

Distribución espacial de bosques de manglar integrado al paisaje físico natural y socio-ecológico en la República Bolivariana de Venezuela (Subregión costera continental)

Spatial distribution of mangrove forests integrated to the natural physical and socio-ecological landscape in Venezuela (Continental Coastal continental)

Luz Esther Sánchez-Arias^{*}, Augusto Ruiz-Castro^{*} y Gustavo Martín-Morales^{}**

Recibido: 01-04-2022 / Aceptado:

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo brindar información sobre la relación existente entre las unidades de paisaje de la Subregión Marino Costera Continental y los bosques de manglar. Se hace uso de herramientas geomáticas, análisis de bases históricas de manglar y entrevistas para su caracterización. Entre los resultados obtenidos se destacan el registro de una cobertura total de 44.454,25 ha (444,54, km²) de bosques de manglar para el Caribe Sur Continental, donde las planicies o llanuras sedimentarias inundables (A) presentaron la mayor cobertura con 35.984,78 ha (80,94%); sobre los acantilados de origen tectónico (B) con 8.469,7 ha (19,06%). De las 40 unidades de paisaje analizadas, 30 presentaron bosques de manglar. Las Planicies o llanuras sedimentarias inundables (A) expresada principalmente en las unidades A2 y A3 presentaron el mayor registro de bosques urbanos y periurbanos. La mayor diversidad de tipos fisiográficos se dio en las unidades pertenecientes al Sector (B), y el tipo fisiográfico más predominante en el Caribe Sur venezolano fue el tipo de barra, seguido por el de cuenca. Se concluye que la costa Caribe Sur Continental de Venezuela, tiene representación de bosques de manglar en todos los subsectores de los dos grandes paisajes que la conforman.

Palabras Claves: Manglar, Ecosistema de manglar, Región Marino Costera, Distribución Espacial

* Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

** Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) Campus UNAM

Abstract

The objective of this paper is to provide information on the existing relationship between the landscape units of the Continental Coastal Marine Subregion and the mangrove forests. Geomatic tools, analysis of historical mangrove bases and interviews are used for their characterization. Among the results obtained, the record of a total coverage of 44,454.25 ha (444.54 km²) of mangrove forests for the South Continental Caribbean stands out, where the plains or sedimentary flood plains (A) presented the greatest coverage with 35,984.78 ha (80.94%); over those in cliffs of tectonic origin (B) with 8,469.7 ha (19.06%). Of the 40 landscape units analyzed, 30 presented mangrove forests. The Sedimentary Flood Plains or plains (A), expressed mainly in units A2 and A3, presented the largest record of urban and peri-urban forests. The greatest diversity of physiographic types occurred in the units belonging to Sector (B), and the most predominant physiographic type in the Venezuelan South Caribbean was the bar type, followed by the basin type. It is concluded that the South Continental Caribbean coast of Venezuela has representation of mangrove forests in all the subsectors of the two great landscapes that comprise it

Keywords: Mangrove, Mangrove Ecosystem, Coastal Marine Region, Spatial Distribution

Introducción

El ecosistema de manglar se reconoce como un humedal marino-costero considerado entre los ecosistemas más vulnerables de la banda tropical/subtropical del planeta, sometidos a diversos tensores ambientales en la interface continente/océano (Yañez-Arancibia et al., 2014). Ofrece una serie de servicios ambientales entre los que se destacan la protección costera contra maremotos, tormentas y erosión (Rönnbäck, 2003), la exportación de material energético tanto a aguas costeras adyacentes como a aguas más profundas, el amortiguamiento de contaminantes, y el servir como trampa eficiente de carbono (Chmura et al., 2003; Valiela et al., 2004). Igualmente, se conoce como un ecosistema altamente productivo que provee una gran cantidad de materia orgánica en forma de detritus, la cual sirve de base a la cadena alimenticia tanto a los organismos asociados al manglar como a organismos asociados a otros ecosistemas marino-costeros, (Holguin et al., 2001).

Así mismo, las franjas costeras son unas de las zonas de mayor uso en todo el mundo, y en conjunto las de mayor densidad poblacional, y por lo tanto, existe una fuerte presión sobre estos ambientes, expresada principalmente en contaminación, destrucción, fragmentación de los hábitats y sobreexplotación de los recursos naturales (Green et al., 1996; Cendrero y Fischer, 1997). Si bien, la pérdida de bosques de manglar puede darse por eventos naturales, las causas antrópicas son consideradas como las principales responsables de la pérdida de cobertura de manglar ya que sus efectos poseen una amplia gama de escalas de afectación. Así por ejemplo, las políticas erradas de manejo de recursos han incidido en eventos como el cambio climático, las cuales a su vez tienen una incidencia sobre el nivel del mar (Schlesinger, 2000) y por ende sobre los procesos erosivos en las zonas costeras (Ellison y Farnsworth, 1997; Twilley y Rivera-Monroy, 2005), el cambio de uso de la tierra ha resultado en daños masivos a humedales de manglar, al estar relacionados con el incremento en las tasas de sedimentación y la afectación de la dinámica hídrica de estos humedales, la acuicultura (especialmente las granjas de cultivos de camarón), los derrames de petróleo, la expansión de la agricultura (cultivo de arroz y salmueras), el desarrollo urbano y la tala son consideradas como causas directas de pérdida de manglar (Alongi, 2002). Por su parte, la deforestación tierras arriba, el deterioro de la calidad del agua, son consideradas como causas indirectas de pérdida de manglar (Twilley y Rivera-Monroy, 2005).

