

**CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y
CONTENIDO DE CARBONO DE LOS BOSQUES DE
MANGLAR EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DEL
CONSEJO COMUNITARIO LA PLATA, BAHÍA
MÁLAGA, VALLE DEL CAUCA**



Preparado por Alejandra Monsalve y German Ramírez.
Medellín, Diciembre de 2015.

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE TABLAS	4
LISTADO DE FIGURAS	5
LISTADO DE ANEXOS	6
INTRODUCCIÓN	7
METODOLOGÍA	8
Área de estudio	8
Materiales y métodos	10
Caracterización estructural y composición florística	10
Estimación de los contenidos de carbono en la biomasa	11
Estimación de los contenidos de carbono en la necromasa	14
Estimación de los contenidos de carbono en el suelo	17
RESULTADOS	19
Caracterización estructural y composición florística	19
Composición florística	19
Estructura	20
Latizales	21
Error de muestreo	22
Estimación de los contenidos de carbono en la biomasa	22
Biomasa aérea total y contenido de carbono	22
Biomasa de raíces y contenido de carbono	23
Relación biomasa aérea y subterránea	23
Estimación de los contenidos de carbono en la necromasa	24
Estimación de los contenidos de carbono en el suelo	25
Carbono orgánico, Nitrógeno y Fósforo	25
Carbono orgánico total (Mg/ha)	26
Contenido de Carbono Total	27
DISCUSIÓN	27
Caracterización estructural y composición florística de parcelas	27
Estimación de los contenidos de carbono en la biomasa	28
Biomasa aérea	28
Biomasa subterránea	30
Relación biomasa aérea-subterránea	32



Estimación de los contenidos de carbono en la necromasa	32
Estimación de los contenidos de carbono en el suelo.....	33
Carbono total	33
Carbono orgánico (%)	35
Densidad aparente:	35
Contenido de Carbono Total.....	35
BIBLIOGRAFIA	36
ANEXOS	39



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Modelos desarrollados para bosques de manglar del Choco Biogeográfico.....	12
Tabla 2. Número de individuos apeados por especie para la formulación de las ecuaciones desarrolladas por Saldarriaga (2011).	12
Tabla 3. Densidad de la madera reportada por Saldarriaga (2011) para las especies presentes en la zona.....	13
Tabla 4. Valores promedio de variables estructurales y ambientales de los bosques de manglar en Bahía Málaga, Valle del Cauca.	21
Tabla 5. Porcentaje de Carbono orgánico (CO), densidad aparente (DA) y Carbono orgánico total en tres profundidades de suelo para los bosques de manglar de Bahía Málaga, Valle del Cauca.	27
Tabla 6. Carbono y biomasa aérea reportados para diferentes bosques de manglar.	29
Tabla 7. Biomasa de raíces y biomasa aérea reportada para diferentes bosques de manglar.....	31
Tabla 8. Carbono orgánico total (COT), carbono orgánico (%CO) y densidad aparente (Da) reportados para diferentes bosques de manglares y otros ecosistemas.....	34

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de 45 parcelas permanentes de monitoreo de carbono establecidas en Bahía Málaga, 10 en Marzo de 2014 (Parcelas I) y las 35 restantes entre julio y agosto de 2015 (Parcelas II). ...	9
Figura 2. Conformación de la cuadrícula en una parcela de 500 m ² (20 m x 25 m), en la cual se muestra el sistema de coordenadas cartesianas (X, Y) en intervalos de cinco metros.	10
Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo de parámetros fisicoquímicos en la parcela permanente de 500 m ² . Los puntos fueron ubicados en los cuadrantes 7 y 14.	11
Figura 4. Método línea-intersecta para la estimación de biomasa en detritos de madera muerta, modificado de Kauffman y Donato (2012).	15
Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos en la parcela permanente de 500 m ² . Los puntos fueron ubicados en los cuadrantes 5, 8, 10, 13 y 16.	17
Figura 6. Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia - IVI – (IVI = Dominancia relativa + Abundancia relativa) de 45 parcelas permanentes en bosques de manglar en Bahía Málaga.	20
Figura 7. Abundancia de latizales en los bosque de manglar de Bahía Málaga, Valle del Cauca.	21
Figura 8. Comportamiento de la biomasa aérea (ton ha ⁻¹) de 45 parcelas permanentes establecidas en Bahía Málaga (Valle del Cauca).	22
Figura 9. Comportamiento de la biomasa de raíces (ton ha ⁻¹) de 45 parcelas permanentes establecidas en Bahía Málaga (Valle del Cauca).	23
Figura 10. Relación promedio biomasa aérea – subterránea para cada una de las especies presentes en la zona de estudio.	24
Figura 11. Porcentaje de participación de la necromasa presente en detritos finos, detritos gruesos y árboles muertos en pie.	25
Figura 12. Nitrogeno (N), Fosforo (P) y Carbono Orgánico (CO) en tres profundidades de suelo para los bosques de manglar de Bahía Málaga, Valle del Cauca. 95% de Fisher, LSD intervalos.	26



LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PARCELAS PERMANENTES ESTABLECIDAS EN BAHÍA MÁLAGA, VALLE DEL CAUCA.	39
ANEXO 2. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES NO ESPECÍFICAS DEL MANGLAR ENCONTRADAS EN EL MUESTREO.....	76

INTRODUCCIÓN

Los manglares son bien conocidos por la gran variedad de bienes y servicios ambientales que ofrecen, entre estos, su alta acumulación de C (Carbono), estos pueden almacenar cantidades de C aún mayores a 1.000 ton C ha⁻¹ (Donato *et al.*, 2011), sin embargo, estos ecosistemas están siendo altamente amenazados por deforestación y degradación. Los bosques de manglar representan menos del 1% de los bosques tropicales y menos de 0,4% de los bosques del mundo (Spaulding *et al.*, 2010), pero tienen una de las tasas de deforestación más alta (Duke *et al.*, 2007), la conversión de la tierra ha provocado la pérdida de más de un tercio de los manglares en los últimos 20 a 50 años (Alongi, 2002). Las causas de esta deforestación y degradación son, la agricultura, acuicultura, la conversión de la tierra y desarrollo costero, perturbaciones que generan pérdidas de biomasa y la consecuente descomposición de materia orgánica que provoca la liberación de grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera (Lovelock, 2011). Dadas las grandes existencias de C en los manglares, las emisiones resultantes son muy altas y fuente importante de gases de efecto invernadero. La protección y restauración de los manglares constituyen entonces una estrategia de mitigación del cambio climático (Adame *et al.*, 2013).

A nivel mundial, los bosques de manglar son generalmente subestimados, sobreexplotados y mal administrados (Ewel *et al.*, 1998), sin embargo, su importancia para los seres humanos, la fauna y el equilibrio global del carbono es fundamental (Walters *et al.*, 2008). Los impactos antrópicos y el cambio global han incitado el interés científico en estimar las existencias y la tasa de cambio del carbono, el establecimiento de parcelas constituye una herramienta fundamental para la elaboración de proyectos forestales que busquen mitigar el calentamiento global; por medio de esta información y el monitoreo de parcelas se permite hacer estimaciones de aumento de la biomasa y carbono en el ecosistema.

