



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
CENTRO DE ESTUDIOS SOCIOCULTURALES

**Conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque
semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras en
Cienfuegos**



Tesis en opción al título de Máster en Manejo Integrado de Zonas Costeras

Autora: Lic. Niurka Medina Barzaga
Tutoras: Dr.C. Rosalina Montes Espín
Dr.C. María Elena Castellanos González
Consultante: MSc. Minerva Sánchez Llull
Cienfuegos
2022

*¡El poema está en la naturaleza,
madre de senos pródigos,
esposa que jamás desama,
oráculo que siempre responde,
poeta de mil lenguas,
maga que hace entender lo que no dice,
consoladora que fortifica y embalsama!*

José Martí

*A mi madre, esposo e
hijos,
por su amor y apoyo*

Agradecimientos

Primeramente, Dios.

A mis tutoras, Dr.C. Rosalina Montes Espín, por sus aportes y entrega incondicional en el desarrollo y conclusión de la tesis y a la Dr.C. María Elena Castellanos González, por su apoyo, supervisión y preocupación.

A mi consultante MSc. Minerva Sánchez Llull, por todo el tiempo dedicado para contribuir con las herramientas del Sistema de Información Geográfica a una mejor ilustración y visualización de la información de la tesis.

A todos los profesores que durante el curso de la maestría contribuyeron en mi formación y crecimiento profesional, en especial a la Dr.C. Clara Elisa Miranda Vera.

A mis compañeros, Téc. Julio León Cabrera, MSc. Amanda Lucía Vitlloch Ramos, Dr.C. Leosveli Vasallo Rodríguez, MSc. Ileana Fernández Santana, Liliana Pérez Ortiz, Leidy Laura Rodríguez Gutiérrez, Reinier Brefe González, Roberto Martínez Díaz, Luis Miguel García Jiménez, Maribel Barreto Cruz y a el resto que de una forma u otra colaboraron con la realización de la tesis.

A la MSc. Sinaí Barcia por aportar información necesaria para el desarrollo de la tesis.

Al resto de los maestrantes que compartimos dudas, conocimientos y espacios inolvidables.

A todas las personas, que en algún momento han apoyado para que este trabajo llegue a un feliz término.

A todos,
Muchas Gracias

Resumen

Los ecotonos son zonas de transición entre dos ecosistemas en conexión, cuyos servicios ecosistémicos y diversidad de especies deben ser conservados. El estudio de su composición florística permite conocer, además de su riqueza, las transformaciones que por origen natural o antrópico en ellos ocurren. El ecotono de manglar alberga elementos de la flora, tanto endémica como amenazada, de las que la información sobre su distribución y estado de conservación es escasa. Por ello, la presente investigación tiene como objetivo fundamentar acciones para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en un sector de Punta Iguana, en Cienfuegos, Cuba, desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras. Se realizó el inventario de especies de su flora y se calcularon los índices ecológicos y de diversidad. Mediante la observación se identificaron las amenazas, complementadas con entrevistas a diferentes actores claves. El área presenta gran singularidad biológica por la diversidad de especies (73), de ellas 13 son endémicas teniendo 7 categoría de amenaza, y 58 tienen reportadas al menos un uso. Las principales perturbaciones que inciden en las amenazas sobre la flora endémica son la presencia de especies exóticas invasoras, la tala, pesca y recolección de recursos acuáticos. Se valoró un estado de antropización bajo, mientras el estado de conservación y resiliencia es medio. Finalmente se proponen acciones de conservación para este tipo de flora en función de la sostenibilidad del desarrollo en esta zona costera de Cienfuegos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. La conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras	10
1.1.- Los problemas ambientales de la zona costera y su impacto en la biodiversidad	10
1.1.1.- Caracterización de la zona costera en Cuba.....	14
1.1.2.- Legislación sobre la zona costera en Cuba	16
1.2.- La conservación de la flora endémica y amenazada en el ecotono manglar-bosque semideciduo. Estado actual y perspectiva.	20
1.2.1- Diversidad Biológica y Conservación	20
1.2.2.-Las zonas costeras como ámbito para la conservación en Cuba.....	23
1.2.3.- Características del ecotono manglar-bosque semideciduo. Aspectos Generales	24
1.3.- Los estudios de línea base para la elaboración de acciones estratégicas en función de la conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras	26
1.3.1.- Herramientas para la construcción de la línea base	28
CAPÍTULO 2. Caracterización físico geográfica del área. Aspectos metodológicos de la investigación	32
2.1. El sector costero de la provincia Cienfuegos	32
2. 2. Delimitación y descripción del área de estudio.....	34
2.2.1.- Relieve, suelo y geología	35
2.2.2.- Clima.....	37
2.2.3.- Antecedentes sobre estudios botánicos en las costas de Cienfuegos	40
2.2.4.- Fauna.....	41
2.2.5.- Socioeconomía.....	41
2.2.6.- Antecedentes sobre el estado de Conservación de la flora del área.....	42
2.3. Aspectos metodológicos de la investigación.....	42
CAPÍTULO 3. Línea base para la definición de acciones estratégicas en función de la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras.....	51
3.1. Resultados del estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo.....	51
3.2. Discusión de los resultados sobre el estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo.....	61
3.2.1 Línea base del estado de conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras ...	61
3.3. Definición de acciones estratégicas para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio desde el enfoque de MIZC.....	67

3.3.1. Consideraciones para el manejo del ecotono manglar-bosque semideciduo.....	67
3.3.2. Elaboración de acciones estratégicas para la conservación de la flora endémica y amenazada en el ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio a partir de la línea base desde el enfoque de MIZC.	67
CONCLUSIONES GENERALES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS.....	99

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de una región geográfica o país es definida como la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos que estos forman (Woodley, 2019), por lo que constituye su capital biológico o su herencia natural. Puede ser concebida como una canasta de soluciones biológicas, donde los diferentes niveles que la componen se adaptan a las condiciones ambientales, a través de los procesos evolutivos y las complejas interacciones ecológicas; en este entramado, los organismos actúan como determinantes de la productividad de los ecosistemas y la generación de servicios ecosistémicos para el bienestar humano (Arroyo *et al.*, 2008). La pérdida de la biodiversidad es una problemática global que se ha agravado en los últimos años y que conduce a la extinción de las especies (Monroy-Vilchis, 2005; Woodley, 2019), atenta contra la satisfacción estética, la disponibilidad de recursos vitales para la sociedad y el desarrollo de la biotecnología (Velez y Gómez-Sal, 2008). Además, compromete 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 (Chamizo, *et al.*, 2010 y López *et al.*, 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.

Ante la crisis por la pérdida sostenida de la diversidad biológica, se celebró en Río de Janeiro en 1992, la 1^{era} Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En ella, la comunidad internacional adoptó el enfoque de manejo integrado y se comprometió tanto a una ordenación integrada y sostenible de las zonas costeras, como a promover prácticas de ordenación de cuencas hidrográficas para prevenir, controlar y reducir la degradación de estos hábitats (García *et al.*, 2016; González-Ordóñez, 2016).

En las zonas costeras se asienta la mayor parte de la población mundial y son receptoras de los impactos generados por las diversas formas de uso del territorio desde la cuenca alta de los ríos (García, *et al.*, 2016 y León, 2016). Son 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, *et al.*, 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). El análisis de los impactos y modificaciones en estos ambientes constituye uno de los problemas de mayor importancia científica internacional y de especial interés gubernamental a nivel local (Hernández, *et al.*, 2008; Barragán, 2014 y García, *et al.*, 2016). El conocimiento y funcionamiento holístico de la zona costera y el estudio de la interrelación entre los elementos bióticos y abióticos, hacen imprescindible el enfoque profundo e integrado de los diferentes ecosistemas que en ella coexisten (Morúa, 2004; Castellanos, *et al.*, 2009; García, *et al.*, 2016 y Cabrera, *et al.*, 2020). Desde el punto de vista jurídico, definir lo concerniente a su titularidad es una de las decisiones más significativas a la hora de acometer cualquier iniciativa regulatoria dedicada a su protección (Cullinan, 2006 y Ripoll-Salcines, 2018).

Los ecosistemas marinos y costeros del Caribe, son un área altamente vulnerable a los efectos del cambio climático y de eventos meteorológicos extremos; garantizan la mayor parte de las actividades socioeconómicas que sostienen a más de 43 millones de personas (Alcolado, *et al.*, 2018). Otros procesos que han sido identificados como amenazas para estos ecosistemas son los cambios de hábitat, las invasiones biológicas, la sobreexplotación de los recursos marinos y costeros y la contaminación; presiones que ejerce el desarrollo descontrolado, cuyos efectos continuarán amplificándose por los impactos del cambio climático en la región (Delfín, *et al.*, 2020).

Cuba se encuentra ubicada en la cuenca del Caribe, uno de los puntos calientes de biodiversidad del planeta, debido a la elevada concentración de especies y endemismo (Mittermeier, *et al.*, 2011). Se ha identificado a las zonas costeras cubanas como los escenarios naturales donde han ocurrido la mayoría de las extinciones de plantas nativas, como consecuencia de la fragilidad de los mismos, comprometiendo la integridad y productividad a nivel ecosistémico (González-Torres *et al.*, 2016; López, *et al.*, 2019). El carácter insular es uno de los factores que condiciona la vulnerabilidad y exclusividad de su flora. De las 30 formaciones vegetales descritas por Capote y Berazaín (1984), 12 se relacionan con la vegetación costera. De estas se destacan por su valor ecológico los bosques de manglar, que por su extensión ocupan el noveno lugar del mundo y el primer lugar de los países caribeños (Rodríguez, 2003; Carbal, *et al.*, 2015 y Chacón, *et al.*, 2020).

Los manglares representan ecosistemas específicos, asociados a las zonas costeras y la cuenca de los ríos. Por su estructura boscosa representan una membrana protectora del litoral, sirviendo de barrera ante las tormentas tropicales (Chacón, *et al.*, 2020). Debido a su localización en la zona intermareal, se consideran ecosistemas severamente afectados por el cambio climático global, en particular frente a los efectos del incremento del nivel medio del mar, eventos meteorológicos extremos, erosión costera, precipitación pluvial (Carbal, *et al.*, 2015) y por acciones antropogénicas. La composición y distribución de las especies que agrupa responden a las diversas formas fisiográficas, de suelos, inundaciones y escorrentía (Chacón, *et al.*, 2020). Esto contribuye a establecer cierta diferenciación en las formas de arraigo y crecimiento en dichas especies y la competencia de cada una de ellas dentro de la formación, siguiendo el gradiente que va desde el nivel medio del mar hasta la línea pleamar (González, *et al.*, 2003). Esta diferenciación puede ser evidenciada por discontinuidades en el suelo y en la vegetación, que definen una zona de transición entre sistemas ecológicos adyacentes (Chacón, *et al.*, 2020). Este tipo de bosques presentan particularidades para su establecimiento y desarrollo en estos hábitats, lo que condiciona su distribución, extensión de presencia y área de ocupación (Carbal, *et al.*, 2015). Juega un papel fundamental como estabilizador costero básico para la conservación de la línea litoral, ya que evita la erosión que producen las corrientes y las olas que golpean la costa (López, *et al.*, 2019).

Las formaciones vegetales colindantes con los manglares también constituyen hábitats de importancia para la conservación, por albergar numerosos endemismos de la flora y la fauna y especies de distribución relictual (Olson, *et al.*, 2001) destacándose los bosques húmedos, los bosques semidecíduos, el herbazal de ciénaga y los matorrales xeromorfos costeros (Mancina, *et al.*, 2017). En el caso del bosque semidecíduo, Ricardo, *et al.* (2009) reconocen tres subclasificaciones (el semidecíduo típico, el mesófilo con humedad fluctuante y el xerofítico). Mientras que Capote y Berazaín (1984) describen dos, el mesófilo y el micrófilo. La primera de estas subclasificaciones se basa en la humedad relativa asociada a estas formaciones; mientras que la segunda tiene en cuenta el tamaño de las hojas de las especies que lo conforman. Es una formación vegetal compuesta por dos estratos arbóreos y un arbustivo, donde los árboles que forman la capa más alta, pierden sus hojas durante la época de seca (Bisse, 1988). Se caracterizan por la presencia de elementos caducifolios entre el 40 y el 65%, generalmente en el estrato arbóreo; además de una escasa presencia de arbustos, lianas y epífitas (Capote y Berazaín, 1984). Este tipo de bosque seco se encuentran sobre

suelos diversos (calizos, redzinas, ferralíticos y pardos) de las zonas llanas y onduladas de Cuba central y occidental (Rosete, *et al.*, 2011). También se pueden encontrar formando parches en la región oriental de Cuba (Reyes, 2006; Costa-Acosta, *et al.*, 2014). Entre las especies que en el se pueden encontrar están: *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cecropia schreberiana* Miq., *Cedrela odorata* L., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cupania americana* L., *Cydista diversifolia* (Kunth) Miers., *Chrysophyllum oliviforme* L., *Davilla rugosa* Poir., *Erythroxylum havanense* Jacq., *Eugenia axillaris* (Sw.) Willd., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Gymnanthes lucida* Sw., *Oxandra lanceolata* Sw., *Passiflora suberosa* L., *Roystonea regia* (Kunth) O.F.Cook, *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Spondias mombin* L., *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Trichilia hirta* L.; así como diferentes especies de los géneros *Bromelia*, *Malpighia* y *Randia* (Ricardo, *et al.*, 2009). Su endemismo, cuando se asocia con los maglares, es mayor en el estrato arbóreo; en él se han reportado 16 especies endémicas, elemento significativo y poco considerado en la evaluación de esta formación vegetal Oviedo *et al.* (2006). Entre las amenazas que enfrentan este tipo de bosques están el pastoreo extensivo, los incendios forestales y la presencia de plantas invasoras (Reyes, *et al.*, 1999; Reyes y Acosta, 2005; Figueredo *et al.*, 2012). Otras amenazas identificadas por Costa-Acosta, *et al.* (2014) en la provincia de Granma, región oriental de Cuba, fueron la tala y la extracción de madera y el avance de la frontera agrícola.

Las variadas condiciones ecológicas en las que se desarrollan los ecosistemas de manglares y sus asociaciones con otras formaciones vegetales son las responsables de que puedan interactuar diferentes especies (Falcón, *et al.*, 2021). Esto genera espacios en el que confluyen las que son características de cada formación colindante, aumentando los valores de biodiversidad en sus periferias. Entre dos formaciones vegetales, sus límites suelen ser difusos; por lo que existen zonas de transición ecológicas denominadas ecotonos. Estos espacios han sido definidos como una sección del espacio o el tiempo, donde las condiciones ecológicas cambian con una rapidez mayor que en las zonas adyacentes (Jagomági, *et al.*, 1988); convirtiéndose en áreas de intercambio entre comunidades, ecosistemas o regiones ecológicamente diferentes (Brussa, 2018). Dentro de las funciones de los ecotonos está la de amortiguar los efectos de borde sobre los ecosistemas o formaciones vegetales y permitir el flujo de especies y genes entre las formaciones colindantes. Funcionan como refugio de especies raras (Ramírez, 1996), suman diversidad de paisajes, rompiendo la monotonía del manglar y favoreciendo el aumento de su valor biológico, económico y

social (Oviedo, *et al.*, 2006). Son de especial interés para estudiar dinámicas de la vegetación a escala global, regional y local (Blanco, *et al.*, 2014). La extensión de estas zonas de transición en los ecosistemas costeros, dependerá de la que presenten las formaciones naturales de dichas zonas, así como del estado de conservación de las mismas.

En diferentes zonas del planeta se han conducido estudios sobre ecotonos. En la Patagonia Schlichter y Laclau (1998) describieron las características ecológicas del ecotono de estepa-bosque y el impacto de las plantaciones forestales en ellos. Brazeiro, *et al.* (2018) estudiaron los efectos del ganado sobre la dinámica del ecotono bosque-pastizal en un área protegida de Uruguay; documentando la expansión del bosque serrano sobre el pastizal, sugiriendo que se debe a los cambios de las condiciones hídricas estivales y a la reducción del ganado ovino. Sánchez *et al.* (2018), evaluaron las características regenerativas de árboles tropicales, utilizados para la restauración ecológica de ecosistemas limítrofes al manglar en Cuba. Mientras que Lallana (2019), analizó la dinámica del ecotono bosque-pastos subalpinos y su relación con los cambios en la gestión tradicional, a través del uso de técnicas dendrocronológicas y de Sistema de Información Geográfica (SIG).

La provincia Cienfuegos, ubicada en el centro sur de la isla de Cuba, tiene una extensa zona litoral en toda su porción sur. Los estudios sobre sus ecosistemas costeros han sido abordados desde el punto de vista florístico (Combs, 1897; Howard y Briggs, 1953; 1953a, Vitloch y León, 2020), la gestión marítimo portuaria (Nodarse, 2006; Díaz, 2014; Rosell, 2015), la educación ambiental (Díaz, 2006; Caro, 2014) y la implementación de herramientas asociadas al manejo integrado de cuencas y Zonas costeras (Seisdedo, 2004; Rey, 2004; Figueroa, 2006). Otras investigaciones han analizado el grado de percepción de las comunidades hacia la protección y uso adecuado de los recursos en la franja costera y la contaminación de la Bahía (García, *et al.*, 2016). Dentro de este sector costero, Punta Iguana es uno de estos sitios identificados con una alta diversidad vegetal; considerada además como un ecosistema vulnerable, por poseer poblaciones puntuales de taxones microlocalizados, conflictos de uso y afectaciones ambientales (Fernández-Santana *et al.*, 2020). Sin embargo, en áreas cercanas las únicas iniciativas de conservación han sido ejecutadas por la Empresa Nacional para la Conservación de Flora y Fauna, en el Refugio de Fauna Guanaroca- Punta Gavilán, para el rescate de mangle y otras especies amenazadas en esta zona. Además de un programa de monitoreo de manglares (Guzmán, 2012; 2013).

A pesar de la amplia diversidad de enfoques de los estudios realizados en esta zona costera de Cienfuegos, han quedado fuera de estas las zonas de transición ecológica que en ellas se localizan. Las acciones emprendidas, enfocadas en la conservación, muestran un importante sesgo hacia los manglares, dejando fuera sus ecotonos y por tanto las especies de interés, endémicas o amenazadas, que en ellos se encuentran. Otro problema que no ha sido abordado a profundidad es el vacío de conocimiento que existe sobre las relaciones ecológicas que se establecen en estos espacios de transición, lo que atenta contra la adecuada gestión de los recursos naturales para el desarrollo del territorio, basados en su uso sostenible. Debido a esto se hace necesario enfocar investigaciones de línea base sobre el estado actual de la conservación del ecotono de manglar y que contribuyan a la adecuada planificación de las acciones de conservación y manejo. Estos estudios, realizados desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), permitirán desarrollar investigaciones holísticas, donde participen todas las partes y formas de conocimientos, de manera interdisciplinaria, intersectorial y social, imprimiéndole un carácter novedoso al estudio (Zuñe, *et al.*, 2016), que contribuiría a la conservación del ecosistema de manglar. Una línea base construida desde este enfoque, facilitaría diagnosticar los distintos componentes del medio, como paso previo a la elaboración de planes de manejos (Castellanos-González, *et al.*, 2019); así como mitigar los efectos de la pérdida de la biodiversidad que persiste en estos hábitats, en aras de ejecutar acciones hacia el desarrollo sustentable de las costas y cuencas (García, *et al.*, 2016) y en particular sobre la vegetación que se desarrolla en estos ambientes. Por tanto, la línea base se convertiría a su vez en una herramienta del propio MIZC como proceso.

La **situación problemática** que da origen a la presente investigación es que los ecotonos constituyen ecosistemas diversos y dinámicos, que se caracterizan por la presencia de elementos endémicos y amenazados de la flora que requieren estudios más detallados e integrales para su conservación. Eso se debe al vacío de conocimiento referente a la relación espacial con las formaciones vegetales colindantes. Esto influye en la percepción que se tiene de ellos y como consecuencia, desde el punto de vista social, son menos valorados. Por consiguiente, son espacios poco protegidos desde la perspectiva jurídica y ambiental, lo cual ha resultado en el deterioro de su estado de conservación.

Debido a esto se plantea como **problema científico** el siguiente: ¿Cómo contribuir a la conservación de la flora endémica amenazada en el ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio?

Se identifica como **objeto de estudio** la conservación de la flora en el ecotono manglar-bosque semideciduo y como el **campo de acción** la conservación de la flora endémica y amenazada en el ecotono manglar-bosque semideciduo.

Por tanto, la **idea a defender** es: La conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en un sector de Punta Iguana, requiere de acciones estratégicas a partir de la identificación de una línea base sobre su estado de conservación construida con enfoque de MIZC.

Objetivo General:

Fundamentar acciones estratégicas para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en un sector de Punta Iguana desde el enfoque de MIZC.

Obejtivos específicos:

1. Sistematizar el marco teórico y metodológico sobre la conservación de la flora del ecotono manglar-bosque semideciduo, desde el enfoque MIZC.
2. Identificar la línea base ambiental de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio con enfoque de MIZC.
3. Definir acciones estratégicas que contribuyan a la conservación de la flora endémica y amenazada en el ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio con enfoque de MIZC.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se caracterizó por ser mixta: de tipo cualitativa-cuantitativa, y se basó en los métodos teóricos deductivo-inductivo, histórico-lógico, así como el analítico-sintético. El ecotono manglar-bosque semideciduo sirvió como espacio empírico para fundamentar la idea a defender. Se utilizaron las técnicas de análisis de documentos, observación y entrevistas. Para estas últimas se trabajó con una muestra intencional, no paramétrica, cuyos criterios de selección fueron todos los actores claves vinculados en el proceso de conservación del área de estudio.

El presente estudio forma parte del Proyecto “Conservación de la diversidad vegetal de especies endémicas y amenazadas en la provincia de Cienfuegos” liderado por el Jardín Botánico de Cienfuegos y financiado por el Fondo Nacional de Medio Ambiente. Parte de los resultados del presente estudio han sido presentados en el III Encuentro de Diversidad Biológica, La Habana 2020; el VIII Congreso de Manejo de Ecosistemas y Biodiversidad de la XIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, La Habana 2021 y el V Taller Internacional de Investigaciones sobre el Manejo de Ecosistemas Frágiles de la III Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos 2021.

Novedad del trabajo: Por primera vez en Cuba se realiza un estudio de línea base para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo con enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costera. El carácter integral de este enfoque involucra diversas áreas del conocimiento que trasciende a la ecología e integra a todos los actores claves desde sus responsabilidades sociales en función de la conservación.

Contribución teórica. Consiste en la fundamentación teórico y metodológica para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo, a partir de la sistematización de los principales referentes sobre el tema, desde un enfoque integral como lo es el MIZC, lo cual permitió disponer de una herramienta que favorece articular conocimientos, áreas, regulaciones y actores para que ese proceso de conservación contribuya a la implementación práctica del propio MIZC en función del desarrollo sostenible de la zona costera en Cuba.

Significación práctica. Se dispone de acciones estratégicas que favorecerá la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio, con enfoque de manejo, elaboradas a partir de una línea base de su actual estado de conservación. Además, la tesis como un sistema de información actualizado sobre el tema constituye un documento de obligada consulta, tanto para futuras investigaciones, como para la toma de decisiones con fundamentos científicos en relación al uso del área de estudio.

La **memoria científica se estructura**, en resumen, introducción y tres capítulos. En el Capítulo 1 se sistematizan los principales referentes teóricos sobre los problemas ambientales relacionados con la conservación de la diversidad biológica, en particular en el ecotono manglar-bosque semideciduo,

así como la importancia de los estudios de línea base identificada desde el enfoque de MIZC, la cual es necesaria como herramienta para una toma de decisiones con mayor efectividad en la práctica. En el Capítulo 2 se delimita y describe el área de estudio y se detalla la metodología empleada para diagnosticar y evaluar el estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo. El análisis de la información y los resultados que se presentan en el Capítulo 3 permitieron la caracterización del área y definición de la línea base desde este enfoque, así como un conjunto de acciones estratégicas derivadas del mismo. Las Conclusiones y Recomendaciones se presentan en secciones independientes, seguidas de las Referencias Bibliográficas y los Anexos.

CAPÍTULO 1. La conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras

1.1.- Los problemas ambientales de la zona costera y su impacto en la biodiversidad

La franja costera constituye un espacio geográfico singular por concurrir sobre los ecosistemas, por lo general frágiles y altamente productivos, que la integran (Barragán, 2003). Es un sistema complejo donde convergen e interactúan los subsistemas biofísico, socioeconómico y jurídico administrativo (Barragán, 2009). Se considera una interface con gran variedad de ambientes y recursos, que la convierten en un área especialmente atractiva para los asentamientos humanos, como lugar de residencia y para el desarrollo de actividades productivas (Nicholls y Branson, 1998). Su elevado valor ecológico asociado a la presencia de diferentes ecosistemas, es impactado por amplias y fuertes transformaciones de origen antrópico y climáticos, lo que la hace un espacio vulnerable y complejo (Cortés, *et al.*, 2010 y Delfín, *et al.*, 2020), con tensores naturales de gran magnitud, presiones, conflictos de uso e intervenciones de diferentes orígenes (Barragán, 2003).

Los beneficios socioeconómicos y servicios ecosistémicos que aportan estas zonas para el desarrollo de la sociedad como la actividad turística y pesquera, han provocado que estas áreas se encuentren densamente pobladas y sean sitios electos para la urbanización (Velez y Gómez-Sal, 2008; PNUMA, 2010). En consecuencia, alrededor del 60% de la población mundial se concentra cerca de la franja litoral, incluso a pocos kilómetros de la línea de costa (Cabrera *et al.*, 2005; IPCC, 2007) y se estima que para el año 2100, este porcentaje aumentará al 75% (Amaya, 2015). La presencia de las comunidades humanas y su inadecuada gestión de la zona costera han conducido al declive de la salud ambiental de estos ecosistemas (Cabrera, *et al.*, 2005), ya que las múltiples actividades socioeconómicas y los distintos procesos naturales, compiten por recursos limitados (Muñoz, 2020).

Según Monroy-Vilchis (2005), la mayor destrucción de comunidades biológicas ha ocurrido en los últimos 150 años, durante los cuales el crecimiento poblacional humano ha ido de 1 billón en 1850 a 6.2 billones a inicios del 2002, y se proyecta que será de 10 billones para 2050. Además, este autor refiere que el crecimiento y migración poblacional hacia la zona litoral, ha generado presiones urbanísticas, contaminación y sobreexplotación de los recursos naturales, causando daños irreparables en sus ecosistemas y afectando la extensión y el estado de conservación de estos.

En el continente europeo, la urbanización del litoral en España, ha alterado o destruido alrededor de un 70% de los humedales costeros, y solo el 20% de los sistemas dunares asociados se encuentra en buen estado (Montes, *et al.*, 2012). En las costas mediterráneas, el golfo de Cádiz y los archipiélagos españoles, las presiones urbanísticas, relacionadas con el desarrollo turístico, han provocado un fuerte deterioro en el estado y extensión de las diferentes unidades ecosistémicas presentes (Cendrero, *et al.*, 2005). Esta situación se agrava por la contaminación relacionada con las actividades agrícolas, industriales o residenciales y el pronunciado deterioro de la calidad del paisaje.

En países africanos como Angola, el principal conflicto se centra en torno a la pesca ilícita, que ha provocado pérdida de la diversidad biológica, contaminación de las aguas, deterioro del suelo marino y del medio acuático, incidiendo en la degradación de los arrecifes, manglares, estuarios y tierras pantanosas; agravado, además, por el deficiente control de las autoridades y la preparación de los recursos humanos para la fiscalización (Domingos, *et al.*, 2014).

