conlleva a la ejecución de acciones conjuntas y al establecimiento de compromisos garantizando la adopción de innovaciones tecnológicas que garantizan un manejo forestal sostenible así como una mejora general de los procesos productivos.

Tabla No. 10. Valoración del indicador en la dimensión social:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No existen entidades especializadas vinculadas al proceso de ordenación forestal de la finca	Ordenación forestal no participativa	1
Solo existe una institución especializada vinculadas al proceso de ordenación forestal de la finca	Ordenación forestal poco participativa	3
Existen vinculación con todas las instituciones especializadas del territorio	Ordenación forestal participativa	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 3. Capacitación técnica del personal que trabaja la finca: la agricultura es un sector en constante cambio debido a las condiciones tanto climáticas como sociales; Unido a esto la aparición de nuevas plagas, enfermedades y la invención de nuevas técnicas exigen del personal agrícola una constante capacitación. La capacitación es necesaria para adquirir

Propuesta de un sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”.

nuevos conocimientos en determinado sector, reemplazar técnicas inadecuadas, obsoletas o dañinas para el ecosistema y lograr su sostenibilidad.

Tabla No.11. Valoración del indicador en la dimensión social:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No se capacita a ninguna persona de la finca	Sin capacitación forestal	1
Solo se capacita a la familia dueña de la finca	Capacitación forestal incompleta	3
Se capacitan los dueños y todos los trabajadores de la finca	Capacitación forestal completa	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

Indicador 4. Capacidad del uso como referencia de los sistemas forestales en la finca. La materialización de las áreas de referencias en las carreras de perfil agrícola tiene como principal objetivo garantizar un equilibrio en los alumnos entre la teoría y la práctica, permiten que el alumno integre las competencias adquiridas durante sus estudios docentes con las prácticas usuales de trabajo en los entornos donde luego se desarrollaran; Estas áreas constituyen una vía donde se materializan la conexión entre la Universidad y la agricultura, redundando en beneficio para ambas partes.

Tabla No.12. Valoración del indicador en la dimensión social:

Rango de valores	Valoración cualitativa	Ponderación del indicador
No presenta sistemas forestales de referencia	Ordenación forestal inadecuada	1
Al menos un sistema forestal de los tres presentes en la finca puede ser usado como referencia	Ordenación forestal incompleta	3
Los tres sistemas forestales presentes en la finca pueden ser usados como referencia	Ordenación forestal de referencia	6
TOTAL, del valor ponderado del indicador		6

El óptimo numérico de cada dimensión es el resultado de los valores alcanzados por sus indicadores y su relación con respecto a la máxima puntuación que puede alcanzar esa dimensión (Tabla 13).

Tabla No.13. Ejemplo de Calificación de la dimensión ecológica.

Indicadores de la dimensión ecológica	Ponderación del indicador (1 -6)
1.	i
2.	i
3.	i
4.	i
Calificación máxima a obtener en la dimensión	24
Calificación obtenida	$\sum i.....$
% Unidades en la dimensión ecológica	$(\sum i/24) * 100$

Para la calificación de las dimensiones utilizadas se tomó como base la propuesta por (Corrales, 2013) adaptada por Alvarez y García 2023 (Tabla 14).

Tabla No.14. Escala de calificación para cada Dimensión.

Valoración cualitativa	Valor obtenido
Incompleta	0 – 50 %
Estado transicional	> 50 – 75 %
Sostenible	> 75 %

Para la calificación del nivel de sostenibilidad del proceso de ordenación forestal se utilizó el promedio de las tres dimensiones estudiadas propuesta por (Corral-Rivas et al., 2013) (Fórmula a).

Fórmula a. Cálculo para la obtención de la calificación final del nivel de ordenación forestal del área estudiada.

$$Nd = [Dec + Decon + Ds /3]$$

Donde:

Nd corresponde a Nivel de degradación

Dec corresponde a Dimensión ecológica

Decon corresponde a Dimensión económica

Ds corresponde a Dimensión social

Propuesta de un sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”.

Una vez determinado los cálculos, se procede a la clasificación general del nivel de ordenación forestal del área estudiada según la siguiente escala (Tabla 15).

Tabla No.15. Escala de valoración del nivel de degradación del bosque.

Valoración	Valor obtenido
Ordenación forestal Incompleta	0 – 25 %
Ordenación forestal en estado transicional	> 25 – 70 %
Ordenación forestal Sostenible	> 70 %

Capítulo III. Resultados y discusión.

Una vez aplicado el cálculo de los indicadores propuestos en cada dimensión fueron obtenidos los resultados expuestos en la Tabla 16:

Tabla No. 16. Resumen de los resultados de la aplicación de los indicadores propuestos por cada una de las dimensiones.

Dimensión	Indicadores	Valoración cualitativa	Ponderación	Puntos por dimensión	Estado de la dimensión
Ecológica	1. Presencia de esp. típicas de las formaciones vegetales presentes en el área de estudio	Degradado	1	19 (79%)	Sostenible
	2. Completamiento de la superficie potencial forestal	Reforestado	6		
	3. Presencia de especies invasoras en los sistemas forestales presentes en la finca	Conservado	6		
	4. Evidencia de uso indirecto de los beneficios del ecosistema forestal	Conservado	6		
Económica	1. Uso de los incentivos estatales en el proceso de ordenación forestal	Poco uso de incentivos financieros estatales	1	4 (16%)	Incompleta
	2. Proceso de ordenación forestal sustentado sobre un plan de manejo forestal simplificado	Ordenación forestal sobre bases no sostenible	1		
	3. Inversión en el proceso de ordenamiento forestal de parte de las utilidades obtenidas en otras actividades agrícolas de la finca	Sin auto compensación ambiental	1		
	4. Existencia de un registro de datos históricos de producciones/ inversiones que reflejen la salud del ecosistema y la relación costo/ beneficio	Control inadecuado	1		
Social	1. Presencia de daños antrópicos en los sistemas forestales presentes en la finca	Protección a sistemas forestales insuficiente	3	13 (54%)	Estado transicional
	2. Vinculación con entidades especializadas del territorio en el desarrollo del proceso de ordenación forestal	Ordenación forestal participativa	6		
	3. Capacitación técnica del personal que trabaja la finca	Capacitación forestal incompleta	3		
	4. Capacidad del uso como referencia de los sistemas forestales en la finca	Ordenación forestal inadecuada	1		

3.1. Análisis y discusión de la dimensión ecológica.

Una vez calculado y analizado cada indicador se procedió determinar la calificación general de la dimensión ecológica, correspondiendo a esta el mayor número de indicadores con la máxima calificación posible de este sistema de monitoreo; Obteniendo está según la ponderación propuesta en este trabajo la condición de Sostenible con un 79 % puntuación.