Twilley y Rivera Monroy (2005) establecen que los factores que modulan la distribución espacial de los manglares pueden catalogarse desde la escala mínima (unidad de paisaje), a una escala global pasando por la escala ecológica (hidrología y topografía) y por la escala regional (geomorfología, patrón ambiental), por lo tanto, en el momento de analizar las causas que generan cambio o afectación sobre el ecosistema de manglar, estas escalas deben ser tenidas en cuenta. Es así como Pannier y Pannier (1977), mencionaban que la dificultad para interpretar fisio-ecológicamente la distribución de los manglares reside en la complejidad para definir las causas que

determinan la dinámica para el establecimiento de los manglares en diversos paisajes costeros. Estos mismos autores, sugieren que la diferenciación dada bajo un mismo hábitat, está relacionada con el régimen de mareas, la acción de corrientes marinas y el volumen de descarga de los ríos debido a que estos son procesos que afectan directamente la funcionalidad de un ecosistema.

Naveda et al., (2014) menciona que en una Eco-región se pueden analizar dos niveles de abstracción: a) el paisaje físico-natural, el cual comprende las variables estructurales del territorio (bioclima, geología, formas del relieve, drenaje y suelos), permitiendo identificar a la escala 1:100.00, series de relieve que han evolucionado bajo una combinación de fuerzas en las cuales la dominancia de alguna de ellas define de forma particular a la unidad del paisaje y sus límites (este paisaje puede ser asociado con la visión de escala regional para los manglares); y b) el segundo nivel de abstracción vinculado a los paisajes ecológicos, el cual centra su atención en los tipos de bosques como representantes de las relaciones bióticas del paisaje (biodiversidad, flujo genético, cadenas tróficas, conectividad de poblaciones y comunidades), su distribución espacial, así como su grado de intervención y modificaciones antropológicas. Este segundo nivel de abstracción, se puede asociar con la escala ecológica mencionada por Twiley y Rivera-Monroy (2005) para los manglares.

Las costas venezolanas se extienden al norte de su territorio nacional, en una longitud de 3.726 km, desde Castillete en la Península de la Guajira hasta Punta de Playa en la isla de Corocoro, estado Delta Amacuro (Méndez-Baamonde, 2007), conformando la Ecorregión Marino Costera e Insular, donde se identifica la subregión Costera continental que presenta procesos ecológicos únicos, modulados por factores de origen geológico y geomorfológico con una amplia diversidad ambiental, que permite una gran variedad de paisajes y ecosistemas marino costeros. Esta condición explica que en esta sub-ecorregión, la distribución espacial del ecosistema marino de manglar presente una fuerte

asociación con la dinámica físico territorial que genera la interface tierra-agua. En Venezuela se identifican dos formas básicas de acción: en la costas de origen orográfico, compuestas por acantilados rocosos y sedimentarios, bahías de diversos tamaños y abanicos aluviales, las fuerzas modeladoras dominantes están representadas por la tectónica, las mareas, el oleaje, los vientos, la meteorización salina y , las costas sedimentarias compuestas de llanuras costeras, planicies de inundación y delta, las fuerzas modeladoras combinan, algunas de las antes mencionadas junto con los ríos que generan procesos sedimentarios, donde la estructura de los suelos y los mantos freáticos son afectados por la cuñas salinas del mar, determinando la tipología de los paisajes costeros de inundación (Naveda et.al, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo buscar brindar información sobre la distribución actual de los manglares y las condiciones que modulan su respuesta a nivel del paisaje físico natural en la sub-ecorregión continental Caribe descrito en el trabajo de Naveda et al., (2014), con la finalidad que sirva de herramienta para un eventual proceso de restauración del ecosistema de manglar.

Área de Estudio

El área de estudio comprende el Caribe Sur Venezolano, que incluye la franja costera continental que va desde Castilletes hasta la isla de Patos en Boca de Dragón (Península de Paria) con una longitud aproximada de 2.718 km (Figura 1, Línea roja). No incluyen las otras subregiones que conforman la ecorregión (subecorregión del Lago de Maracaibo y la subecorregión Atlántica).

Esta zona es denominada de acuerdo a Naveda et.al., (2014) como subregión Costera Continental que cubre dos grandes paisajes (Planicies o llanuras sedimentarias inundables o no) y acantilados de origen tectónico) compuestas por 6 sectores. Las planicies fluvio marinas poseen tres sectores: A1) Costas del Golfo de Venezuela, Coro y Península de Paraguaná (desde La Guajira hasta Qda. La Vela); A2) Costa de Golfo Triste (desde el Caño Salado hasta el Río San Esteban); y A3) Costas de Barlovento y Barcelona (desde Cabo Codera hasta Qda. Quebradita).

Los otros tres son relieves de origen tectónico, conformando series de acantilados costeros rocosos o terrígenos (sedimentarios) que están interrumpidos por bahías, ensenadas, abanicos aluviales o combinaciones de estos. Estos son: B1) Costa oriental del estado Falcón (desde Qda. La Vela hasta Caño Salado); B2) Cordillera de la Costa Central (desde el Río San Esteban hasta Cabo Codera); y B3) Costas de la Cordillera Oriental (desde la Qda. Quebradita hasta la Qda. San Bonifacio). Naveda et.al., (2014) identifican 25 tipos en las planicies costeras sedimentarias (Sector A) y 15 tipos en las costas de acantilados tectónicos (Sector B).