El objeto de este estudio es caracterizar la estructura y estimar el contenido de carbono de los diferentes compartimentos del bosque de manglar de Bahía Málaga a partir del establecimiento de 45 parcelas permanentes de monitoreo en el marco del Convenio 003-15 de 2015 suscrito entre la Fundación Natura, el Centro de Investigación en Ecosistemas y Cambio Global – Carbono & Bosques y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés –INVEMAR. Esta información permite desarrollar la línea base para participar en las estrategias de mitigación del cambio climático, como la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD), que contribuyen a la protección, restauración y aprovechamiento sostenible de las áreas de manglar.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se desarrolló en Bahía Málaga, situada en la región central de la costa Pacífica colombiana, a 36 km aproximadamente del norte del puerto de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca (Figura 1). Su forma es alargada en dirección N-NE y se caracteriza por poseer varios biotopos localizados en forma dispersa en toda su longitud, tales como: playas arenosas, playas rocosas, acantilados terciarios y manglares (INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA, 2006).

Bahía Málaga se localiza en la zona central de la Región bio-geográfica Chocó-Darién, también llamada Chocó Biogeográfico o corredor Tumbes-Chocó-Magdalena, una de las de mayor importancia para la biodiversidad mundial o *hotspots*. Esta zona conforma un vasto mosaico de conservación: en el ámbito marino, el Parque Nacional Natural (PNN) Uramba Bahía Málaga, que abarca una extensión de 470,9 km²; en el ámbito costero, se encuentran dos áreas protegidas regionales, el Parque Natural Regional (PNR) La Sierpe (251,8 km²), y el Distrito de Manejo Integrado (DMI) La Plata (67,9 km²) (García, 2010).

Adicionalmente, en la zona de Bahía Málaga existen cinco consejos comunitarios: el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata, el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Juanchaco, el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Ladrilleros, el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de La Barra y el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Puerto España – Miramar.

El primero, La Plata, se encuentra ubicado en la parte interna de la Bahía. En su sistema de gobierno propio tienen, código de régimen interno, Plan de Administración de los Recursos naturales y un reglamento para el manejo del Ecoturismo en su territorio, que en la actualidad posee un área de 7.000 ha aproximadamente titulada de forma colectiva por la ley 70 de 1993 y el decreto 1745 de 1995. Por el momento luchan de forma jurídica para que el gobierno nacional les reconozca 25.000 ha de uso ancestral colectivo. El presente estudio se desarrolló específicamente en las zonas de bosque de manglar del área de uso ancestral colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata (Figura 1).

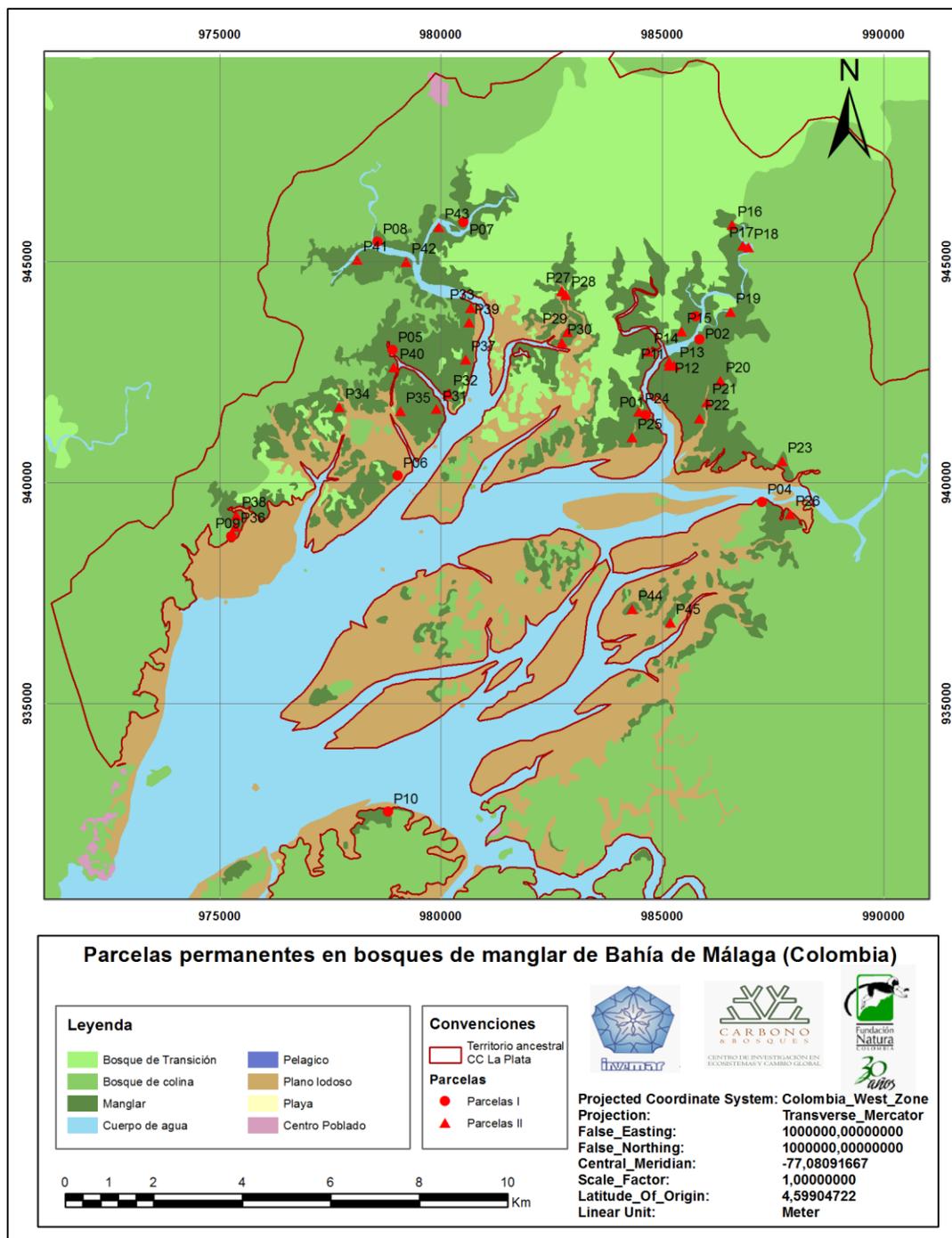


Figura 1. Ubicación de 45 parcelas permanentes de monitoreo de carbono establecidas en Bahía Málaga, 10 en Marzo de 2014 (Parcelas I) y las 35 restantes entre julio y agosto de 2015 (Parcelas II).