Como se aprecia en la tabla 16 a pesar de haber obtenido la calificación de sostenible la dimensión, existe un indicador en estado de degradación según las calificaciones de este trabajo y otros indicadores que, aunque alcanzaron la calificación máxima al realizar un análisis detallado aún pueden mejorarse para lograr un bosque de referencia.

El indicador 1 Presencia de especies típicas de las formaciones vegetales presente en el área de estudio: se obtuvo una calificación de degradada (mínima condición); la formación boscosa presente en la finca es el manglar, la cual según (J. M. Guzmán & Menéndez 2013), está representada en nuestro país por cuatro especies principales: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinas* (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (yaya) y *Conocarpus erectus* (pataban). De las cuales solo están presente en el área estudiada el mangle rojo y el mangle prieto. Dentro de las medidas recomendadas por (Vega, 2022) en su trabajo “Propuesta de ordenamiento forestal en la finca “Punta la Cueva” de Cienfuegos está la restauración con especies típicas de esta formación boscosa.

(Vega, 2022) al estudiar la biodiversidad forestal en la finca “Punta las Cuevas”, obtuvo que el hábito de vida herbáceo fue el mejor representado en un ecosistema boscoso, indicando de: un bosque con poca densidad arbórea, predominio de espacios abiertos con fuerte intensidad luminosa y abundante especies herbáceas, ocupación arbórea incompleta, insuficiente regeneración natural arbórea en el suelo del bosque y una acentuada antropización.

Al analizar en conjunto todas estas condiciones es posible afirmar la presencia de un bosque con un alto nivel de degradación.

(Peri, 2017) y otros autores afirman que la densidad de la regeneración permite diferenciar entre comunidades degradadas y no degradadas, ya que un nulo o escaso reclutamiento de especies arbóreas podría producir cambios significativos en el mediano o largo plazo sobre la

recuperación de las áreas de bosques nativo sin cobertura de dosel superior; determinando los diferentes niveles de estados degradados.

El indicador 2 Completamiento de la superficie potencial forestal: obtuvo la calificación de Reforestado; Es importante aclarar que a pesar de haber obtenido la máxima calificación aún quedan espacios por reforestar. Las valoraciones cualitativas propuestas en este trabajo se basan en rangos, donde es posible clasificar en la máxima condición del ecosistema aun así el indicador ser susceptible de mejoras. Se pudo determinar a través de los diferentes recorridos realizados que existe un total de 0,93 ha en condiciones de áreas deforestadas. A pesar de representar un número poco significativo en el indicador es importante seguir completando toda la superficie del bosque pues de esta manera el dosel del bosque mantiene su continuidad asegurando así la luz necesaria para continuar con los procesos ecológicos.

El área estudiada durante mucho tiempo ha estado bajo un manejo agrícola basado en la obtención a toda costa de ganancia, obviando todo lo relacionado con el uso sostenible de los recursos naturales. Esta condición motivó daños considerables al ecosistema boscoso presente mediante la extracción indiscriminada de productos forestales madereros hasta llegar en determinados puntos a provocar claros desprovistos totalmente de vegetación. Al respecto (Méndez, 2011), en su estudio sobre el estado de los manglares en el archipiélago cubano, expresó que la fragmentación y reducción de estos está condicionada por la extracción de madera sin regulaciones y avance de la frontera agrícola.

Para (Vistin-Guamantaqui et al., 2018), el grado de intervención del bosque da lugar a una fragmentación excesiva del mismo, donde las modificaciones humanas son las más determinantes en la fragmentación de los ecosistemas boscosos, acelerando la pérdida de hábitat y la reducción de la diversidad biológica.

Los espacios abiertos en los bosques permiten la entrada de determinada cantidad de luz; Ésta se considera como una de las variables medioambientales de mayor importancia en los procesos dentro de los ecosistemas boscosos; La variabilidad de la luz provoca diferentes adaptaciones tanto en plantas como en animales, por lo cual generan cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento en el bosque (Ogan & Machado, 2002), (Melo & Vargas, 2003). En los ecosistemas naturales, la cubierta vegetativa del bosque tiene importantes

funciones como: prevenir la erosión del suelo, regular el ciclo del agua, reforzando la infiltración y reduciendo el escurrimiento.

El indicador 3 Presencia de especies invasoras en los sistemas forestales presentes en la finca: obtuvo la máxima calificación correspondiendo a la categoría de Conservado; Al relacionar el número de especies clasificadas como invasoras presentes en la finca respecto al total de especies inventariadas en la misma se puede apreciar que esta relación analizada “fríamente” es poco significativa.

Esta condición de conservada es necesario seguirla de manera permanente, pues dentro de las seis especies clasificadas como invasoras (*Cordia alba* (ateje de goma), *Bromelia pinguin* (piña de ratón), *Euphorbia lactea* (cardón), *Acacia farnesiana* (aroma blanca), *Lysipomia latisiliquum* (soplillo) y *Dichrostachys cinerea* (marabú) se encuentran dos considerados en Cuba como de especial interés. (Oviedo-Prieto & González-Oliva, 2015), plantear que conocer cuáles especies de plantas se comportan como invasoras en el territorio nacional, cuáles se muestran más agresivas en el momento actual amenazando la biodiversidad cubana y cuáles podrían constituir amenaza en el futuro cercano incrementa la probabilidad de éxito en la gestión de prevención, detección temprana y control de estas invasiones biológicas. Desde época tan temprana como 1960 del pasado siglo ya (Falinski, 1968) planteó el peligro para los bosques naturales que representan las especies invasoras. Estas pueden llegar a transformar las características de estructura y composición florística de las comunidades invadidas.