En varios países de América Latina y el Caribe, a partir de la década de 1950, se ha experimentado un rápido crecimiento demográfico, llegando a 476.6 millones de habitantes en 1995, residiendo un gran por ciento en las zonas costeras (Amaya, 2015). En Colombia la alta densidad poblacional en estas zonas afecta en gran medida unidades geomorfológicas como playas y acantilados (Rangel y Posada, 2013). En Perú, el desarrollo urbano y la inadecuada explotación de recursos ha tenido como consecuencia el deterioro de la zona costera por la erosión, la contaminación y las alteraciones en los procesos dinámicos, que inciden en el equilibrio del ambiente marino-costero (Cabrera *et al.*, 2005), además de que la vegetación costera ha sido afectada por actividades como la ganadería, la agricultura y la extracción de recursos (Aponte y Cano, 2013). Similar situación ha sido descrita en ciudades costeras de Venezuela, donde la actividad turística y el crecimiento demográfico y económico han provocado una grave degradación ambiental, en particular la contaminación del agua (Lárez, *et al.*, 2005). En la costa del Caribe de Guatemala el mayor problema ambiental está dado principalmente por el aumento demográfico y los residuos que llegan a través del río Motagua, generados a lo largo de su cuenca (Caviedes *et al.*, 2021). En México también ha crecido la cantidad de habitantes en la zona costera, cinco veces en 40 años, perdiéndose áreas de manglares y dunas, con deterioro de la calidad del agua de las lagunas costeras, en estrecha relación con las crecientes necesidades socioeconómicas, que demandan la construcción de casas e infraestructuras para el turismo (Herrera, *et al.*, 2005; Hernández, *et al.*, 2008). En este país, además, la vegetación costera

ha sido transformada debido al uso del suelo, alterándose su función biológica y estado de conservación, y los científicos se ven limitados en las investigaciones de estos ecosistemas, realizando descripciones de elementos de la flora a corto plazo por la falta de recursos (Amarán, *et al.*, 2021).

Este rápido proceso de urbanización ocurrido en la mayoría de estos países, donde 60 de las 77 mayores ciudades son costeras (con el 80% de los habitantes viviendo en áreas litorales), ha generado problemas respecto al uso del suelo, la calidad del aire, el abastecimiento de agua y el manejo de desechos sólidos y peligrosos (Fernandino *et al.*, 2018). Debido a ello, se reconoce a la contaminación y la degradación de los recursos marino-costeros como los problemas ambientales más críticos que amenazan actualmente las áreas costeras y marinas (Olalde, 2019). El considerable aumento de la actividad económica y su globalización, así como la presión demográfica en las zonas costeras, provoca pérdidas en la biodiversidad, generando efectos como extinción de poblaciones de especies, ecosistemas, detrimento de su viabilidad, degradación y transformaciones por construcción en el territorio (Andrade y Castro, 2012). Las presiones que todo ello genera sobre la biodiversidad están relacionadas con la distribución, la densidad y los estilos de vida de la población que sobre ella incide.

Los impactos y modificaciones en los ambientes costeros constituyen en la actualidad, un punto de análisis en la comunidad científica internacional y de especial interés gubernamental a nivel local (García, *et al.*, 2016 y Cabrera, *et al.*, 2020). Esto se debe a que los procesos que se desarrollan en la zona costera, ya sean naturales o antrópicos, positivos o negativos, repercuten en el funcionamiento de los ecosistemas impactando en la conservación de la biodiversidad. Otro elemento que atenta contra la preservación de la diversidad biológica en estas áreas es la presencia de especies exóticas invasoras (Oviedo, *et al.*, 2006), las que compiten por el espacio y los recursos con las nativas, contribuyendo a la extinción local de estos taxones (Rosete, *et al.*, 2011) por lo que se convierten en un tema prioritario para accionar en estos ecosistemas (Aponte y Cano, 2013). En el caso de los humedales esta situación se ha acentuado por la deforestación y la desecación para extender la frontera agrícola y la construcción de carreteras; sumado a que alrededor del 60% de las poblaciones de peces han sido sobreexplotados por asentamientos con tradiciones pesqueras (MEA, 2005). También, más de la mitad de los arrecifes coralinos del mundo han sido impactados por la actividad del hombre (Pichs, 2008).

El estudio de la composición florística de las zonas costeras, permite conocer su riqueza y apreciar los cambios causados por fenómenos naturales o presiones antrópicas sobre ellas, facilitando identificar acciones necesarias para su manejo y conservación a largo plazo (Aponte y Cano, 2013). En tal sentido resaltan las islas que, debido a su aislamiento, han evolucionado de forma independiente, con características ecosistémicas particulares al albergar aproximadamente el 20% de las especies de plantas del planeta, el 40% de las especies en peligro de extinción, el 80% de las extinciones conocidas, y se han convertido en sitios con un alto grado de vulnerabilidad (Figueroa, 2015).

Existen evidencias de que la biota terrestre exclusiva del Caribe Insular podría ser de las más vulnerables ante estas problemáticas, en comparación con otras regiones tropicales del planeta (Pacifi, *et al.*, 2015). Según Figueroa (2015), varias islas de la región deben intensificar la conservación de su flora ante la amenaza de especies exóticas invasoras.

050), como: Santa Luía, donde se analiza la carencia legislativa y de información sobre la vegetación costera que facilite la toma de decisiones; en Trinidad y Tobago, existen problemas con el control para disminuir los efectos negativos de estas especies; República Dominicana, requiere un desarrollo de políticas y programas que constituyan mejores herramientas para aminorar el impacto de las especies invasoras, empleando un enfoque participativo y con fundamentos científicos; Jamaica cuenta con varias estrategias que acogen ocho componentes con proyectos específicos para cada uno, pero careciendo de un trabajo articulado y Bahamas consolida una línea estratégica de prevención, detección temprana y respuesta rápida ante estos eventos.

Dentro de esta región, Cuba es la isla de mayor extensión, con una diversidad de ecosistemas e historia biogeográfica que la convierte en un núcleo clave para la conservación de la diversidad biológica (Mancina, *et al.*, 2017). Según Figueroa (2015), Cuba cuenta con una Estrategia Nacional de Medio Ambiente, que permite elaborar estrategias locales (con etapas de diagnóstico, normas e implementación de programas de manejo) ante de la detección de invasiones de plantas, reduciendo así daños a la flora endémica.

Otra amenaza que enfrentan las formaciones vegetales costera cubanas, es la influencia de frecuentes fenómenos atmosféricos severos que incentivan la actividad destructiva del oleaje, siendo los huracanes los causantes de las mayores perturbaciones (Rivero, *et al.*, 2020). Ejemplifican los

autores el caso del huracán Wilma en el año 2005, que afectó entre un 70 a 80 % el área de vegetación al sur de Guanahacabibes.

Ante este escenario, la conservación de la diversidad biológica tiene un fuerte impacto en el desarrollo económico, social y la sostenibilidad ambiental; basada principalmente en la protección, recuperación y preservación de los bienes y servicios que esta aporta al bienestar humano y a la estabilidad de los ecosistemas.

1.1.1.- Caracterización de la zona costera en Cuba

El archipiélago cubano, con una extensión de 110.922 km² está conformado por la Isla de Cuba, con 105 000 km², la Isla de la Juventud con 2 200 km² y un conjunto de cayos e isletas que suman 3 715 km². Estos están agrupados en cuatro subarchipiélagos: Los Canarreos, Jardines de la Reina, Los Colorados y Sabana-Camagüey (Rodríguez, 2003). Se sitúa sobre el límite norte del mar Caribe, representando más de la mitad de la superficie antillana y el 0.08% de las tierras emergidas del planeta, ocupando el decimoquinto lugar entre las mayores islas del mundo (Gutiérrez, 2012).

Uno de los elementos fisiogeográficos más importantes de Cuba son sus costas. Estas se caracterizan por presentar un elevado número de accidentes geográficos (bahías y ensenadas) que se distribuyen por 3 209 km de extensión al norte y 2 537 km al sur (5 746 km en total), con una plataforma marítima que alcanza aproximadamente 70 000 km² (Núñez, 2012). En ellas se localizan 262 asentamientos humanos, ubicados a menos de 1 m de altura y menos de 1 km de distancia desde la línea de costa, donde se han establecido diferentes actividades económicas y sociales (Iturralde-Vinent y Serrano, 2015). Esta cercanía de las comunidades y las instalaciones asentadas en la zona costera, las pone en una situación de vulnerabilidad ante los cambios y transformaciones que pueda sufrir, así como ante la incidencia de eventos meteorológicos extremos.

Estas costas, en la mayor parte de su extensión, están ocupadas por bosques de mangle que abarcan los márgenes de las islas y cayos, formando humedales costeros en bahías, estuarios y en el curso inferior de algunos ríos (Menéndez y Guzmán, 2006). Además, contienen otros ecosistemas costeros como los arrecifes coralinos, playas, lagunas costeras, pastos marinos, fondos blandos y litorales rocosos. Estos elementos resultan fundamentales para su sustentabilidad, por ser protectores de la mayoría de los componentes de la biodiversidad marina (Domínguez, *et al.*, 2012).

Las condiciones edafoclimáticas y el mosaico de suelos cubanos permiten el establecimiento de bosques, matorrales, vegetación herbácea, complejos de vegetación de mogotes y vegetación secundaria (Capote y Berazaín, 1984; Borhidi, 1991). La mayoría de estas formaciones vegetales tienen un elevado grado de fragmentación y aislamiento de los núcleos de vegetación natural, cuyo 10% aún mantienen cierto grado de naturalidad y representatividad de la biota terrestre, localizadas en los sistemas montañosos, ciénagas, zonas costeras y cayos que rodean la isla principal del archipiélago cubano (González-Torres *et al.*, 2016), que coinciden con los tipos de vegetación más productivos como los manglares, el herbazal de ciénaga y los bosques semidecíduos y siempreverdes (Mancina, *et al.*, 2017).

Salabarría *et al.* (2015) señalan, que los principales sectores que inciden en las zonas costeras cubanas son muy similares al resto de las islas del Caribe, resaltando el turismo, la pesca, el transporte, la actividad marítimo-portuaria, el sector forestal y la actividad industrial. Según estos autores, de ello se derivan afectaciones en estos ecosistemas como la modificación de las condiciones naturales por contaminación, construcción de infraestructuras, tráfico marítimo, sobreexplotación de recursos naturales, uso de artes de pesca inadecuados, extracción de arena de las playas y tala indiscriminada de la vegetación costera, entre otros. Estas afectaciones atentan contra el equilibrio de estas zonas, provocando alteraciones en su funcionamiento e integridad ecológica, así como el surgimiento de conflictos en su uso (Olalde, 2019). Refiere además el autor, que el posible incremento del nivel del mar producto al cambio climático puede traer consecuencias para las costas cubanas y, por consiguiente, para el desarrollo socioeconómico del país. También existe una alta vulnerabilidad ante la influencia de eventos naturales extremos, principalmente de tipo hidrometeorológicos.

En tal sentido Milanés (2012), manifiesta que esta situación se extiende a toda la región suroriental de Cuba donde otros problemas identificados son la ubicación de asentamientos en zonas de vulnerabilidad y riesgos, los movimientos migratorios hacia la zona costera y el otorgamiento de microlocalizaciones en zonas de peligros ante diferentes amenazas. Otra área estudiada por este autor es el municipio Guamá, donde el aumento de ciclones y tormentas tropicales, las inundaciones costeras y desborde de ríos han tenido repercusión en el sector habitacional, los servicios, y la actividad industrial. Pompa *et al.* (2018), identificaron a las indisciplinas sociales y el incumplimiento de la legislación ambiental cubana por los consumidores y objetivos socioeconómicos como las principales insidencias en la zona costera de la provincia Holguín; lo que

provocó impactos ambientales negativos. En las zonas aledañas al asentamiento El Francés en Santiago de Cuba, la acción antrópica ha provocado procesos erosivos que impiden la protección de las dunas y su vegetación (Castillo, *et al.*, 2014). Por ello, estos autores afirman que dicha zona se encuentra amenazada por los deslizamientos, las penetraciones del mar, los fuertes vientos y además por el peligro de ocurrencia de sismos. Las áreas marino-costeras bajo régimen de protección, como el Archipiélago de los Canarreos y el Golfo de Batabanó no escapan a los efectos por la intensidad de la intervención humana (dados por el turismo y la industria pesquera); además de que sus principales ecosistemas también han sufrido el efecto de diferentes factores naturales, relacionados con el cambio climático (Areces y Martínez, 2008).

Para el caso de la provincia Cienfuegos, Menéndez y Guzmán (2006), identificaron como principales amenazas a la vegetación costera el vertimiento de residuales industriales y el represamiento de los ríos que a ella tributan. Otros conflictos reportados en esta zona son el cambio del uso de suelo para actividades agrícolas, ganaderas y turísticas, así como la ocurrencia de incendios forestales, de origen antrópico, talas y cazas furtivas y la presencia de especies exóticas invasoras (J. León¹, comunicación personal, 12 de septiembre de 2019). Estas afectaciones agravan los efectos generados por procesos naturales como la elevación del nivel del mar, la dinámica natural de las costas y los efectos del cambio climático.

Las zonas costeras de Cuba proveen de bienes y servicios que sostienen diferentes actividades económicas y tradiciones culturales locales relacionadas con el uso de recursos naturales. Sin embargo, la tendencia en el uso de estos ecosistemas es el desarrollo de actividades que se justifican más por su rentabilidad económica a corto plazo y por los beneficios que producen para sectores particulares, que por los beneficios que aportan a largo plazo para la calidad de vida de la sociedad en su conjunto (Amaya, 2015). Por tanto, la gestión y protección de estas áreas es fundamental para la regulación de sus recursos, en armonía con un manejo sostenible y una política ambiental basada en la regulación legal y la conciencia comunitaria.

1.1.2.- Legislación sobre la zona costera en Cuba

El tratamiento jurídico de la zona costera en Cuba es reciente. Sin embargo, algunos de los elementos que la componen, así como las actividades que en ella se realizan han sido abordados

¹ Tec. Julio León Cabrera. Especialista del Grupo Técnico del Jardín Botánico de Cienfuegos.

desde la época de la colonia. Para el siglo XVIII los bosques eran protegidos por los llamados Cortes de El Rey, asentados en la Ley 13, título 17 del Libro 4 de la Recopilación de Indias; sobre ellas se estableció el astillero habanero y posteriormente (siglos XIX y XX) se dictaron disposiciones en favor de la protección y conservación de la naturaleza y sus recursos (Ruiz, 2016). Sánchez (1942) en su compilación “Leyes de Monte y Caza” recoge una serie de normas jurídicas que así lo demuestran, entre ellas:

- *Ordenanzas de Montes para Cuba*, del 21 de abril de 1876.
- *Decreto del Gobierno General para la Conducción de Productos Forestales*, del 24 de agosto de 1877.
- Decreto 985 “*Aprovechamiento en Cayos y Zona Marítimo Terrestre*”, del 1ro de octubre de 1912.
- Decreto Ley 979 “*Prohibición de cortas a hecho, talas y descuajes*”, del 4 de julio de 1923.
- Decreto 1434 “*Aprovechamientos Forestales en la Zona Marítimo Terrestre*”, del 24 de septiembre de 1923.
- Decreto Ley 681 “*Prohibición de caza en parques forestales*”, del 21 de marzo de 1936.

Los gobiernos neocoloniales solo explotaron las potencialidades marítimo-portuarias de la isla con fines económicos, sin planificar la ocupación y uso de suelo de la franja litoral, ni establecer medidas o nuevas leyes para el bienestar de las comunidades costeras, en armonía del ambiente (Cabrera, 1996 y Barragán, 2010). Posteriormente, el gobierno cubano adoptó una serie de herramientas legales, desarrollando un proceso legislativo en la aplicación de medidas destinadas a la gestión de la zona costera en Cuba, que, de acuerdo a Cortés, *et al.*, (2010) se puede recoger en tres etapas:

- Etapa 1: Antes de 1997. Se caracteriza por el establecimiento de las primeras medidas dirigidas a ordenar las construcciones en la zona costera y su ocupación
- Etapa 2: Entre años 1997 y 2000. Como parte de las acciones relacionadas con el Convenio sobre la Diversidad Biológica se aprueba la Ley 81/97 “*Del Medio Ambiente*” y la

“Estrategia Ambiental Nacional” que contienen un nuevo enfoque, complementaban el marco legal con nuevas regulaciones de pesca, evaluación de impacto ambiental, responsabilidad administrativa y creación de áreas protegidas en las zonas costeras.

- Etapa 3: A partir del año 2000. Aprobación del Decreto Ley 212 “*Gestión de la Zona Costera*”, en el cual se reconoció la necesidad de aplicar programas de Manejo Integrado de Zonas Costeras, para conservar las zonas costeras y hacer compatible los usos con los recursos disponibles bajo los preceptos del desarrollo sostenible. Queda definida la zona costera en Cuba, como la *franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales*” (Decreto - Ley 212, 2000, p. 3).

Aunque la legislación ambiental cubana reconoce a la franja costera, en lo que denomina zona costera y zona de protección contigua, lo hace solo mediante algunos elementos geomorfológicos sin tomar en cuenta todas sus posibles dimensiones espaciales (Areces *et al.*, 2011). De esta manera, en la Constitución de la República, la Ley No. 81 “Ley del Medio Ambiente” y diversas normativas complementarias, se estipula la necesidad de regular cualquier actuación en la zona costera. Como regla general, la zona a manejar debe estar legalmente delimitada, de forma tal que se extienda hacia tierra lo suficiente como para incluir todos los espacios terrestres cuyos usos puedan impactar en las aguas costeras y hacia el mar, para abarcar la franja marítimo-terrestre (como se citó en Ripoll-Salcines, 2018, p. 15).

Otras normas jurídicas aprobadas que regulan el uso y gestión de la zona costera y los componentes de la biodiversidad que en ella confluyen son:

- Ley 76 “*Ley de Minas*”, del 21 de diciembre de 1994.
- Ley 77 “*Ley de la Inversión Extranjera*”, del 5 de septiembre de 1995.
- Ley 85 “*Ley Forestal*”, del 21 de julio de 1998.
- Ley 129 “*Ley de Pesca*”, del 24 de diciembre de 2019.
- Decreto-Ley 164 “*Reglamento de Pesca*”, del 28 de mayo de 1996.

- Decreto-Ley 200 “*De las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente*”, del 22 de diciembre de 1999.
- Decreto-Ley 201 “*Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas*”, del 23 de diciembre de 1999.
- Decreto-Ley 212 “*Gestión de la Zona Costera*”, del 8 de agosto de 2000.
- Decreto Ley 331 “*De las Zonas con Regulaciones Especiales*”, del 30 de octubre de 2015.
- Norma Cubana (NC) 521/07: Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas — Especificaciones.

Estas legislaciones como instrumento de la política ambiental, acogen el manejo de todas las zonas costeras resultando su aplicación muy compleja debido a la heterogeneidad estructural que la compone (normas legales sectoriales) y normas técnicas cubanas vigentes en esta materia. De modo que su inclusión en las proyecciones de manejo requiere necesariamente de un trabajo multidisciplinario entre especialistas jurídicos y de otras ramas relacionadas con el estudio, impacto social, uso económico o de cualquier índole de los ecosistemas que se pretenden manejar.

Para ello, con el objetivo de trabajar en el ordenamiento, planificación y la evaluación de los riesgos y vulnerabilidades en estas zonas se estableció el Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Pell y Herrera, 2017), comúnmente conocido como “Tarea Vida”. Su escenario de acción principal es la zona costera, pero actúa basado en cuáles son las regiones y localidades costeras de mayor prioridad a nivel del país. Sus cinco acciones estratégicas están asociadas con el ascenso del nivel del mar y los fenómenos extremos y se ocupan de los asentamientos costeros, sus tipologías constructivas y la organización de la agricultura y la producción de alimentos en estas áreas vulnerables (Cabrera, *et al.*, 2020).

La conservación de las especies endémicas de la flora en las zonas costeras cubanas, es amparada por regulaciones legislativas entre las que se destacan:

- Resolución 87 “*Reglamento para el Cumplimiento de los Compromisos Contraídos por la República de Cuba en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre*”, del 2 de septiembre de 1996.

- Resolución 160 “*Regulaciones para el Control y la Protección de Especies de Especial Significación para la Diversidad Biológica del País*” del 4 de agosto de 2011.

Recientemente fue aprobada la “Ley de Recursos Naturales y Medio Ambiente” y aunque la voluntad, el actuar y la intención de proteger estas especies por parte del gobierno y las instituciones afines es explícita, aún quedan vacíos sobre especies con alguna categoría de amenaza sin protección. Ello asevera la necesidad de proteger y conservar estos ecosistemas tan ricos y diversos, que tantos servicios brindan a la sociedad.

1.2.- La conservación de la flora endémica y amenazada en el ecotono manglar-bosque semidecidual. Estado actual y perspectiva.

1.2.1- Diversidad Biológica y Conservación

La diversidad biológica está distribuida de manera desigual y los lugares más biodiversos son a menudo los más amenazados y los más pobres económicamente (Brooks, *et al.*, 2006). Existen 17 países que pueden ser considerados como “megadiversos” lo que significa, que esa porción de territorio alberga el mayor índice de biodiversidad del planeta y en conjunto, contienen el 70% de esta (López, *et al.*, 2014; Moncada, 2019). Refiere el último autor que esos países son: Bolivia, Brasil, China, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, India, Indonesia, Kenia, Madagascar, Malasia, México, Perú, República Democrática del Congo, Sudáfrica y Venezuela.

Un millón de especies de animales y plantas, de los ocho millones conocidas, están amenazadas de extinción y podrían desaparecer en pocas décadas siendo una de las causas la creciente demanda de comida y combustible (López, *et al.*, 2014). Añade el autor que un 75% de los ecosistemas terrestres y un 66% de los marinos ya están “gravemente alterados”, y que más de un 85% de los humedales que existían en 1700, han desaparecido. En España, por ejemplo, estudios botánicos sobre la flora de Madrid, afirman que al menos un centenar de plantas vasculares han perdido sus poblaciones en los últimos 200 años, sufriendo extinciones locales (Domínguez, *et al.*, 2022).

América Latina se encuentran entre las 25 ecorregiones de mayor riqueza biológica, con países megadiversos (López, *et al.*, 2014), una gran variedad de ecosistemas y el 40% de las especies animales y vegetales del planeta (Pichs, 2008; Zachos y Habel, 2011). En el área se han identificado 178 regiones ecológicas, que representan más del 50% de la biodiversidad del planeta; donde se

encuentran los hábitats del 40% de las especies de flora y fauna del mundo, alrededor del 50% de las plantas vasculares y el 42% de los vertebrados terrestres del mundo, concentrados aproximadamente en el 2,3% de la superficie terrestre del planeta (Mittermeier, *et al.*, 2011). En particular, el Caribe ha sido evaluado y calificado como la más alta prioridad en la conservación en todo el subcontinente (Sullivan y Bustamante, 1999), ya que comprende porcentajes muy altos de especies endémicas, las cuales están en peligro de extinción (Myers, *et al.*, 2000). Su biota terrestre es altamente susceptible a las perturbaciones, producto de la elevada densidad de la población humana y otras presiones de origen socioeconómico (Brooks, *et al.*, 2006). Esto cobra especial relevancia si se tiene en cuenta que entre el 25 y el 50% de las especies de la región son endémicas (Cuesta *et al.*, 2017).

Dentro del Caribe Insular, Cuba se destaca por su extensión y diversidad de ecosistemas (Mancina *et al.*, 2017). Su diversidad biológica se caracteriza por la riqueza de especies de la fauna y la flora, relacionado con la condición de insularidad y las variaciones locales del clima, tipo de suelo, relieve e hidrología (Menéndez y Guzmán, 2006). En el país se reconocen cinco ecorregiones terrestres de importancia para la conservación, según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), estas son los bosques húmedos y secos, los pinares, los humedales, los matorrales xeromorfos y los manglares (Mancina *et al.*, 2017). Para el archipiélago cubano se reconocen 2 144 especies de la flora vascular y 342 de la fauna en distintos grados de amenaza (González-Torres, *et al.*, 2016).

Entre los valores de la fauna cubana se destacan el elevado endemismo, la presencia de especies relictas, enanismos, taxones de distribución restringida, pobre representatividad de vertebrados en comparación con la riqueza de invertebrados (Aguayo, 1951). En el caso de la flora, se estima que el archipiélago cubano posee entre 7 000 y 7 500 especies (Borhidi, 1996; Berazaín, *et al.*, 2005; Greuter y Rankin, 2016), lo que la ubica como el territorio insular más rico en plantas a nivel mundial (Whittaker y Fernández-Palacios, 2007) y en número de especies por kilómetro cuadrado (González-Torres, *et al.*, 2016). De acuerdo a la singularidad e importancia de su flora, Cuba se posiciona entre las siete primeras islas del planeta en cuanto a endemismo y la segunda con mayor cantidad de especies de plantas extintas (Whittaker y Fernández-Palacios, 2007). Según González-Torres, *et al.* (2016), es la isla antillana con mayor porcentaje de especies amenazadas respecto al total de su flora (46,31 %), seguida de Puerto Rico y República Dominicana.

Para Cuba se registran unas 8 950 especies de plantas y animales endémicas; esto incluye a 3 049 especies de plantas con flores, 3 335 especies de insectos, 881 especies de moluscos y 667 especies endémicas de arañas y escorpiones (Mancina, *et al.*, 2017). Para la fauna, las principales amenazas reportadas han sido la destrucción del hábitat, la caza furtiva, la introducción de especies exóticas, el comercio ilegal, la contaminación ambiental (Garrido y Kirkconnell, 2000; González, *et al.*, 2012) y las modificaciones en los hábitats naturales, producto del cambio climático (Díaz *et al.*, 2007; Díaz y Cádiz, 2008). En el caso de la flora las principales amenazas son las acciones antrópicas, la introducción de especies exóticas invasoras, la fragmentación de hábitats, la expansión de la agricultura y la ganadería, la deforestación y las inadecuadas prácticas de reforestación (González-Torres, *et al.*, 2016). Estas amenazas coinciden con las identificadas en la Estrategia Global para la Conservación de Plantas del Royal Botanical Garden Kew, además de los efectos del desarrollo de la sociedad y el cambio climático (Clubbe, *et al.*, 2010).

Según la Lista Roja de la Flora de Cuba, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) brinda cobertura a 3 210 especies de plantas (incluidos 1 386 endemismos), de ellas 1 579 amenazadas (González-Torres, *et al.*, 2016). En el caso de la fauna terrestre están reportadas 12 791 especies, destacándose como los grupos más diversos dentro de los invertebrados, los insectos y moluscos y en los vertebrados, las aves y los reptiles (Ruiz, 2016). De las 120 áreas protegidas cubanas bajo diferentes administraciones, 104 poseen componentes marino-costeros, en las que los principales programas de investigación que se ejecutan están vinculados a tres ecosistemas marinos, identificados como prioritarios para el SNAP, los arrecifes y pastos marinos y los manglares (Hidalgo, 2014). En el caso de la provincia Cienfuegos se han aprobado 6 áreas, de las que solo una se encuentra en la zona costera, el Refugio de Fauna Guanaroca-Punta Gavilán; otras dos ubicadas en dicha zona y en proceso de aprobación son La Ensenada de Rancho Luna y Guajimico (J. M. Cobas², comunicación personal, 20 de abril de 2022).

De lo anterior se deriva, que la diversidad biológica desempeña un papel fundamental en la sociedad, mediante la provisión de diferentes servicios que de los ecosistemas aportan para su desarrollo. Sin embargo, uno de los principales problemas para su conservación es la falta de datos que permiten evaluar el estado de la misma (Cruz, *et al.*, 2017).

² Ms. C. Julia M. Cobas Mir. Especialista en Políticas de la Subdelegación de Medio Ambiente, Delegación Territorial del CITMA en Cienfuegos. Coordinadora de la Junta Provincial de Áreas Protegidas de la provincia Cienfuegos.

1.2.2.-Las zonas costeras como ámbito para la conservación en Cuba

Las zonas costeras tienen formaciones vegetales típicas, con adaptaciones que le permiten desarrollarse en este tipo de ambiente. Su flora es altamente vulnerable por sus requerimientos ecológicos específicos y la fuerte presión antrópica que enfrentan; por ello se requiere involucrar a decisores y actores que convergen en estas zonas en su conservación (Mouso, *et al.*, 2019).

Uno de los retos que se plantea para la conservación en las zonas costeras, es la visión integral que debe tener la planificación territorial, el ordenamiento ambiental y la gestión costera, logrando una relación equilibrada entre el medio ambiente y la sociedad y manteniendo el principio de un desarrollo sostenible (Cabrera, *et al.*, 2020). Además, están los elementos relacionados al orden legislativo, referente a la necesidad de actualización, conocimiento e implementación rigurosa del marco normativo que protege estos espacios (Ripoll-Salcines, 2018; Monzón y Herrera, 2019).