Materiales y métodos

Caracterización estructural y composición florística

Se establecieron 45 parcelas permanentes de 500 m² (20 x 25 m) para el monitoreo de la vegetación, 10 en marzo de 2014 y las 35 restantes entre julio y agosto de 2015 (Figura 1). Cada una fue subdividida en 20 cuadrantes de 5 x 5 m (Figura 2) y se realizaron mediciones a todos los árboles con diámetro normal (D a 1,30 m de altura sobre el nivel del suelo o 30 cm por encima de la última raíz aérea) mayor o igual a 2,5 cm. La altura total (H) fue medida de forma aleatoria al 30% de los individuos, de manera directa con vara extensible a los árboles de menor tamaño (< 5 m), y de manera indirecta con hipsómetro SUUNTO a los árboles de mayor tamaño (\geq 5 m). Mediante el modelo alométrico $H=b_0 \cdot D^{b_1}$, se estimaron las alturas restantes. En la parte inferior izquierda de la parcela se marcó una subparcela de 100 m² (10 x 10 m), donde se midieron todos los diámetros y el 30% de las alturas de los arbolitos con altura mayor a 1,0 m y D menor a 2,5 cm (latizales). Cuando los individuos no alcanzaron 1,30 m de altura, el diámetro fue medido a la mitad de la altura total. Adicionalmente, todos los individuos medidos fueron identificados taxonómicamente en campo, marcados con placas de aluminio y pintados en el punto de medición del D para identificarlos en posteriores remediciones.

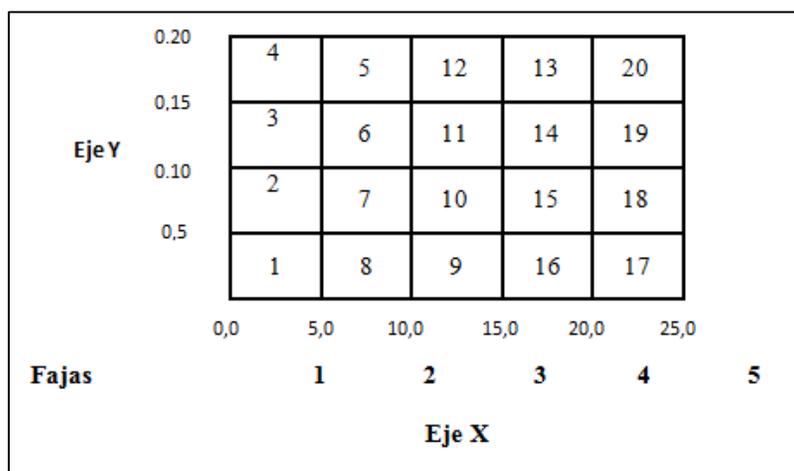


Figura 2. Conformación de la cuadrícula en una parcela de 500 m² (20 m x 25 m), en la cual se muestra el sistema de coordenadas cartesianas (X, Y) en intervalos de cinco metros. La parcela está conformada por cinco fajas de 5 m x 20 m y estas a su vez por cuatro cuadrantes de 5 m x 5 m, los cuales son las unidades de las labores desarrolladas en campo.

Sobre dos puntos distribuidos sistemáticamente en cada parcela (Figura 3), a 0m, 0,5m y 1m de profundidad, fueron tomadas muestras de agua intersticial para determinar valores de salinidad y pH, con conductímetro y pH-metro respectivamente. Adicionalmente, se tomaron datos de observaciones realizadas en la parcela (Anexo 1) y se estimó el porcentaje de cobertura de helecho de manera visual.

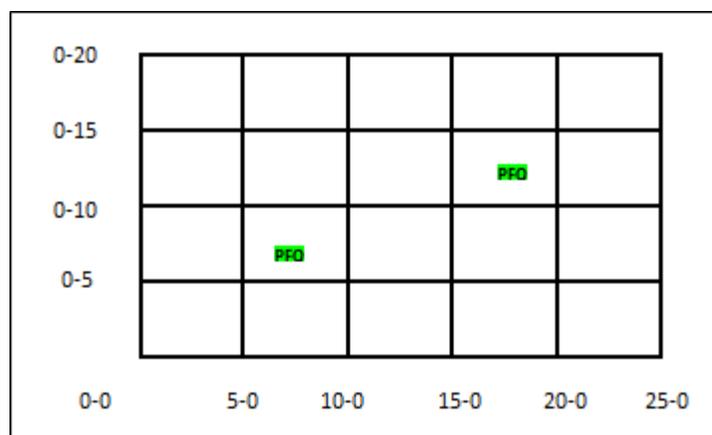


Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo de parámetros fisicoquímicos en la parcela permanente de 500 m². Los puntos fueron ubicados en los cuadrantes 7 y 14.

Estimación de los contenidos de carbono en la biomasa

Estimación de la biomasa aérea

La estimación de la biomasa aérea en Bahía Málaga fue realizada mediante el método indirecto, el cual consiste en utilizar las ecuaciones alométricas (Chave *et al.* 2005) que actualmente existen en la literatura, y que fueron generadas a partir del método directo. En este caso, solo fue necesario medir las variables más relevantes en campo (diámetro y altura) para ser incluidas posteriormente en la ecuación seleccionada. Se optó por no realizar muestreos destructivos debido a la existencia de ecuaciones para la estimación de biomasa en bosques de manglar del Pacífico colombiano.

Para la estimación de la biomasa aérea se tuvieron en cuenta los modelos desarrollados por Saldarriaga (2011) para la estimación de la biomasa y el carbono en manglares del Chocó biogeográfico (Tabla 1).

Estas ecuaciones fueron realizadas a partir de la información proveniente de la cosecha de 34 individuos de las especies *Avicennia germinans*, *Mora oleífera*, *Pelliciera rhizophorae*, *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa*, localizados en los Consejos Comunitarios de Bajo Mira (Tumaco, Nariño) y Concosta (Bajo Baudó, Choco) (Tabla 2).

Tabla 1. Modelos desarrollados para bosques de manglar del Choco Biogeográfico.

Modelo	RSE	GL	R ²	R ² adj	AIC	b ₀ cor	b ₁	b ₂	b ₃
$\log(B)=b_0+b_1\log(D)+b_2\log(H)+b_3\log(\delta)$	0,282	130	0,982	0,981	52,22	-3,051	2,156	0,784	0,359
$\log(B)=b_0+\log(D^2 \cdot H \cdot \delta)$	0,324	132	0,975	0,975	88,07	-3,001	1,018		
$\log(B)=b_0+\log(D^2 \cdot H)$	0,326	132	0,975	0,974	90,10	-3,437	2,544		
$\log(B)=\log(D^2 \cdot H)$	0,363	132	0,969	0,968	122,10	-3,394	1,063		
$\log(B)=\log(D)+\log(H)$	0,309	130	0,977	0,976	75,90	-2,534	2,099	0,335	

Fuente: Saldarriaga 2011. B= Biomasa aérea; D= Diámetro a la altura del pecho; H=altura; δ = Densidad de la madera; b₀, b₁, b₂ y b₃= coeficientes de la regresión; b₀cor= coeficiente b₀ corregido.