En resumen, la no eliminación de estas especies puede afectar tanto a la estructura del bosque como la pérdida de especies típicas de los sistemas forestales presentes en el área estudiada.

El indicador 4 Evidencia de uso indirecto de los beneficios del ecosistema forestal: obtuvo la máxima condición (Conservado), el área estudiada presenta evidencias notables del uso indirecto de los sistemas forestales presentes en ella; La apicultura representa un renglón importante para la economía familiar, además de constituir una importante fuente de agente polinizador tanto de plantas forestales como de cultivos agrícolas. Las plantas medicinales están representadas por una importante variedad, es posible encontrarlas no solo en áreas seleccionadas para este fin, sino también en las áreas boscosas y formando parte de la

biodiversidad en las cercas vivas. Este uso indirecto de los beneficios de los ecosistemas forestales demuestra lo expresado por (Komar et al., 2014): los servicios ecosistémicos vinculan el ser humano con el entorno natural, y demuestran para el humano lo importante de los ecosistemas como aspecto clave de nuestro propio medio ambiente y supervivencia.

Los bosques además de fuente directa de alimentos y combustibles proporcionan muchos beneficios indirectos a través de la apicultura, la medicina tradicional y el empleo de sus microclimas en el cultivo de café, flores etc.; Contribuyen al desarrollo socioeconómico y se estima que proporciona el 20% de los ingresos rurales de los países en vías de desarrollo (FAO, 2018).

3.2. Análisis y discusión de la dimensión económica

La tabla 16 muestra el resultado integral del nivel de sostenibilidad que presenta el proceso de ordenación forestal de la finca en la dimensión económica. Durante el desarrollo del proceso de evaluación desarrollado en este trabajo esta dimensión resultó la única en alcanzar en cada uno de los indicadores seleccionados para representar el nivel de sostenibilidad del proceso de ordenación forestal la mínima condición posible. Una de las ventajas en el uso del sistema de monitoreo aquí propuesto es la de conocer en cada dimensión los indicadores que comprometen la sostenibilidad del área evaluada.

Una vez aplicado el cálculo de los indicadores propuestos en esta dimensión fueron obtenidos los siguientes resultados:

El indicador 1 Uso de los incentivos estatales en el proceso de ordenación forestal: obtuvo calificación mínima posible. Se percibió que a pesar de las oportunidades que ofrece el Fondo Nacional para el Desarrollo Forestal (FONADEF) y el esfuerzo que realiza el estado cubano para impulsar el desarrollo de la actividad forestal en el sector privado estas iniciativas no han sido acogidas en el área estudiada.

El Ministerio de la Agricultura de Cuba, con el fin de estimular el desarrollo forestal sostenible, sobre la base de las políticas y disposiciones que se establecen, en su Ley No. 85. Ley Forestal de 1998, propone en correspondencia con el Ministerio de Finanzas y Precios incentivos a la actividad forestal a personas naturales o jurídicas que ejecuten plantaciones forestales y manejos silvícolas los siguientes beneficios: Reducción o exención

de aranceles a la importación de tecnologías, equipos o sus partes e insumos dedicados al desarrollo forestal del país; reducción o exención de impuestos a productos forestales provenientes de plantaciones; y otorgamiento excepcional de beneficios fiscales o financieros a empresas, cooperativas, pequeños propietarios y usufructuarios de tierras y comunidades para estimular la atención de las plantaciones forestales, la forestación y la reforestación.

Países como Colombia han logrado desarrollar con apoyo financiero (de la Fundación Gordon & Betty Moore un sistema de monitoreo de bosques y carbono (SMBYC), con el fin de realizar un seguimiento al comportamiento de la cobertura de bosque natural a nivel nacional; Identificando zonas críticas de deforestación, realizando una cuantificación anual de la superficie de bosque a nivel regional y nacional, cuantificación anual de la cobertura deforestada, y estimación de carbono potencial almacenado en los bosques naturales (Quiza, 2018).

El indicador 2 Proceso de ordenación forestal sustentado sobre un plan de manejo forestal simplificado: este indicador obtuvo la condición mínima al no existir el área de estudio un plan de manejo simplificado que garantice una planificación de la ordenación forestal a largo plazo; Los proyectos de ordenación, adecuadamente orientados, constituyen una herramienta indispensable en el manejo de los sistemas, ello les permite planificar y ejecutar el uso múltiple de los sistemas forestales presentes, pero también las acciones de conservación que estos requieren para su mantenimiento. Un buen plan de manejo permitirá alcanzar los objetivos planificados. (Arrechea et al., 2009), consideran que las ordenaciones forestales deben tener un carácter integral, superando un enfoque dedicado solo a la producción de materias primas, e incorporando las múltiples funciones que hoy en día cumplen los bosques, sin olvidar las legítimas aspiraciones de sus propietarios.

El indicador 3 Inversión en el proceso de ordenamiento forestal de parte de las utilidades obtenidas en otras actividades agrícolas de la finca: al igual que todos los demás indicadores de esta dimensión obtuvo la mínima calificación. Al analizar este indicador en la finca se pudo constatar que a pesar de existir en la familia propietaria una gran preocupación por la conservación de los recursos naturales bajo su administración, estos aún no interiorizan la necesidad de parte de las utilidades de sus procesos productivos sea incorporada al proceso de conservación del ecosistema que ha sustentado la generación de sus utilidades.

Al respecto (Campo, 2009), Considera que la necesidad de las inversiones ambientales por parte de las empresas productoras indispensables para mitigar, compensar o corregir los posibles impactos generados durante el proceso productivo.

El indicador 4 Existencia de un registro de datos históricos de producciones/ inversiones que reflejen la salud del ecosistema y la relación costo/ beneficio: obtuvo una calificación de Control inadecuado, el monitoreo adecuado de los costos de producción, así como la eficiencia del proceso productivo debería constituir una herramienta indispensable para todo productor; El análisis de estos parámetros permite tener presente la tendencia en el tiempo de la “Salud del ecosistema”, este monitoreo realizado de manera periódica y conscientemente posibilitará corregir el manejo de aquellos recursos que muestran signos de bajas producciones producto de malas prácticas agrícolas no sostenibles.