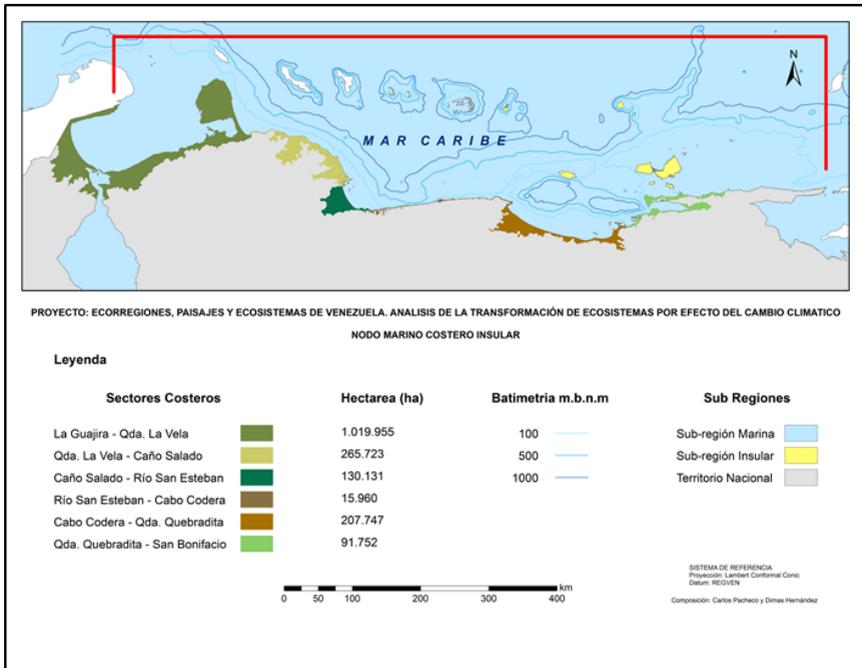


Figura 1. Mapa de la Ecorregión marina, costera e insular, indicando los sectores costeros, formas de los fondos marinos e islas. La Línea roja : establece los límites del área de estudio. Fuente: Naveda et al., 2014.

Metodología

Para la determinación de la distribución espacial de los bosques de manglar, se realizó la actualización de la cartografía Febrero-Marzo del 2021 a partir de imágenes ópticas (Sentinel 2), Sentinel 2A y 2B; con resolución espacial de 10, m y un nivel de corrección 2A, obtenidas desde la página Web de Copernicus Open Access Hub en <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>.

Los canales espectrales utilizados fueron el azul (B2), verde (B3), rojo (B4), infrarrojo cercano (B8) e infrarrojo medio (B11). Las imágenes con nivel de procesamiento L2A (30 escenas), fueron sometidas a un proceso de re-muestreo geométrico de 10 m, y enmascaramiento de nubes-agua; la extracción de las áreas de interés se realizó mediante un Subset. La banda azul, verde, roja, infrarrojo cercano e infrarrojo medio fueron empaquetados y segmentados por el método fusión de regiones genéricas basado en el artículo de Lassalle y otros (2015). Todo este procesamiento se realizó con el software SNAP V-8 (2016). Posteriormente se procedió a una identificación de las clases informacionales de los manglares; empleando el método de análisis visual de las imágenes, firmas espectrales y a partir de los compuestos R- (B8), G- (B11) y B-(B2), NDVI y NDWI, se aplicaron un conjunto técnicas cuantitativas (reglas de decisión basadas en conceptos estadísticos) para semi-automatizar la identificación de los objetos contenidos en cada una de las escenas. Para ello se edita cada segmento con el software QGis v-3.16 (QGIS Development Team, 2020).

Una vez obtenida la distribución espacial de los bosques de manglar se procedió a interceptarla a partir del Software QGIS v-3.16 con las 40 unidades de paisaje físico naturales discriminadas en el trabajo realizado por Naveda et al, (2014) previamente identificadas a partir de fotoimágenes de Google Earth. Teniendo en cuenta que los ecosistemas como elementos constitutivos de los paisajes, pueden ser caracterizados y definidos a partir de la interpretación de la cobertura vegetal (Chacón-Moreno, 2013), para cada tipo físico natural, se calculó la cobertura de los bosques de manglar, ésta información fue vinculada espacialmente con los tipos ecológico Barra, Cuenca, Enano, Sobrelavado y Ribereño

(relacionado con topografía e hidroperíodo), de acuerdo a la clasificación de Lugo y Snedaker (1974). Se definieron bosques urbanos, a aquellos bosques que sobreviven a pesar de haber quedado confinados a un espacio limitado por cambios de origen antrópico, limitando su funcionalidad ecosistémica y bosques periurbanos aquellos que han sufrido cambios históricos por causas de la expansión de la frontera urbana o turística, han tenido una respuesta resiliente y no están limitados espacialmente por obras de infraestructura, pero presentan vulnerabilidad. La distribución espacial de los bosques periurbanos y urbanos se realizó a través del análisis de foto imágenes de Google Earth y la cartografía del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB).