Tabla 2. Número de individuos apeados por especie para la formulación de las ecuaciones desarrolladas por Saldarriaga (2011).

Especie	Individuos apeados
<i>Avicenniagerminans</i>	3
<i>Mora oleífera</i>	14
<i>Pellicierarhizophorae</i>	3
<i>Rhizophora mangle</i>	9
<i>Rhizophorarecemososa</i>	5
Total	34

En este estudio se eligió la Ecuación 1 (Tabla 2) para realizar las estimaciones de biomasa aérea por presentar los mejores estadísticos (menor RSE, menor AIC y mayor R²). Los datos de densidad usados en este modelo corresponden a los datos de densidad promedio hallados por Saldarriaga (2011) para cada una de las especies encontradas en la zona (Tabla 3).

Tabla 3. Densidad de la madera reportada por Saldarriaga (2011) para las especies presentes en la zona.

Especie	Densidad (g/cm ³)
<i>Mora oleifera</i>	0,557530681
<i>Pellicierarhizophorae</i>	0,540036628
<i>Rhizophorasp</i>	0,743537592

Estimación de la biomasa subterránea

Al igual que en el caso de la biomasa aérea, las ecuaciones alométricas para raíces permiten estimar la biomasa y por ende el contenido de carbono de este compartimiento. La mayoría de estas ecuaciones tienen como variable predictiva el diámetro o la biomasa aérea calculada para cada individuo registrado en las parcelas de muestreo (Yepes *et al.*, 2011).

Autores como Donato & Kauffman (2012) y Komiyama *et al.* (2008) recomiendan no utilizar ecuaciones de bosques de tierra firme para los bosques de manglar debido a las diferencias existentes en la relación biomasa aérea-subterránea con respecto a los bosques de tierra firme. Por lo anterior en el presente estudio se utilizó la ecuación general para biomasa subterránea en manglares desarrollada por Komiyama *et al.* (2008) (Ecuación 1).

$$B_R = 0.199 * \rho^{0.899} * D^{2.22} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

B_R = Biomasa de raíces subterráneas (Kg)

ρ = Densidad de la madera (g/cm³)

D = Diámetro a la altura del pecho (cm)

La densidad de la madera usada en esta ecuación corresponde a las densidades descritas en la Tabla 3. Debido a que esta ecuación incluye las raíces aéreas de *Rhizophora sp.* se optó por utilizar un factor de proporción promedio (porcentaje de la biomasa de raíces aéreas respecto a la biomasa total) según los

resultados alométricos hallados en el estudio de la biomasa aérea de los manglares de la Bahía de Cispatá (Córdoba, Colombia), el cual es de 24,7% (Yepes *et al.*, Sin Publicar).

Estimación de los contenidos de carbono en la necromasa

Para el registro de los detritos en las 45 parcelas permanentes de monitoreo, se utilizó el método de la línea-intersecta, propuesto inicialmente por Warren (1968) y modificado del método propuesto por Kauffman y Donato (2012) aplicado a manglares, el cual incluye para el caso de este estudio cuatro transectos de 38 m cada uno, en dirección a los puntos cardinales (A-B-C-D), tal como se observa en la figura 4. En los primeros 5 m de distancia desde el centro de la parcela, en todas las direcciones, no se tomaron muestras, con el fin de minimizar la sobre estimación en la parte central de la parcela. En cada transecto se tomaron los siguientes registros:

Detritos de Madera Gruesa (DMG): se consideraron todos aquellos segmentos de madera con un diámetro mayor a 7,6 cm en el punto de intersección de la pieza con el transecto. El diámetro se midió en dirección perpendicular al eje central de la pieza y con la ayuda del penetrómetro dinámico ubicado sobre cada detrito a 90° se registró la dureza, para el cálculo de la densidad.

Detritos de Madera Fina (DMF): incluyen aquellos segmentos de madera con un diámetro entre 2,5 y 7,6 cm en el punto de intersección de la pieza de madera con la línea del transecto. Se midieron los detritos que estaban presentes en los últimos 16 metros de cada transecto.

Los Árboles Muertos en Pie (AMP): son aquellos troncos que aún estaban erectos pero que evidentemente poseían características de individuos muertos, tales como: ausencia de hojas o presencia de éstas completamente secas, tronco seco sin tejidos vivos. Se registraron todos los individuos muertosen pie presentes en la parcela de 500m². A los AMP se les registró el *D*, cuando los individuos no alcanzaron 1,3 m de altura, el diámetro fue medido a la mitad de la altura total de la pieza. De igual modo se registró la altura y con la ayuda del penetrómetro dinámico, aplicado con un ángulo 45° sobre los troncos, se registró la dureza de la pieza para el posterior cálculo de la densidad de cada individuo muerto en pie.

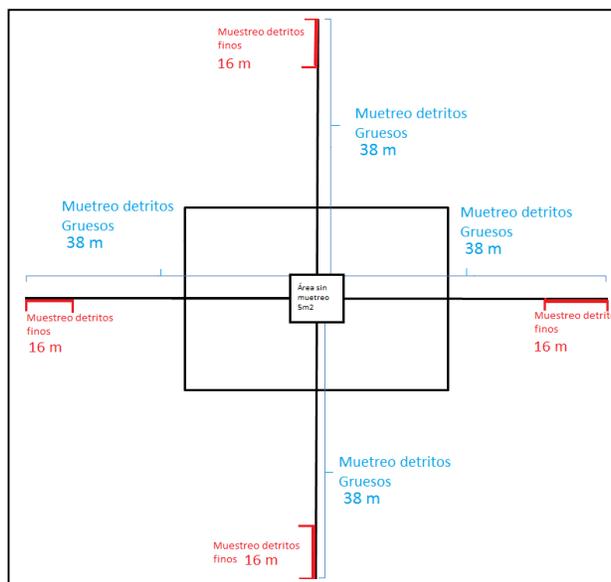


Figura 4. Método línea-intersect para la estimación de biomasa en detritos de madera muerta, modificado de Kauffman y Donato (2012).

Densidad de la madera

Los datos de penetración obtenidos de los AMP y de los DMG fueron utilizados para conocer la densidad de la madera muerta por medio de las ecuaciones 2, 3 y 4, propuestas por Yepes *et al.* (2011). Para los árboles que presentaban un grado de descomposición mayor, y por ende el penetrómetro perforaba la pieza con menos de 20 golpes, se utilizó la ecuación 2, en la cual se halla la penetración (P), con base en el número de golpes realizados (g). Para aquellas piezas con grado de descomposición menor, en las que a los 20 golpes no hubo penetración total, se utilizó la ecuación 3 para hallar P , utilizando la longitud de penetración (l). Dicha penetración es utilizada en la ecuación 4 para conocer la densidad de la madera (ρ), la cual incluye (P) y la constante (I) que toma el valor de uno (1) cuándo la penetración es mayor que 1 y toma el valor de cero (0) cuando la penetración es menor o igual a 1 (P y I son variables adimensionales).

$$P = \frac{20}{g-0,5}$$

Ecuación 2

$$P = \frac{20}{l} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$\rho = 0,6451 - 0,388 * (\log_{10} P) - 0,377 * l + 0,30 * (\log_{10} P) \quad \text{Ecuación 4}$$

Inicialmente se pretendía estimar la masa de los detritos finos a partir de la construcción de un modelo alométrico que relacionara la masa con el diámetro de la pieza colectada en campo; tal como lo sugiere Yepes *et al.* (2011); no obstante, los modelos probados no cumplieron con los postulados de regresión, lo cual disminuye la confianza en los estimados. Por tal razón estos modelos no fueron utilizados y se estimó la densidad promedio de los detritos finos usando los datos del peso seco y el volumen de las muestras colectadas.