Al respecto (Castro, 2000), considera que llevar un adecuado control de los record de una finca proporciona los siguientes beneficios: ayuda a evaluar la efectividad de las prácticas agrícolas, proveen la documentación necesaria para estimar los ingresos o pérdidas y el costo de mantener una finca eficiente y sostenible.

3.3. Análisis y discusión de la dimensión social.

La tabla 16 muestra el resultado integral del nivel de sostenibilidad que presenta el proceso de ordenación forestal de la finca en la dimensión social; Esta obtuvo un comportamiento menos comprometedor que la anterior (Estado transicional), donde solo un indicador compromete el funcionamiento integral del proceso de ordenación forestal de la finca.

Una vez aplicado el cálculo de los indicadores propuestos en esta dimensión fueron obtenidos los siguientes resultados por indicadores:

El indicador 1 Presencia de daños antrópicos en los sistemas forestales presentes en la finca: obtuvo una calificación de Protección a sistemas forestales insuficiente, este resultado está dado por la permanencia de daños antrópicos anteriores, aunque no existen evidencias de daños recientes en los sistemas forestales presentes en la finca. Dentro de los daños antropogénicos más comunes en la finca se encuentran la tala ilegal de madera, el aprovechamiento inadecuado de la cosecha del coco (subida con espuelas), construcción de

“trillos” por el manglar que facilitan la entrada de especies invasoras y la presencia de un considerable número de entradas de pescadores al agua con la consiguiente eliminación de la vegetación natural del lugar y la eliminación de vegetación natural dentro del área legislada como faja de protección del litoral para la implantación de potreros y áreas de cultivos de cocos.

Es importante destacar que una vez que la familia propietaria de la finca se estableció en la misma se fue afianzando el proceso de evitar la entrada de personal ajeno, de esta manera se logró ir disminuyendo de forma paulatina los daños ocasionados por personas inescrupulosas la flora y fauna.

(Pickett & White, 1985), consideran que los disturbios antropogénicos pueden contribuir a la degradación de la estructura y composición de los bosques tropicales; Así mismo (A. Jiménez, 2015) durante su estudio “Contribución a la ecología del bosque semidecidual mesófilo en el sector oeste de la reserva de la biósfera “Sierra del Rosario”, orientada a su conservación”, obtuvo que predominaban las alteraciones antropogénicas, siendo más intensas las relacionadas con la tala selectiva, que a juicio del autor es uno de los factores que más alteran la dinámica de la regeneración, estructura y composición del bosque estudiado.

El indicador 2 Vinculación con entidades especializadas del territorio en el desarrollo del proceso de ordenación forestal: obtuvo la máxima calificación pues durante la aplicación de este trabajo se pudo constatar que el proceso de ordenación forestal de la finca, así como los demás manejo que se desarrollan actualmente en la finca están colegiado con las máximas instituciones especializadas de la provincia: el Jardín Botánico de Cienfuegos, la Universidad de Cienfuegos y la Empresa Agroforestal Cienfuegos. Estos vínculos garantizan un proceso sobre bases científicas, con apoyo de personal calificado y la vinculación de estudiantes de la carrera de Agronomía.

En la finca “Punta la Cueva” se desarrolla el proyecto “Innovaciones agroecológicas como alternativas sostenibles al enfrentamiento a la degradación de los suelos y el cambio climático en la comunidad Punta La Cueva, municipio de Cienfuegos” con categoría: PPD-OP7 (internacional). En el marco del desarrollo de este proyecto han sido desarrollados diferentes encuentros de corte científico-formativo entre los investigadores de la Universidad,

los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCF y los productores constituyéndose un espacio de reflexión y de acción participativa donde, además de comunicar los avances en la ciencias agrícolas, se intercambiaban ideas, se discuten aspectos relevantes y se cuenta con la capacitación de especialistas en distintos temas de interés.

Este trabajo colaborativo, de acompañamiento mutuo, se complementó con visitas a la finca de diferentes personalidades políticas de la provincia, con la elaboración de informes técnicos resultados de diferentes fases del proyecto, la elaboración de varias tesis de pregrado de la carrera de Agronomía y la divulgación de diferentes resultados obtenidos en estas tesis en revistas internacionales especializadas.

El indicador 3 Capacitación técnica del personal que trabaja la finca: obtuvo la calificación de Capacitación forestal incompleta, se pudo constatar que el propietario de la finca es una persona bien capacitada en las cuestiones técnicas que respectan a los temas agrícolas muy entusiasta con respecto a la incorporación de adelantos tecnológicos y participa en eventos científicos, no siendo así con el resto del personal que allí labora. Para obtener la máxima calificación en este indicador sería necesario que la capacitación no solo fue a propietario, si no a todas las personas que laboran en la finca, pues todo el personal decide de una manera u otra en el manejo de los recursos naturales allí presente.

Al respecto (Fernández et al., 2021), plantean que la adopción de tecnologías sostenibles exige la capacitación del capital humano, con la perspectiva y los conocimientos necesarios para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria ajustado a sus necesidades productivas. Así mismo (Báez et al., 2018), consideran que la Universidad debe enfocar todos sus esfuerzos hacia la preparación de recursos humanos capaces de generar soluciones acertadas y oportunas ante la diversidad de la actividad económica empresarial agropecuaria, para sobre la base de este conocimiento desarrollar a nivel local una capacitación que aumente la eficiencia de los sistemas agrícolas locales.

A nivel internacional es oportuno destacar la experiencia de México, donde el proceso de capacitación ha constituido un factor determinante para el monitoreo forestal, esta

capacitación promueve el fortalecimiento de las capacidades del personal que labora en esta actividad (Medellín & Corrales, 2019).

El indicador 4 Capacidad del uso como referencia de los sistemas forestales en la finca: alcanzó la calificación de ordenación forestal inadecuada. Según la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER, 2016), un bosque de referencia es aquel que usualmente representa una versión no degradada de un ecosistema completo con la flora, fauna, elementos abióticos, funciones, procesos y estados sucesionales que se presentarían al sitio a restaurar si la degradación, daño o destrucción no hubieran ocurrido. Estos ecosistemas son capaces de actuar como un punto estándar de referencia para la restauración.