Dentro de los ecosistemas costeros las plantas son las que definen las unidades paisajísticas mediante la descripción y expresión de la vegetación y la interacción con la fauna, microbiota y hongos asociados a ellas (Lancis, *et al.*, 1990). Entre las consecuencias del carácter de insularidad de Cuba, con su geografía estrecha y alargada, resalta la relación de los diferentes paisajes de la isla con su zona costera. Dentro de sus formaciones vegetales costeras identificadas por Capote y Berazaín (1984), los manglares son los que han tenido mayor atención por los investigadores. Para este tipo de formación vegetal, se han establecido planes de manejo para la preservación de sus valores ecológicos (Menéndez, *et al.*, 2011). Además, se han desarrollado estudios en los manglares y sus ecotonos por Menéndez y Guzmán (2006), que han reportado 24 endémicos, lo que resulta un discreto, pero no despreciable aporte de este ecosistema a las singularidades de las riquezas de la flora cubana. Estos autores igualmente refieren que la mayoría de estos endémicos son de distribución restringida, microlocalizados, con poblaciones pequeñas y con deficiente estado de conservación, tanto su hábitat (por la fragmentación y los cambios a partir de impactos naturales o antrópicos), como los individuos de cada especie y la comunidad a la cual se asocian. Por ello urge un inmediato accionar que mitigue estas amenazas, pues cuanto mayor sea el número de especies endémicas en una región, más biodiversidad se pierde ante diferentes perturbaciones (Brooks, *et al.*, 2006).

Entre los esfuerzos de conservación de las zonas costeras cubanas están los proyectos “Protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el Ecosistema Sabana-Camagüey” y “Aplicación de un

Enfoque Regional al Manejo de las Áreas Marino-Costeras Protegidas en la Región Archipiélago del Sur de Cuba”. Uno de los principales aportes del primero de estos proyectos fue la implementación del Manejo Integrado Costero a diferentes escalas, implicando a más de 60 instituciones nacionales (Alcolado y Arellano, 2015). En el caso del segundo se elaboraron una serie de protocolos de monitoreo para el estudio de los componentes de la biota de los diferentes ecosistemas presentes en el área de intervención (Pina, *et al.*, 2013; Martínez, *et al.*, 2013; Álvarez-Aleman, *et al.*, 2013; Caballero, *et al.*, 2013; Acosta, *et al.*, 2013; Moncada, *et al.*, 2013; González, *et al.*, 2013). Igualmente tributó al fortalecimiento de las capacidades de las diferentes áreas protegidas en su misión de conservar la biota cubana.

Otros dos proyectos en desarrollo son: “Incorporando consideraciones ambientales múltiples y sus implicaciones económicas, en el manejo de paisajes, bosques y sectores productivos en Cuba”, conocido como Proyecto ECOVALOR, y el Proyecto Internacional “Resiliencia Costera Más”, abarcando ambos el trabajo de conservación en ecosistemas priorizados de las zonas costeras cubanas (Cabrera, *et al.*, 2020). Según estos autores, que los temas relacionados con la gestión integrada de la zona costera han ganado atención y actualmente se encuentran en un nivel de máxima prioridad en las políticas y marcos legales del país, aunque estos esfuerzos aún no son suficientes y es necesario articularlos en función del Manejo Integrado Costero como herramienta.

1.2.3.- Características del ecotono manglar-bosque semideciduo. Aspectos Generales

En la naturaleza, y a muy diferentes escalas, pueden ser observados cambios, identificados fundamentalmente por discontinuidades en el suelo y en la vegetación (Escribano, *et al.*, 1997). Estos cambios, más o menos graduales y apreciables en mayor o menor medida, definen zonas de transición entre sistemas ecológicos adyacentes diferentes (Leeuwen, 1966; Maarel, 1990; Hansen y di Castri, 1992; Fortin, 1999; Camarero y Fortin, 2006). La composición faunística y florística de estas áreas es mayor que la suma parcial de los componentes de las comunidades adyacentes, lo cual implica un incremento en la riqueza y biodiversidad; estas fronteras, limitante entre dos ecosistemas diferentes con características ecológicas particulares, se denomina ecotono (Escribano, *et al.*, 1997).

El término ecotono, del griego *eco- oikos* o casa y *tono, -tonos* o tensión (López, 2014); fue acuñado por primera vez por Clements (1905), quien lo define como un conector entre dos comunidades, en la cual los procesos de intercambio y competencia pueden ser fácilmente observables. Posteriormente Odum (1971), lo describe como “*la transición entre dos o más*

comunidades diversas”. Ha sido considerado como un filtro o una membrana más o menos permeable, que regula los flujos entre los ecosistemas limítrofes, con función de control de los procesos ecológicos, a pequeña y gran escala (Escribano, *et al.*, 1997). Es, por tanto, un indicador de las transformaciones que acontecen en el medio, asociados a cambios en los ciclos biológicos, en la producción de biomasa y la acumulación de nutrientes en el suelo (Camarero y Fortin, 2006). Holland (1991) propuso una definición del término al describirlo como “*zona de transición entre dos sistemas ecológicos adyacentes y que tiene una serie de características únicamente definidas por escalas de tiempo y espacio, y por las fuerzas de unión entre los sistemas ecológicos que limita*”. Este autor, agrega que, en esta propuesta de concepto, aparecen los parámetros tiempo y espacio, tan importantes en el estudio de las zonas fronteras.

Las características propias del ecotono no solo son definidas por su escala espacio-temporal, sino también por la fuerza de las interacciones que se producen entre los dos subsistemas en contacto (Ramírez, 1996). Es un espacio dinámico, que puede variar a lo largo del tiempo como consecuencia del proceso natural de sucesión vegetal, o como respuesta a un cambio en las condiciones ambientales que implique la desaparición de las comunidades vegetales o animales que lo caracterizaban o definían (Escribano, *et al.*, 1997).

El concepto ecológico de ecotono es bastante amplio y abarca aspectos como el espacio donde los componentes ecológicos están en tensión, zona de transición entre comunidades ecológicas, franja de máxima interacción entre ecosistemas, áreas de mayor riqueza e interés biológico en un territorio, zonas de mayor intercambio de energía, las especies propias de ambas comunidades; así como la presencia de organismos particulares (López, 2014 y Brussa, 2018).

Teniendo en cuentas estas definiciones, el ecotono de manglar es un espacio delimitado por el bosque de manglar y otra formación vegetal colindante, entre las cuales se mezclan los elementos biológicos que componen estas unidades, donde existe una máxima interacción y mayor riqueza biológica.

La diversidad de condiciones ecológicas en la que se desarrollan los manglares cubanos, como las diferencias fisonómicas de las costas y las interacciones con otros ecosistemas adyacentes; son los responsables de que puedan asociarse otras especies a comunidades de los ecosistemas de manglares y sus ecotonos (Menéndez y Guzmán, 2006). Los principales ecosistemas asociados a los manglares de Cuba son los bosques de ciénagas, mesofíticos, micrófilos costeros y subcosteros, los herbazales

de ciénaga, la vegetación acuática y de dunas costeras (Ricardo, *et al.*, 2009). La vegetación asociada a estos está integrada por una mezcla de elementos arbóreos, arbustivos, lianas, hierbas, epifitas y hemiparásitas, de diferentes familias poco relacionadas entre sí desde el punto de vista taxonómico, pero muy vinculadas ecológicamente, por las interacciones que se establecen entre ellas (Menéndez y Guzmán, 2006 y Oviedo *et al.*, 2006).

En Cuba, la vegetación de manglar está representada por bosques costeros, de hasta 15m de altura, muy abundantes en todas las costas bajas (Bazan y Grotz, 2016), compuestos por cuatro especies arbóreas, *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. y *Conocarpus erectus* L., especie periférica conocida como pseudomangle (Rodríguez, 2003 y Rosete, *et al.*, 2011). En el caso de la Bahía de Jagua, en la provincia Cienfuegos, sus cuencas hidrográficas tributarias poseen un aporte de nutrientes y energía, que permite el establecimiento de amplias zonas de mangle, así como la sucesión de otras formaciones vegetales colindantes (Menéndez y Guzmán, 2006), con elementos destacados de la flora local.

En general, las zonas costeras constituyen una de los pocos ecosistemas en Cuba que aún mantienen cierto grado de representatividad de la biota terrestre endémica y nativa; concentrada en manglares, herbazales de ciénaga, humedales y bosques siempreverdes y semideciduos. De acuerdo con Oviedo *et al* (2006), estos tipos de vegetación y las zonas de transición entre ellos (ecotono), no solo son los más extensos del país sino los más afectados ante el aumento del nivel del mar y las actividades humanas mal gestionadas, que pueden conducir a la pérdida de especies con distribuciones restringidas y generar considerables variaciones en la composición, diversidad, productividad y funcionamiento de los mismos. Por tal razón estas zonas exigen para su conservación, el estudio de su flora, con un enfoque integrador que incluya la participación ciudadana, uno de los retos más importantes para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Cuba (Cabrera, *et al.*, 2020).

1.3.- Los estudios de línea base para la elaboración de acciones estratégicas en función de la conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras

El Manejo Integrado de Zonas Costeras tiene varias concepciones y significados, dependiendo del contexto en que sea utilizado, de ahí que se usen otros términos como “manejo costero” y “planificación costera” (Amaya, 2015). Ha sido abordado por diferentes autores, los que se han enfocado en la protección de estas zonas (Bird, 1996; Alcolado, *et al.*, 1999; Salabarría, 2000;

Barragán, 2014; García, *et al.*, 2016), así como en el análisis de los problemas ambientales existentes en las costas de Iberoamérica, de los que Cuba no queda aislada (Barragán, 2010; Salabarría, *et al.*, 2015).

El MIZC es un proceso continuo y dinámico que guía el uso, el desarrollo sustentable y la protección de las zonas costeras, siendo su objetivo principal ofrecer un marco estratégico de planificación a través del mantenimiento de los valores de la biodiversidad marina y costera (GESAMP, 1996). Es una aproximación que se basa en un enfoque por ecosistemas, que reconoce la integración que existe entre la naturaleza y la diversidad cultural (Rojas *et al.*, 2010), en el que los gobiernos, las entidades económicas y la comunidad, trabajan de conjunto en la toma de decisiones para el uso sustentable, desarrollo económico y conservación de las costas, áreas marinas y sus recursos (García, *et al.*, 2016). Olsen (2003), lo consideró como alternativa válida y recomendable para alcanzar el desarrollo sostenible. Ante los peligros del cambio climático adquiere una particular connotación, debido a que este proceso se hace sentir notablemente en el medio marino y supralitoral; por ello en Cuba se le ha estado prestando especial atención (Alcolado y Arellano, 2015).

La gestión y planeamiento del ambiente litoral es una expresión de la planificación integrada y el manejo de los recursos naturales (Cabrera, *et al.*, 2020), con miras a alcanzar metas establecidas en cooperación con grupos de usuarios y autoridades nacionales, regionales y locales (Amaya, 2015). Para lograrlo se debe desarrollar un proceso de análisis participativo, que aborda la distribución espacial y temporal de las actividades humanas y su ordenación en las zonas marinas y costeras, con vistas a alcanzar los objetivos ecológicos, socioeconómicos, tecnológicos, legislativos, filosóficos y éticos y que se suele especificar a través de un proceso político que incluye este enfoque holístico (Miranda, 2000). Esto implica un acuerdo de autoridad que recurre a una o más estrategias de manejo para racionalizar y sistematizar las decisiones sobre la asignación de recursos (Requelme, 2019) y posibilita la combinación de herramientas como los sistemas de información geográfica, teledetección, aportes científicos y trabajo con actores locales y expertos (Rojas, *et al.*, 2010).

Otra herramienta utilizada desde el enfoque de MIZC para la conservación de los ecosistemas en estas zonas, es la elaboración de la línea base que contiene información cuantitativa y cualitativa, reflejando una situación inicial y que deberá ser sistematizada y registrada de tal forma que en un futuro permita evaluar y comparar cambios en el tiempo (Martínez y Hernández, 2021). Una línea

base es la determinación de la calidad ambiental del entorno, permitiendo conocer la situación inicial ambiental antes de una intervención; es el punto de partida, de referencia o comparación para futuros monitoreos y evaluaciones (Schoemaker, 2017). Permite además proponer medidas o acciones correctivas para alcanzar eficiencia en la preservación de los recursos y en los procesos de toma de decisiones (Martínez y Hernández, 2021). Por ello se le atribuye un papel determinante a los gobiernos locales por la necesidad de coordinar, integrar y armonizar las actividades que inciden en estas áreas, compatibilizar los diferentes intereses y usos conflictivos, la interrelación entre procesos físicos, biológicos y la actividad humana, dejando atrás la fragmentación sectorial (Requelme, 2019). Para ello se consideran aspectos como la existencia de política costera, normativa e instituciones específicas, desarrollo de planes o programas, recursos financieros, formación técnica, asesoramiento externo, descentralización administrativa de la gestión costera, política científica, creación de órganos de coordinación administrativa, organización de equipos multidisciplinarios en instituciones públicas, tiempo de desarrollo de las iniciativas y experiencias (Barragán, 2005). El éxito de este manejo demanda enriquecer la cultura ambiental tanto de la población como de los tomadores de decisiones, en aras de ejecutar acciones hacia un desarrollo sostenible de las costas (Castellanos-González, *et al.*, 2019).

Un elemento fundamental que debe ser abordado en la construcción de la línea base, pero que pocas veces es tratado a profundidad, es la composición y distribución espacio temporal de los elementos de la biota en la zona costera. La base para un análisis objetivo de la biodiversidad reside en su correcta evaluación y monitoreo, ya que los estudios de línea base proporcionan información biológica que presenta un área, en función de cómo sus ecosistemas evolucionan y se desarrollan con la actividad humana (Zúñe, *et al.*, 2016). Las plantas son un indicador para evaluar y monitorear las condiciones ambientales ya que sustentan la mayoría de las funciones ecosistémicas y están sujetas a cambios continuos, influidos por efectos naturales y antropogénicos (Ricardo, 2016), que pueden provocar la reducción de las poblaciones vegetales, la desaparición de algunos de sus componentes o incrementar el número de especies (Ricardo y Herrera, 2017).

1.3.1.- Herramientas para la construcción de la línea base

La confección del inventario florístico de un área constituye un elemento insustituible para el conocimiento de la flora local, y puede convertirse en una fuente importante de información a tener en cuenta para la conservación de la diversidad biológica del sitio (González-Oliva, *et al.*, 2017).

Pero un simple listado de de taxones no provee la información suficiente, por lo que se requiere ampliar los estudios a las comunidades específicas de plantas, hábitats y paisajes, que indican las cualidades medio ambientales, informando sobre la capacidad de un ecosistema para recuperar el equilibrio después de haber sufrido perturbaciones (Ricardo y Cejas, 2016; Ricardo, *et al.*, 2021).

Teniendo en cuenta estos aspectos se puede desarrollar una línea base más abarcadora que incluya técnicas para detectar los factores ambientales responsables del cambio en la estructura y distribución de la vegetación. Esto unido a la disponibilidad de programas informáticos- estadísticos aplicados a la ecología, permiten analizar un gran volumen de información sobre las unidades de muestreo, sintetizando las relaciones existentes entre las variables recogidas *in situ* (Jímenez, *et al.*, 2016).

Los inventarios florísticos son fundamentales para la construcción de la línea base ambiental porque aportan información de los parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud, que permiten medir la diversidad e interpretar el estado real de conservación de la flora de un sector determinado (Aguirre, 2013). Esta información permite conocer cómo funcionan los diferentes tipos de cobertura vegetal, aportando y enriqueciendo a la evaluación de los recursos y su conservación en los ecosistemas naturales y convirtiéndose en una herramienta para planificar y ejecutar su manejo.

Los índices ecológicos (de sinantropismo, de conservación y de resiliencia) son herramientas prácticas que brindan información sobre la composición, función y estado de los ecosistemas evaluados. Estos constituyen excelentes indicadores de la estructura de un territorio, basados en la función ecológica, biológica y sinántropa de los taxones que lo componen (Ricardo, 2016). Otra herramienta para medir la biodiversidad son los modelos de acumulación de especies, las curvas de rango de abundancia y los índices de diversidad. Estos últimos describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y su abundancia, expresión del número de individuos de cada una de ellas (Aguirre, 2013). Consideran la relación entre la riqueza y la distribución de su abundancia relativa (Cruz, *et al.*, 2017). Entre los más de 20 índices, cada uno con sus ventajas y desventajas (Aguirre, 2013), los más utilizados son la riqueza de especies, de Shannon y Simpsom.

El análisis espacial del área de estudio es un paso fundamental en el trabajo preliminar de los inventarios. Esta información, unida a otras del medio físico (tipos de suelo, relieve, geología, etc.),

deben ser integradas en un Sistema de Información Geográfica para identificar y delinear las unidades más representativas del paisaje (Cruz, *et al.*, 2017).

El Sistema de Información Geográfico es un conjunto de *software* y *hardware* creado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos. Están diseñados para el análisis de datos geográfica y espacialmente referenciados, permitiendo el análisis de problemas espaciales, como los relacionados con la conservación de la biodiversidad y cambio de uso del suelo (Saldarriaga, 2007). Estos sistemas incorporan una serie de formulaciones y elementos de diversas ciencias (las relacionadas con la tecnología y manejo de información, geociencias, ecología y de corte medioambiental) que permiten la obtención de resultados y el análisis de los datos espaciales, representando procesos que pueden ser sumamente sencillos o enormemente complejos (Olaya, 2014).

Los estudios para la conservación de la biodiversidad poseen un componente espacial muy marcado, por lo que, para lograr la conservación de especies, comunidades y ecosistemas es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el territorio (Moreira, 1996). Este conocimiento espacial es una necesidad imperante debido a las altas tasas de extinción de especies que son consecuencia de la degradación y transformación de los ecosistemas (Zuria y Martínez-Morales, 2019).

La implementación de estas herramientas, de manera independiente dan respuestas a preguntas concretas, por lo que por sí solas no describen la situación de un territorio dado, en cuanto a sus valores de biodiversidad y los problemas de conservación que pueda enfrentar. Pero al integrarse en la construcción de una línea base, con un enfoque multi-inter y transdisciplinario, aportado por el MIZC, genera una visión holística de la zona costera, con los elementos necesarios para la adecuada planificación en el uso sostenible de la flora de estos ecosistemas.

Sin lugar a dudas la integración del MIZC en los análisis del estado de conservación de la biodiversidad en sentido general y haciendo uso de un SIG garantiza la robustez en la definición de una línea base que permite una adecuada preservación de los recursos naturales en las zonas costeras a favor de su desarrollo sostenible.

Conclusiones parciales.

1. Los problemas ambientales en las zonas costeras se manifiestan como un fenómeno global, que impactan de manera negativa en los ecosistemas y recursos naturales que los integran; siendo el caso de los ecotonos de manglar caracterizados por el endemismo de su flora, la cual está sometida a presiones mayormente antrópicas que comprometen su estado de conservación y uso sostenible.
2. La gestión para la conservación de los recursos florísticos en los ecotonos de manglar, requieren de estudios de línea base con enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras para implementar acciones estratégicas que fomenten su preservación en la continua y dinámica relación sociedad-naturaleza a favor de su desarrollo sostenible.

CAPÍTULO 2. Caracterización físico geográfica del área. Aspectos metodológicos de la investigación

2.1. El sector costero de la provincia Cienfuegos

La provincia Cienfuegos se encuentra ubicada en el centro sur de Cuba (222036.11 N: -804827.78 W). Limita al norte con las provincias Matanzas y Villa Clara, al este con Villa Clara y Sancti Spíritus, al oeste con Matanzas y al sur con el mar Caribe. Tiene un área de 4 180 km², con un relieve predominantemente llano, con las Alturas de Trinidad, pertenecientes al macizo de Guamuha al sureste; su punto más alto es el Pico San Juan con 1 140 m.s.n.m. (Hernández, 2016).

Su accidente geográfico más notable es la Bahía de Jagua (Figura 2.1), con un área de 88.46 km² (Muñoz, *et al.*, 2008).



Figura 2.1. Vista del canal de entrada de la Bahía de Cienfuegos. Fotografía: Raimundo López-Silvero.

Se caracteriza por ser del tipo bolsa, con un canal de entrada largo y estrecho e interior lobulado, con varios deltas que forman los ríos que en ella desembocan (Nuñez, 2012). Las cuencas hidrográficas tributarias aportan valores significativos de nutrientes y energía que permite el establecimiento de amplias zonas de mangle, así como la sucesión de otras formaciones vegetales colindantes (Menéndez y Guzman, 2006). Entre estas cuentas se destacan por su extensión la de los ríos Arimao, Damují y Caunao (Muñoz, *et al.*, 2008).

Los manglares son la formación vegetal de mayor presencia en el sector costero de Cienfuegos. Son más abundantes hacia el noreste y noroeste de la bahía (Menéndez *et al.*, 2011). En ello se han registrado zonas cuyos valores de endemismo de la flora no son significativos y los riesgos asociados al ascenso del nivel del mar son bajos (Menéndez, 2013). Sin embargo, las principales amenazas identificadas para la vegetación costera de Cienfuegos son de tipo antropogénico como los vertimientos de residuales industriales y el represamiento de los ríos (Menéndez y Guzmán, 2006).

El litoral de la Bahía de Cienfuegos alberga varios sitios de interés tanto para la conservación de la biodiversidad, históricos-culturales y para el desarrollo de diferentes actividades, enfocadas en el desarrollo turístico. Por sus atractivos naturales y la riqueza de su biota sobresalen El Caletón de Don Bruno y la Laguna de Guanaroca. En el caso del Caletón de Don Bruno se trata de un accidente geográfico de origen marino ubicado en el extremo sur-oeste de la Bahía de Cienfuegos; es un sitio de interés científico por la riqueza de su flora, en el que se han identificado especies endémicas y con diferentes categorías de amenazas (Vitulo y León, 2020). La Laguna de Guanaroca, es uno de los núcleos del área protegida Refugio de Fauna Laguna de Guanaroca-Punta Gavilán (Ruiz-Plasencia, *et al.*, 2019). Ocupa una extensa área costera y constituye un ecosistema de gran importancia ecológica, económica y cultural, que se sitúa como punto de atracción para el sector turístico, tanto nacional como internacional (Barcia, *et al.*, 2020).

Varios asentamientos del litoral costero de Cienfuegos han sido estudiados desde la perspectiva social, en los que ha sido abordada la vulnerabilidad de estos ante los efectos del cambio climático, recopilándose los criterios de la comunidad al respecto, los que funcionan como herramientas de trabajo para decisores ante la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos (Miranda, *et al.*, 2019). Otras investigaciones se han enfocado en temas más recientes como el uso de las redes sociales para el fomento de la educación ambiental en comunidades costeras (Castellanos, *et al.*, 2021).

2. 2. Delimitación y descripción del área de estudio.

El estudio se desarrolló en el ecotono manglar-bosque semideciduo (Figura 2.2), ubicado en el extremo sureste de la Bahía de Cienfuegos, coincidiendo con el margen derecho de la desembocadura del Río Caunao (220613.54 N: -802414.08 W; 220609.55 N: -802411.09 W; 22062058 N: -80233643W; 22062087 N: -80233624 W).

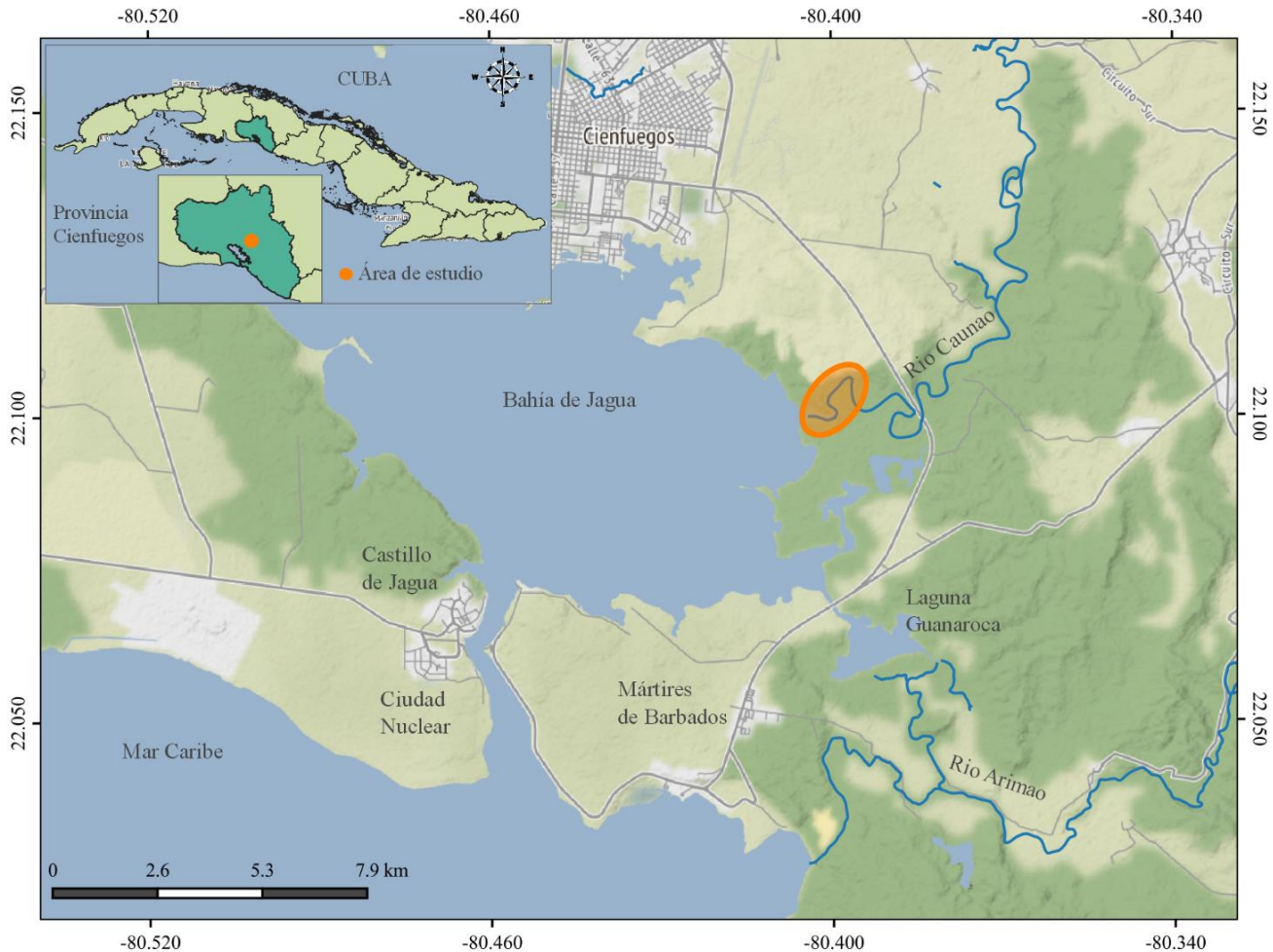


Figura 2. 2. Localización del área de estudio.

Se localiza en el extremo este de las llanuras centro-occidental, que se extienden por las provincias Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas, Villa Clara y Cienfuegos (López, 2004). Forma parte del área protegida Refugio de Fauna Guanaroca-Punta Gavilán, administrada por la Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna, Establecimiento Cienfuegos, dentro del sector Loma La Iguana.

Esta área (Figura 2. 3) se encuentra dentro del distrito fitogeográfico *Sagüense*, el que se caracteriza por ser un paisaje diversificado, con suelos turbosos y de pradera sobre sedimentos cuaternarios en la zona costera; mientras que los húmicos-carbonatados se encuentran en las zonas altas de rocas calizas y los suelos pardos tropicales se extienden por las colinas y tierras bajas (Borhidi, 1996).



Figura 2. 3. Ecotono manglar-bosque semidecduo en el sector de Punta Iguana, provincia Cienfuegos. Fotografía: Rosalina Montes.

El área es una zona de inundación intermareal, con un clima tropical húmedo con dos estaciones bien definidas, la temporada de lluvia (de mayo a octubre) y la poco lluviosa (de noviembre a abril).

2.2.1.- Relieve, suelo y geología

El área pertenece al complejo sistema morfológico de la Bahía de Cienfuegos (Figura 2. 4), que se encuentra en el sitio de articulación de la deposición tectónica de Zapata, la Fosa de Jagua y la estructura Domo Hórstica del Macizo de Trinidad (Ruiz-Plasencia, *et al.*, 2019).