Los tipos fisiográficos (barra, cuenca, enano y ribereño) fueron identificadas a partir las bases de datos georreferenciadas, obtenidas a través de trabajos de campo realizados por el Laboratorio de Protección y Manejo de Cuencas (Departamento de Estudios Ambientales y Geomáticas- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, IVIC) durante los años 2010 al 2018, durante las salidas de campo, se incluyeron observaciones sobre usos y afectaciones a través de entrevistas a los pobladores.

Resultados y Análisis

Para la sub ecorregión marino costera continental correspondiente al Sur del Caribe se observa una cobertura total de 44.454,25 ha de bosques de manglar, este valor no incluye la ecorregión del Lago de Maracaibo. Las planicies o llanuras sedimentarias inundables (A) presentaron mayor cobertura de manglar con 35.984,78 ha (80,94%) sobre los acantilados de origen tectónico (B) con 8.469,7 ha (19,06%) (Figura 2).

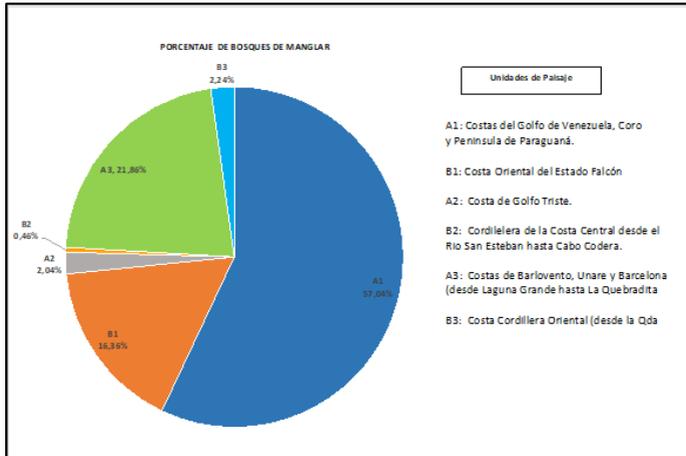


Figura 2. Cobertura en porcentaje de Bosques de manglar para cada Unidad de Paisaje.

De las 40 unidades de paisaje establecidos por Naveda et al, (2014) se registran bosques de manglar en 30 de las unidades específicamente, 19 de las 25 de los sectores (A) y 11 de las 15 unidades establecidas en los sectores (B) (Cuadro1).

El Sector A1, presentó la mayor distribución de manglar con 25.358,42 ha (57%) (Figura 1). Este sector está conformado de acuerdo a Naveda et.al (2014), por sedimentos fluviomarineros que generan una serie de planicies costeras con características diferenciales dentro de la franja climática semi-árida (Bioclima Xérico). En esta zona, las fuerzas que modelan los patrones sedimentarios varían desde los fuertes vientos que generan dunas, corrientes marinas que generan playas arenosas, hasta el efecto de la mezcla de aguas marinas y continentales que dan lugar a sistemas deltaicos, lagunas costeras estuarinas y albuferas. Dentro de las unidades de paisaje correspondientes a este sector, se destaca la unidad de paisaje (A1, Tipo 2) con 17.287,5 ha, correspondiente al complejo Gran Eneal-Sinamaica caracterizado por poseer un relieve de planicies inundables con lagunas costeras de origen fluvial. Esta unidad posee condiciones altamente propicias para el desarrollo del manglar: fuente de agua dulce por los aportes que generan caños como el Socuy,

Guasare y Cachiri (Medina y Barboza, 2003), protección contra el oleaje y los vientos por su ubicación geográfica (al estar ubicado en el complejo Lagunar de Sinamaica) y nutrientes, por el material que aportan los ríos y las corrientes marinas (Cuadro 1). Por su parte, los bosques de manglar de las unidades de paisaje con formas de relieve de planicies bajas, planicie arenosa e inundable en forma de salinas y lagunas costeras y de planicies bajas con dunas móviles, (A1.Tipo 5-14-15, ver Cuadro 1) presentan un menor desarrollo por causa de estrés hídrico al estar ubicados bajo un régimen climático semi-árido con escasez de fuentes constantes de agua dulce. La unidad A.1 Tipo 4, presenta la segunda cobertura de manglar en el Sector A y comparte características similares con la unidad A.1 Tipo 2 pero su posición geográfica hace que tenga mayor influencia marina, una menor protección contra la erosión marino-costera y una menor influencia fluvial (Cuadro 1). El sector A2 registra bosques de manglar en sus dos unidades de paisaje. La primera corresponde a la unidad A2. Tipo 21, presenta 841,35 ha (Cuadro 1), ubicadas en una gran planicie costera, con tendencia anegamiento y poca influencia marina. Su dinámica de inundación está fuertemente relacionada con el río Yaracuy y Urama, Aroa y con los ciclos hidrometeorológicos. El arrastre de sedimentos por los ríos crea barreras arenosas cercanas a la costa, que son colonizadas por el bosque de manglar, por las corrientes marinas presentes en la zona, estos bosques no registran deltas. La unidad A2.Tipo 22, conforma una secuencia de ciénagas y caños con fuerte influencia de ambientes carbonatados provenientes del cerro Mostrenco (FM Capadare), planicies cenagosas de las cuencas de los ríos Goaguaza y San Esteban y humedales salinos costeros. En esta unidad el manglar se distribuye en pequeños parches formando barras (Cuadro 1).