Al analizar el área de bosque de la finca para ser utilizada como área de referencia el primer paso lo constituyó utilizar los resultados obtenidos por (Vega, 2022) al estudiar la flora del área del manglar de la finca. En ese trabajo se obtuvo que existe total ausencia de dos de las cuatro especies típicas de los manglares en Cuba (Méndez, 2011): *Laguncularia racemosa* (Patabán) y *Conocarpus erectus* (Yana). El análisis del cálculo del índice de importancia de la flora del manglar demostró que ninguna especie de las presente alcanzó la calificación de muy importante ecológicamente y la única especie clasificada como importante ecológicamente no es característica de este tipo de formación boscosa: *Caesalpinia vesicaria* (brazilete); el marabú constituyó una de las principales especies presentes (no típica del mismo, invasora y exótica); El mangle prieto, la uva caleta y el ébano carbonero (especies claves en este tipo de formación) están pobremente representados.

Esta condición del área de estudio se considera típica de muchas zonas costeras de la provincia de Cienfuegos y de nuestro país; (Méndez, 2011), estima que en Cuba más del 30% de los manglares han sido afectados por impactos antropogénicos y naturales, donde las causas más comunes de impacto son: tala indiscriminada de madera para carbón vegetal, eliminación de la faja de protección del litoral para uso de tierras agrícolas y ganaderas, erosión costera y desecación de lagunas costeras; acumulación de arenas sobre las raíces aéreas y neumatóforos; ciclones y huracanes; aridez.

El sistema forestal de silvopastoreo se encuentra en un estado crítico, donde la plantación base de Coco está prácticamente eliminada y los árboles que quedan presentan visibles

signos de un inadecuado manejo silvícola y sanitario. Las cercas vivas están incompletas, con especies inadecuadas, algunas catalogadas como invasoras y los manejos que se les realizan son incompatibles con la sostenibilidad.

Por todo lo antes expuesto se considera que ninguno de los sistemas forestales presentes en la finca al momento de la realización de este trabajo puede constituir una referencia en el respecto (SER, 2016) establece que la restauración debe estar basada en un ecosistema de referencia, y lo describe como un modelo característico de un ecosistema particular que establece la meta del proyecto de restauración. Esto implica lograr los atributos específicos de la composición, estructura y función del ecosistema que deben reincorporarse para llegar a un estado de auto-organización, el cual conducirá a la recuperación completa. Este modelo se sintetiza a partir de información acerca de las condiciones pasadas, actuales y previstas para el sitio y otros similares en la misma región.

Una vez realizado el cálculo de cada dimensión se determinó el nivel de sostenibilidad del proceso de ordenación forestal de la finca según la fórmula propuesta en este trabajo: $\text{Ordenación forestal} = \frac{\text{Puntuación obtenida}}{\text{Puntuación máxima}} \times 100\%$, clasificándose según la escala de valoración propuesta como **Ordenación forestal en estado transicional** (> 25 – 70 %) (Figura 3).

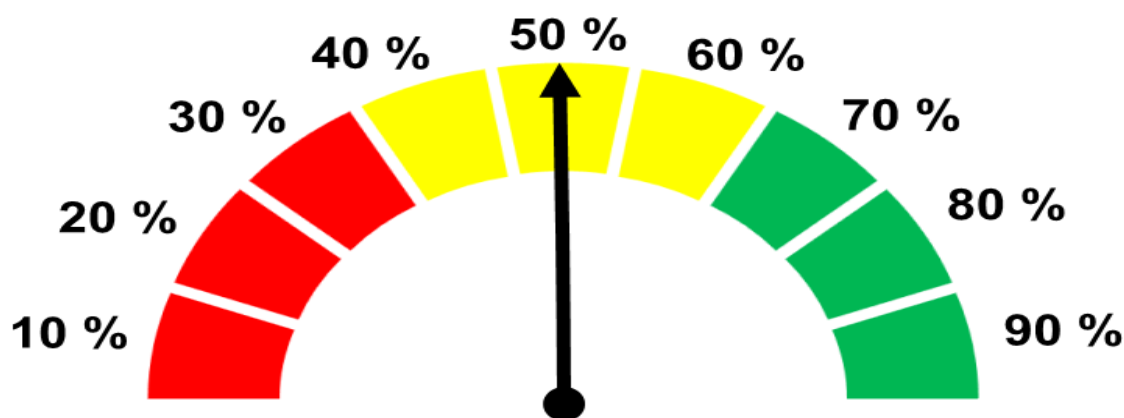


Figura No.2. Representación del nivel de Ordenación Forestal Sostenible de la finca calculado según el sistema de indicadores propuesto en este trabajo.

Propuesta de un sistema de monitoreo al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”.

El análisis por dimensiones muestra que en todas existen indicadores que comprometen la sostenibilidad del proceso de ordenación forestal de la finca, correspondiendo a la Dimensión Económica la calificación de todos sus indicadores con la mínima categoría posible a alcanzar propuesta en este estudio.



Conclusiones

El método propuesto logra realizar una valoración desde un enfoque ecosistémico al proceso de ordenación forestal de la finca “Punta la Cueva”, permitiendo determinar en cada dimensión el comportamiento de cada uno de los indicadores que las representan. Los resultados obtenidos constituyen la base al establecer las prioridades que garantizan una ordenación forestal sostenible.

La aplicación del sistema de monitoreo aquí propuesto permite determinar que el nivel de sostenibilidad del proceso de ordenación forestal desarrollado en la finca corresponde a una Ordenación Forestal en estado transicional (50 %).

La dimensión Ecológica obtuvo la puntuación más alta (79 %), solo el indicador Presencia de esp. típicas de las formaciones vegetales presentes en el área de estudio compromete el proceso de ordenación forestal sostenible que se desarrolla en la finca.

La dimensión Económica obtuvo la puntuación más baja (16 %), donde todos los indicadores propuestos alcanzaron la mínima condición; es por tanto la dimensión que más compromete la sostenibilidad del proceso de ordenación forestal sostenible que se desarrolla en la finca.