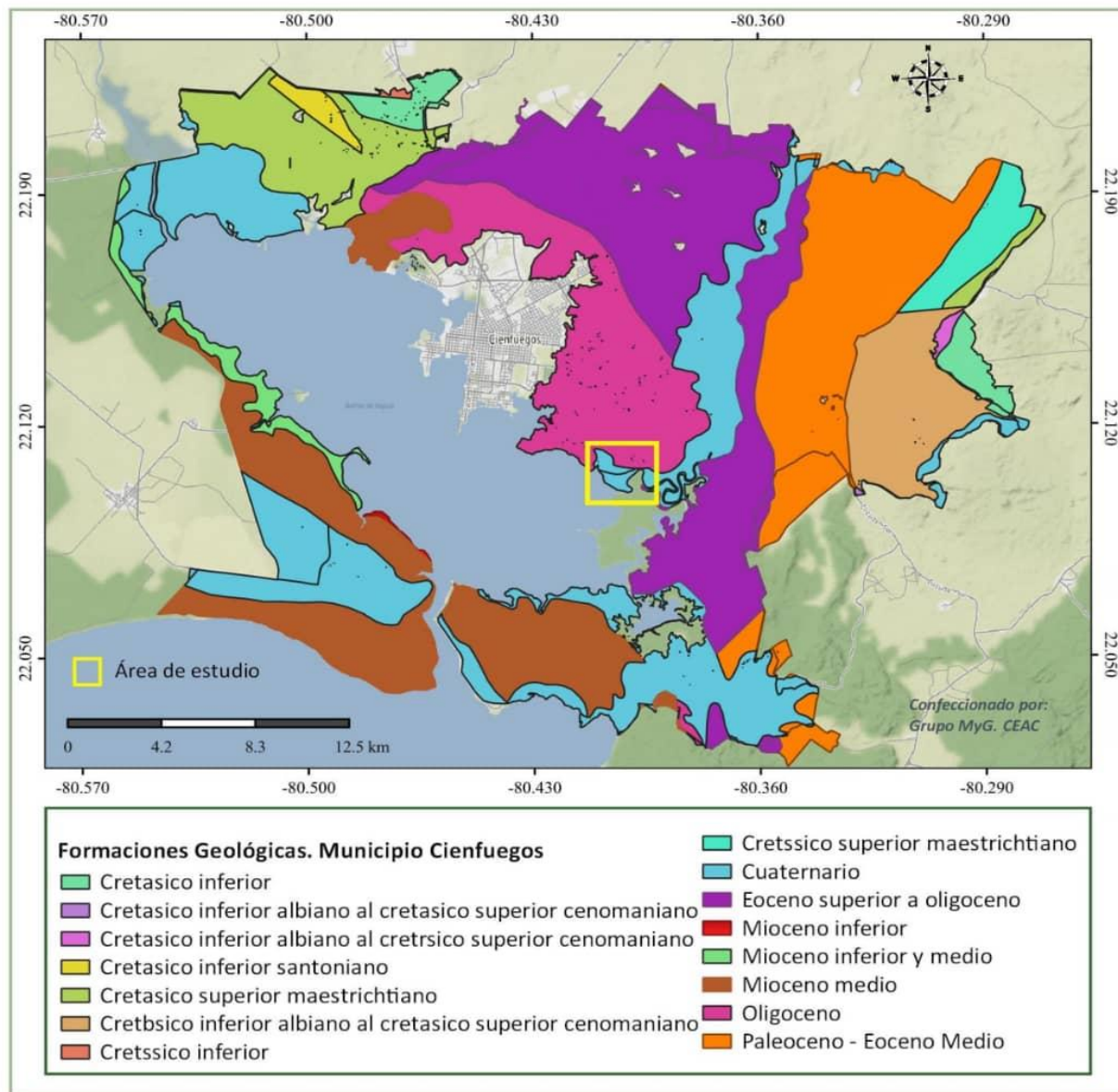


Figura 2. 4. Mapa geológico del municipio Cienfuegos, donde se encuentra el área de estudio.

Su relieve es ondulado, con pendientes suaves. Los suelos, según la clasificación de Hernández *et al.* (2019) son pardos con carbonatos (Figura 2. 5), formados sobre depósitos del Cuaternarios de la formación Caunao, con intercalaciones de rocas volcánicas y sedimentarias, donde se aprecian los procesos acumulativos (Medina, 2002).

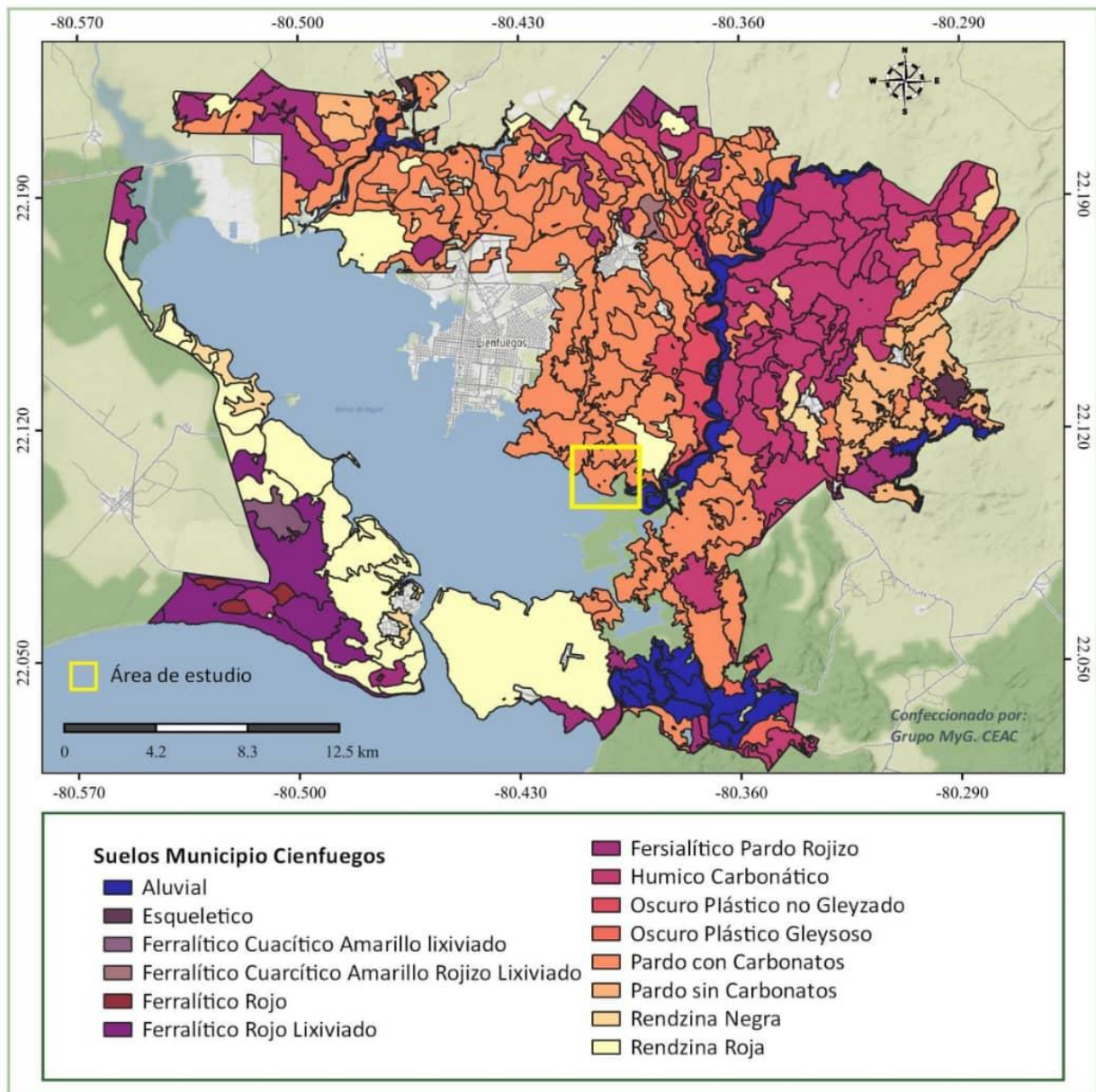


Figura 2. 5. Mapa de suelos del municipio Cienfuegos, donde se encuentra el área de estudio.

La zona es predominantemente baja de manglar; está constituida por depósitos palustres (mezcla de arenas, gravas, limos y arcillas), resultado del aporte fluvial del río Caunao (Lazo, *et al.*, 2019).

2.2.2.- Clima

El área presenta un clima húmedo de sabana (Lang, 1915), con influencia de los factores físico-geográficos y la cercanía a la costa; por lo que muestra características particulares como una menor oscilación diaria de la temperatura, mayor presencia de las brisas marinas e inferiores totales de

precipitación (Barcia, *et al.*, 2020). Por su posición geográfica, recibe la influencia de la circulación atmosférica tropical y extratropical, con dos períodos estacionales bien marcados comprendidos entre noviembre-abril y mayo-octubre (Lecha, *et al.*, 1994). Según Barcia y Castillo (2015), la temperatura media anual es de 25.2 °C (Figura 2. 6), alcanzando sus valores máximos en los meses de julio y agosto (28.0 °C) y las mínimas en enero y diciembre (23.2 °C).

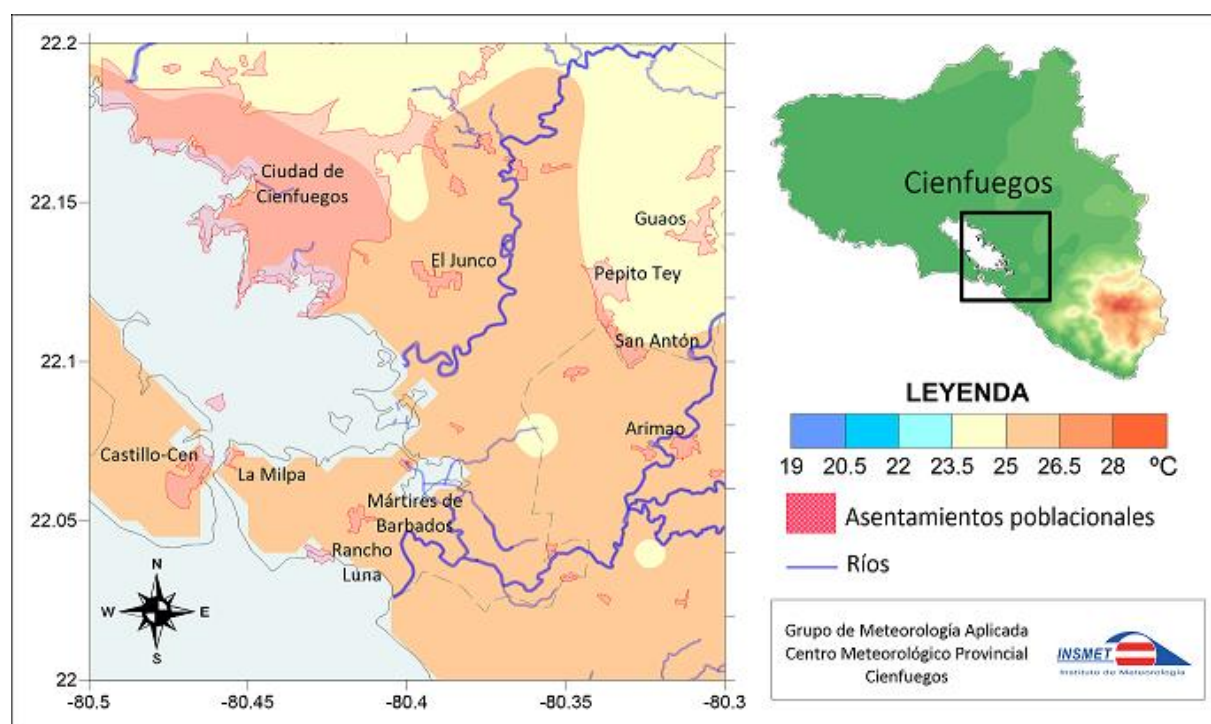


Figura 2. 6. Distribución de la temperatura media anual en la zona de estudio, según datos del Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos.

Las precipitaciones muestran un marcado régimen estacional, en correspondencia con las características del clima de Cuba, con un período lluvioso (de mayo a octubre) y uno poco lluvioso (de noviembre a abril). Los acumulados anuales oscilan entre 1200-1300 mm (Figura 2. 7), cayendo alrededor del 78 y 80% en los meses comprendido entre mayo y octubre, y el resto en los meses más secos de noviembre- abril.

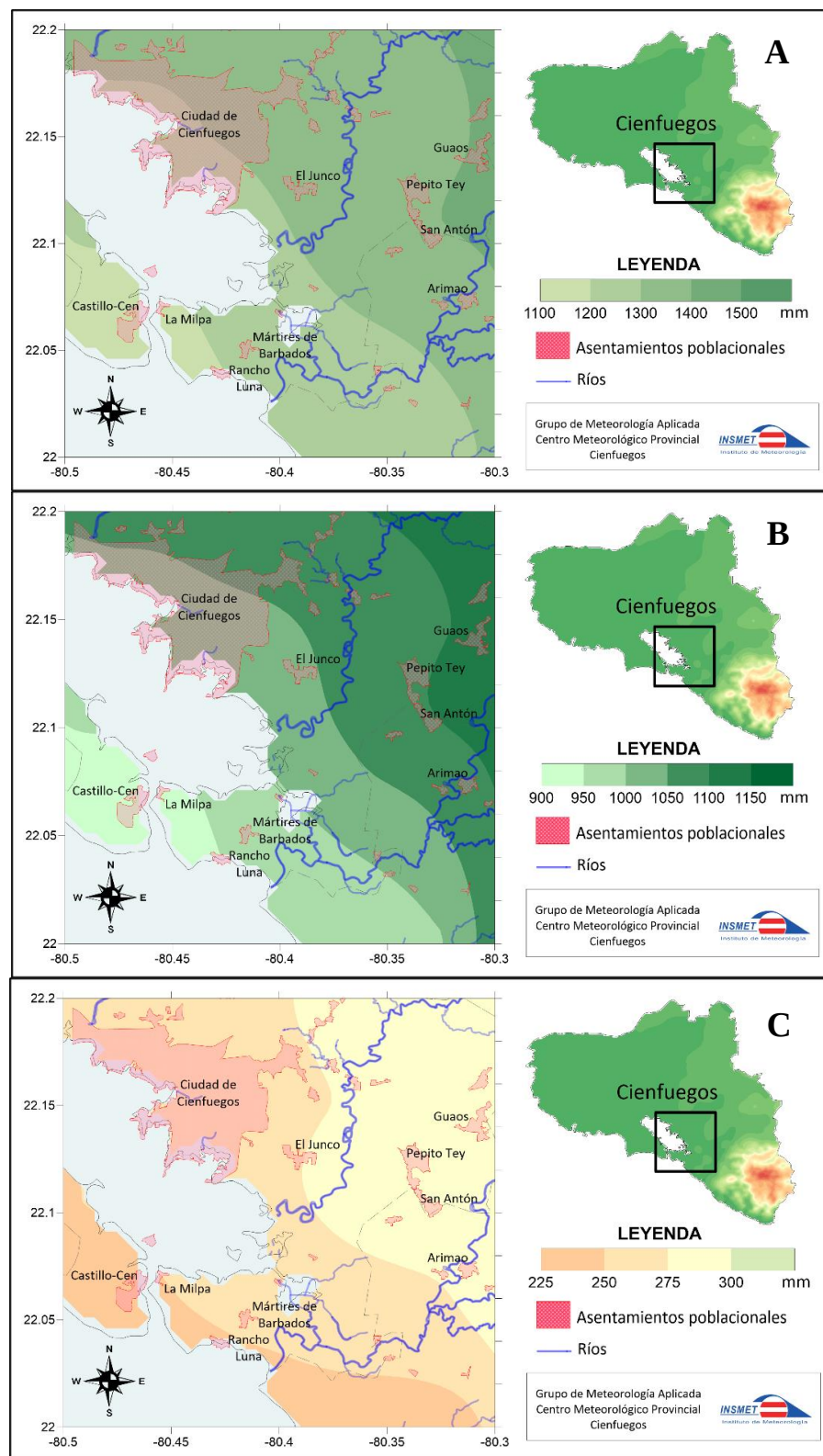


Figura 2. 7. Régimen de precipitaciones en el área de estudio. Mapa cortesía del Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos. A: Precipitación acumulado anual. B: Precipitación período lluvioso. C: Precipitación período poco lluvioso.

La humedad relativa media anual oscila entre el 75 y el 78 %, correspondiendo con la distribución estacional de las precipitaciones, con valores máximos en los meses de septiembre y octubre mientras que los mínimos en los meses de marzo y abril (Barcia y Castillo, 2015). En la zona predominan los vientos del Nordeste al Este, sin embargo, por la cercanía al mar, es afectada el área por sistemas de vientos locales como las brisas de mar y tierra que tienen componentes predominantes del sur al suroeste con velocidades medias entre 5 y 10 km/h (Barcia, *et al.*, 2020).

2.2.3.- Antecedentes sobre estudios botánicos en las costas de Cienfuegos

Los estudios tanto de la flora como de la vegetación del área de estudio tienen sus antecedentes en los trabajos iniciados a finales del siglo XIX (Figura 2. 8).

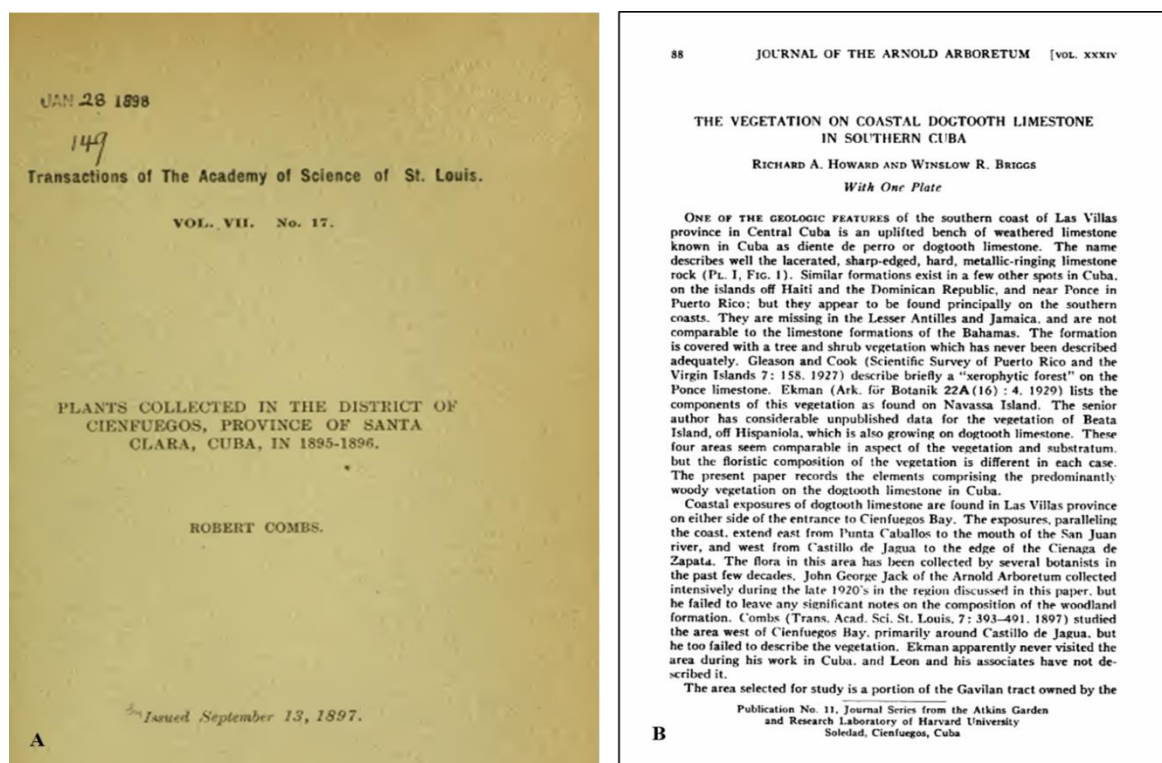


Figura 2. 8. Primeros artículos publicados sobre la flora y la vegetación, en los que se incluye el área de estudio. A: Artículo de Robert Combs de 1897. B: Artículo de Richard A. Howard y Winslow R. Briggs de 1953.

El primero de dichos estudios fue desarrollado por Robert Combs, quien exploró un sector al sur de la actual provincia de Cienfuegos, hasta la Ciénaga Oriental de Zapata (Combs, 1897). Con posterioridad Howards y Briggs (1953; 1953a) describieron las formaciones vegetales sobre roca

caliza de una extensa área del sector costero de Cienfuegos (Howards y Briggs, 1953; 1953a). Más recientemente, el Jardín Botánico de Cienfuegos ha prestado atención a la composición florística de la zona, en especial Punta Iguana, dentro de su estrategia para el estudio y la conservación de la flora endémica y amenazada del territorio (Fernández-Santana, 2019). Todos estos estudios coinciden en señalar la presencia de especies endémicas, así como la fragilidad de sus poblaciones. Entre las especies endémicas reportadas para el área de estudio están *Thespesia cubensis* (Britton. & P. Wilson) J.B. Hutch., *Behaimia cubensis* (Griseb.), *Manilkara jaimiquí* subsp. *wrightiana* (Pierre) Cronquist y *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiquí* todas ellas categorizadas bajo criterios de amenaza.

2.2.4.- Fauna

En general, la fauna ha sido poco estudiada. Se cuenta con inventarios puntuales realizados por la administración del área protegida Refugio de Fauna Guanaroca-Punta Gavilán y el Jardín Botánico de Cienfuegos; en el primer caso para la elaboración de sus planes de manejo y en el segundo como parte de servicios científico-técnicos especializados (R. Montes³, comunicación personal, 27 de febrero, 2021).

Hasta la fecha se han registrado 141 especies de aves, 8 de mamíferos, 3 de anfibios, 11 de reptiles, 595 de moluscos (Lazo, *et al.*, 2019). En cuanto a las aves, en su mayoría se reportan en sectores cercanos al área de estudio, como las lagunas Guanaroca, Nueva y San Mateo, por lo que potencialmente pueden estar presentes en el área de estudio (Bird, 2022).

2.2.5.- Socioeconomía

En las áreas colindantes a la zona de estudio se desarrollan actividades agrícolas, bajo dos formas productivas: La Empresa Estatal Cítricos Arimao y la UBPC “Guanaroca”. En el caso de la primera, su actividad económica fundamental en el área es el cultivo del mango. Mientras que el usufructuario perteneciente a la UBPC se dedica a la producción de cultivos varios y a la cosecha del mango. Además de ello, la comunidad utiliza el área como fuente para el aprovisionamiento de leña, madera, la producción de carbón vegetal; sumado a la caza y la pesca furtiva.

³ Dra. C. Rosalina Montes Espín. Investigadora Agregada del Jardín Botánico de Cienfuegos.

2.2.6.- Antecedentes sobre el estado de Conservación de la flora del área

El área de estudio forma parte del área protegida Refugio de Fauna Guanaroca-Punta Gavilanes, específicamente dentro del sector Loma La Iguana. En sus planes de manejo no hay concebidas acciones de conservación en ella, aunque se prevé la realización de monitoreos sobre elementos concretos de la flora y la fauna (Lazo, *et al.*, 2019).

Los conflictos reportados en la zona de estudio han estado relacionados con la ocurrencia de incendios forestales, previsiblemente de origen antrópico, la tala y pesca furtivas, el uso de suelo para actividades agrícolas, así como infestación por especies exóticas invasoras (I. Figueroa⁴, comunicación personal, 20 de abril de 2022), coincidiendo con lo identificado para otros sectores del área protegida en el Plan de Manejo del Refugio de Fauna Guanaroca-Punta Gavilán (Lazo *et al.*, 2019). Estas afectaciones agravan los efectos generados por procesos naturales como la dinámica natural de las costas y los efectos del cambio climático.

La zona es susceptible a los efectos de la sequía meteorológica, con peligro moderado para el período lluvioso y severo en el poco lluvioso, según las categorías manejadas por el Instituto de Recursos Hidráulicos (Estupiñán, *et al.*, 2015). También es afectada por otros eventos como tormentas locales severas, huracanes, que han provocado fuertes vientos, lluvias intensas y tormentas eléctricas, con las consecuentes alteraciones en el ecosistema.

2.3. Aspectos metodológicos de la investigación

La delimitación del área de estudio se realizó a partir de las coordenadas geográficas tomadas en puntos que bordean los límites del ecotono, con un GPS diferencial GARMIN eTrex. Los análisis geográficos se realizaron con la aplicación profesional de Sistema de Información Geográfica QGIS; versión 3.22.5 Białowieża, un software libre y de código abierto. Se empleó el Sistema de Referencia Espacial WGS84, con código EPSG (European Petroleum Survey Group): 4326 y datum geodésico WGS84. Con los puntos de ubicación geográfica, se emplearon herramientas de creación, digitalización y edición de vectores en QGIS, para diseñar el polígono ocupado por el ecotono manglar-bosque semideciduo. Posteriormente se calculó su área y extensión.

⁴ Ms. C. Iván Figueroa Reyes. Director Territorial de la Oficina de Regulación y Seguridad Ambiental en Cienfuegos, CITMA.

Para caracterizar la vegetación se realizó un muestreo estratificado, modificando la metodología utilizada por Vasallo (2019). Se establecieron cuatro parcelas al azar de 20 m de radio para evaluar el estrato arbóreo, en sus cuatro puntos cardinales se marcaron parcelas de seis metros (16 en total) para la evaluación del estrato arbustivo y para el estrato herbáceo 16 parcelas de un metro, concéntricas a las de seis metros (Figura 2. 9). Para ello se utilizó una cinta métrica de 50 m de largo (± 1 mm) y una brújula azimutal SUUNTO, Standard Navigator MC2D. La pendiente del terreno fue medida con un clinómetro SUUNTO.

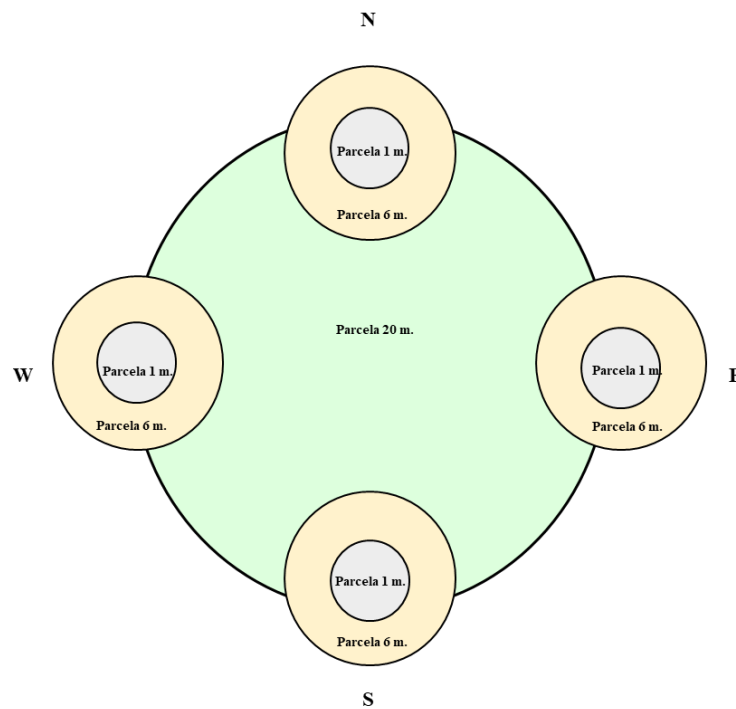


Figura 2. 9. Representación esquemática del muestreo estratificado de la vegetación.

De cada planta registrada se anotó la especie y la cantidad de individuos por cada una de ellas. Para su identificación se consultó el herbario del Jardín Botánico de Cienfuegos (AJBC), así como los trabajos de León (1946), León y Alain (1951; 1953), Alain (1957; 1964), Catasus (1997; 2002), Acevedo-Rodríguez y Strong (2012) y Oviedo y González (2015). Se elaboró una lista de especies presentes en el ecotono manglar-bosque semideciduo, en la que se incluyó: el nombre científico, el nombre común, la familia botánica, el hábito de crecimiento, origen y el uso de cada una de ellas (Roig, 1988), así como su estado de conservación (González-Torres *et al.*, 2016). El endemismo y nomenclatura de los taxones fueron revisados de acuerdo con Greuter y Rankin (2016). La identificación de las especies exóticas invasoras se determinó de acuerdo con Oviedo y González-

Oliva (2015). La flora sinantrópica se identificó según Ricardo *et al.* (1990), Pouyú *et al.* (1992) y Herrera (2006).