Volumen y masa

Para hallar el volumen de los AMP se utilizó la ecuación 5 propuesta por Yepes *et al.* (2011), la cual relaciona el volumen con el diámetro (d) y la altura del individuo (h).

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 * h \quad \text{Ecuación 5}$$

En el caso de los detritos pequeños y gruesos se siguió la metodología propuesta por Kauffman y Donato (2012). Para el cálculo del volumen de los detritos finos se utiliza el Diámetro Medio Cuadrático (DMC), representado en la ecuación 6, donde d es el diámetro de cada pieza y n es el número de piezas medidas en campo. El DMC se aplica en la ecuación 7 junto con L que representa la longitud del transecto y n que representa el número de detritos muestreados en campo, para calcular el volumen de las piezas. Y para el cálculo del volumen de los detritos gruesos se aplica la ecuación 8.

$$DMC = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$V = \pi^2 * \left(\frac{n * DMC^2}{8 * L} \right) \quad \text{Ecuación 7}$$

$$V = \pi^2 \left(\frac{\sum d^2}{8 * L} \right) \quad \text{Ecuación 8}$$

La necromasa se halla multiplicando la densidad obtenida (ρ) con el volumen (V) (Ecuación 9).

$$M = \rho * V \quad \text{Ecuación 9}$$

Estimación de los contenidos de carbono en el suelo

Carbono orgánico, Nitrógeno y Fósforo (%)

En cinco puntos establecidos sistemáticamente en cada una de las parcelas permanentes se extrajeron núcleos de suelo con un barreno artesanal de 11 cm de diámetro (Figura 5). Posteriormente se combinaron las 5 submuestras de suelo para obtener una muestra por parcela, a la cual se le analizaron sus propiedades químicas.

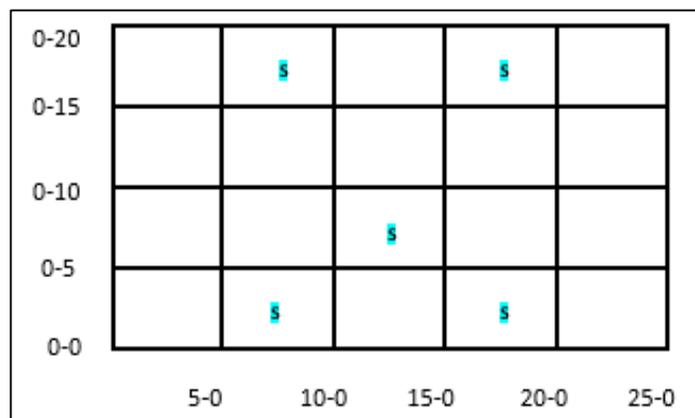


Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos en la parcela permanente de 500 m². Los puntos fueron ubicados en los cuadrantes 5, 8, 10, 13 y 16.

Para la cuantificación del carbono orgánico se utilizaron muestras secadas a temperatura ambiente y con tamaño de partícula menor a 2 mm, el método utilizado fue Walkley Black. El análisis de Carbono, al

igual que los de Nitrógeno y Fósforo fueron llevados a cabo en el Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Antes de realizar el cálculo de carbono orgánico se realizó una prueba cualitativa para determinar la existencia o no de carbonatos (carbono inorgánico) en las muestras, en caso de ser así, estas muestras recibieron un tratamiento con ácido mineral para convertir los carbonatos en CO₂, para luego evaporar y secar totalmente la muestra y calcular el carbono orgánico (Robertson *et al.*, 1999).

Densidad aparente del suelo

Se realizaron muestreos en un lugar adyacente a la parcela en una zona no transitada. Las muestras para estimar densidad aparente fueron colectadas mediante tubos de PVC de volumen conocido para tres profundidades: 0-15 cm, 15-30 cm y 30-50 cm. Para disminuir la varianza, se tomaron tres muestras por profundidad y por parcela, para un total de 405. Luego de colectadas, las muestras fueron debidamente empacadas, rotuladas y conservadas en refrigerador a 4°C hasta su procesamiento en laboratorio. En el laboratorio cada muestra fue extraída del tubo para secarla a 66°C constantes durante 72 horas en recipientes de aluminio. A los datos se aplicó la fórmula recomendada por Cambell & Henshall (1991) (Ecuación 10).

$$Da = Pss/Vol \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

Da: densidad aparente (g·cm⁻³)

Pss: peso seco de la muestra (g)

Vol: volumen del tubo (cm³)

Carbono orgánico total (Mg/ha)

El Carbono orgánico total se estimó por hectárea para tres profundidades: 0-15 cm, 15-30 cm y 30-50 cm, aplicando la fórmula recomendada por Cambell & Henshall (1991) (Ecuación 11)

$$Mg C ha^{-1} = Da \times \%CO \times Profundidad \quad \text{Ecuación 11}$$

Dónde:

Mg C ha⁻¹ = toneladas de C por hectárea

%CO = porcentaje de C orgánico

Da = densidad aparente en una profundidad determinada (g·cm⁻³)

Profundidad = tamaño del intervalo de profundidad (cm)

RESULTADOS

Caracterización estructural y composición florística

Composición florística

De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia (IVI, Figura 6), en los bosques de manglar de Bahía Málaga, se identificaron 3 asociaciones de especies:

- Asociación I (A I): Corresponde a aquellas parcelas ubicadas en zonas de manglar que presentan dominancia de la especie *Pelliciera rhizophorae* (IVI > 100%) con individuos de *Rhizophora sp.*, esta asociación se encontró en 4 parcelas P01, P04, P09 y P23, estas parcelas corresponden a manglar de borde de porte de bajo.
- Asociación II (A II): Se encuentran aquellas parcelas dominadas por *Rhizophora sp.* y que presentan una representación significativa de *Mora oleífera* (IVI > 10%), a esta asociación corresponden 17 parcelas, P02, P03, P07, P08, P12, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P27, P28, P40 y P43. Se resaltan las parcelas P15, P17, P18 y P19 en las que se encontraron algunas especies del bosque de tierra firme, *Lonchocarpus monilis*, *Pterocarpus officinalis*, *Cassipourea sp.* y *Tabebuia palustris* (Anexo 2). Estas parcelas corresponden a bosque de manglar de tipo ribereño.