El sector A3 presenta un total de 9.667,46 ha (Cuadro 1) de bosques de manglar distribuidos en 5 unidades de paisaje a lo largo de una gran llanura sedimentaria aluvial que muestra diferentes paisajes dependiendo de los niveles de sedimentación, la estructura de los suelos y su dinámica climática e hidráulica. La unidad de paisaje A3.

Tipo 25 presenta una forma de relieve de planicie inundable limo-arcillosa con ríos, caños y salinetas, registra un total de 8487,7 ha (87,7%) del total de este sector. En ésta unidad se encuentran complejos lagunares como los de Salinas, San Francisco, Laguna Grande, Buche, Carenero, La Reina, Tacarigua. De acuerdo a Naveda et al., (2014), dicha planicie está modelada por sus ríos, manteniendo un patrón de planicie de desborde y en la medida que se acerca a la costa los desbordes de los ríos y el empuje del mar tierra adentro, permiten el desarrollo de un sistema de canales y caños, lagunas costeras con albuferas que limitan con el mar a través de una franja arenosa de sedimentos alóctonos lo que conforma la línea de playa y que solo es interrumpida por las bocas de los ríos. El resto de las unidades de paisaje presentan coberturas menores de manglar vinculadas a planicie inundable arcillosa con borde costero arenoso y planicies deltaicas.

Cuadro 1. Sectores y Unidades de paisajes (Naveda et al., 2014) y características asociadas de los bosques de manglar (elaboración propia)

Sectores	Unidad de paisaje geomorfológico /TIPO	Descripción	Cobertura manglar (ha)	Paisaje ecológico/ Tipos fisiográficos (*)	Presencia de bosques urbanos	Presencia de bosques periurbanos
A1) Costas del Golfo de Venezuela, Coro y Península de Paraguaná	A1. TIPO 1	Costa baja castilletes Paraguanchón	804,15	B, C	NO	NO
	A1. TIPO 2	Costa inundable del Gran Eneal Sinamaica	17.267,5	B,C,R	NO	SI
	A1. TIPO 3	Llanura costera de Maracaibo	719,52	B,C	SI	SI
	A1. TIPO 4	Costa inundable del humedal Los Olivitos-Borojó.	5.114,10	B, C,R	NO	SI
	A1. TIPO 5	Costa baja Borojó-El Pauji-Arajo.	321,29	B	NO	NO
	A1. TIPO 6	Delta río Mitare	397,25	B, R	NO	NO
	A1. TIPO 10	Costas con humedales y terrazas terciarias	423,5	B	NO	SI
	A1. TIPO 11	Costa de acantilados con delgada franja de playa.	128,9	B	SI	NO
	A1. TIPO 12	Playas con pequeñas planicies inundables.	66,05	B	NO	NO
	A1. TIPO 13	Playas con médanos costaneros de Pta. Macolla - Cabo San Román.	1,39	C	NO	NO
	A1. TIPO 14	Playas de arena finas con arrecifes en barrera y humedales costeros.	91,59	B,C,S	NO	SI
	A1. TIPO 15	Costas someras con lomas arenosas	23,18	C	NO	NO
	B1. TIPO 18	Acantilados terrígenos con estrechas franjas de playas.	125,06	B,S	NO	NO
	B1. TIPO 19 (*)	Llanuras costeras con humedales (Lagunas costeras, ciénagas y salinetas).	3.434,75	B,C,R	NO	NO

(*) : C: Cuenca; B: Barra; S: Sobrelavado ; E: Enano ; R:Ribereñ

	B1. TIPO 20 (*)	Complejo costero de ensenadas tectónico - coralinas y acantilados calcáreos del cerro Chichiriviche.	3.711,3	B,C,S,E,R	SI	SI
A2) Costa de Golfo Triste	A2. TIPO 21	Llanura costera de desborde de los ríos Aroa y Yaracuy, con línea de costa arenosa.	841,35	R,B	NO	SI
	A2. TIPO 22	Costa con abanicos aluviales de los ríos Goaigoaza-San Esteban y humedales.	67,25	B,R	SI	SI
B2) Cordillera de la costa central desde el Río San Esteban hasta Cabo Codera	B2. Tipo 23	Acantilado rocoso.	191,85	B	NO	SI
	B2. TIPO 24	Paisajes sedimentarios intercalados en los acantilados (bahías, ensenadas y abanicos coluvio- aluviales).	11,92	B,C,	NO	NO
A3) Costas de Barlovento, Unare y Barcelona (desde Laguna Grande al sur de Cabo Codera hasta la Qda. Quebradita, entre Puerto La Cruz y Guanta	A3. TIPO 25	Llanura costera inundable de Barlovento.	8487,77	B,C,R	SI	SI
	A3. TIPO 29	Lagunas costeras Unare - Piritu.	827,3	B	NO	SI
	A3. TIPO 30	Delta del río Unare	304,4	B	NO	SI
	A3. TIPO 31	Llanura Costera del río Neveri	67,2	B,C	NO	SI
	A3. TIPO 32	Llanura costera e Maguey	31,09	B	SI	SI
	B3. TIPO 33	Acantilados rocosos fracturados y basculados con penínsulas y ensenadas.	231,32	B,C,E,R	SI	SI
B3) Costas de la Cordillera Oriental (desde la Qda. Quebradita hasta Punta Narizona en el Promontorio de Paria)	B3. TIPO 34	Abanicos aluviales con humedales asociados	503,42	B,C,E	SI	NO
	B3. TIPO 36	Acantilados rocosos con lomeríos y ensenadas.	23,49	B	NO	NO
	B3. TIPO 38	Costas con playas y taludes de marea	4,17	B,S	NO	NO
	B3. TIPO 39	Complejo Península y laguna de Chacopata	157,1	B,C	NO	SI
	B3. TIPO 40	Acantilados terrígenos y costas llanas con lagunas marcales.	75,09	B,S	NO	SI