Recomendaciones

Ampliar los estudios sobre este tema, aplicando la metodología propuesta a otras fincas en proceso de ordenación forestal, lo cual permitirá obtener una aproximación al estado de sostenibilidad del proceso desde una posición ecosistémica.

Tener presente que en el sistema propuesto la ponderación de los indicadores se realiza a través de un rango de valores, que los hace susceptible de mejoras aun al obtener la máxima condición aquí propuesta.

Bibliografía

- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>
- Alvarez, E. y García, J. (2023). Propuesta de un sistema de indicadores para determinar el nivel de degradación del bosque natural Semicaducifolio sobre suelo calizo (S-caducifolio) en la finca “Loma Abreus”. (Tesis en opción al título de Máster en Agricultura Sostenible) Universidad de Cienfuegos.
- Álvarez, A., & Mercadet, A. (2014). El sector forestal cubano y el cambio climático. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 4(2), Article 2.
<https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/download/135/135>
- Arrechea, E., Hernández, A., Forcadell, J. M., & Velamazán, M. (2009). Proyectos de ordenación de montes. Herramientas para la conservación en los espacios protegidos. *Serie de manuales de EUROPARC-España*, 11.
https://www.researchgate.net/publication/259645361_Proyectos_de_ordenacion_de_montes_herramientas_para_la_conservacion_en_los_espacios_protegidos
- Báez, Hernández, A., Hernández-Medina, Perdomo-Vázquez, Garcés-González, & Alibon-Carrasco. (2018). Modelo de gestión del conocimiento para el desarrollo agropecuario local. *Estud. Soc*, 28(51). <http://dx.doi.org/10.24836/es.v28i51.517>
- Bélisle, M., & Desrochers, A. (2002). Gap-crossing decisions by forest birds: An empirical basis for parameterizing spatially-explicit, individual-based models. *Ecology*.
https://www.researchgate.net/publication/226582916_Gap-crossing_decisions_by_forest_birds_An_empirical_basis_for_parameterizing_spatially-explicit_individual-based_models

- Bergós, L., Cardozo, J. M., & Bruzzone, C. (2017). Enfoque de Manejo Costero Integrado aplicado a la cuenca baja del arroyo El Potrero, Maldonado, Uruguay. *INNOTECH*, 13. <https://doi.org/10.26461/13.07>
- Briceño-Yen. (2020). Indicadores de sustentabilidad en los sistemas agroforestales. *Revista de Investigación Agraria*, 2(1), 72-81. <https://doi.org/10.47840/ReInA20208>
- Bustamante, M. M. C., Nobre, C. A., & Smeraldi, R. (2012). Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería en Brasil. *Clim Change*, 115, 559-571.
- Calzadilla, E. (2013). *Sistemas agroforestales en Cuba*. INAF.
- Campo, N. (2009). La inversión ambiental en la empresa. *El Cuaderno*, 3(6), 235-249.
- Camprodon, J., & Subirachs, E. P. (2001). *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal. Su aplicación en la fauna vertebrada*. Universidad de Barcelona.
- Castillo, C. S., & Barcia, S. (2015). *Sensaciones térmicas en la provincia Cienfuegos (Cuba)*. Universidad de Alicante. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/sensaciones-termicas-en-la-provincia-cienfuegos-cuba/>
- Castro, J. (2000). *Manual de conservación de recursos naturales. Enfoque Ambiental de la Agricultura*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Centro Nacional de Agroforestería, (2001). Arboles trabajando en beneficio de la Agricultura. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=workingtrees>
- CEPAL. (2021). *Temas estadísticos de la CEPAL*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/550dd2bf-8340-4bab-a313-742800b802fe/content>

- Chacón, M., Argotty, F., Fung, E., Imbach, I., Medellín, C., Carrillo, O., Larios, E., Islas, G., López, D., Maldonado, V., & Muñoz, M. (2019). *Resumen del estado del monitoreo forestal en Latinoamérica y el Caribe Tipos de iniciativas y uso de tecnologías*. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9215/Resumen_del_estado_del_monitoreo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chamizo, R., Cobas, J., & Gómez, R. (2010). *Áreas protegidas, cuencas hidrográficas y conservación de recursos naturales en Cienfuegos*.
- Cifuentes, M., Izurieta, A., & De Faria, E. H. (2000). *Medición de la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas*. WWF.
- Corrales, G. (2013). *Análisis de cambio de uso de suelo en el estado de Sinaloa utilizando sistemas de información geográfica* [Tesis de grado]. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Corral-Rivas, Vargas-Larreta, Aguirre-Calderón, & Crecente-Campo. (2013). *Guía para el Establecimiento, Seguimiento y Evaluación de Sitios Permanentes de Monitoreo*. CONACYT. http://forestales.ujed.mx/monafor/archivos/descargas/guias_manuales/Guia_para_el_establecimiento_Seguimiento_y_Evaluaci%C3%B3n_de_Sitios_Permanetes_de_Monitoreo.pdf
- Cortés-Mura, Hernán-Gustavo, Peña-Reyes, & José-Ismael. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 78.

- Covisa, J. (1998). *Ordenación cinegética: Proyectos de Ordenación y Planes Técnicos*. Cinegética y Naturaleza.
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2015). Ley No. 85. Ley Forestal. Juriscuba. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjztcq4x_WCAxV6SzABHUVJAqMQFnoECA8QAw&url=http%3A%2Fjuriscuba.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F10%2FLey-No.-085-Forestal.pdf&usg=AOvVaw1IBDjbyd_AGMcB709yPNPC&opi=89978449
- Cué-García, Morejon-García, Pino-Estopiñales, & Fosado-Téllez. (2017). Guía de procedimiento de los indicadores del Manejo Forestal Sostenible. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 1(1). <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/184/html>
- Domínguez, R. (2014). Perspectivas de la cooperación internacional y el desarrollo sostenible después de 2015. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 1(2).
- Evans, K., & Guariguata, M. (2008). *Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: Una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas*. Bogor. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGuariguata0801S.pdf
- Falinski, B. (1968). Stages of the neophytism and the relation of neophytes to other components of the communities. *Warszawa- Bialowieza*, 25.
- FAO. (2016). *Conjugar bosques y cultivos*. El País. https://elpais.com/elpais/2016/07/21/planeta_futuro/1469124212_990428.html
- FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo. Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. <https://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2020/04/2018.-El-Estado-de->

los-Bosques-del-Mundo.-Las-v%C3%ADas-forestales-hacia-el-desarrollo-sostenible.-
FAO.pdf