- Asociación III (A III): Las 24 parcelas restantes corresponden a aquellas zonas con dominancia absoluta o casi absoluta de *Rhizophora sp.* (IVI > 190%). Estas parcelas corresponden a manglares ribereños y manglares de borde de porte alto.

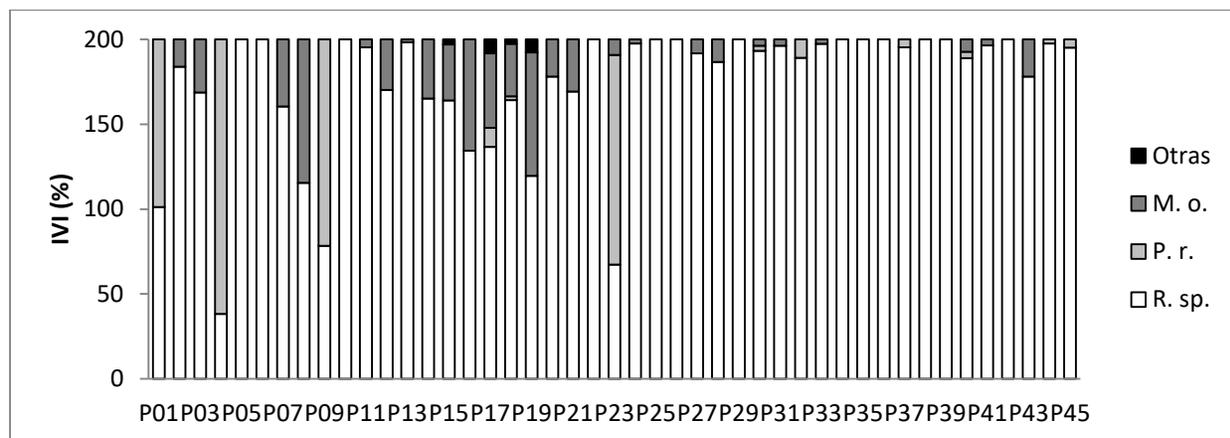


Figura 6. Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia - IVI - (IVI = Dominancia relativa + Abundancia relativa) de 45 parcelas permanentes en bosques de manglar en Bahía Málaga, Valle del Cauca. M. o.: *M. oleífera*; P. r.: *P. rhizophorae*; R. sp.: *Rhizophoras p y*; Otras: Otras especies.

Estructura

La asociación I está compuesta por las parcelas de menor porte, presentando los valores más bajos de diámetro ($6,2 \pm 1,9$ cm), altura del fuste ($6,3 \pm 2,0$ m) y altura de raíces aéreas ($2,5 \pm 1,0$ m), mientras que A III y A II presentan valores de diámetro y altura del fuste promedio similares, siendo esta última la que registra los mayores valores, $12,2 \pm 4,5$ cm y $13,9 \pm 4,1$ m respectivamente. Respecto a la altura de raíces aéreas, el promedio de las más altas se encuentra en A III, $3,2 \pm 0,7$ m (Tabla 4).

Para el pH del agua intersticial, no se observan diferencias considerables entre los tres grupos identificados, mientras que la salinidad es un poco mayor para las parcelas correspondientes a la asociación III, $18,3 \pm 5,7$ ppt. Por otro lado, se observó poca o nula cobertura de helecho en las asociaciones A I y A III, mientras que para A II se registra una cobertura de helecho de $2,9 \pm 4,7\%$ (Tabla 4).

Tabla 4. Valores promedio de variables estructurales y ambientales de los bosques de manglar en Bahía Málaga, Valle del Cauca.

Asociación	A I	A II	A III	Total general
Diámetro promedio (cm)	6,2 (1,9)	12,2 (4,5)	11,0 (3,8)	11,0 (4,2)
Altura total del fuste promedio (m)	6,3 (2,0)	13,9 (4,1)	13,3 (4,0)	12,9 (4,4)
Altura raíces aéreas (m)	2,5 (1,0)	2,7 (1,0)	3,2 (0,7)	3,0 (0,9)
pH del agua intersticial	6,9 (0,4)	6,7 (0,3)	6,8 (0,3)	6,8 (0,3)
Salinidad del agua intersticial (ppt)	14,5 (12,2)	14,9 (4,8)	18,3 (5,7)	16,7 (6,2)
Cobertura de helecho (%)	0,0 (0,0)	2,9 (4,7)	0,2 (0,7)	1,2 (3,2)

Latizales

La asociación 1 presenta el mayor número de latizales, alcanzando valores cercanos a 9000 Individuos ha^{-1} , la especie más abundante es *P. rhizophorae*, lo cual es acorde con la dominancia de esta especie para la categoría fustales en esta asociación. Por otro lado, en A II y AIII se observa un número de latizales considerablemente menor respecto al encontrado en A I, alrededor de 600 individuos ha^{-1} , representados principalmente por *Rhizophora sp.* en ambas asociaciones (Figura 7).

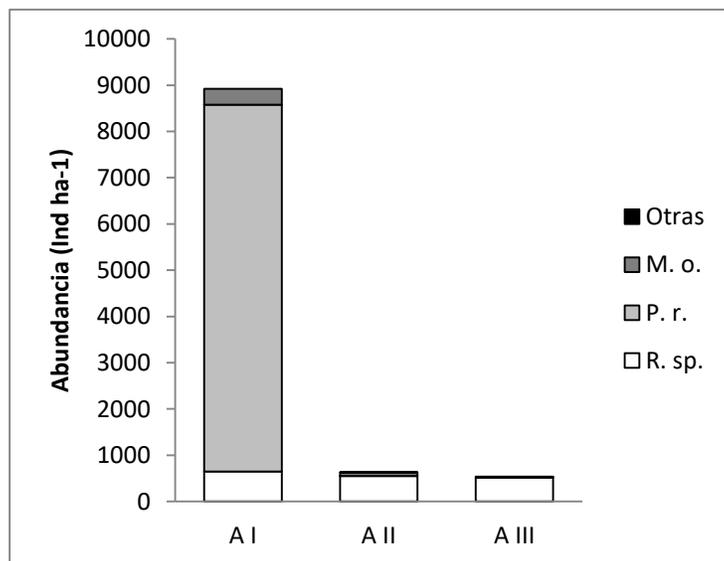


Figura 7. Abundancia de latizales en los bosque de manglar de Bahía Málaga, Valle del Cauca.

Error de muestreo

A partir de los datos dasométricos colectados en las 45 parcelas se determinó un error de muestreo de 14,5 %, un error inferior al 15 % permite realizar estimaciones confiables de los contenidos de carbono en el bosque y dar cumplimiento a este requisito de los estándares de carbono.