De los individuos encontrados en las parcelas de 20 m se registró: diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) (1.30 m), altura total (m) y el diámetro de la copa (Dc) (m), con una cinta diamétrica Lufkin Chrome - Clad (± 1 mm). Se consideró como la altura media del dosel (m), la media de la altura total de los individuos de la parcela. El área basal (m^2) de la parcela (ABp) se determinó por la sumatoria de todas las áreas basales de los individuos (Ab) de la parcela.

Donde:

$$Ab = \pi * (DAP/2)^2$$

El área de goteo (Ag) (m^2) se determinó como:

$$Ag = \pi * (Dc/2)^2$$

Con la prueba de ANOVA se determinó si existían diferencias del área basal, altura del dosel y el área de goteo, entre las parcelas establecidas de 20 m.

A partir del área calculada del ecotono manglar-bosque semideciduo y la sumatoria de las áreas de ocupación de las especies endémicas y las que se encuentran bajo criterio de amenaza, se determinó el por ciento que estas ocupan en el área de estudio:

Área de ocupación de especies endémicas amenazadas (A_{ea}):

$$A_{ea} = \frac{\sum A_{iea}}{At} \times 100$$

Donde: A_{iea} = Área de ocupación de los individuos endémicos y amenazados

At = Área Total del ecotono

También se determinó el por ciento del ecotono ocupado por las especies exóticas invasoras detectadas en el área de estudio, a partir del área ocupada por cada individuo con dicha categoría:

Área de ocupación de especies exóticas invasoras (A_{ei}):

$$A_{ei} = \frac{\sum A_{iei}}{A_t} \times 100$$

Dónde: A_{iei} = Área de ocupación de los individuos exóticos invasores

A_t = Área Total del ecotono

Las especies sinantrópicas de la flora son aquellas que exhiben una respuesta a la actividad antrópica, generalmente aumentando el número de individuos, debido a ello juegan un papel fundamental para determinar el estado de antropización de un ecosistema dado (Ricardo *et al*, 2018). Por ello, para determinar el estado de conservación del área de estudio se utilizaron los índices de sinantropismo, de conservación y el indicador de resiliencia propuestos por Ricardo (2016), los cuales se calcularon a partir del listado de las especies sinantrópicas identificadas y las fórmulas siguientes:

1) Índice de sinantropismo de la formación vegetal (I_s):

$$I_s = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{S} \times 100$$

Donde: n_1 = Total de táxones nativos sinántropos

n_2 = Total de táxones introducidos

n_3 = Total de táxones de origen desconocido

S = Riqueza de táxones (total de táxones del inventario florístico)

Si: I_s se encuentra de 1 a 25%; estado de antropización muy bajo.

I_s de 26 a 50%; estado de antropización bajo.

I_s de 51 a 75%; estado de antropización medio.

I_s de 76 a 100%; estado de antropización alto.

2) Índice de conservación (I_c):

$$I_c = \frac{n_1 + n_4}{S - n_3} \times 100$$

Donde: n_1 = Total de taxones nativos sinantrópicos

n_3 =Total de taxones de origen desconocido

n_4 =Total de taxones nativos no sinantrópicos

S =Total de taxones del inventario florístico

Si: I_c se encuentra de 1 a 25%; estado de conservación muy bajo.

I_c de 26 a 50%; estado de conservación bajo.

I_c de 51 a 75%; estado de conservación medio.

I_c de 76 a 100%; estado de conservación alto.

3) Indicador de resiliencia (R_s):

$$R_s = \frac{n_1 + n_4}{S} \times 100$$

Dónde: n_1 = Total de taxones nativos sinantrópicos

n_4 =Total de taxones nativos no sinantrópicos

S =Total de taxones del inventario florístico

Si: I_R se encuentra de 1 a 25%; resiliencia muy baja.

I_R de 26 a 50%; resiliencia baja.

I_R de 51 a 75%; resiliencia media.

I_R de 76 a 100%; resiliencia alta.

Para analizar la composición de la diversidad vegetal del área de estudio se calcularon los siguientes índices de diversidad, según Aguirre (2013):

1) Riqueza de especies (S): Es el número de especies de una comunidad dada

2) Índice de Shannon-Wiener (H):

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i) (\log_n P_i)$$

Dónde: S = Número de especie

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Log = Logaritmo natural

Si: H se encuentra entre 0 y 1.35; la diversidad es baja.

H se encuentra entre 1.36 y 3.5; la diversidad es media.

H es mayor de 3.5; la diversidad es alta.

3) Índice de Dominancia de Simpson (1-D):

$$\delta = \sum (P_i)^2$$

Dónde: P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

4) Diversidad de Simpson (λ):

$$\lambda = 1 - \delta$$

Dónde: δ = Índice de dominancia de Simpson.

Si: λ se encuentra entre 0 y 0.33; la diversidad es baja.

λ se encuentra entre 0.34 y 0.66; la diversidad es media.

λ es mayor de 0.67; la diversidad es alta.

5) Índice de Similitud de Jaccard (IJ):

$$IJ = \frac{c}{a + b + c} \cdot 100$$

Dónde: a = número de especies de la muestra A.

b = número de especies de la muestra B.

c = número de especies en común

El procesamiento estadístico fue realizado con el programa SPSS, versión 15.0 para Windows. Para determinar la relación de los valores de biodiversidad entre las parcelas y sus índices de diversidad, se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001), versión 3.20 (Hammer, 2018).

Para complementar el análisis cuantitativo sobre el estado de conservación de la flora en el área de estudio, se aplicó la técnica de observación estructurada, según la metodología de Campos y Lule (2012), en recorridos pedestres por el área de estudio (Vasallo *et al.*, 2019). Las observaciones fueron realizadas siguiendo una guía previamente elaborada (Tabla 2.1), según criterios e

indicadores propuestos por Rodríguez *et al.* (2015), que permitió obtener datos primarios de la realidad del ambiente natural en el ecotono manglar-bosque semidecuido, abordando las amenazas a la flora y el ecosistema en general, modificaciones ocurridas y su estado de conservación.

Tabla 2. 1. *Guía integral de observación de campo.*

Matriz de evaluación del estado de conservación del ecotono manglar-bosque semidecuido		Clasificación		
Criterios	Indicadores	Bajo	Medio	Alto
1.Degradación del ecosistema	1a. Presencia de desechos sólidos			
	1b. Incendios escapados o provocados			
	1c. Discontinuidad en la vegetación nativa			
	1d. Modificación del sistema natural por la presencia de especies exóticas invasoras			
	1e. Disminución del área ocupada por el ecotono			
2. Singularidad biológica	2a. Diversidad de especies			
	2b. Endemismo			
	2c. Especies con categorías de amenaza			
	2d. Servicios ecosistémicos			
3. Amenazas por uso de recursos biológicos	3a. Caza furtiva			
	3b. Tala ilegal			
	3c. Pesca y recolección de recursos acuáticos			
	3d. Extensión del daño			
	3e. Elaboración de carbón vegetal			
4.Intrusión y disturbios humanos	4a. Fragmentación de hábitat por correderos, infraestructuras o senderos			
	4b. Cercanía de asentamientos			
	4c. Actividades agrícolas o industriales en área aledañas			
	4d. Presencia de áreas para acampar			
5.Plagas y enfermedades	5a. Presencia de Fitopatógenos			
	5b. Parasitismo			

Para determinar los conflictos entre los usuarios por el uso de los recursos costeros, se realizaron entrevistas no estructuradas o informal, según Arias (2012). Para ello se involucró a todos los actores vinculados con el problema investigado (tenentes y autoridades ambientales) en la conservación del ecotono manglar-bosque semidecuido desde un enfoque integral.

En la selección de los entrevistados se tuvo en cuenta una muestra intencional de los actores implicados directamente en el área, que tienen una fuerte influencia en el proceso de la conservación

de la misma. Estos actores pertenecen a varias instituciones de la provincia como la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, La Empresa Nacional para la conservación de la Flora y la Fauna, Servicio de Guardabosque del Ministerio del Interior, así como Servicio Estatal Forestal, Unidades Básicas de Producción Cooperativa y otras empresas del Ministerio de la Agricultura.

Para encausar los temas a abordar en las entrevistas, se confeccionó una guía (Tabla 2. 2) basada en los conocimientos con los que se cuenta del área de estudio, sus recursos naturales, los componentes de su diversidad vegetal, las expresiones en el lenguaje corriente de quienes serían entrevistados y la articulación entre organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, importancia de la educación ambiental y normas regulatorias.

Tabla 2.2. *Enfoques y criterios intercambiados con los entrevistados*

Enfoques	Criterios sobre
Conocimientos básicos	-Zona de Punta Iguana (limites, relación con el área protegida); -Valores (recursos naturales; usos; especies endémicas, especies exóticas); -Protección legal (contravenciones, fisuras en la ley, logística) -Problemas ambientales (contaminación, fenómenos meteorológicos) -Amenazas (tala, pesca, caza, incendios)
Conocimientos de integración (intersectorial y multidisciplinario)	-Articulación de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales; -Vínculo sociedad- naturaleza
Acciones de prevención, protección y conservación	- Importancia del Manejo Integrado de Zonas Costeras - Prevención de las contravenciones de la ley - Control de especies exóticas invasoras - Educación ambiental - Estrategias, manejos.

Se escogieron los enfoques y criterios, de los cuales podrían tratarse uno, varios o todos, en cualquier orden y bajo cualquier asociación además de, incluir temas no previstos (Arias, 2012).

Una vez que se aplicó la metodología y se evaluó el estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo en estudio, se elaboró una propuesta de acciones estratégicas para la conservación de su flora desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras, adaptándose las metodologías de Salafsky *et al.* (2008) y Rodríguez *et al.* (2015).

Conclusiones parciales

1. La delimitación y descripción físico geográfica del área de estudio, permitieron su caracterización a partir del análisis de documentos, de diversos mapas que visualizan y enmarcan sus límites, de la distribución del relieve, suelo, geología y clima, así como del estado de conservación de la flora basado en los antecedentes de las descripciones botánicas correspondientes a las zonas costeras de Cienfuegos.
2. Desde el punto de vista cuantitativo se sistematizaron los principales referentes para elaborar un diseño metodológico que facilitara intervenir en el área de estudio y determinar los índices ecológicos y de diversidad; mientras que para la identificación de las amenazas a la flora endémica y amenazada se utilizaron técnicas cualitativas como la observación y entrevistas a actores claves, permitiendo reducir los sesgos entre cada una de ellas como resultado de su complementariedad.

CAPÍTULO 3. Línea base para la definición de acciones estratégicas en función de la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras.

3.1. Resultados del estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo.

El sector del ecotono manglar-bosque semideciduo objeto de estudio (Figura 3.1) presentó una extensión de 2 370 m y ocupó un área de 37 897.98 m². El sector más ancho fue de 126.38 m, mientras que el más estrecho de 1.95 m.

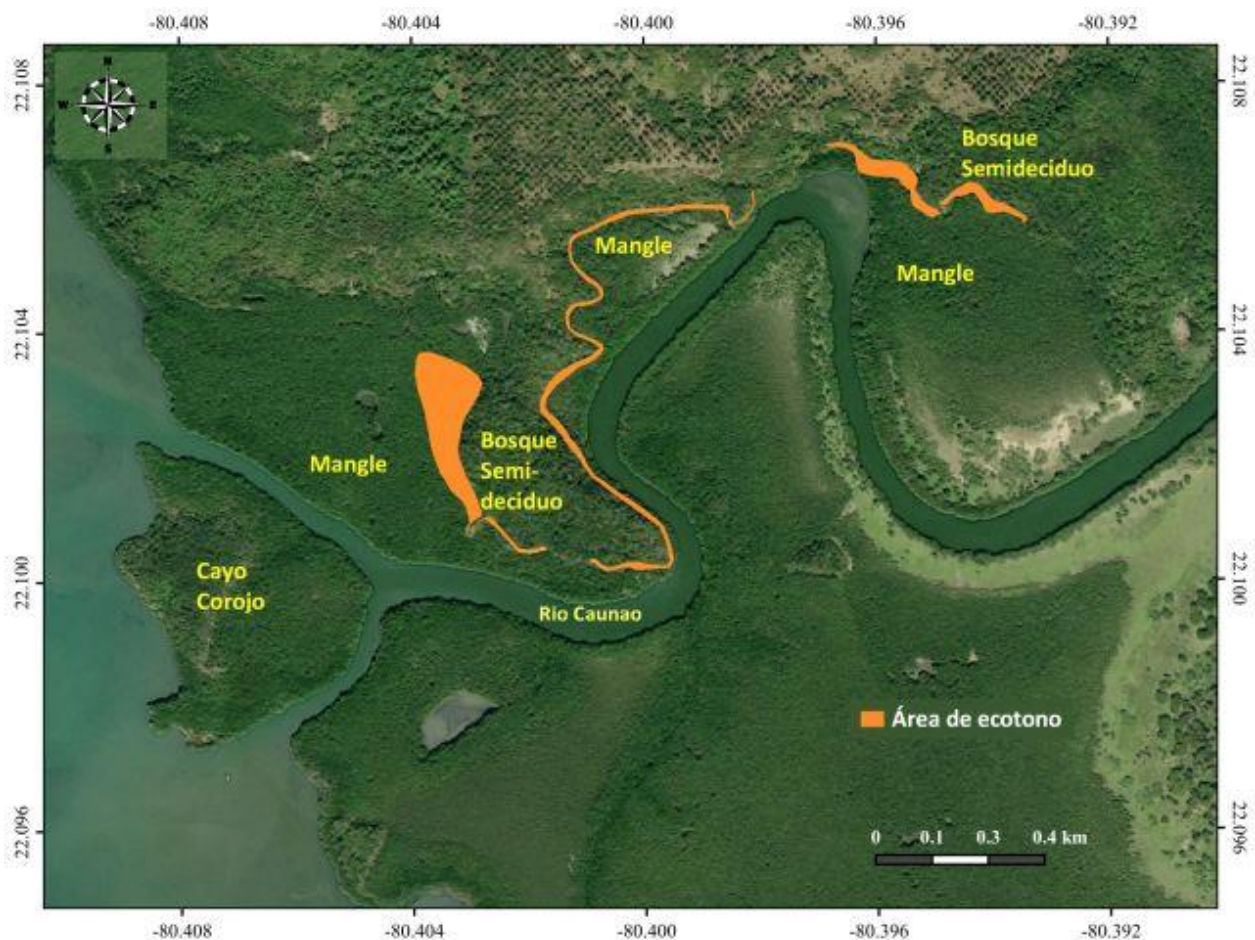


Figura 3.1. Localización del ecotono manglar-bosque semideciduo objeto de estudio en el sector costero Punta Iguana.

La pendiente media del terreno fue de 22%, mostrando un descenso hacia la línea de costa. En dos secciones del área de estudio no se detectó la presencia de ecotono, mientras que en la sección central ha ido disminuyendo su ancho.

La vegetación está compuesta por tres estratos, el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo. Este último con una escasa representación de su flora característica. Fueron identificadas 73 especies, pertenecientes a 42 familias botánicas (Anexo 1). De ellas, 13 endémicas (17.8% del total), 53 nativas y seis introducidas con comportamiento invasor o potencialmente invasor. Según el uso dado a la flora, se registraron 46 especies de uso medicinal (63%), 31 maderables (42.5%), 17 ornamentales (23.3%) y tres comestibles (4%).

Del total de especies, 35 están categorizadas según los criterios de la UICN (2022), lo que representa el 51% del total registrado (Figura 3.2).

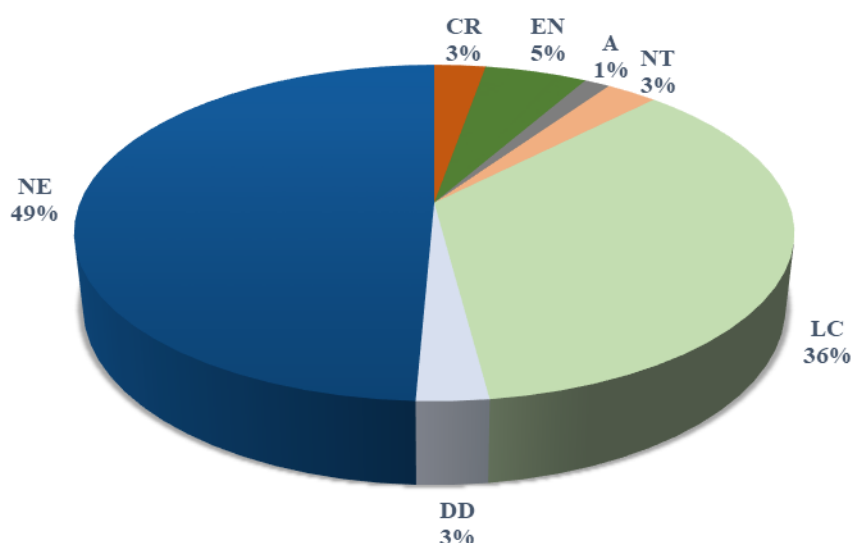


Figura 3.2. Composición de la flora del ecotono manglar-bosque semideciduo en Punta Iguana, según los criterios de la Lista Roja de la Flora de Cuba. *Leyenda:* CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, A: Amenazada, NT: Casi Amenazada, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, NE: No Evaluada.

El 9% de todas las especies categorizadas está considerada bajo algún criterio de amenaza, mientras que cerca de la mitad no ha sido evaluada. En Peligro Crítico se encuentra *Caesalpinia glaucophylla* Urb. y *Crossopetalum ekmanii* Alain; En Peligro *Manilkara jaimiqui* (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. *jaimiquí*, *Manilkara jaimiqui* subsp. *wrightiana* (Pierre) Cronquist, *Thespesia cubensis* (Britton & P. Wilson) J. B. Hutch. y *Behaimia cubensis* Griseb. La especie Amenazada, según la Lista Roja de la Flora de Cuba es *Malpighia jaguensis* F.K. Mey. Los endémicos estuvieron presentes en todo el ecotono y en cada una de las parcelas establecidas; ocupando un área de 314.92 m², lo que representa el 0.83% del área del ecotono.

Las especies exóticas invasoras se encontraron presentes en los tres estratos evaluados. Estas fueron *Acacia farnesiana* (L.) Willd, *Bromelia pinguin* L., *Bambusa vulgaris* Wendl. ex Nees, *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob., *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn y *Samanea saman* (Jacq.) Merr. Representaron el 8.2% de la flora del ecotono manglar-bosque semideciduo y ocupan un área de 970.47 m², lo que representa el 2.56 % del área de estudio.

La distribución de las especies exóticas invasoras y las endémicas y amenazadas se presentan en el (Anexo 3). En el caso de las primeras su mayor densidad se observó en la parte norte del área de estudio, con poca presencia hacia el sur y el oeste, donde prevalecen las endémicas.

El origen de las especies inventariadas en Punta Iguana mostró que del total (73), 30 son sinantrópicas nativas y siete sinantrópicas introducidas (Anexo 1). Los índices de sinantropismo y de conservación para el ecotono manglar-bosque semideciduo en Punta Iguana fueron de 49.32 y 73.97, respectivamente; mientras que el indicador de resiliencia fue, igualmente, de 73.97.

En las parcelas de 20 m fueron identificadas 86 individuos de 17 especies (Figura 3.3). Estas especies se agrupan en 14 familias botánicas y 17 géneros. En las parcelas de 6 m se identificaron 39 individuos de 26 especies; pertenecientes a 21 familias y 26 géneros.

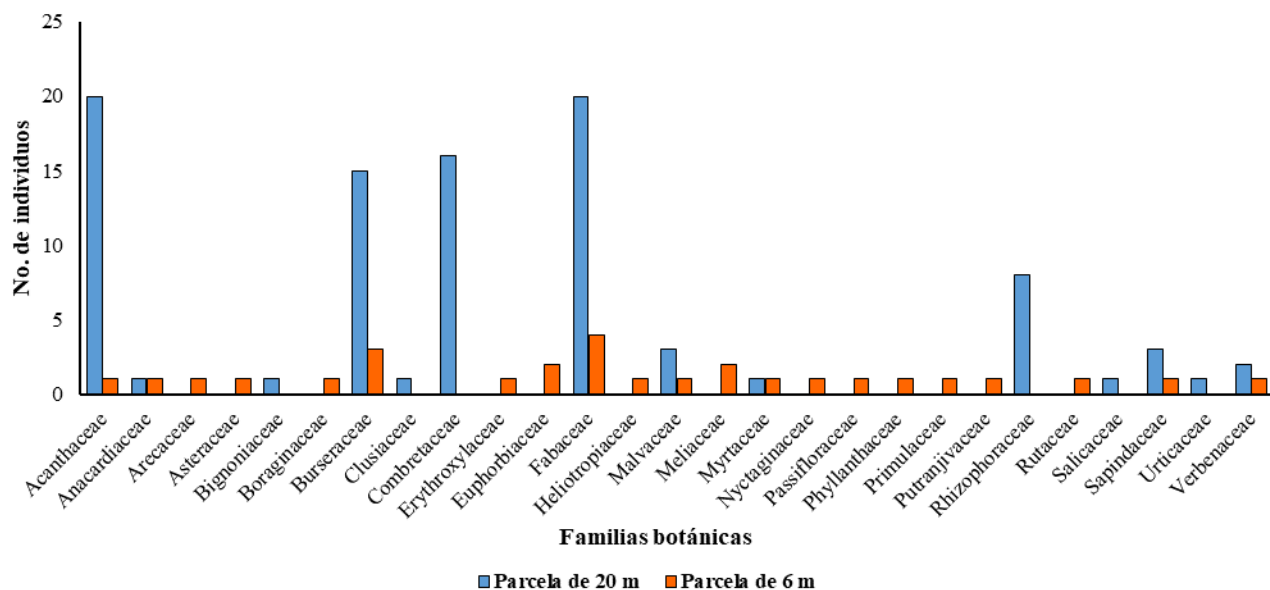


Figura 3.3. Cantidad de individuos por familia botánica, detectados en las parcelas de 20 y 6 metros.

Las familias con mayor representación en las parcelas de 20 m fueron Acanthaceae y Fabaceae con 20 individuos, Combretaceae con 17 y Burseraceae con 16. En el caso de las parcelas de 6 m, la familia Fabaceae fue la más representada con 4 individuos de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. La

mayor diversidad de especies por género se presentó en *Tillandsia* (cinco). En el estrato herbáceo estuvo poco representado, al hacer el análisis en parcelas de 1m, donde solo se observó la presencia de *B. pinguin*.

Las especies endémicas estuvieron representadas en las parcelas de 20 m por *Garcinia clarens* Borhidi (Figura 3. 4) y *T. cubensis*. Mientras que en las de 6 m se encontraron *Coccolrinax litoralis* León, *Heterosavia bahamensis* (Britton) Petra Hoffm, *C. ekmanii* y *Leucocroton flavicans* Müll. Arg.



Figura 3. 4. *Garcinia clarens* Borhidi, especie endémica presente en el ecotono manglar-bosque semideciduo en el sector costero Punta Iguana. A: Individuo adulto, B: Detalles del tronco. Fotografía: Rosalina Montes.

Otras especies endémicas localizadas en el área de estudio fueron *M. jaguensis* y *C. glaucophylla* (Figura 3. 5).



Figura 3. 5. *Caesalpinia glaucophylla* Urb, especie endémica presente en el ecotono manglar-bosque semideciduo en el sector costero Punta Iguana. A: Detalle del tronco, B: Detalles de la flor. Fotografía: Rosalina Montes.

En las parcelas de 20 m la densidad media fue de 21 árboles/parcela. Además, se registraron: cuatro individuos endémicos/parcela y un exótico invasor/parcela. En el caso de las de 6 m se encontraron tres arbustos/parcela, seis individuos endémicos/parcela y un exótico invasor/parcela.

En el cuadro 3.1 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas para caracterizar la estructura del estrato arbóreo.

Cuadro 3.1. *Estadísticos descriptivos de las variables de la estructura del estrato arbóreo.*

Variables	N	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Stand.	C. V.
Área basal (m ²)	86	10.67	60.10	3.18	9.72	0.91
Altura del dosel (m)	86	7.83	12.0	3.30	1.68	0.21
Altura de la 1 ^{era} rama (m)	86	3.06	10.0	0.50	2.74	0.73
Área de goteo (m ²)	86	20.77	78.54	1.65	14.25	0.69

Las variables alturas del dosel y área de goteo fueron las que menos desviación estándar y coeficiente de variación presentaron, confirmando su menor variabilidad. En el caso de la segunda ocupó aproximadamente el 6.6 % de área de la parcela.

En el cuadro 3. 2 se presentan los valores de los índices de diversidad calculados para las parcelas de 20 y 6 m establecidas en el área de estudio.

Cuadro 3.2. *Índices de diversidad de las parcelas de 20 y 6 m en el ecotono manglar-bosque semideciduo.*

Índices de Diversidad	Estrato arbóreo	Estrato arbustivo
Riqueza (S)	17	26
Dominancia de Simpson_D	0.1582	0.0878
Diversidad Simpson_1-D	0.8418	0.9122
Diversidad Shannon_H	2.157	2.719
Equitatividad_J	0.7613	0.8346

Al aplicar el test t de diversidad de Hutchenson no se encontraron diferencias significativas entre los índices de Diversidad de Shannon (H) entre las parcelas de 20 y 6 m ($t=-4.284$, $df=185.25$, $p=0.2945$), lo que sugiere que ambos estratos tienen una diversidad media y similar en cuanto a representatividad dentro del muestreo. Sin embargo, al comparar los índices de Dominancia de Simpson D, se obtuvo que difieren significativamente ($t=33.523$, $df=137.9$, $p=0.001$).

La aplicación de la guía de observación mostró que los criterios clasificados como alto fueron el 2 (singularidad biológica) y el 3 (amenazas por inadecuado uso de recursos biológicos). En el primero de estos criterios, todos los indicadores medidos fueron considerados como alto; mientras que, en el segundo, tres de sus cinco indicadores igualmente fueron altos. Los indicadores 1 (Degradación del ecosistema) y 4 (Intrusión y disturbios humanos) fueron clasificados como medios, mientras que el 5 (Plagas y enfermedades) se consideró como bajo (Anexo 2).

Las amenazas a la flora fueron observadas por toda el área de estudio. Dentro de las actividades identificadas que atentan contra la conservación están la tala y la producción de carbón vegetal (Figura 3. 6).



Figura 3. 6. Amenazas detectadas a la flora en el sector costero Punta Iguana. A: Ejemplar de *Samanea saman* talado, B: Horno de carbón. Fotografía: Rosalina Montes.

Con el desbroce que practican las personas para acceder a plantas utilizadas como madera o leña se dañan o eliminan especies como *C. glaucophylla*, *M. jaguensis* y otros arbustos espinosos, debido a que dificultan el acceso a dichas especies de interés. El desmonte también se realiza para abrir paso hacia las zonas de pesca. Estas acciones han generado modificaciones del hábitat, provocando la pérdida de áreas de mangle y la ausencia del ecotono.

La piña de ratón (*B. pinguin*), es la especie exótica invasora más extendida en el ecotono maglar-bosque semideciduo. Con un área de ocupación de 314.12 m², se encuentra invadiendo los parches formados por *C. glaucophylla*, una de las especies anteriormente identificadas como endémica y en En Peligro Crítico (Figura 3. 7).



Figura 3. 7. Invasión del espacio de C. glaucophylla Urb. por la Piña ratón (B. pinguin L), especie exótica invasora. Fotografía: Rosalina Montes.

Otras evidencias observadas fueron la alteración del área debido a la recolecta de especies de la fauna, como moluscos marinos (Figura 3. 8) y la pesca ilegal. Estas actividades generan un elevado volumen de desechos que se han acumulado en diferentes sectores, además de desechos sólidos que son dejados por las personas o arrastrados por las corrientes de agua.



Figura 3. 8. Acumulación de conchas de moluscos, colectados en el área de estudio para su consumo como alimento. Fotografía: Rosalina Montes.

Las acumulaciones de conchas de moluscos observadas en varios sectores del ecotono manglar-bosque semideciduo son el resultado de la pesca y recolección de dichas especies, las que son extraídas y limpiadas *in situ*. En el bosque semideciduo se encontró evidencia de un incendio que llegó a afectar al ecotono, aunque no se observaron daños de consideración si se afectaron varios individuos de palma real (*Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook), arbustos y árboles de porte alto.

Los pobladores más cercanos al área de estudio habitan en dos viviendas colindantes con sus límites, además de los pertenecientes al Consejo Popular Junco Sur (distante a 2 km). Estas personas acceden al lugar a través de caminos pedestres por el que transitan a pie o a caballo. Por estas vías extraen los recursos del área, productos como frutos, peces, moluscos y crustáceos, así como leña.