En referencia a los relieves de origen tectónico, el sector B1 conforma una línea de costa muy irregular que intercala acantilados sedimentarios y llanuras costeras propensas a inundaciones a lo largo de 200 km de costa. Registra bosques de manglar de diversas formas en sus tres unidades de paisaje. Por ejemplo, (B1.Tipo 38), presenta la menor cobertura de manglar, debido a que la forma de relieve comprende línea de playa delgada con acantilado sedimentario altamente erosionado por el mar. La mayor cobertura de manglar de este Sector, la presenta la unidad B1.Tipo 20 con un total 3.711,3 ha en esta unidad los paisajes de acantilados y llanuras costeras adquieren unas características adicionales debido a la presencia de barreras coralinas y la acción tectónica expresada en el hundimiento tectónico de Cuare, conformando el Complejo Cuare Morrocoy y un conjunto de lagunas costeras y canales marinos (Naveda et al., 2014). Si se analizan los factores que determinan la distribución de manglar en el sector B1, se cumple la misma condición del sector A1, los planos inundables, los humedales estuarinos independiente de su origen, favorecen el desarrollo de los manglares y superan la distribución del manglar en las áreas de playa (Cuadro 1). El sector B2, ocupa todo el frente norte de la cordillera de la costa central, este complejo, conforma una línea de costa, básicamente de acantilados rocosos sin línea de playa, interrumpidos secuencialmente por pequeñas unidades de playas con formas de bahías, ensenadas y abanicos coluvio – aluviales. La unidad (B2. Tipo 19) que presenta un total de 3.434,75 ha, y comprende planicies de inundación bajo el control de los ríos, presentan planicies costeras amplias que se hacen más pantanosas. En la unidad B2. Tipo 23, el ecosistema de manglar se registra en rodales en bahías y ensenadas protegidas formando predominantemente bosques de barra con una cobertura total de 191,85 ha, la forma de relieve para esta zona es de acantilado rocoso de origen tectónico. Los bosques de este sector se distinguen por su desarrollo y belleza paisajística, reciben aportes fluviales. El subsector B2. Tipo 24 está conformado por unidades sedimentarias intercaladas a lo largo de los acantilados de origen-coluvio aluvial, en esta zona el bosque se ubica en pequeños parches asociados exclusivamente a desembocaduras de ríos y quebradas intermitentes (Cuadro 1). Esta

zona presenta una alta dinámica tectónica y como particularidad presenta un bosque relictual de manglar de 4,08 ha a más de 3 metros sobre el nivel del mar, asociado a una laguna de origen freático y sin intercambio mareal. El sector B3 al comparar con otros sistemas, es el que presenta menor cobertura de manglar debido a que las formas de relieve presentes no favorecen la expansión del mismo a excepción de la forma de releve de planicies aluviales en forma de abanico o delta como fase de salida al mar de algunos ríos (Santa Fe, Manzanares, Cautaro, Guaracayal, Marigüitar, Tarabacoa, Cachamaure y otros). Los mismos se ubican entre tramos de acantilado, en planicie caños abandonados y pequeñas lagunas costeras. En cuanto a las fuerzas externas y los grandes paisajes, la mayor intervención histórica se presenta en las Planicies o llanuras sedimentarias inundables (A). Donde los subsectores A2 y A3 registran la mayor presencia de unidades de paisaje con bosques urbanos y periurbanos (Figura 3).

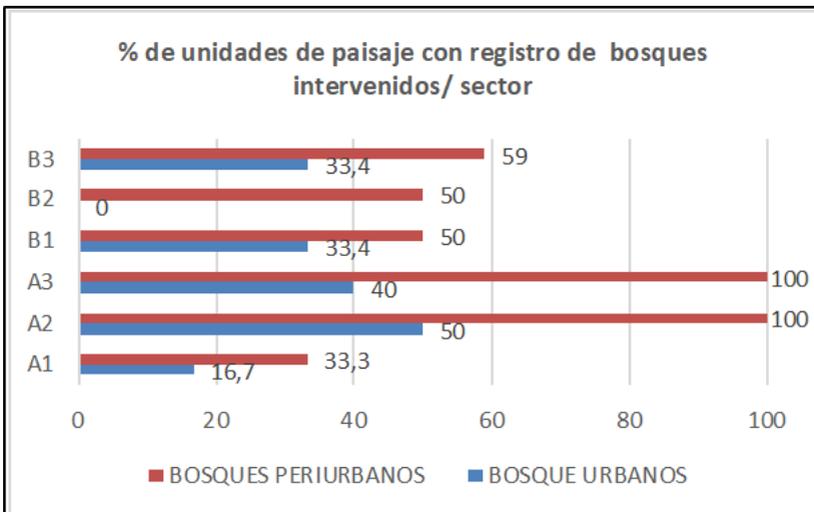


Figura 3. Porcentaje de Unidades de Paisaje con presencia de bosques urbanos y periurbanos. Fuente: elaboración propia.