Estimación de los contenidos de carbono en la biomasa

Biomasa aérea total y contenido de carbono

Los resultados obtenidos muestran que la biomasa aérea del bosque manglar de Bahía Málaga es de $143,7 \pm 101,7 \text{ Mg ha}^{-1}$. Asumiendo un factor de conversión de 0,5, tal y como se recomienda en la literatura (McDicken, 1977), el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea es de $71,9 \text{ Mg ha}^{-1}$.

En la Figura 8 se observa el comportamiento de la biomasa aérea por parcela en los bosques de manglar de Bahía Málaga. Los valores encontrados presentan una alta variabilidad entre parcelas, se registran desde $4,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ (P04), hasta valores cercanos a $500,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ (P13 y P30)

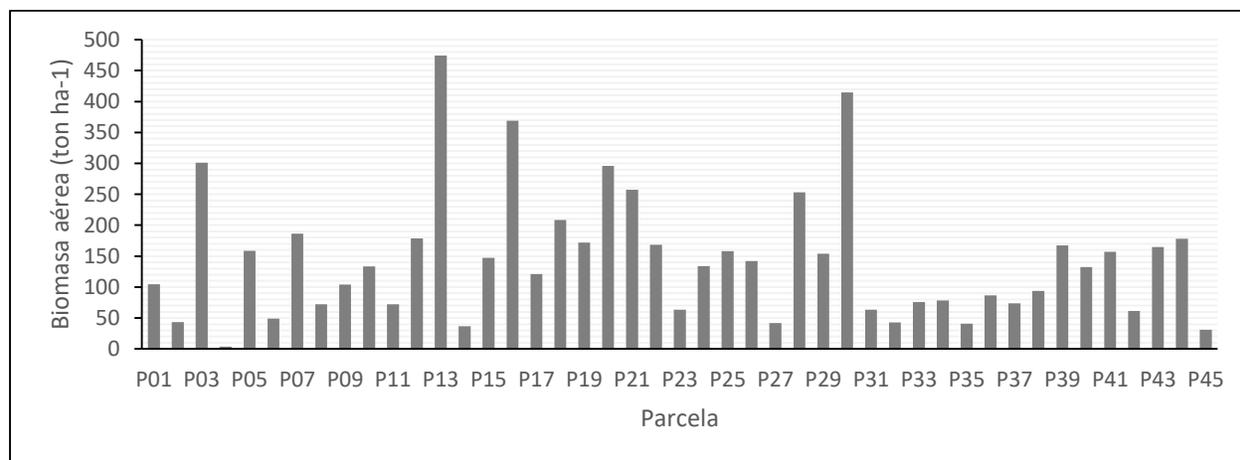


Figura 8. Comportamiento de la biomasa aérea (ton ha^{-1}) de 45 parcelas permanentes establecidas en Bahía Málaga (Valle del Cauca).

Biomasa de raíces y contenido de carbono

Se estimó que la biomasa de raíces de los bosques de manglar de Bahía Málaga es de $13,87 \pm 7,38 \text{ Mg ha}^{-1}$. Asumiendo un factor de conversión de 0,39 tal y como se recomienda en la literatura (Jaramillo *et al.*, 2003), el contenido de carbono almacenado en la biomasa de raíces es de $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Al igual que en la biomasa aérea, la biomasa de raíces es muy variable entre los valores registrados por parcela. En este compartimiento se registraron datos desde $2,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ para la parcela 14 hasta $36,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ para P09 (Figura 9).

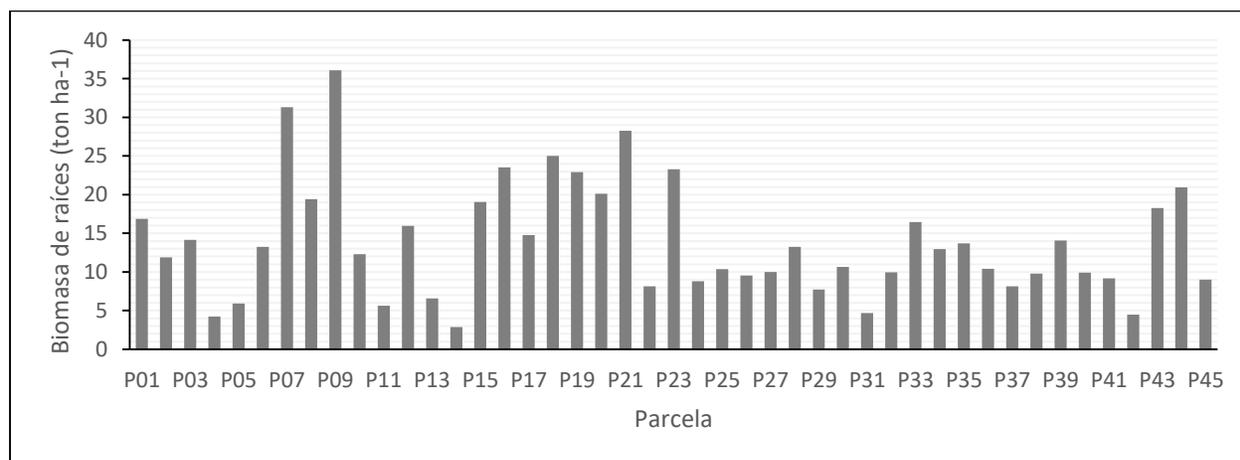


Figura 9. Comportamiento de la biomasa de raíces (ton ha^{-1}) de 45 parcelas permanentes establecidas en Bahía Málaga (Valle del Cauca).

Relación biomasa aérea y subterránea

En general, la biomasa total encontrada para los bosques de manglar de Bahía Málaga es de $157,6 \pm 104,9 \text{ Mg ha}^{-1}$, siendo la representación de biomasa de raíces solo del 8,8%, mientras que la biomasa aérea corresponde al 91,2% de la biomasa total.

En la Figura 10 se encuentran los valores promedio de la proporción de biomasa aérea y subterránea por especie. De las tres especies encontradas en la zona de estudio, *Pelliciera rhizophorae* presenta

mayor cantidad de biomasa subterránea respecto a la biomasa aérea (37,5 %), seguida de *Mora oleifera* (28,9%), siendo *Rhizophora sp.* la especie con menor proporción de biomasa de raíces respecto a la biomasa total, 7,0%.