Todas estas amenazas observadas también fueron corroboradas por las personas entrevistadas quienes están involucradas de alguna manera en el proceso de conservación del área. Ellos fueron: el teniente usufructuario colindante con el ecotono, el especialista del Refugio de Fauna Guanaroca-Punta Gavilán, la especialista Coordinadora de la Junta Provincial de Áreas Protegidas en

Cienfuegos, el Director Territorial de la Oficina de Regulación y Seguridad Ambiental en Cienfuegos, el Inspector del Servicio de Guardabosques en el Municipio de Cienfuegos, el Inspector del Servicio Estatal Forestal, el Subdirector de producción de la Empresa Cítrico Arimao y el Director del Jardín Botánico de Cienfuegos.

La mayoría de estos actores y autoridades ambientales locales coincidieron en que gran parte del ecotono se encuentra dentro del área protegida, aunque algunos tienen dudas con sus límites. Además, conocen de la existencia de especies de la flora y la fauna que se protegen por la singularidad de esta zona, pero no cuentan con información actualizada que de constancia de ello, por lo que reconocen que los resultados de esta investigación serían valiosos para algunas instituciones y decisores.

De igual forma identificaron a *T. cubensis* y a *M. jaimiqui* como las especies más buscadas y con una fuerte presión debido a su madera. Según los tenentes privados, son utilizadas para construir remos y postes de cerca. Expresan además los entrevistados que, el mangle es cortado, básicamente, para hacer carbón y acceder a la costa, esto último para poder pescar y coleccionar moluscos, lo cual afecta significativamente a *R. mangle*, *A. germinas*, *L. racemosa* y *C. erectus*. No obstante, les alienta la aprobación de la “Ley de Recursos Naturales y Medio Ambiente”, pues será una herramienta más para apoyar el satisfactorio desempeño de sus trabajos.

El Inspector del Servicio Estatal Forestal, fue anteriormente inspector guardafrontera y alega que, *“al sur de la desembocadura del río Caunao, dentro de la Bahía existe una zona de corales por lo que la pesca en esa zona se encuentra prohibida”*. Otro punto en común entre los entrevistados hace referencia a que la legislación que protege esta zona costera y sus recursos presenta fisuras basadas en la falta de rigidez, escasa logística para accionar ante los delitos detectados o para controlar la responsabilidad e impacto de los tenentes sobre esta, fundamentalmente respecto a los límites de tierra de estos usufructuarios.

En este sentido, el inspector del cuerpo de guardabosques hizo énfasis particular al expresar *“la falta de rigor de la Ley, pues las indisciplinas relacionadas con la tala y pesca furtiva, que son las más incidentes en el área de estudio, no constituyen un delito penal por lo que solo se aplican multas, que los infractores pagan con los mismos recursos naturales que comercializan y por tanto continúan practicando esta ilegalidad”*.

Un aspecto positivo identificado en las entrevistas es la articulación existente entre los actores gubernamentales, quienes han trabajado en equipo desde la intersectorialidad para la solución de diferentes irregularidades que se manifiestan en el área.

3.2. Discusión de los resultados sobre el estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo.

3.2.1 Línea base del estado de conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras

El ecotono manglar-bosque semideciduo representa una pequeña porción de este tipo de hábitat en Cienfuegos; sin embargo, alberga especies de la flora con un marcado interés para la conservación. Aunque no fue objetivo del presente estudio medir las fluctuaciones de las fronteras del ecotono, durante los trabajos de campo, se detectaron zonas con ausencia de ecotono, mientras que en otras el espacio entre las formaciones vegetales colindantes ha disminuido considerablemente. Este comportamiento está muy a tono con lo planteado por Hufkens *et al.*, (2009), quienes refieren que el ecotono puede aparecer en varias configuraciones o desaparecer completamente. Esta disminución observada del área en estudio puede estar relacionada con dos tipos de factores de origen natural o antrópico.

El ecotono es un espacio dinámico, cuyas dimensiones varían con el tiempo (Brussa, 2018; Lallana, 2019; Morgan *et al.*, 2020). Esta variabilidad en el tiempo también ha sido registrada por (Oliveira y Pillar, 2004; Sankey, 2012). De acuerdo a estos autores la dinámica natural en el área de estudio puede estar influenciada por la expansión de especies desde el bosque semideciduo. Los impactos de origen antrópico pueden estar dados por la tala y el desbroce para acceder a la zona costera y la eliminación de mangle.

A pesar de la pequeña área que ocupa el ecotono manglar-bosque semideciduo respecto a las zonas estudiadas por Combs; Howard y Briggs, presenta gran riqueza de especies, teniendo en cuenta que alberga el 2,31 y el 13,51% respectivamente de la flora descrita por estos autores. Esta diversidad de especies confirma el valor florístico de los ecosistemas de manglares y sus asociaciones, que sustentan alta diversidad vegetal, según lo planteado por Oviedo *et al.* (2006).

El valor medio obtenido de la altura del dosel fue inferior a lo descrito por Ricardo *et al.* (2009) y Costa-Acosta *et al.* (2014) para el bosque semideciduo (entre 15 y 20 m) y similar a la del bosque de manglar (entre 8 y 10 m). Como no se cuenta con estudios precedentes que describan la estructura arbórea del ecotono manglar-bosque semideciduo no es posible establecer comparaciones. Los resultados obtenidos sugieren que la transición de este ecotono no solo incluye elementos relacionados con la composición de especies sino también con las características estructurales.

La flora del ecotono manglar-bosque semideciduo está compuesta por un 17.8% de especies endémicas y 9% de amenazadas. Estos valores hacen que el área de estudio constituya un sitio de elevado interés para la conservación de la flora, si se tiene en cuenta que de estas especies, dos se encuentran En Peligro Crítico y cuatro En Peligro (Fernández-Santana, 2020). La presencia de estas especies posee gran connotación por el hecho de que se consideran especies raras y relictuales de la flora de Cuba, incluso algunas de ellas como *M. jaguensis*, *Dioscorea pseudocleistogama* Raz & J. Pérez y *C. glaucophylla* constituyen endémicos estrictos del centro-sur de Cuba, según lo descrito por González y Meyer (2019); Pérez y Raz (2017) y Oviedo y León (2015) respectivamente.

Más del 50% de las especies presentes en el ecotono no han sido evaluadas (49% NE y 3% DD). Esto atenta contra el adecuado manejo del área, debido a que en esta categoría pudieran encontrarse especies que están sometidas a fuertes presiones y por ello bajo amenaza. Para enfrentar esta situación se requiere un mayor esfuerzo para acumular la información requerida y evaluar dichas especies con los criterios de la UICN (Oviedo, *et al.*, 2006; Albert, *et al.*, 2011).

La detección de *G. clarensis*, *M. jaguensis* y *C. glaucophylla* en Punta Iguana, constituyen nuevos reportes de localidad para dichas especies. Esto extiende la extensión de presencia y el área de ocupación de las mismas, variables consideradas por la UICN (2022) para determinar el estado de conservación de una especie. En el caso de las dos últimas, los hallazgos significan el límite oriental de distribución, considerando los reportes de Combs (1897); Oviedo (2013), Oviedo y León (2015); González y Meyer (2019); Vitilloch y León (2020).

Para el caso de *C. glaucophylla*, la subpoblación encontrada (compuesta por 98 individuos adultos) constituye el núcleo poblacional más importante de la especie, por lo que se le debe prestar especial atención para su conservación. La especie *M. jaguensis*, ha sido clasificada como Amenazada por el Grupo de Especialistas en Plantas Cubanas (GEPC) (González-Torres *et al.*, 2016), aunque esta categoría no es reconocida por la UICN, la Lista Roja de la Flora de Cuba, la utiliza para clasificar a

especies que se conoce de sus problemas de conservación, pero que aún no ha sido posible clasificar adecuadamente según los criterios de la UICN (CR, EN, VU). Este es un mecanismo para llamar la atención sobre ella y tomar medidas a favor de su preservación, aun cuando no se cuente con su debida clasificación. La majagua negra de Cuba (*T. cubensis*), categorizada En Peligro, es un endémico raro, que en áreas puntuales se relaciona estrechamente con los ecosistemas de manglar y sus ecotonos (Oviedo, *et al.*, 2006), sin embargo, no ha sido considerada legalmente hasta la fecha, con ninguna categoría de protección.

Para estos ecosistemas costeros constituye una debilidad tener especies endémicas tan restringidas, pues son las primeras en afectarse y extinguirse ante diferentes disturbios. Esta vulnerabilidad ha sido discutida por Oviedo y González-Oliva, (2015) quienes plantean que el establecimiento de especies oportunistas con potencial invasor, pueden desplazar la flora nativa y generar pérdida y modificación de hábitat para los endémicos. De ahí que la presencia de especies invasoras se considera una de las principales amenazas que afectan la conservación de la flora cubana, de acuerdo a González- Torres, *et al.* (2016).

Es por ello que resulta preocupante que el área ocupada por las exóticas, triplica el de las endémicas. Esto está dado por las características de estas especies exóticas invasoras que le permiten colonizar amplias zonas en poco tiempo, comprometiendo la presencia de las especies nativas. De las seis especies exóticas invasoras detectadas, *D. cinerea*, *B. vulgaris*, *A. farnesiana* y *B. pinguin*, clasifican dentro de las 100 más nocivas, de mayor preocupación y transformadoras en Cuba (Oviedo y González-Oliva, 2015). Sin embargo, la que mayor área ocupa es *B. pinguin*. Esta planta es utilizada como cerca viva y en medidas contra la erosión (Rivera, *et al.*, 2020). En Cuba ha sido reportada como una de las amenazas a poblaciones naturales de *Consolea macracantha*, en el oriente de la isla (Barrios *et al.*, 2019). En el Refugio de Fauna Monte Cabaniguan afecta alrededor de mil hectáreas de bosque semideciduo, compitiendo por el espacio vital de especies nativas y dando refugio a otras especies exóticas de la fauna como los roedores de los géneros *Muss*, *Rattus* y *Herpestes* (Bonet, 2017). En el área de estudio se detectó compitiendo por el espacio con *C. glaucophylla* fundamentalmente, al ir invadiendo los parches que esta ocupa.

Las especies *S. saman* y *C. odorata*, también presentes en el área de estudio, son consideradas por Oviedo y González-Oliva (2015) como potencialmente invasoras, debido a que constituyen especies exóticas naturalizadas o en vías de naturalización que muestran una tendencia a proliferar en alguna

localidad del territorio nacional y que poseen gran cantidad de diásporas y elevada capacidad de dispersión. Tomando en consideración la riqueza y vulnerabilidad de los ecosistemas insulares cubanos, estas características las convierten en una amenaza a corto plazo para la flora nativa.

En el ecotono manglar-bosque semideciduo predominaron los taxones nativos (72.6 %) con mayor representación de familias y géneros, seguido de los sinántropos nativos (39.7 %), endémicos (17.81%) y siendo menos representados los introducidos.

El índice de sinantropismo indica que el ecosistema en estudio posee un bajo estado de antropización, aunque el valor obtenido se ubica más cercano del rango establecido para diagnosticar la antropización media, de acuerdo a Ricardo (2016). Este resultado permite comprobar que la naturalidad es media por el predominio de especies nativas, lo que resulta una fortaleza biológica para la defensa del área en estudio, ante impactos de diferentes magnitudes. Esto se debe a que los autóctonos se adaptan mejor a las condiciones de perturbación y mantienen su estabilidad en el ecosistema, de acuerdo con Ricardo *et al.* (2018). Es por ello que monitorear los cambios de la fisonomía, la composición florística y las relaciones numéricas dentro y entre las comunidades permite detectar las perturbaciones en un ecosistema (Matteucci y Colma, 2002).

El ecotono manglar-bosque semideciduo posee estados de conservación y resiliencia medios, de acuerdo a Ricardo (2016), en correspondencia con la baja antropización reportada y la dominancia de taxones nativos. Según lo señalado por Ricardo y Herrera (2017), la alta representación de autóctonos facilita la conservación de los ecosistemas, ya que constituyen componentes esenciales en la rehabilitación y recuperación de las formaciones vegetales. Esto se debe a que incrementan el número de individuos en los primeros estadios de la sucesión, persisten a medida que se establece el equilibrio dinámico en el ecosistema y funcionan como una barrera que se opone a las invasiones de otras especies (Ricardo, *et al.*, 2018).

La relación nativas-invasoras puede influir en el estado de conservación-resiliencia medio de este ecosistema. Si la representatividad de nativos disminuye y aumenta la colonización de invasoras a mediano o largo plazo, el índice de sinantropismo aumentaría ya que a medida que el valor obtenido se aproxima a 100, mayor será la antropización y las amenazas sobre las endémicas fundamentalmente (Ricardo, 2016). De acuerdo con estos resultados, el área de estudio se encuentra en un punto en el que las futuras acciones pueden determinar su evolución, debido a que los efectos negativos que en ella han sido detectados pueden ser reversibles (Ricardo, *et al.*, 2021).

Teniendo en cuenta el índice de diversidad de Shannon, tanto para el estrato arbóreo como para el arbustivo mostró valores medios, mientras que el de Simpson expresó una alta diversidad, de acuerdo con la interpretación de Aguirre (2013). La riqueza específica (S) del estrato arbustivo es mayor en cuanto a la variedad de especies, mientras, la dominancia de Simpson es superior en el estrato arbóreo, en correspondencia con la mayor representatividad de individuos de la misma especie (dominancia de especies). En tanto el índice de equitatividad de Jaccard evidencia que existen especies en común en ambos estratos.

Las amenazas que afectan la flora en el área de estudio teniendo en cuenta los resultados de la guía de observación integral (Anexo 2) y las entrevistas, demuestran, que predominan las de origen antrópico. Las necesidades de determinados recursos y las condiciones de vida de las personas aledañas a la zona de estudio, inciden en la presión que ellos ejercen sobre el área (necesidad de leña y carbón para cocinar, de alimentos y de recursos financieros) por lo que los problemas ambientales más acentuados reportados para la zona, que coinciden con conflictos de usos pesquero y maderable.

La invasión de especies exóticas con capacidades agresivas también se manifiesta en el ecotono manglar-bosque semideciduo, coincidiendo con las reportadas por Oviedo *et al* (2006) para los ecotonos de manglar en Cuba. Según los autores, la persistencia de estas en el tiempo propicia el deterioro de la composición florística y de la estructura de la vegetación en estas zonas. En tal sentido Sobral y Magrach (2019) afirman que cuando en un ecosistema existe una perturbación causada por especies de plantas invasoras, la eliminación de estas tiene efectos positivos sobre las comunidades de plantas y polinizadoras nativas, aumentando la diversidad de interacciones y su generalización, y favoreciendo así un mayor éxito reproductivo de las plantas nativas. Otras evidencias relacionadas con el tema es la presencia de ganado vacuno y de caballos en el área de estudio, siendo una vía para la dispersión de especies exóticas invasoras como el Marabú (*D. cinerea*).

Otros problemas que fomentan la fragmentación de la zona son las perturbaciones ocasionadas por la pesca, caza y tala furtiva, la recolección de especies en el medio natural, la elaboración de carbón vegetal y los incendios, lo cual llama la atención, pues según Jiménez *et al.* (2016) cuando son disturbios frecuentes, modifican los factores ecológicos del bosque como la estructura y calidad de las especies tolerantes de sombra o la competencia. Esta tarea no solo implica una reducción en la cantidad de árboles o pérdida de especies endémicas y amenazadas, sino cambios drásticos desde el

punto de vista microclimático y en la composición florística de acuerdo con lo planteado por Jiménez *et al.* (2010), además, de que es uno de los factores que más alteran la dinámica de la regeneración, la estructura y composición del bosque (Jiménez, *et al.*, 2016). La práctica excesiva de la pesca genera gran volumen de desechos lo que se hace evidente por toda el área.

Estas actividades sociales de pesca y tala para satisfacer las múltiples demandas de estos usos, originan violaciones de la legislación con incidencia en la sobreexplotación de los recursos naturales. En tal sentido Geroy (2019), plantea que a pesar del trabajo preventivo que realizan las autoridades competentes, la aplicación de la ley no basta por sí sola, se necesita la implementación de medidas sociales más severas para ponerle freno a las transgresiones legislativas.

La riqueza de especies presente en las formaciones vegetales del área de estudio, la cercanía del mar, el río, asentamientos humanos y de los viales de acceso, favorecen las actividades relacionadas con el uso de los recursos naturales en dicha zona. La matriz agrícola circundante también influye en la dinámica del área por lo que se hace necesario que el uso de recursos, como el suelo, no comprometa la conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo.

No obstante, todos los actores con los que se dialogó además de reconocer los problemas ambientales existentes en el ecotono manglar-bosque semideciduo, mostraron la mayor disposición de apoyar cualquier acción que se realice con el fin de conservar estas especies emblemáticas de la provincia.

Una vez realizado el diagnóstico y la evaluación socio-ambiental del ecotono manglar-bosque semideciduo en Punta Iguana, y teniendo en cuenta que el grado de antropización es bajo, con un estado de conservación y resiliencia medio, y que las amenazas (de origen antrópico generalmente) pueden ser mitigadas, continúa elaborar una serie de acciones encausadas a la conservación de su flora endémica y amenaza para su futuro manejo. Es digno destacar que el estudio se realizó de manera multidisciplinaria e intersectorial, lo que permitió elaborar la línea base con enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras. Esto constituyendo una herramienta científica de conservación que puede ser aplicada en diferentes ecotonos de manglar, tan distribuidos e importantes por todo el litoral cubano.

3.3. Definición de acciones estratégicas para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio desde el enfoque de MIZC.

3.3.1. Consideraciones para el manejo del ecotono manglar-bosque semideciduo.

Para el Manejo Integrado de Zonas Costeras, la meta principal es alcanzar el desarrollo sostenible de estas áreas, por lo que Alcolado, *et al.* (1999), consideran que es importante integrar en el proceso, a la comunidad y el gobierno, a la ciencia y el manejo, a los intereses sectoriales e intereses públicos, en función de la elaboración e implementación de un plan integrado para la protección y el desarrollo de sus ecosistemas y sus recursos naturales. Acometer acciones de conservación para estos recursos desde este enfoque de manejo es de gran importancia para Cuba, porque ella es considerada toda una zona costera dada sus características geográficas de isla alargada (Barragán, 2010).

En un área de elevados valores naturales e importantes recursos marino-costeros como Punta Iguana, el trabajo de los conservacionistas puede dividirse en las acciones de manejo integral y la conservación de especies puntuales a través de acciones específicas, desagregadas en responsabilidades por tareas y actores (Cuadro III.3). En este sentido el Jardín Botánico de Cienfuegos asume el desarrollo de programas de conservación *in situ* y *ex situ* de especies, de acuerdo a la misión de estas instituciones planteada por Vovides, *et al.* (2013). El resto de los actores pueden velar por la política ambiental y controlar su cumplimiento; así como dictar, proponer o pronunciarse, según proceda a través de medidas regulatorias relativas a la conservación y uso racional de la flora, la fauna, las aguas y el suelo. Para alcanzar los objetivos propuestos, el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras del ecotono manglar-bosque semideciduo debe funcionar como una herramienta para la planeación y administración Salabarría, *et al.* (2015), basada en aspectos ecológicos, tecnológicos, socioeconómicos, legislativos, políticos y éticos.

3.3.2. Elaboración de acciones estratégicas para la conservación de la flora endémica y amenazada en el ecotono manglar-bosque semideciduo en el área de estudio a partir de la línea base desde el enfoque de MIZC.

Cuadro 3.3. *Propuesta de acciones estratégicas para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo en Punta Iguana desde el enfoque de MIZC.*

Acciones	Tareas específicas	Actores claves
Monitoreo de individuos endémicos y amenazados	- Observaciones fenológicas - Colectar semillas - Detectar plagas y enfermedades - Vigilancia de especies invasoras - Recorrido tras eventos meteorológicos - Actualizar inventarios	Jardín Botánico de Cienfuegos; Tenente usufructuario colindante; y Especialistas del Refugio de Fauna Guanaroca
Reproducción y reintroducción al medio natural	- Reproducción de las especies en el vivero del JBC - Reintroducción al medio natural (otras localidades donde se han reportado las especies o con características ecológicas similares) - Plantación en el área de especies nativas - Conservación <i>ex situ</i> (Jardines botánicos, jardines de escuelas, patios particulares)	Jardín Botánico de Cienfuegos; Actores gubernamentales y no gubernamentales
Identificación de valores	- Identificación de las especies claves (chapillas, cintas) - Confeccionar carteles promocionales destacando valores naturales y otros para comunicar prohibiciones o limitaciones de tala, pesca y caza furtivas - Señalar límites del ecotono y área protegida	Jardín Botánico de Cienfuegos; Especialistas del Refugio de Fauna Guanaroca
Educación ambiental	- Sensibilizar a la sociedad con la protección del área y sus recursos - Divulgar los servicios ecosistémicos que ofrece el ecotono manglar-bosque semideciduo - Comunicar la importancia de la flora endémica amenazada y los elementos significativos de la fauna - Enfatizar en el uso racional de los recursos - Capacitar sobre manejo de especies invasoras - Conocimiento sobre regulaciones ambientales	CITMA; MINAGRI
Socialización de conocimientos	- Exponer los resultados de la tesis a decisores - Informar a través del radio, Tv, redes sociales	Jardín Botánico de Cienfuegos
Cumplimiento de las regulaciones	- Proponer a los organismos inspectores elevar la severidad y rigor en el cumplimiento de las medidas a imponer por transgresiones de la ley.	Jardín Botánico de Cienfuegos; Actores gubernamentales

Siguiendo los preceptos del Botanical Garden Conservation International (BGCI) sobre las acciones para el manejo y el mejoramiento del estado de conservación con enfoque ecosistémico, se puede reforzar el ambiente a través del incremento del tamaño poblacional de taxones claves añadiendo

nuevos individuos de acuerdo a Hardwick, *et al.* (2011). Se considera que la aplicación de esta técnica para la recuperación de varias poblaciones dentro de un mismo ecosistema, permite su rescate hasta niveles como el original o similar a este. Para ello es recomendable el uso de especies nativas del propio ecosistema y el manejo de su flora endémica y amenazada, con lo cual se garantiza el mantenimiento de su diversidad, abundancia, características fisonómicas y dinámica. La conservación de la flora nativa constituye el primer paso para la restauración y rehabilitación de hábitats (Maunder *et al.*, 2002) porque asegura la calidad del paisaje y la funcionalidad de sus componentes, así como las tramas ecológicas que los sustentan (productividad primaria, polinización, herbívora, dispersión de especies, frugivoría, regulación del clima y flujos de agua y nutrientes en el suelo). En tal sentido Escobar-Pachajoa, *et al.* (2019) plantean, que el uso de especies nativas para restaurar ecosistemas es generalmente preferido sobre especies exóticas o introducidas, ya que, las especies nativas generalmente se adaptan mejor a las condiciones bióticas y abióticas locales, y de esta manera promueven la biodiversidad nativa y la función de los ecosistemas en mayor grado que las exóticas.

Por tanto, la contribución al mantenimiento o mejora del estado de conservación de este ecosistema demandan la adopción de las acciones dirigidas a la preservación de las especies que tienen una especial significación, por constituir taxones endémicos, amenazados, con elevados valores ecológicos, económicos o de otra índole; o por encontrarse protegidos. De ahí que la integración intersectorial para el manejo y la conservación se corresponde con los compromisos adquiridos por Cuba como Estado Parte de instrumentos internacionales como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y la Flora Silvestres (CITES), el Protocolo relativo a las Áreas y la Flora y la Fauna Silvestres Especialmente Protegidas de la Región del Gran Caribe (SPA), perteneciente al Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe, y la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS).

Para mejorar el estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo en estudio, es importante alcanzar mayor sensibilización de la sociedad sobre el valor de su diversidad biológica, mediante la educación ambiental para el desarrollo sostenible, la concienciación y la participación ciudadana. El trabajo educativo de los organismos implicados puede ir más allá de sus marcos físicos e interactuar con las comunidades de acuerdo con Salabarría *et al.* (2015), mediante el

intercambio de conocimientos y experiencias e incluso con la aplicación de estrategias y programas de conservación y manejo para la sostenibilidad ecológica (Gómez-Sal, *et al.*, 2003).

Se debe tener en cuenta el uso y dependencia de los recursos de este ambiente por parte de los tenentes de la tierra cercanos al área de estudio y comunidades vecinas, ya que conservación y desarrollo deben ir unidos formando parte de un mismo proceso de avance hacia la sostenibilidad. Por ello, se propone la conservación de esta área, al mismo tiempo que es posible mantener el papel productivo de las actividades agroganaderas, forestal, pesquera...etc que se desarrollan en su entorno, siempre y cuando estas se desarrollen con responsabilidad para asegurar los valores patrimoniales del ecosistema que se pretende conservar. Así se podrían evitar conflictos entre planificación, gestión y manejo de los recursos, con lo cual es imprescindible la participación social en todas las etapas de la definición y manejo (Tapia-Landero, 2012; López- Jiménez y Chan- Quijano, 2016).

Esta premisa responde al objetivo general del Manejo Integrado de la Zona Costera de mejorar la calidad de vida de las comunidades humanas que dependen de los recursos costeros, logrando mantener la biodiversidad y la productividad de estos ecosistemas. El MIZC busca sostenibilidad con participación ciudadana significativa, integrando de forma racional las diferentes actividades económicas Salabarría, *et al.* (2015). Al respecto, el Objetivo Estratégico No.3 del Eje “Recursos Naturales y Medio Ambiente” del PNDES 2030, apunta a la necesidad de *“diseñar e implementar un modelo de gestión local y comunitaria con un enfoque medioambiental, que integre bajo la autoridad de los gobiernos territoriales la protección y uso racional de los recursos naturales y la lucha contra la contaminación y las indisciplinas sociales que impacten negativamente en el medio ambiente”*.

Además, sería importante abarcar otros aspectos como la protección legal de las especies priorizadas ya que se encuentran en un ambiente costero muy vulnerable y pudieran incluirse en programas y proyectos sectoriales y territoriales que promuevan su preservación. De forma paralela es preciso identificar, revalorizar y diversificar los recursos utilizables en este sector geográfico para disminuir presiones sobre las poblaciones más restringidas y desarrollar acciones como la vigilancia y control de especies exóticas invasoras, la prevención del fuego, la recuperación de zonas afectadas por la pérdida de vegetación y el restablecimiento de la conectividad entre las formaciones vegetales naturales mediante la erradicación de senderos y zonas de acampar.

En cualquiera de las actividades planificadas la participación de la comunidad debe promover una intervención activa en todo el proceso de desarrollo social, desde la identificación de los problemas y necesidades (Geilfus, 2002), hasta la formulación de políticas para la solución. Ello se debe al potencial transformador de la educación ambiental (Esteban-Cloquell, 2012) porque el trabajo con las personas cercanas a importantes poblaciones de especies amenazadas y/o endémicas, puede revertir la realidad de su entorno y desarrollar estrategias de conservación con alto sentido de pertenencia y responsabilidad ciudadana, lo cual a mediano y largo plazo impactará positivamente en el estado de conservación de ecosistemas de este tipo.

Conclusiones parciales

1. Se identificó la línea base sobre el estado de conservación de la flora en el ecotono manglar bosque semideciduo, reflejando una fuerte presión antrópica sobre las especies endémicas y amenazadas; además de enfrentar la expansión de especies exóticas invasoras con las que compiten por el espacio vital.
2. Existe una gran cantidad de especies de la flora presentes en el ecotono manglar-bosque semideciduo que no están evaluadas según los criterios de la UICN, por lo que este vacío de conocimientos dificulta la adecuada gestión del área ante las presiones y amenazas que pueden estar incidiendo sobre algunas de estas especies.
3. Se definieron las acciones estratégicas dirigidas a la preservación de las especies endémicas y amenazadas del ecotono manglar-bosque semideciduo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la identificación de la línea base con enfoque de MIZC.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Los fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos permitieron identificar la línea base sobre el estado de conservación de la flora en el ecotono manglar-bosque semideciduo en un sector de Punta Iguana, convirtiéndose en una herramienta de rigor científico al sistematizarse estos conocimientos con un enfoque intersectorial e interdisciplinario como lo es el Manejo Integrado de Zonas Costera.
2. La identificación de la línea base favoreció la interpretación del estado real de conservación de la flora en el ecotono manglar-bosque semideciduo, mostrando que el área presenta índices de diversidad, estado de conservación, de antropización y de resiliencia con valores medios; por lo que la aplicación de acciones de conservación en breve tiempo puede contribuir a su protección.
3. Las acciones estratégicas propuestas para la conservación de la flora endémica y amenazada del ecotono manglar-bosque semideciduo con una visión holístico y sistémica aportada por el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costera, constituyen un referente para el manejo de ecotonos de manglar en Cuba, siendo su implementación de gran significación por el hecho de favorecer la integración y la articulación entre actores y sectores a fin de contribuir a la armonización entre el desarrollo social y la sostenibilidad ecológica.