Por su parte, las unidades de paisaje de origen tectónico (B) en conjunto presentaron los menores porcentajes de intervención histórica. Llama la atención que este gran paisaje presenta una menor densidad poblacional al comparar con el paisaje de llanuras sedimentarias inundables (INE,2014), pero a su vez presenta las menores coberturas de manglar (Cuadro 1), así mismo al analizar las coberturas presentes en los grandes paisajes A y B, el gran paisaje A superó ampliamente en cobertura al paisaje B, es claro entonces, que existen fuerzas más allá de las de origen antrópicas que determinan las dimensiones de cobertura de los bosques de manglar (Figura 3).

Al analizar los tipos fisiográficos de los bosques de manglar y los paisajes asociados, se observa que presentan patrones definidos de acuerdo a la forma de relieve de cada unidad de paisaje, es así, como las playas se asocian con bosques de barra y de sobrelavado, los planos de inundación se asocian con bosques de cuenca, los ríos y los deltas con bosques de tipo ribereño, los bosques enanos se relacionan con suelos con pH alcalino que reciben material alóctono carbonatado cuya fuente puede tener o no origen biogénico (Cuadro 1, Figura 4); indicando que las unidades de paisaje presentes en la Sub-región marino costera continental de Venezuela están modulando la productividad, desarrollo y composición de especies (FAO,1994).

En general, el tipo fisiográfico más predominante en todo el Caribe Sur Venezolano, es el bosque de barra, donde normalmente, predomina la especie *Rhizophora.mangle*, le sigue el bosque de cuenca, el cual generalmente, registra una dominancia de *Avicennia germinans* que puede estar entremezclada con *R. mangle* y/o *Laguncularia racemosa*; esta composición puede variar de acuerdo a las condiciones específicas de cada unidad de paisaje (Lugo y Snedaker, 1974, Pannier y Pannier, 1974). La mayor diversidad de tipos fisiográficos, se dan en los paisajes de origen tectónico (Figura 4).

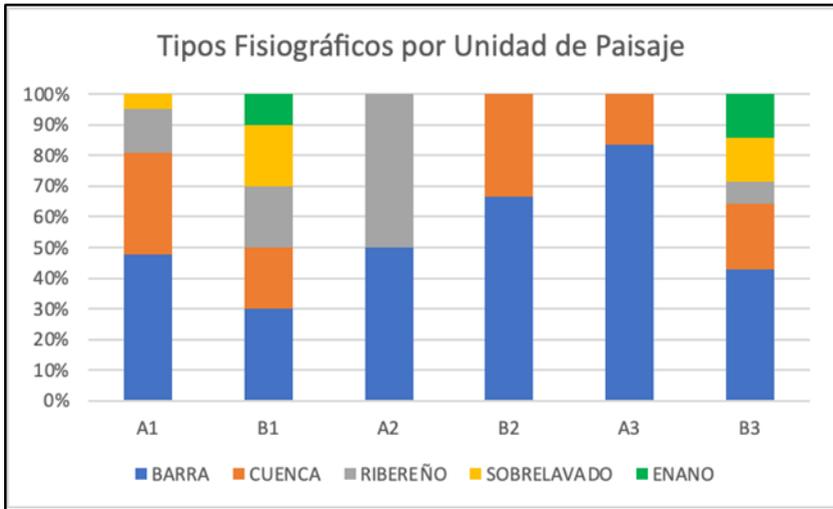


Figura 4. Tipos fisiográficos presentes en bosques de manglar de acuerdo a la unidad de paisaje. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones:

Al integrar los resultados obtenidos se puede afirmar que la costa Caribe Sur Continental de Venezuela, tiene representación de bosques de manglar en todos los subsectores de los dos grandes paisajes que la conforman, cuya extensión depende de las características geomorfológicas de cada unidad de paisaje, las cuales a su vez, determinan la diversidad tipos fisiográficos de manglar y su nivel de vulnerabilidad. Una vez analizadas las unidades de paisaje presentes en la subregión marina continental, la distribución espacial asociada de los bosques de manglar, vinculando el tipo fisiográfico predominante y su historia de cambio a partir de la presencia o no de bosques urbanos o periurbanos resilientes, se concluye que los bosques pertenecientes al subsector A1, Golfo de Venezuela, Coro y Península de Paraguaná, son especialmente vulnerables a procesos de sedimentación y erosión marino costera, luego todo desarrollo marino-costero y terrestre que implique fuente de contaminación o alteración de la dinámica hídrica se constituye en una amenaza para su conservación.