Feldman, P. (2012). *¿Qué diferencias hay entre monitoreo, vigilancia y verificación?*
<https://www.paulafeldman.com.ar/que-diferencias-hay-entre-monitoreo-vigilancia-verificacion/>

Fernández, M., Benítez, M., & Castillo, G. (2021). Programa de capacitación a productores para la introducción de tecnologías agropecuarias. *Mendive*, 14(4)
<https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/2622>

Fondo Mundial para la Naturaleza, (WWF). (2004). *Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo: Una guía para operadores forestales y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación*
https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwfca_monitoreo.pdf

Frankel, N., & Gage, A. (2009). *Fundamentos de monitoreo y evaluación* *Cursillo autodirigido*
https://www.measureevaluation.org/resources/publications/ms0720es/at_download/document

García, S., Basilio, H., Herazo, F., Mercado, M., & Morales, M. (2016). Diversidad de briófitas en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, 19.

García-Alvarez. (2023). Jardín Botánico para el estudio y esparcimiento en provincia de Cuba. *Prensa Latina*. <https://www.prensa-latina.cu/2023/11/04/jardin-botanico-para-el-estudio-y-esparcimiento-en-provincia-de-cuba>

Guzmán, I. (2016). *La experiencia de monitoreo forestal comunitario en el Ejido Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo* [Tesis de maestría] Instituto de Investigaciones Dr. José

María

Luis

Mora.

https://mora.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1018/132/1/Facundo%20Ra%C3%BAI%20Quinteros%20_%20Gobernanza%20forestal%20en%20M%C3%A9xico%20La%20experiencia%20de%20monitoreo%20forestal.pdf

Guzmán, J. M., & Menéndez, L. (2013). *Protocolo para el monitoreo del ecosistema de manglar*. Centro Nacional de Áreas Protegidas.

Herman, V. (2009). *Sistemas de Evaluación Colección: Cuadernos del Desarrollo Comunitario*, (4) CICAP. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/Sistemas-de-Evaluaci%C3%B3n-Monitoreo-Seguimiento-Evaluaci%C3%B3n-III-edici%C3%B3n.pdf>

Herrero, J. A. (2005). *Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. Una visión de futuro*. Ministerio de la Agricultura.

Iglesias, J. (2011). Sistemas de producción agroforestales. Capacitación y análisis en “Conceptos generales y definiciones”. *Proyectos de aula*, (1) <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/575>

Jiménez, A. (2015). *Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesófilo en el sector oeste de la reserva de la biósfera «Sierra del Rosario», orientada a su conservación* [Tesis de grado]. Universidad de Pinar Del Río “Hermanos Saíz Montes De Oca”. <https://descubridor.uni.edu.ni/Record/ELB90670>

Jiménez, R. (2012). Enfoque y propuestas de política para enfrentar el cambio climático. *Revista De Ciencias Ambientales*, 44(1), 17-32. <https://doi.org/10.15359/rca.44-2.2>

- Komar, O., Schlein, O., & Lara, K. (2014). Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. *Zamorano Biodiversity Center, Panamerican Agriculture School*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17962.62409>
- López, F. A. (2020). *Propuesta para la implementación del sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 en la planta de tratamiento de aguas residuales de un conjunto residencial del municipio de ANAPOIMA* [Tesis de grado]. Universidad Militar Nueva Granada.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36812/Fabio%20andres%20Lopez%20serje%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, J. (2010). *Manual de sistemas agroforestales para el desarrollo rural sostenible*. Centro internacional de investigación de las ciencias agropecuarias del japon.
https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline_-_42.pdf
- López-Falcón & Ramos Serpa. (2021). Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: Significación para la investigación educativa. *Revista Conrado*, 17(2).
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/download/2133/2079/>
- Luccerini, A., Subovsky, D., & Borodowski, E. (2020). *Sistemas Silvopastoriles: Una alternativa productiva para nuestro país*. Universidad de Buenos Aires.
<https://agro.uba.ar/apuntes/wp-content/uploads/2020/03/sistemas-silvopastoriles-una-alternativa-productiva-para-nuestro-pais.pdf>

- Mao, N., Sández, C., & Hagiwara, T. (2000). *Manual de agroforestería*. JICA.
https://www.jica.go.jp/Resource/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-01_01.pdf
- Martinez, F. (2020). *Cercas Vivas*. infopastosyforrajes. <https://infopastosyforrajes.com/de-sistema-silvopastoril/cercas-vivas/>
- May-Alvaro, Belén Hernández, & Delgado-Cih. (2021). Indicadores administrativos usados para medir la efectividad de un sistema de información administrativo. *CIT*, 6
<https://doi.org/10.33386/593dp.2021.6-1.859>
- Medellín, C., & Corrales, L. (2019). *Sistemas de monitoreo forestal en México*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
https://www.researchgate.net/profile/ClaudiaMedellin2/publication/336778770_Sistemas_de_monitoreo_forestal_en_Mexico/links/60f10691fb568a7098b20aea/Sistemas_de_monitoreo_forestal_en_Mexico.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxiYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlviJ9fQ
- Mejía, J. E. (2021). *Barreras vivas para el manejo paisajístico y la mitigación de olores ofensivos en granjas porcícolas*. Programa de sostenibilidad ambiental y R.S.E.
https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2021/09/Guia-Barreras-Vivas_v4.pdf
- Melo, O. A., & Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de los ecosistemas boscosos*. Universidad del Tolima.
- Méndez, W. (2011). *Diagnóstico del Estado Actual del Recurso Manglar y Consumo Familiar de Mangle en el Área de Usos Múltiples Hawaii, Chiquimulilla, Santa Rosa,*

Guatemala.