RECOMENDACIONES

1. Socializar los resultados de la presente investigación a autoridades ambientales del territorio, para facilitar la toma de decisiones en la planificación y ordenamiento del sector costero Punta Iguana en función de conservar su patrimonio natural.
2. Ampliar los estudios sobre las especies de la flora no evaluadas en el ecotono manglar-bosque semideciduo que permita recopilar la información requerida para determinar su estado de conservación según los criterios de la UICN.
3. Hacer extensivo el uso de la metodología empleada para la evaluación del estado de conservación a nivel de ecosistema, adecuándola a las condiciones ecológicas y particularidades fitogeográficas en otros ecotonos de manglar en Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Rodríguez, P. y Strong, M. T. (eds) (2012). *Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Contribuciones del Smithsonian a la botánica*, 98, 1–1192.
- Acosta, M., Mugica L. y Aguilar, S. (2013). *Protocolo para el monitoreo de aves acuáticas y marinas*. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. 142 pp.
- Aguayo, C. G. (1951). Los orígenes de la fauna cubana. *Análes de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales*, 88, 1-23.
- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Alain, H. (1957). *Flora de Cuba. Volumen IV. Dicotiledoneas: Melastomataceas a Plantaginaceas*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia del Colegio de “La Salle”, 4 (16), 1-522.
- Alain, H. (1964). *Flora de Cuba. Rubiales, Valerianales, Cucurbitales, Campanulales, Asterales*. Asociación de Estudiantes de Ciencias Biológicas. 5, 362
- Albert, M. J., Bañares, A., Escudero, A., Iriondo, J. M., Cruz, M., Domínguez, F., García, M. B., Guzmán, D., Marrero, M., Moreno, J. C., Sainz, H., y Torres, E., (2011). Manual de metodología del trabajo corológico y demográfico del proyecto AFA. En: Iriondo, J. M., *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (70 pp). Madrid,
- Alcolado, P. M., García, E. E. y Espinosa, N. (1999). Protección de la Biodiversidad y Desarrollo Sostenible en el Ecosistema Sabana-Camagüey. Proyecto GEF/PNUD Sabana- Camagüey CUB/92/G3, 125.
- Alcolado, P. M., y Arellano, D., (2015). Lecciones aprendidas en la implementación del Manejo Integrado Costero: las experiencias demostrativas del ecosistema Sabana-Camagüey, Cuba. *Revista Comunicación Científica y Tecnológica*, 1 (1), 7.

- Alcolado, P. M., Valle, S., Claro, R. y Hernández, P. (2018). Potenciando la resiliencia en los arrecifes coralinos en Cuba mediante la adaptación basada en ecosistemas En: Hernández-Zanuy A. C. , *Adaptación basada en Ecosistemas: alternativa para la gestión sostenible de los recursos marinos y costeros del Caribe*. Red. (pp. 171) CYTED 410RT0396.
- Álvarez-Alemán, A., Powell, J. A., García, E. y Forneiro, Y. (2013). *Protocolo para el monitoreo de poblaciones de manatíes en áreas protegidas cubanas*. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. 68 pp.
- Amarán, M. F., Luna, A., Mora, C. A. Alanís, E. (2021). Estado actual del conocimiento de la restauración de zonas costeras en México. *Árido-Ciencia*, 6 (1), 39-47.
- Amaya, E. (2015). Percepción ambiental en la zona costera en el municipio Playa, La Habana, Cuba. (Tesis de maestría). Universidad de La Habana. <https://aquadocs.org/handle/1834/7400>.
- Andrade, G. I. y Castro, L. G. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia, invitación a una interpretación socioecológica. *En Ambiente y Desarrollo*, XVI (30), 53-71.
- Aponte, H. y Cano, A. (2013). Estudio florístico comparativo de seis humedales de la costa de Lima (Perú): actualización y nuevos retos para su conservación. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 3(2), 15 – 27.
- Areces. A. J., Jaimez. E, Sotillo. A, Capote. R. T., Martínez-Bayón. C, Aldana. O, López. J. M. (2011). Delimitación de espacios geográficos para el proceso de gestión ambiental en zonas costeras. Estudio de caso: la franja litoral del Golfo de Batabanó, Cuba. *Serie Oceanológica*, 9 (Número Especial), 1-16.
- Areces, A. J. y Martínez-Iglesias, J. C. (2008). Gestión Integrada de la Zona Marino Costera (GIZMC) en Cuba. Estudio de caso: el Golfo de Batabanó. *Serie Oceanológica*, 4, 17-55. [oceanhttps://aquadocs.org/handle/1834/3400](https://aquadocs.org/handle/1834/3400).
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Sexta Edición. Episteme.

- Arroyo, M., Armesto, J. y Squeo, F. (2008). *Conservación de especies amenazadas a nivel global y regional. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama*. Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile, 1, 3-12.
- Barcia, S. y Castillo, C. (2015). *Atlas Climático de la provincial Cienfuegos*. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos.
- Barcia, S., Viera, E., Angulo, R., y Cordero, R. (2020). Resumen climático anual Laguna Guanaroca 2019. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, INSMET.
- Barragán, J. M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la planificación y gestión integradas*. Prólogo de John R. Clark. Cádiz. Ediciones de la Universidad de Cádiz.
- Barragán, J. M. (2005). *La gestión en las áreas litorales en España y Latinoamérica*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Barragán, A. (2009). Aproximación a una taxonomía de modelos de gestión del conocimiento. *Intangible Capital*, Mexico, 5 (1), 65-101.
- Barragán, J. M. (coord.). 2010. *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz.
- Barragán, J. M. (2014). *Política, gestión y litoral - una nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales*. Oficina regional de ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Madrid.
- Barrios, D., Díaz, E., Majure, L. C. (2019). Exploraciones botánicas a poblaciones de *Consolea* (Cactaceae) en Cuba: estado de conservación y principales amenazas. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 13 (1), 217-228.
- Bazan S. y Grotz K. (eds.) (2016). *Islas del Tesoro verde. Descubrimientos botánicos en el Caribe*. – Berlin: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin, Freie Universität Berlin.
- Berazaín, R., Areces, F., Lazcano, J. C. y González, L. R. (2005). Lista roja de la flora vascular cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón), 4, 1-86.

- Bergós, L., Cardozo, J. M., y Bruzzone, C. (2017). Enfoque de Manejo Costero Integrado aplicado a la cuenca baja del arroyo El Potrero, Maldonado, Uruguay. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 13, 67-77.
- Bird, E. C., (1996). Beach management. John Wiley & Sons. New York.
- Blanco, C. C., Scheiter, S., Sosinski, E., Fidelis, A., Anand, M., y Pillar, V. D. (2014). Feedbacks between vegetation and disturbance processes promote long-term persistence of forest-grassland mosaics in south Brazil. *Ecological Modelling*, 291, 224-232.
- Bonet, W. (2017). *Bromelia pinguin* (piña de ratón). En: García-Lahera, J. P., Rodríguez Farrat, L. F., Salabarría Fernández, D. M.. *Protocolos para el monitoreo de especies exóticas invasoras en Cuba*. (pp .324).GAIA.
- Borhidi, A. (1991). Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. *Rhodora*, New England Botanical Club, Inc, 94 (877), 103-105.
- Borhidi, A. (1996). *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akademiai Kiadó, Budapest. Part II, 117-155pp.
- Brazeiro, A., Brussa, P. y Toranza, C. (2018). Efectos del ganado en la dinámica del ecotono bosque-pastizal en paisajes serranos de Uruguay. *Ecosistemas*, 27(3), 14-23.
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Fonseca, G A., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J. D., Rodriguez, S. L. (2006). Global Biodiversity Conservation Priorities. *Review*, 313, 58-61.
- Brussa, P. N. (2018). Ecotono bosque-pastizal serrano: Efectos del ganado en la expansión del bosque. (Tesis de Grado). Universidad de la República Uruguay. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/21394>.
- Caballero, H., Alcolado, P. M., González, P., Perera, S. y Hernández, L. (2013). *Protocolo para el monitoreo de bentos en arrecifes coralinos*. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana.

- Cabrera, J. A. (1996). Los paisajes de la provincia de Matanzas, Cuba: una concepción de sistemas para la estrategia de sostenibilidad geoecológica. (Tesis doctoral). Universidad de La Habana.
- Cabrera, C., Maldonado, M., Arévalo, W., Pacheco, R., Giraldo, A., y Quispe, J. (2005). Planificación y gestión integrada de la zona marina costera del callao. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 8(16), 38-43.
- Cabrera, J. A., Arellano, M., Rey, O., Martínez, A., García, G., Fernández, A., Pérez, P., Pérez, O., Milanés, C., García, R., Miranda, C., Castellanos, M. E., Salabarría, D., Cruz, T., Dueñas, F., González-Díaz, P y. Suárez Alfonso, A. M. (2020). Manejo Costero Integrado en Cuba: Avances y Retos en la Etapa 2009-2019. *Revista Costas*, (1), 95-116.
- Camarero, J., y Fortin M. J. (2006). Detección cuantitativa de fronteras ecológicas y ecotonos. *Revista Ecosistemas*, 15 (3), 76-87.
- Campos, G. y Lule, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai*, VII (13), 45-60.
- Capote, R. P. y Berazaín, R. C. (1984). Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 5 (2), 1-49.
- Carbal, A., Muñoz, J. y Solar, L. (2015). Valoración económica integral de los bienes y servicios ambientales ofertados por el ecosistema de manglar ubicado en la ciénaga de la virgen. Cartagena-colombia. *Saber, Ciencia y Libertad*, 10 (1), 21.
- Caro, G. (2014). Programa de Educación Ambiental para las comunidades costeras del Consejo Popular Castillo – CEN desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costera. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Castellanos, M. E., Miranda, C. E., Morales, M. y León, A. R. (2009). La cultura científica en el trabajo comunitario: el caso de estudio de O`Bourke. *Revista Universidad y Sociedad*, 1(2), 6.
- Castellanos-González, M. E., León-Pérez, A. R., Alomá-Oramas, R. M., Miranda-Vera, C. E., García-Dueñas, R., Ramos-Palenzuela, M. y Moreira-González, A. (2019). La educación

- ambiental comunitaria para la adaptacion al cambio climatico desde el enfoque de manejo integrado de cuencas y áreas costeras. *Revista Cubana de Meteorología*, 25 (número especial), <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/473>.
- Castellanos, M. E., García, R. Y., Miranda, C. E. y Morales, M. (2021). Estudio de redes sociales en la investigación-acción-participación para el fomento de la educación ambiental en comunidades costeras. *Revista Conrado*, 17(82), 7-13.
- Castillo, M., Castillo, F. y Solís, B. (2014). Algunos problemas socioambientales y de capacitación de comunidades para la gestión integrada de zonas costeras en el francés, Santiago de Cuba. *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba*, (3), 68-80.
- Catasus, L. J. (1997). Las gramíneas (Poaceae) de Cuba, I. Fontqueria XLVI. Madrid.
- Catasus, L. J. (2002). Las gramíneas (Poaceae) de Cuba, II. Cavanillesia Altera, 3 (1), 1-163.
- Caviedes V., Arenas P. y Barragán J. M. (2021). Avances para el manejo costero integrado en el Caribe de Guatemala. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 271-294.
- Cendrero, A., Sánchez-Arcilla, A., Zazo, C., Bardají, T., Dabrio, C., Goy, J. L., Jiménez, J. A., Möso, C. y Rivas, V. (2005). Impactos sobre las zonas costeras. En: *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efectos del Cambio Climático*. Centro de Publicaciones, secretaria general Técnica. (pp. 469-524). Ministerio de Medio Ambiente,
- Chacón, S., Serrano, M. C., Bolívar, H. J., Villate, D. A., Sánchez, H. y Anfuso, G. (2020). Bosques de manglar del Caribe Norte Colombiano: Análisis, evolución y herramientas de gestión. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 16 (1), 31-54.
- Chamizo, R., Cobas, J. y Gómez, R. (2010). Áreas protegidas, cuencas hidrográficas y conservación de recursos naturales en Cienfuegos. *Anuario de Ciencia y Tecnología*, IV, 66-74.
- CITMA. (2000,14 de agosto) Decreto-Ley 212 (Gestión de la Zona Costera Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Ordinaria No. 68. La Habana
- Clements, F. E. 1905. *Research Methods in Ecology*. University Publishing Company, Lincoln, Nebraska, U.S.A.

- Clubbe C., Hamilton M. y Corcoran M. (2010). Using the global strategy for plant conservation to guide conservation implementation in the UK overseas territories. *Kew Bulletin*, 65, 509-517.
- Combs, R. (1897). Plants collected in the district of Cienfuegos, province of Santa Clara, Cuba, in 1895-1896. Transactions of the academy of science of st. Louis. *Published under direction of the council*, VII (17), 393-493.
- Cortés, R., Navarro, E., Ruiz, J. D., Delgado, J. J., Remond, R., Salinas, E., Fernández, J. M. y Acevedo, P. (2010). Manejo Integrado Costero en Cuba, La Ensenada Sibarimar. *Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 32, 45-65.
- Costa-Acosta, J., Castell-Puchades, M. Á. y Álvarez-Quintana, L. O. (2014). Caracterización de los bosques semidecíduos mesófilo y micrófilo en el Refugio de Fauna El Macío, Granma. *Ciencia en su PC*, 2, 1-25.
- Cruz Flores, D. D., Martínez Borrego, D., Fontenla, J. L. y Mancina, C. A. (2017). Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). AMA. (pp.502). La Habana.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Merino-Viteri, A., Bustamante, M., Baquero, F., Freile, J. F., Muriel, P., & Torres-Carvajal, O. (2017). Priority areas for biodiversity conservation in mainland Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 93–106.
- Cullinan, C. (2006). Integrated Coastal Management Law: Establishing and strengthening national legal frameworks for integrated coastal management. Legislative Study 93. Rome: FAO. <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/68299>.
- Delfín, C. A., Gómez, D. y Barcia, S. (2020). Fenómenos meteorológicos peligrosos que han afectado la zona costera de la bahía de Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología*, 26 (2), 20.
- Díaz, A., (2006). La Educación Jurídico Ambiental (EJA) en la Educación Ambiental para el MIZC. Propuestas y consideraciones generales. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.

- Díaz, J. R. (2014). Implementación de un Servicio de Tráfico Marítimo en el Puerto de Cienfuegos. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Díaz, L. M., A. Cádiz, A. Chong, y A. Silva. (2007). First report of Chytridiomycosis in a dying toad (Anura: Bufonidae) from Cuba: a new conservation challenge for the island. *EcoHealth*, 4 (2), 172-175.
- Díaz, L. M., y A. Cádiz. 2008. Guía taxonómica de los anfibios de Cuba. *Abc Taxa*, 4, 1-294.
- Domingos, V., Pérez, L., Díaz, S. N. y Antúnez, A. F. (2014). Necesidad social de la intervención universitaria en los procesos medioambientales en las comunidades costeras de Angola. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 42 (2), 21.
- Domínguez, A., Torrez, M., y Puertas, Y. (2012). Experiencias en la protección de la Biodiversidad y el Desarrollo Sostenible en la Provincia de Sancti Spíritus. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, La Habana. 157 pp.
- Domínguez, F., Sánchez, R., Cabezas, F. J. y Pías, B., (2022). La flora de la ciudad de Madrid como modelo para la integración de la conservación de la biodiversidad en el diseño urbanístico. *Ecosistemas*, 31(1), 12.
- eBird. (2022, 4 de abril). *eBird: An Online Database of Bird Distribution and Abundance*. eBird, Ithaca, NY. <http://www.eBird.org/eBird/view/checklist/>.
- Escobar-Pachajoa, L. D., Guatusmal-Gelpud, C., Meneses-Buitrago, D. H., Cardona-Iglesias, J. I. y Castro-Rincón, E. (2019). Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el trópico altoandino colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 30 (3), 803-819.
- Escribano, R., Encinas, A. y Martín, M. A. (1997). Ecotonos: importancia de la transición entre las agrupaciones arbóreas y el matorral en la gestión forestal. II Congreso Forestal Español. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15307.
- Esteban-Cloquell, J. M. (2012). La pluralidad de valores en educación ambiental. En: Chan-Quijano, J.G., MartínezYáñez, R. y Espinosa-Tenorio, A. (Eds). *Manejo sostenible de los recursos*

naturales: conservación y experiencias. El Colegio de la Frontera Sur y Seminario en Manejo de Recursos Naturales. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

- Estupiñán, L., Barcia, S. y Soto, Y. (2015). Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgos por sequía. Provincia Cienfuegos. CITMA Cienfuegos.
- Fernández-Santana, I., (2020). Conservación de la Diversidad Vegetal de Especies Endémicas y Amenazadas de la Provincia Cienfuegos, (proyecto - Manuscrito no publicado). Jardín Botánico de Cienfuegos.
- Fernandino, G., Elliff, C. I., y Silva, C. R., (2018). Gestión ecosistémica de las zonas costeras frente a los impactos del cambio climático: Desafíos y desigualdades. *Journal of Environmental Management*, 215, 32-35.
- Figueredo, L. M., Acosta, F., Reyes, O. J. y Fornari, V. (2012). Caracterización de la vegetación de las Terrazas Costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba. *Brenesia*, 78, 25-33.
- Figuroa, D. (2015). Levantamiento de información relacionado a protocolos para el manejo de especies exóticas invasoras (EEI) en territorios insulares. Proyecto GEF/MMA/PNUD “Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras” (N°83266) (Informe de Consultoría para el Proyecto), 44 pp.
- Figuroa, I. J. (2006). Uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para la toma de decisiones en el proceso del Manejo Integral de Cuencas y Áreas Costeras (MICAC) en Cienfuegos. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Falcón, A., Hernández, N. V., Borroto, D. Y., Hernández, I., y Rodríguez, A. R. (2021). Flora y vegetación sobre dos barras arenosas asociadas al manglar, Parque Nacional Caguanes, Cuba. *Revistas de investigaciones marinas*, 41 (No. Especial), 83-93.
- Fortin, M. J. (1999). Spatial statistics in landscape ecology. En: J. M. Klopatek y R. H. Gardner (Eds.). *Landscape ecological analysis. Issues and applications*. Springer-Verlag: New York. 253-279 pp.

- García, R. Y., Miranda, C. E., Castellanos, M. E., Morales, M., Soler, S. D., León, A. R., y Yero. P. E. (2016). *Sobre comunidades costeras en Cienfuegos: experiencias prácticas y saberes tradicionales*. Universo Sur.
- Garrido, O. H., y A. Kirkconnell. (2000). *Field guide to the birds of Cuba*. Cornell University Press, Ithaca. New York.
- Geilfus, F. (2002). “80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación”. San José, Costa Rica. pp 217. <http://www.iica.int>.
- Geroy, I. (2019). La prevención de las transgresiones de la ley para la conservación de los recursos naturales en función del Manejo Integrado de Zonas Costeras. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- GESAMP. (1996). Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/ UN/UNEP). The Contributions of Science to Coastal Zone Management. Reports and Studies, No. 61, 66 pp. <http://www.gesamp.org/site/assets/files/1239/>.
- Gómez-Sal, A., Belmontes, A. y Nicolau. J.M. (2003). Assessing Landscape Values: A Proposal for a Multidimensional Conceptual Model. *Ecological Modelling*, 168, 319-341.
- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, O., Jiménez, J. y Navar, J. (2003). Cambio Climático Mundial: origen y consecuencias. *Ciencia, Universidad Autónoma de nuevo León*, México, VI (003), 377-385.
- González, A., Berovides, V., Alonso, M. y López, M. (2013). Protocolo para el monitoreo de *Cyclura nubila nubila*. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. 53 pp.
- González-Oliva, L., Ferro, J., Rodríguez-Cala, D., Berazaín, R. (2017). Métodos de inventario de plantas, 60-85. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (Mancina, C. A. y Cruz, D. D. Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.

- González-Ordóñez, A. (2016). Programa de educación ambiental sobre el cambio climático en la educación formal y no formal. *Universidad y Sociedad*, 8 (3), 99-107.
- González-Torres, L. R., Palmarola, A., González Oliva, L., Bécquer, E., Testé, E. y Barrios, D. (Eds.). (2016). Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea*, 10 (número especial 1), 1-23.
- González, P. A. y Meyer, F. K. (2019). Flora de la República de Cuba, Fascículo 24 (Malpighiaceae). Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin. <https://www.researchgate.net/publication/331970981>.
- González, H., Rodríguez, L., Rodríguez, A., Mancina, C. A. y Ramos, I. (2012). *Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba*. Editorial Academia. La Habana, 304 pp.
- Greuter, W. y Rankin, R. (2016). Espermatófitos de Cuba Inventario preliminar. Parte II: Inventario. Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.
- Gutiérrez, T. (2012). La Ciencia del Cambio Climático. En: Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Segunda Comunicación Nacional de Cuba al Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Planos, E. O., Rivero, R. y Guevara, V. (Eds) (2012). INSMET, La Habana.
- Guzmán, J. M. (2012). Informe anual (2010-2011) sobre el Programa de Monitoreo de Manglares en los Archipiélagos del Sur de Cuba. Programa de Monitoreo de Manglares. Proyecto “Aplicación de un enfoque regional al manejo de áreas costeras y marinas protegidas en los archipiélagos del sur de Cuba”. 9 pp.
- Guzmán, J. M. (2013). Informe anual (2012-2013) sobre el Programa de Monitoreo de Manglares en los Archipiélagos del Sur de Cuba. Programa de Monitoreo de Manglares. Proyecto “Aplicación de un enfoque regional al manejo de áreas costeras y marinas protegidas en los archipiélagos del sur de Cuba”. 16 pp.
- Hammer, Ø. (2018). *PAST PAleontological STatistics Version 3.20. Reference manual*. Natural History Museum University of Oslo. Oslo, 262 pp.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 1-9.
- Hansen, A. J., y di Castri, F. (Eds.) (1992). Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows. Springer-Verlag, New York.
- Hardwick K.A., Fiedler P., Lee L.C., Pavlik B., Hobbs R.J., Aronson J., Bidartondo M., Black E., Coates D., Daws M.I., Dixon K., Elliott S., Ewing K., Gann G., Gibbons D., Gratzfeld J., Hamilton M., Hardman D., Harris J., Holmes P.M., Jones M., Mabberley D., Mackenzie A., Magdalena C., Marrs R., Milliken W., Mills A., Lughadha E.N., Ramsay M., Smith P., Taylor N., Trivedi C., Way M., Whaley O. y Hopper S.D. (2011). The role of botanic gardens in the science and practice of ecological restoration. *Conservation Biology*, 25, 265-275.
- Hernández, J. R., Arturo, M., Méndez, A. P., y Gama, L. (2008). Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (65), 7-21.
- Hernández, A. (2016). Diccionario Geográfico de Cienfuegos. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. <https://universosur.ucf.edu.cu/?p=885>.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., y Castro, N. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, La Habana, Cuba, 40(1), 31.
- Herrera, J. A., Comín, F. A., y Capurro, L. (2005). *Los usos y abusos de la zona costera en la Península de Yucatán. Casos de Estudio: Acciones*. Editorial.
- Herrera, P. (2006). Sistema artificial de las Magnoliatas sinantrópicas de Cuba. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Alicante y Universidad de Pinar del Río. <https://rua.ua.es>.
- Hidalgo, Y. (2014). Áreas marinas protegidas en cuba: importantes elementos de un sistema nacional para la conservación. *Flora y Fauna*, 8 (2), 3-7.
- Holland, M. M., Risser, P. G., y Naiman R. J. (1991). Ecotones: the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments. Chapman and Hall.

- Howard, R. y Briggs, W. (1953). The vegetation on coastal dogtooth limestone in southern Cuba. *Journal of the Arnold Arboretum*, 34 (1), 88-96.
- Howard, R. y Briggs, W. (1953a). New species and distributions records for Las Villas province, Cuba. *Journal of the Arnold Arboretum*, 34 (2), 182-186.
- Hufkens, K., Scheunders, P., y Ceulemans, R., (2009). Ecotones in vegetation ecology: methodologies and definitions revisited. *Ecological Research*, <https://10.1007/s11284-009-0584-7>.
- IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, Suiza, 104 pp.
- Iturralde-Vinent, M. A. y Serrano, H. (2015). *Peligros y vulnerabilidades de la zona marino-costera de Cuba: estado actual y perspectivas ante el cambio climático hasta el 2100*. Editorial Academia.
- IUCN. (2022). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15. <https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf> .
- Jagomági, J., Kiilvik, M., Mander, U. y Jacubno, Y. (1988). The structural functional role of ecotones in the landscape. *Ekologia (CSSR)*, 7, 81-94.
- Jiménez, G. A., García, L. M., Sotolongo, S. R., González, G. M. y Martínez, O. M. (2010). Productos Forestales no Madereros en la Comunidad Soroa, Sierra del Rosario, Pinar del Río. Cuba. *Revista Forestal Baracoa*, 29 (2), 83-88.
- Jiménez, A., Pionce, G. A., Sotolongo, R. y Ramos, M. P. (2016). Perturbaciones humanas sobre composición y estructura del bosque semideciduo mesófilo de la Reserva de la Biósfera Sierra del Rosario, Cuba. *SATHIRI*, (10), 196-206.
- Lallana, V. (2019). Evolución del ecotono bosque-pastos subalpinos de la cabecera del río Nansa. *Cuadernos Geográficos*, 58(3), 282-308.

- Lancis, C., Boronat, J., Esclapés, A., Fresneda, M. y Tormo, J. (1990). Guía práctica para el estudio de los ecosistemas. Instituto de Cultura “Juan Gil-Albert”, Alicante.
- Lang, R., (1915). Versuch einer exakten Klassifikation der Boden in Klimatischer Hinsicht. *Int Mitt fur Bodenkunde*, 5, 312-346.
- Lárez, J. H., Carrero, A. y García, M. (2005). Las zonas costeras en Venezuela: una aproximación a su definición conceptual y a sus principales problemas ambientales. *Revista de Investigación*, (56), 143- 166.
- Lazo, G., Figueroa, J. C., Ramos, E., del Pozo, P. y Coba, J. M. (2019). Plan de Manejo (2020-2024) Refugio de fauna: Guanaroca-Punta Gavilán. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, MINAGRI, 117 pp.
- Lecha, L. B., Paz, L. R. y Lapinel, B. (1994). *El clima de Cuba*. Academia.
- Leeuwen, C. G., van. (1966). A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. *Wentia*, 15, 25-46.
- León, A. (investigador principal). (2016). *Aplicación del enfoque de Manejo Integral de Cuencas y Áreas Costeras como respuesta a los efectos del cambio climático: Estudio de la región centro – sur de Cuba*. (Código: P211LH1015). Proyecto manuscrito no publicado. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.
- León, H. (1946). Flora de Cuba. Volumen I. Gimnospermas, Monocotiledoneas. Cultural. La Habana.
- León, H. y Alain, H. (1951). Flora de Cuba. Volumen II. Dicotiledoneas, Causarináceas. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio de La Salle. 10: 1-456 pp.
- León, H. y Alain, H. (1953). Flora de Cuba. Volumen III. Dicotiledoneas, Orden Geraneales. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio de “La Salle”. 3(13):1-472.

- López, A. (2004). Nueva perspectiva para la regionalización fitogeográfica de Cuba: Definición de los sectores. Convención Trópico 2004. II Congreso de Geografía Tropical. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2158>.
- López, A., (2014). El papel de los “ecotonos urbanos” en la planificación de los corredores ecológicos de ronda. Caso de estudio río Fucha Bogotá D.C. Tesis doctoral no publicada. Facultad de arquitectura y diseño Bogotá D.C.
- López, H. F., Montenegro, O. L. y Liévano, L. F. (2014). ABC de la Biodiversidad. Colección Retratos de la Biodiversidad, Universidad Nacional de Colombia, (28), 190.
- López-Jiménez, L. N. y Chan-Quijano, J.G. (2016). Marco conceptual del manejo de recursos naturales. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12 (1), 27-35.
- López, M. I., Aguiar, A. y Centeno, C. J. (2019). “Caracterización de la actividad ecoturística de manglar en el Ejido de San Crisanto, Yucatán, México”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/actividad-ecoturistica-mexico.html>.
- López, M. I., Aguiar, R. y Centeno, C. J. (2020). Caracterización de la actividad ecoturística de manglar en el Ejido de San Crisanto, Yucatán, México. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 17 pp.
- Maarel E., van der 1990. Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science*, 1, 135-138.
- Matteucci, S. D. y Colma, A. (2002). *Metodología para el estudio de la vegetación*. CONICET, Argentina, 159 https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76505/mod_resource/content/3/MatteucciColma1982.pdf.
- Mancina, C. A., Fernández, R., Cruz, D., Castañeira, M. A. y González, A. (2017). Diversidad biológica terrestre de Cuba. 18 pp. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). AMA.