Los bosques pertenecientes al subsector B1 y B3, presentan una mayor complejidad al registrar diferentes tipos de dinámicas que implican un equilibrio dinámico de tipo multifactorial lo que hace que sean altamente vulnerables a cualquier cambio, tanto a nivel terrestre como marino-costero. En cuanto a los bosques del subsector A2, por tener una representación importante del tipo ribereño, toda alteración de la cuenca asociada se constituye en una amenaza para su conservación, estos bosques en la actualidad presentan niveles importantes de alteración, por lo que su equilibrio puede alterarse con mayor facilidad. Los bosques del sector B2, por su baja cobertura y su representación única, son altamente vulnerables a los cambios de cualquier naturaleza, a nivel local y regional, estos bosques ameritan una figura especial de protección. Por último para los bosques del subsector A3 al tener los mayores registros tanto de bosques urbanos como periurbanos y estar principalmente representados dentro de sistemas lagunares son altamente vulnerables a la sedimentación, y a la alteración de la dinámica hídrica, su capacidad de carga está al límite, y puede verse vulnerada con cualquier proceso que implique aumentar la presión. Estos bosques, deben ser manejados a partir de sus condiciones sitio específicas actuales, su análisis debe cubrir aspectos a escala detallada y regional para asegurar su conservación.

Agradecimientos: los autores quieren expresar sus agradecimientos al proyecto "Ordenación forestal sustentable y conservación de bosque en la perspectiva Ecosocial", como uno de los aportes técnico científicos realizados en función de ofrecer información y herramientas para fortalecer el manejo forestal sustentable en la Región.

Referencias

- Alongi, A (2002). Present state and future of the world's mangroves forest. *Environmental Conservation* 29 (3): 331-349.
- Cendrero A, Fischer DW (1997). A procedure for assessing the environmental quality of coastal areas for planning and management. *Journal of Coastal Research* 13:732-744.
- Chmura, G. L., Anisfeld, S. C., Cahoon, D. R., and Lynch, J. C. (2003). Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils. *Global Biogeochemical Cycles* 17(4):1-22
- Ellison, A. M. y E.J. Farnsworth (1997). Simulated sea level change alters anatomy, physiology, growth, and reproduction of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) *Oecología* 112: 435-446.
- Food and Agriculture Organization (1994) Mangrove Forest Guidelines. FAO Forestry Paper. 117. Rome Italy. 319p
- Green EP, Mumby PJ, Edwards AJ, Clark CD (1996). A review of remote sensing for the assessment and management of tropical coastal resources. *Coastal Management* 24: 1-40.
- Holguin, G., P. Vazquez y Y. Bashan (2001). The role of sediment microorganism in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystem: an overview. *Biology and FertilitySoils* 33: 265-278.
- INE (2014) Censo Nacional de Población y Vivienda. Resultado Total Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Poder Popular del Despacho de la Presidencia y Seguimiento de la Gestión de Gobierno Instituto Nacional de Estadística. 68p
- Lugo, A.E. and S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:39-64.
- Medina y Barboza (2003). Manglares del sistema del lago de Maracaibo: caracterización fisiográfica y ecológica. *Ecotropicos* 16(2): 75-82
- Méndez-Baamonde, J. (2007). Costas, litorales del Caribe y del Atlántico, islas y archipiélagos. Las profundidades marinas. En: *GeoVenezuela*, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales. Caracas: Fundación Empresas Polar. (184-237).

- Naveda, J., Montezuma, A., Romero, L., A, Martínez, J.C., Delgado, M., Rodríguez, Y (2014). Ecorregiones, Paisajes y Ecosistemas de Venezuela: análisis de la transformación de ecosistemas por efecto del cambio climático: Ecorregión Marino-Costera-Insular. 2do Informe de avance técnico-administrativo del proyecto ECOMAP_CC. Caracas-Venezuela.74 p.
- Pannier, F. y R.F. Pannier (1977) Interpretación fisioecológica de la distribución de manglares en las costas del continente americano. *Interciencia* 2 (3): 153-162.
- Rönnbäck, P., Moberg, P (2003). Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. *Ocean & Coastal Management* 46 (1-2) :27-46
- Schlesinger, W.H (2000) Biogeoquímica. Un análisis del cambio global. Editorial Ariel, S.A. Barcelona, España. 577.p.
- Twilley, R. y V. Rivera-Monroy (2005). Developing performance measures of mangrove wetlands using simulation models of Hydrology, nutrient, biogeochemistry and community dynamics. *Journal of Coastal Research* 40: 79-93.
- Valiela, I., Rutecki, D., Fox, S (2004). Salt marshes: biological control factors of food webs in a diminishing environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 300:131-159.
- Yáñez-Arancibia, A. , Day, J., Twilley. R., y R.H. Day (2014). Manglares: ecosistema centinela frente al cambio climático, Golfo de México. *Madera y Bosques* . 20:39-75

Abreviaturas, acrónimos y siglas

ABE	Adaptación basada en ecosistemas
CIGA	Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
DEAG	Departamento de estudios ambientales y geomática
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FRA	The Global Forest Resources Assessments
INPARQUES	Instituto Nacional de Parques
IVIC	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
LPMC	Laboratorio de Protección y Manejo de Cuencas
MINEC	Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo
Qda	Quebradita/quebrada
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Símbolos y unidades

%	porcentaje
=	igual
C°	centígrado
C	carbono
ch ₄	metano
co ₂	dióxido de carbono
cm	centímetros
cm ²	centímetros cuadrados

cm ³ o cc	centímetros cúbicos
ha	hectárea
m	metros
m ³ /ha/año	metros cúbicos/hectárea/año
km	kilómetros
km ²	kilómetros cuadrados