ARCAS.

https://www.academia.edu/38629284/Diagnostico_del_Estado_Actual_del_Recurso_Manglar_y_Consumo_Familiar_de_Mangle_en_el

México. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. (2003). Los indicadores ambientales. Gobierno de México. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores21/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html

Mónaco, M., Peri, P. L., Medina, F. A., Colomb, H., Rosales, V. A., Berón, F., Mangl, E. Miño, M. L., Bono, J., Silva, J., González, J. J., Ciuffoli, L., Presta, F., García, A., Navall, M., Carranza, C., López, D., & Gómez, G. (2020). *Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas*. Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS).

Mondragón, A. R. (2002). ¿Qué son los indicadores? *Revista de información y análisis* 19. https://www.planeacion.unam.mx/Planeacion/bibliografia/Mondragon02_inegi.pdf

Moronta-Riera, & Riverón-Zaldivar. (2016). Evaluación de la calidad físico-química de las aguas y sedimentos de la costa oriental del lago de Maracaibo. *Minería y Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa*, 32(2).

Organización de Naciones Unidas. (2023). *Sostenibilidad*. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

Ogan, K. P., & Machado. (2002). La luz solar: Consecuencias biológicas y medición. En *Compiladores. Ecología y conservación de bosques Neotropicales*. LUR.

- Olivera, J. M., Riaño, M. E., Etchebarne, V., Souza García de, M. L., & Justo, C. (2020). *Monitoreo de especies exóticas invasoras del bosque nativo de Uruguay mediante sensoramiento remoto*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca-Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/6.%20Monitoreo%20de%20Especies%20Ex%C3%B3ticas%20.pdf>
- Oviedo-Prieto, & González-Oliva. (2015). Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba – 2015. *Bissea*, 1(2). <https://revistas.uh.cu/bissea/article/view/5234>
- Peña, J., Alegre, J., & Bardales, R. (2018). *Efecto de la riqueza de las especies cultivadas en la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en la Amazonia sur del Perú*. *Ecología*, 17(3). <https://doi.org/10.7818/ECOS.1522>
- Pérez, L. P., López-Barrera, García, O. F., Cuevas-Reyes, & González-Rodríguez. (2013). *Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: Factores facilitadores y limitantes*. *Biológicas*.
- Pérez-Martínez, Fernández-Hernández, & Nuez-Hernández. (2021). Criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia. *Cooperativismo y Desarrollo*, 9(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-340X2021000100093
- Peri, P. (2017). *Relevamiento de bosque nativo sin cobertura de dosel superior de Santa Cruz como base para implementación de restauración activa*. IV Jornadas Forestales Patagónicas. El rol de los bosques en un mundo diferente.

- Pickett, S. T. A., & White, P. S. (1985). *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Orlando.
- Redacción National Geographic. (2023). *Deforestación, todavía se puede frenar esta crisis climática*. nationalgeographic. <https://www.nationalgeographic.es/mundo/ambiente/deforestacion>
- Rodríguez-García. (2020). La protección del medioambiente en Cuba, una prioridad gubernamental. *Revista Novedades en Población*, 1(30). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-40782019000200113
- Rojas, C. (2010). *Estrategia socio ambiental para ejecutar el corredor biológico Paso de la Nubes. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica*. FOMUDE.
- Rosúa-Campos. (2001). *Procedencias de las especies vegetales autóctonas de Andalucía utilizadas en restauración de la cubierta vegetal*. https://indaga.ual.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991000838159704991&context=L&vid=34CBUA_UAL:VU1&lang=es&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=LibraryCatalog&query=sub,exact,Bota%3Fnica,AND&mode=advanced
- Ruiz, J. C. (2018). *Prospectiva de la estrategia REDD+ (reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal) para la gestión forestal sostenible en Colombia* [Tesis de grado]. Universidad Distrital. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13169/RuizCaicedoJohnCarlos2018.pdf;jsessionid=8266D5120BA22A8530E0DF63753A3A89?sequence=1>
- Sarandón, S. J. (2016). *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Desafíos y limitaciones del uso de indicadores*. Universidad Nacional de La Plata.

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/24369/mod_resource/content/4/EvaluacionSustentabilidad2016.pdf

SER. (2016). *Estándares internacionales para la práctica de la Restauración ecológica incluyendo principios y conceptos clave*.

Sergieieva, K. (2022). *Cultivos Intercalados y su uso en agricultura*. OS
<https://eos.com/es/blog/cultivos-intercalados/>

Sikor, T., & Mueller, D. (2009). The limits of state-led land reform: An introduction. *World Development*, 37, 1307-1316.

Soler, L. (2021). *Cuba y la protección de la vida silvestre*. CUBAHORA
<https://www.cubahora.cu/ciencia-y-tecnologia/cuba-y-la-proteccion-de-la-vida-silvestre>

Soris, R. Y. (2018). Regeneración natural en áreas afectadas por la especie invasora. *Ciencias Forestales Y Ambientales*, (1)
<https://cifam.upr.edu.cu/index.php/cifam/article/view/86>

Vega, G. (2022). *Propuesta de Ordenamiento forestal en la finca "Punta las Cuevas" de Cienfuegos* [Tesis de grado]. Universidad de Cienfuegos.
http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/tesis/tesisdegrado/agronomia/ingenieriaagronomica/curso-2021-2022/Tesis_G%20Gladys%20Vega%20Cordova.pdf

Vergara, C., Saavedra, J., Sáenz, C., García, P., & Robert, P. (2014). Variation in tolerance of rice to long-term stagnant flooding that submerges most of the shoot will aid in breeding tolerant cultivars. *Food Chemistry*, 157(15).
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.084895828617&origin=inward&txGid=da84bd9df98a76627e323d4718243a05>

Vistin-Guamantaqui, Muñoz-Jácome, & Barrero-Medel. (2018). *Restauración forestal del bosque de la comunidad de Guangras en el Parque Nacional Sangay Ecuador, como una alternativa de combate al cambio climático*. Ciencias Sociales. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/restauracion-forestal-ecuador.html>

Zamora-Martínez. (2016). Extensionismo Forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 7(36). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63449186001>