- Martínez, B., Macías, D. y Cano, M. (2013). Protocolo para el monitoreo de los pastos marinos. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. 39 pp.
- Martínez, J. L. y Hernández, J. A. (2021). Línea base para un programa de educación ambiental no formal en la microcuenca Xichú, Guanajuato. *Acta Universitaria*, 31, 18.
- Maunder M., Clubbe C., Hankamer C. y Groves M. (2002). Plant Conservation in the Tropics: Perspectives and Practice. *Royal Botanic Gardens, Kew*, 421-444 pp.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.
- Medina, N. (2002). Diagnóstico físico ambiental de la cuenca del río Caunao, provincia Cienfuegos. (Tesis de pregrado). Universidad de la Habana.
- Menéndez, L. y Guzmán, J. M. (2006). *Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: estudios y experiencias enfocados en su gestión*. Academia.
- Menéndez, L., Guzmán, J. M., Rodríguez, L., Sotillo, A., Cuervo, Z., Roig, E., Cabrales, Y. (2011). Los bosques de mangles de la bahía de Cienfuegos: estado actual, 227-236. En: Vanina, A., Fernández, L., Buitrago, J., (Eds) (2011). *Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica*, RED CYTED, 321 pp.
- Menéndez, L. M., (2013). El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: bases para su gestión. Tesis doctoral. Universidad de Alicante, www.eltallerdigital.com
- Milanés, C. (2012). Unidades costeras ambientales para el manejo en Santiago de Cuba: delimitación y prioridades de actuación. *Arquitectura y Urbanismo*, 33 (3), 83-97.
- Miranda, C. E. (2000). La zona costera como totalidad ambiental. Primera aproximación. *Revista Investigaciones Marinas*, 24 (1), 63-68.

- Miranda, C. E. y Castellanos, M. E. (2002). Proyecto comunitario “Gente de costa”: La educación ambiental comunitaria para el manejo integrado de las zonas costeras en la Bahía de Cienfuegos. Anuario de Ciencia y Tecnología. CITMA, https://www.academia.edu/14449553/Innovacion_educativa.
- Miranda, C. E., Ramos, M., Oramas, R. M. y Castellanos, M., E. (2019). Percepción social del cambio climático. Estudio en comunidades costeras de la provincia de Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología*, 25 (No especial), 331-349.
- Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M. y Gascon, C. (2011). Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots, 3-22. En: Zachos, F. E. y Habel, J. C. (eds.) *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas*. Springer, Nueva York. [https:// DOI 10.1007/978-3-642-20992-5_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1).
- Moncada, F., Azanza, J., Nodarse, G., Medina, Y., Forneiro, Y. y Gerhartz, J. L. (2013). Protocolo para el monitoreo de la anidación de tortugas marinas en Cuba. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. 84 pp.
- Moncada, J. R. (2019). Líneas estratégicas para la conservación de la biodiversidad. *Revista Ciencia, Tecnología y Agrollanía*, 18, 49-55.
- Monroy-Vilchis, O. (2005). “Causas de pérdida de diversidad biológica”. *Cuadernos de biodiversidad*, (17), 3-9.
- Montes, C., Santos, F., Martín, B., González, J., Aguado, M., López, C., Benayas, J. y Gómez, A. (2012). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Del equilibrio entre la conservación y el desarrollo a la conservación para el bienestar humano. *Ambienta*, (98), 2-14.
- Monzón, Y., y Herrera, D. M. (2019). Acercamiento a la evolución regulatoria del tratamiento de la zona costera como bien de dominio público en el ordenamiento jurídico cubano. *Universidad Y Sociedad*, 11(1), 39-47.

- Moreira, A. (1996). Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Ciencia y Ambiente*, XII, 80-86.
- Morgan, P., Heyerdah, E. K., Strand, E. K., Bunting, S. C., Riser, J. P., Abatzoglou, J. T., Nielsen-Pincus, M. y Johnson. M. (2020). Fire and land cover change in the Palouse Prairie–forest ecotone, Washington and Idaho, USA. *Fire Ecology*, 16 (2), 17.
- Morúa, I. (2004) Propuesta de adecuación de agenda local como alternativa para el MIZC en el río Quibú. (Tesis de maestría). Universidad de la Habana.
- Mouso, M.M., Ochoa, M.B., Reyes, R. (2019). The integrated management of the coastal sector Caletones in Cuba. *Ecosistemas*, 28(3),160-166.
- Muñoz, A., Douillet, P., Díaz, O., Ouillon, S., y Fichez, R. (2008). Influencia de la marea, el viento y el aporte fluvial en la circulación de las aguas de la bahía de Cienfuegos, Cuba. *Revista Investigaciones Marinas*, 29 (2), 101-112.
- Muños, I. K., (2020). Plan de Acción Integral para el Desarrollo Territorial Sustentable del Litoral de Palomino, La Guajira, Colombia. Tesis de maestría no publicada. Universidad de Barcelona, España. <http://hdl.handle.net/2445/180323>.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.
- Nicholls, R. J., y Branson, J. (1998). Coastal Resilience and Planning for an Uncertain Future: An Introduction. *The Geographical Journal*, 164 (3), 255-258.
- Nodarse, M. (2006). Propuesta de un programa de monitoreo de aguas de lastre de Buques de Travesía Internacional en el Puerto de Cienfuegos. Una herramienta para el MIZC. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Núñez, A. (2012). Litorales y mares. Colección Cuba: La naturaleza y el hombre. Editorial de Ciencias Sociales.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania. U.S.A.

- Olalde, E. (2019). El ordenamiento ambiental como herramienta para el manejo integrado de cuencas y áreas costeras. Caso de estudio: cuenca del río Arimao de Cienfuegos. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. 854 pp. <http://volaya.es/writing>.
- Oliveira, J. M., Pillar, V. D. (2004). Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology*, 5, 197-202.
- Olsen, S. B. (2003). Crafting Coastal Governance in a Changing World. Coastal Management. Report #2241. U.S. Agency for International Development and the University of Rhode Island Coastal Resources Center. New England.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P. y Kassem, K. R. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *ioScience*, 51, 933-938.
- Oviedo, R. (2013). Diversidad vegetal del humedal Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. España. 321 pp. <http://hdl.handle.net/10045/36078>.
- Oviedo, R. y León, J. (2015). *Caesalpinia glaucophylla*. *Bissea*, 9 (NE 4), 236.
- Oviedo, R., Menéndez, L. y Guzmán, J. M. (2006). Flora Asociada a los manglares y sus ecotonos en Cuba. 46-59 pp. En: Menéndez, L. y Guzmán, J. M. (eds) *El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: estudios y experiencias enfocadas en su gestión*. Editorial Academia,
- Oviedo, R. y González-Oliva L. (2015). Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba. *Bissea*, 9 (No especial 2), 1-88.
- Pacifici, M., Foden, W., Visconti, P. y James, E. M. (2015). Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change*, 5(3), 215-224.
- Pell, S. M. y Herrera, J. N. (2017). Tarea Vida: Plan del Estado para el enfrentamiento al cambio climático. *SEAPCUBA*, 46 y 47, 10.

- Pérez, J. y Raz, L. (2017). *Dioscoreaceae*. En: Greuter, W. y Rankin Rodríguez, R. (ed.), Flora de la República de Cuba, Ser. A, Plantas vasculares, Fasc. 22
- Pichs, R. (2008). *Cambio Climático, globalización y subdesarrollo* Científico Técnica.
- Pina, F., Cobián, D. y Martínez, J. (2013). *Protocolo para el monitoreo de la ictiofauna en arrecifes coralinos*. Proyecto GEF/PENUD Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas de la Región Archipiélago del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. 24 pp.
- PNUMA Anuario (2010). Avances y progresos científicos en nuestro cambiante medio ambiente. www.unep.org/yearbook/2010.
- Pompa, S., Rueda, R. I. y Mustelier, I. B. (2018). Contribución al rescate de los ecosistemas costeros y montañosos del municipio Frank País. *Revista de Innovación Social y Desarrollo*, 3(2), 8.
- Pouyú, E., Herrera, P. y Ricardo, N. (1992). Flora sinantrópica de Cuba. I. Pteridófitos, gimnospermas y monocotiledóneas. *Acta Botánica Cubana*, 86, 1-9.
- Ramírez, L. (1996). Fronteras ecológicas en ambiente mediterráneo. Implicaciones en la diversidad biológica. Tesis doctoral no publicada. Universidad Complutense de Madrid, <https://eprints.ucm.es/id/eprint/4297/>
- Rangel, N. G. y Posada, B. O. (2013). Determinación de la vulnerabilidad y el riesgo costero mediante la aplicación de herramientas SIG y métodos multicriterio. *Revista Intropica*, 8, 29-42.
- Requelme, J. C. (2019). Análisis de la pérdida de cobertura boscosa y cambio de uso del suelo, mediante el análisis de imágenes satelitales, período 2000 al 2018; en el distrito de chadín, chota, Perú. Tesis de pregrado no editada. Universidad Nacional de Cajamarca 99 pp. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3538>.
- Rey, J. (2004). La toma de decisiones en la gestión y manejo integral de zonas costeras. Caso de estudio: Bahía de Cienfuegos. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.

- Reyes, O. J. (2006). Clasificación de la Vegetación de la Sierra Maestra. *Diversidad de Cuba Oriental*, VIII, 28-42.
- Reyes, O. J. y Acosta, F. (2005). Vegetación terrestre. En: Fong, A., D. Maceira, W. S. Alverson y J. M. Shopland (Eds). *Rapid Biological Inventories. Report 10. Cuba: Siboney-Juticí*. The Field Museum of Chicago, Chicago, 46-50.
- Reyes, O. J., Acosta, F., Oviedo, R. y Bermúdez, F. (1999). La Reserva Florística Manejada Juticí y sus alrededores, notas sobre su flora y vegetación. *Biodiversidad de Cuba Oriental*, III, 26-30.
- Ricardo, N. (2016). Indicadores ecológicos que evalúan el estado de antropización - conservación de las formaciones vegetales, ecosistemas, paisajes y territorios. *Acta Botánica Cubana*, 215 (3), 328-335.
- Ricardo, N., Herrera, P., Cejas, F., Bastart, J. Á. y Regalado, T. (2009). Tipos y características de las formaciones vegetales de Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 203, 1-42.
- Ricardo, N., Herrera, P. y Pouyú, E. (1990). Clasificación de la flora sinantrópica de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 11(2/3), 129-133.
- Ricardo, N. y Cejas, F. (2016). Diversidad vegetal y salud de ecosistemas de la Altiplanicie El Toldo, Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 215(3), 310-327.
- Ricardo, N. y Herrera, P. (2017). Especies vegetales exóticas y nativas que invaden ecosistemas vulnerables en Cuba. Centro Nacional de Área Protegida. La Habana. 343 pp.
- Ricardo, N., Martell, A., Echeverría, R. y González, M. T. (2018). Sinantropismo de la flora, componente de la resiliencia. Un caso de estudio en la Cordillera de Guaniguanico. *Acta Botánica Cubana*, 217, 1, 57-74.
- Ricardo, N., Ley-Rivas, F., Martell, A., Echevarría, R. y González, M. T. (2021). Sinantropismo de la flora. *Acta Botánica Cubana*, 208, 17-32.

- Ripoll-Salcines, R. P. (2018). Jurisdicción del estado cubano para la gestión ambiental en su zona económica exclusiva. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 1(2), 14-26.
- Rivera, Y., Brooks, R. M., Acosta, G., González, A., Martínez, A. (2020). Conectividad y diversidad biológica en la Finca Agroforestal “La Esperanza”, Segundo Frente, Santiago de Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 219 (2), 113-124.
- Rivero, L., Gómez, C. y Martínez, Y. (2020). Estimación del valor recreativo de la vegetación de costa arenosa y daño causado por inundación costera en el Parque Nacional de Guanahacabibes, Cuba. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(2), 131-146.
- Rodríguez, G. (2003). Bases para el manejo sostenible de un bosque de manglar en estado de deterioro. Sector Coloma- Las Canas, Pinar del Rio. Tesis de doctorado no publicada. Universidad de Alicante, España. <https://rc.upr.edu.cu/jspui/handle/DICT/111>.
- Rodríguez, J. P., Keith, D. A., Rodríguez-Clark. K. M., Murray, N. J., Nicholson, E., Regan, T. J., Miller, R. M., Barrow, E. G., Bland, L. M., Boe, K., Brooks, T. M., Oliveira-Miranda, M. A., Spalding. M. y Wit, W. (2015). A practical guide to the application of the IUCN Red List of Ecosystems criteria. *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**: 20140003. <http://rstb.royalsocietypublishing.org/>
- Roig, J. T. (1988). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*. Científico-Técnica.
- Rojas, G., Sierra-Correa, P. C., Lozano-Rivera, P. y López, A. (2010). Guía metodológica para el manejo integrado de las zonas costeras en Colombia. Manual 2: Planificación de la zona costera. Serie de Documentos Generales. *INVEMAR*, 44, 76 pp.
- Rosell, C. F. (2015). Programa de Gestión Ambiental para la UEB Terminal Portuaria de O´Bourke, desde el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Rosete, S., Pérez, J de los A., Ricardo, N. E. y Sánchez, O. (coord.). (2011). *Bosques de Cuba*. Científico-Técnica. La Habana, 192 pp.
- Ruiz, I. (2016). *Áreas protegidas de Cuba*. Centro Nacioal de Áreas Protegidas. La Habana. 386 pp.

- Ruiz-Plasencia, I., Hernández-Albernas, J., Ruiz-Rojas, E. (2019). Catalogo de las áreas protegidas de Cuba. En: I. Ruiz (ed.). *Las áreas protegidas de Cuba*. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. 386 pp.
- Salabarría, D. (2000). Papel del Manejo Integrado de la Zona Costera para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. 5to Congreso de Ciencias del Mar, MARCUBA, La Habana, Cuba.
- Salabarría, D., Pérez, O., Beatón, P., Suárez, A. M., y Castellanos, M. E. (2015). Antecedentes del MIZC en Cuba. Marco teórico y conceptual, en: González-Díaz (Ed). *Manejo Integrado de Zonas Costeras en Cuba: estado actual, retos y desafíos*. Ediciones Imagen Contemporanea, Casa de Altos Estudios Don Fernando Ortiz, Universidad de La Habana, 13-32pp.
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S., Collen, B., Cox, N., Master, L., O'Connor, S. y Wilkie, D. (2008). A Standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of Threats and Actions. *Conservation biology*, 22 (4), 897-911.
- Saldarriaga, C. A. (2007). SIG en el análisis económico de manejo y conservación del medio ambiente y los recursos naturales. *Ensayos de Economía*, 31, 125-136.
- Sánchez, J. A., Pernús, M., Torres-Arias, Y., Furrázola, E., Oviedo, R. y Álvarez, J. C. (2018). Características regenerativas de árboles tropicales para la restauración ecológica de ecosistemas limítrofes al manglar. *Acta Botánica Cubana*, 217 (2), 170-188.
- Sánchez, M. (1942). *Leyes de montes y caza*. Lex-Librería.
- Sankey, T. T. (2012). Woody-Herbaceous-livestock Species Interactions. Pp. 89-114 en R. W. Myser (ed.). *Ecotones Between Forest and Grassland*. Springer Science+Business Media, New York, USA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3797-0_4.
- Schlichter, T. y Laclau P. (1998). Ecotono estepa-bosque y plantaciones forestales en la Patagonia norte. *Ecología Austral*, 8, 285-296.

- Schoemaker, A. (2017). Línea de base ambiental comunitaria ¿Qué es lo que las comunidades pueden hacer para generar sus propias líneas de base ambiental? Tomo 3: Caja de Herramientas Ambientales. Lima. 28 pp.
- Seisdedos, M. (2004). Propuesta de Programa actualizado de monitoreo hidrológico de la Bahía de Cienfuegos como herramienta para el MIZC. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Sobral, M. y Magrach, A. (2019). Restaurando la funcionalidad de los ecosistemas: la importancia de las interacciones entre especies. *Ecosistemas*, 28 (2), 4-10.
- Sullivan, K. y Bustamante, G. (1999). *Setting geographic priorities for marine conservation y Latin America and de Caribbean*. The Nature Conservancy, Biodiversity support Program, USAID, Arlington VA, USA, 146 pp.
- Tapia-Landeros, A. (2012). Recurso natural, sustentabilidad, conservación, preservación: conceptos-jurídico ambientales en las políticas públicas mexicanas. *Derecho Ambiental y Ecología*, 49, 71-78.
- IUCN. (2022). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15. <https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- Vasallo, L. (2019). La crisis de la producción del sistema agroforestal cafetalero en Cuba y su relación con la conservación de la biodiversidad. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 234 pp. www.eltallerdigital.com
- Vélez, L. A y Gómez-Sal, A. (2008). A conceptual and analytical framewor for estimation the ecological integrity of landscape scale. *ARBOR* (729), 31-44.
- Villarroel, T. (2009). Producción Sostenible y Conservación de la Biodiversidad Agrícola en Sistemas Tradicionales: Análisis de la Racionalidad Productiva Ecológica de Alta Montaña. Bolivia. PROMETAS- PBRTA. 21 pp.
- Vitloch, A. L. y León, J. (2020). Flora y vegetación del caletón de Don Bruno, Cienfuegos, Cuba. *Centro Agrícola*, 47 (4), 42-53.

- Vovides, A. P., Iglesias, C., Luna, V., y Balcázar, T. (2013). Botanic gardens and the biodiversity crisis. *Botanical Sciences*, 91(3), 239-250.
- Whittaker, R. S. J. y J. M. Fernández-Palacios. (2007). Island biogeography. Ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford.
- Woodley, S., MacKinnon, K., McCanny, S., Pither, R., Prior, K., Salafsky, N. y Lindenmayer, D. (2019). *Gestión y manejo de áreas protegidas para la diversidad biológica y las funciones del ecosistema*. Editorial Universidad El Bosque y ANU Press. Gobernanza y gestión de áreas protegidas. Bogotá, 697-734.
- Yáñez, A., Twilley, R., y A., Lara, (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Revista Madera y Bosques* 4(2): 3-19.
- Zachos, F. E. y Habel, J. C. (2011) [Eds.]: Biodiversity hotspots – distribution and protection of conservation priority areas. Springer, Berlin XVII, 546 pp.
- Zuñe, F., Abanto, N., Arévalo, M. F., Calderón-Urquiza, D., Noningo, N., Perea, F., Peña, Kevin., Quispe, A., Salazar, C., Tito, S. y Yllanconsan. R. (2016). Línea base de la flora y fauna del Santuario nacional Pampa Hermosa- Sector San Damián. *Revista Ciencia, Tecnología y humanidades*, 7(2), 11-38.
- Zuria, I. y Martínez-Morales, M. Á. (2019). Herramientas de análisis espacial para estudios de biodiversidad. La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Libremex, 21-38.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies presentes en el ecotono manglar-bosque semideciduo.

Especie	Familia	Nombre común	Hábito de crecimiento	Estado de conservación	Origen	uso
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	Fabaceae	Algarrobo	Árbol	NE	Invasora	Maderable y medicinal
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	Almácigo	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal y Ornamental
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Fabaceae	Aroma amarilla	Arbusto	NE	Invasora	
<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae	Yerba de sapo	Hierba	LC	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Cordia glabra</i> L.	Boraginaceae	Ateje	Árbol	NE	Nativa	Maderable y medicinal
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Rutaceae	Ayúa	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Annona glabra</i> L.	Annonaceae	Bagá	Árbol	NE	Nativa	Medicinal, Comestible
<i>Serjania diversifolia</i> Radlk.	Sapindaceae	Bejuco colorado	Trepadora	NE	Nativa + Sinántropa	
<i>Caesalpinia bahamensis</i> Lam.	Fabaceae	Brasilete	Arbusto	LC	Nativa	Medicinal
<i>Citharexylum caudatum</i> L.	Verbenaceae	Canilla de venado	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Maderable
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Cedro	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Hypelate trifoliata</i> Sw.	Sapindaceae	ciqua, yaicuaje	Arbusto	NE	Nativa	Maderable
<i>Coccothrinax litoralis</i> León	Arecaceae	Cocotrinax litorales	Árbol	LC	Endémica	
<i>Crossopetalum ekmanii</i> Alain	Celastraceae	Crosopetalum	Hierba	CR	Endémica	
<i>Codiaeum lucidum</i> (Endl.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Croton lucido	Arbusto	NE	Nativa	
<i>Jacquinia aculeata</i> (L.) Mez	Primulaceae	Espuela de caballero	Arbusto	NE	Nativa	Medicinal
<i>Garcinia clarensis</i> Borhidi	Clusiaceae	Garcinia	Árbol	DD	Endémica	Medicinal

<i>Trichilia hirta</i> L.	Meliaceae	Guaba	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	Guairaje	Arbusto	NE	Nativa	Medicinal
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Humboldt & al. ex DC	Fabaceae	Guamá	Árbol	NT	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Anacardiaceae	Guao	Arbusto	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Cupania americana</i> L.	Sapindaceae	Guarana	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Guásima	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Guira	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Maderable, medicinal y ornamental
<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb.	Putranjivaceae	Huesillo	Árbol	NE	Nativa	Maderable
<i>Casearia spinescens</i> (Sw.) Griseb.	Salicaceae	Jía Prieta	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Erythroxylaceae	Jibá	Arbusto	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Jobo	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable, Medicinal Comestible
<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq. subsp. <i>Foetidissimum</i>	Sapotaceae	Jocuma	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Bucida bruceras</i> L.	Combretaceae	Júcaro	Árbol	NE	Nativa	Maderable
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Lantana	Arbusto	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Thespesia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) J. B. Hutch.	Malvaceae	Majagua negra	Árbol	EN	Endémica	Maderable
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L	Acanthaceae	Mangle prieto	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	Mangle rojo	Árbol	NE	Nativa	Maderable y medicinal

<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	Fabaceae	Marabú	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Passifloraceae	Marilope	Hierba	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal, Ornamental
<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	Heliotropiaceae	Nigua	Arbusto	LC	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Dioscorea pseudocleistogama</i> Raz & J. Pérez	Dioscoreaceae	Ñame	Hierba		Endémica	
<i>Opuntia cubensis</i> Britton & Rose	Cactaceae	Opuntia	Arbusto	LC	Nativa	Medicinal, Comestible, Ornamental
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Sapindaceae	Palo de caja	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn. F	Combretaceae	Patabán	Árbol	NE	Nativa	Maderable
<i>Bromelia pinguin</i> L.	Bromeliaceae	Piña de ratón	Hierba	NE	Invasora + Sinántropa	Medicinal, Ornamental
<i>Plumeria cubensis</i> Urb.	Apocynaceae	Plumeria	Arbusto	NE	Nativa	Ornamental
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	Rompezaraguey	Hierba	NE	Invasora	Medicinal
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Fabaceae	Soplillo	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable
<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.	Bromeliaceae	Tilansia	Hierba	DD	Nativa	Medicinal, Ornamental
<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.	Bromeliaceae	Tilansia	Hierba	LC	Nativa	Medicinal, Ornamental
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Bromeliaceae	Tilansia	Hierba	LC	Nativa	Medicinal, Ornamental
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Bromeliaceae	Tilansia	Hierba	LC	Nativa	Medicinal, Ornamental
<i>Tillandsia valenzuelana</i> A. Rich	Bromeliaceae	Tilansia	Hierba	LC	Nativa	Medicinal, Ornamental
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Boraginaceae	Varía	Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Maderable, medicinal y

						ornamental
<i>Sesuvium maritimum</i> (Walter) Britton, Sterns & Poggenb. link.alt	Aizoaceae	Verdolaga de playa	Hierba	NE	Nativa	Medicinal, Comestible
<i>Cecropia peltata</i> L.	Urticaceae	Yagruma	Árbol	NE	Nativa	Medicinal, Ornamental
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Combretaceae	Yana	Árbol	NE	Nativa	Maderable y medicinal
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Nyctaginaceae	Zarza	Arbusto	NE	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Fabaceae		Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	Medicinal
<i>Manilkara jaimiqui</i> (C. Wright ex Griseb.) Dubard subsp. <i>jaimiqui</i>	Sapotaceae		Árbol	EN	Endémica	Maderable
<i>Adelia ricinella</i> L.	Euphorbiaceae		Árbol	LC	Nativa + Sinántropa	
<i>Bambusa vulgaris</i> Wendl. ex Nees	Poaceae	Caña brava	Árbol	NE	Invasora	Maderable, Medicinal, Ornamental
<i>Behaimia cubensis</i> Griseb.	Fabaceae	Ciruelillo	Árbol	EN	Endémica	Maderable
<i>Caesalpinia glaucophylla</i> Urb. (CUBENSI Bonduc Roxb.)	Fabaceae		Arbusto	CR	Endémica	
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Capparaceae	Mostacilla	Arbusto	LC	Nativa	Medicinal
<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	Apocynaceae	Estrella del norte	Arbusto trepador	NE	Introducida + Sinántropa	
<i>Cupania glabra</i> Sw.	Sapindaceae	Guarana	Árbol	NE	Nativa + Sinántropa	Maderable y medicinal
<i>Eleocharis geniculata</i> (L) Roem. & Schult.	Cyperaceae	Paraguaita	Hierba	LC	Nativa	
<i>Encyclia replicata</i> (Lindl. & Paxton) Schltr.	Orchidaceae		Hierba	NE	Nativa	Ornamental
<i>Stigmaphylum sagraeanum</i> A.	Malpighiaceae	Flor de San	Liana	LC	Nativa +	

Juss.		Pedro			Sinántropa	
<i>Heterosavia bahamensis</i> (Britton) Petra Hoffm.	Phyllanthaceae		Arbusto	LC	Endémica	
<i>Leucocroton flavicans</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae		Arbusto	NT	Endémica	
<i>Malpighia jaguensis</i> F.K. Mey.	Malpighiaceae		Arbusto	A	Endémica	
<i>Manilkara jaimiqui</i> subsp. <i>wrightiana</i> (Pierre) Cronquist	Sapotaceae		Árbol	EN	Endémica	Maderable
<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Smilacaceae	Alambrillo	Liana	LC	Endémica	Maderable
<i>Stigmaphyllon diversifolium</i> (Kunth.) A. Juss.	Malpighiaceae	Flor de san pedro	Liana	LC	Nativa + Sinántropa	

ANEXO 2. GUÍA DE OBSERVACIÓN INTEGRAL

Matriz de evaluación del estado de conservación del ecotono manglar-bosque semideciduo		Calificación		
Criterios	Indicadores	Bajo	Medio	Alto
1.Degradación del ecosistema	1a. Presencia de desechos sólidos			x
	1b. Incendios escapados o provocados	x		
	1c. Discontinuidad en la vegetación nativa		x	
	1d. Modificación del sistema natural por la presencia de especies exóticas invasoras		x	
	1e. Disminución del área ocupada por el ecotono			x
2. Singularidad biológica	2a. Diversidad de especies			x
	2b. Endemismo			x
	2c. Especies con categorías de amenaza			x
	2d. Servicios ecosistémicos			x
3.Amenazas por inadecuado uso de recursos biológicos	3a. Caza furtiva	x		
	3b. Tala ilegal			x
	3c. Pesca y recolección de recursos acuáticos			x
	3d. Extensión del daño		x	
	3e. Elaboración de carbón vegetal			x
4. Intrusión y disturbios humanos	4a. Fragmentación de hábitat por correderos, infraestructuras o senderos		x	
	4b. Cercanía de asentamientos		x	
	4c. Actividades agrícolas o industriales en área aledañas		x	
	4d. Presencia de áreas para acampar	x		
5. Plagas y enfermedades	5a. Presencia de Fitopatógenos	x		
	5b. Parasitismo	x		

Anexo 3. Presencia de especies endémicas y exóticas invasoras en el ecotono manglar-bosque semideciduo, Punta Iguana.