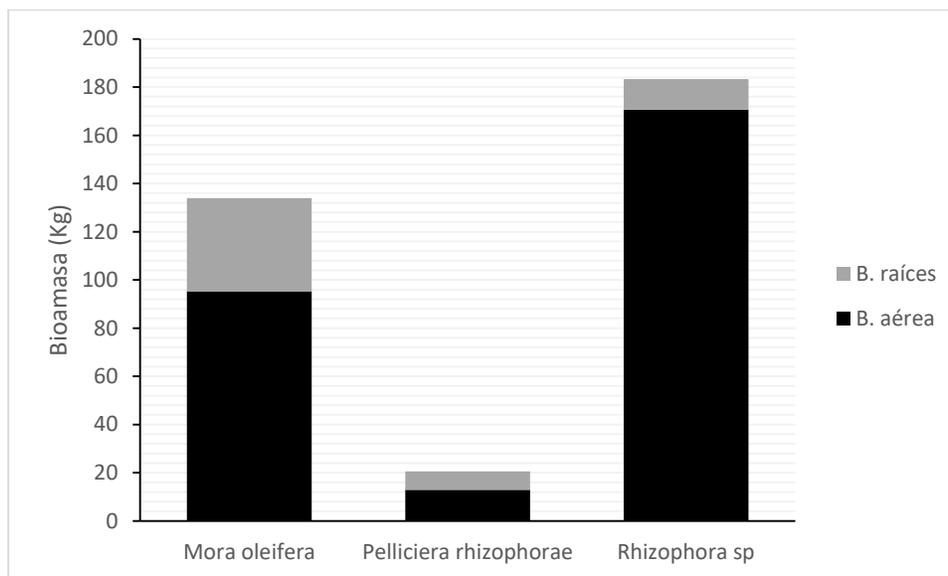


Figura 10. Relación promedio biomasa aérea – subterránea para cada una de las especies presentes en la zona de estudio.

Estimación de los contenidos de carbono en la necromasa

Los manglares de Bahía Málaga presentan una necromasa total de $12,5 \pm 10,9 \text{ Mg ha}^{-1}$, asumiendo un factor de conversión de 0,5, tal y como se recomienda en la literatura (McDicken, 1977), el contenido de carbono almacenado en la necromasa es de $6,3 \pm 5,5 \text{ Mg ha}^{-1}$.

El mayor componente de la necromasa son los DMG, representando el 67,1% ($8,7 \pm 10,1 \text{ Mg ha}^{-1}$) del total de la madera muerta registrada para la zona, siguen los AMP con una representación del 20,5% ($2,6 \pm 2,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) y por último están los DMF con $1,5 \pm 0,4 \text{ Mg ha}^{-1}$, las cuales corresponden al 12,3% de la necromasa total en los manglares de Bahía Málaga (Figura 11).

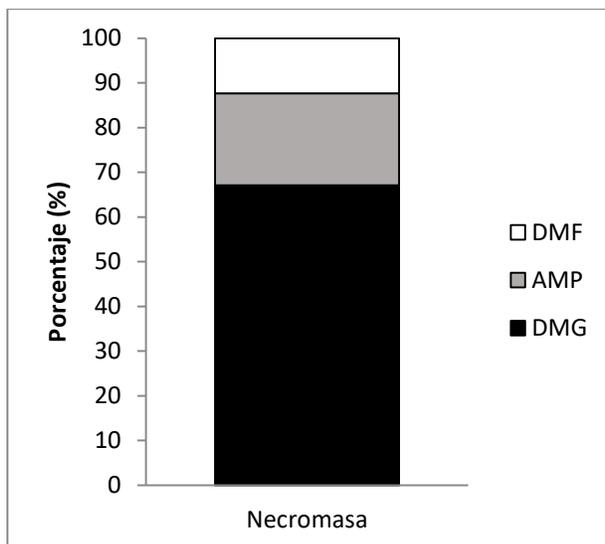


Figura 11. Porcentaje de participación de la necromasa presente en detritos finos, detritos gruesos y árboles muertos en pie.

Estimación de los contenidos de carbono en el suelo

Carbono orgánico, Nitrógeno y Fósforo

Se realizó un análisis de varianza simple (ANAVA) para las variables Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Carbono Orgánico (CO), aunque ninguna presenta diferencias significativas entre el nivel de profundidad, para N y P se observa una tendencia a disminuir con la profundidad. CO no presenta una tendencia clara, sin embargo, la última profundidad (30-50 cm) es considerablemente menor a las secciones de suelo superiores (Figura 12).

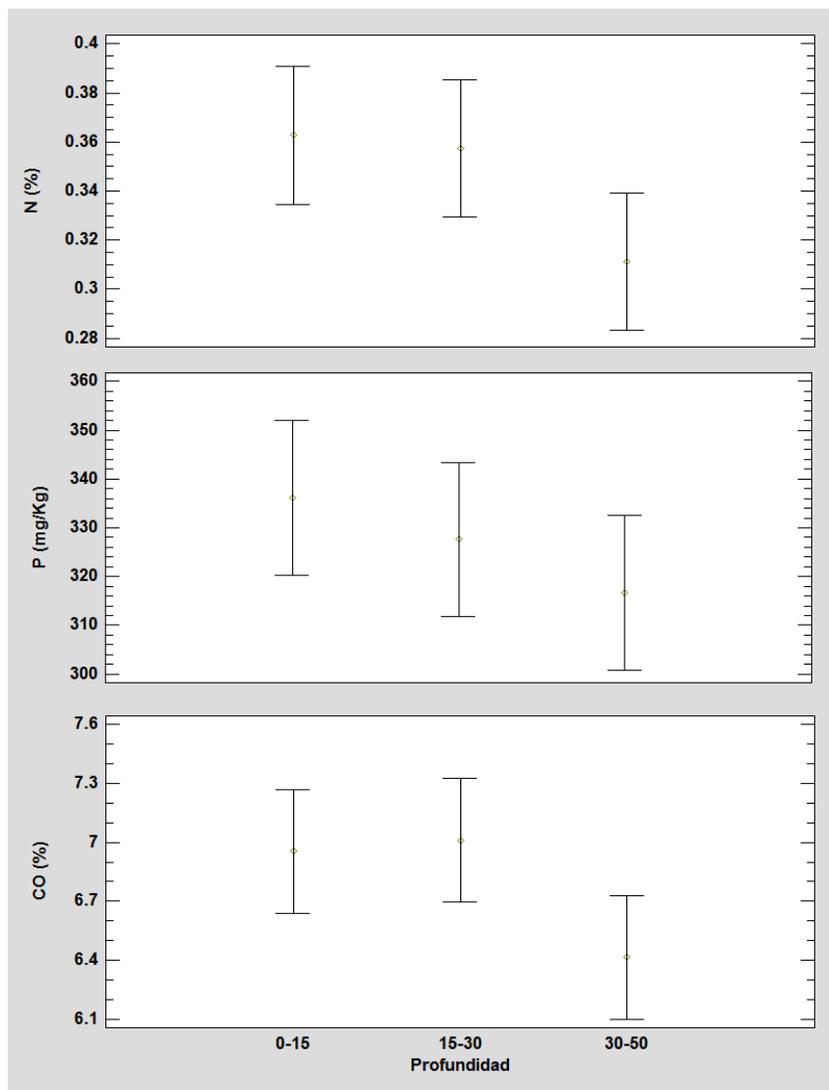


Figura 12. Nitrogeno (N), Fosforo (P) y Carbono Orgánico (CO) en tres profundidades de suelo para los bosques de manglar de Bahía Málaga, Valle del Cauca. 95% de Fisher, LSD intervalos.

Carbono orgánico total (Mg/ha)

El contenido de Carbono orgánico total (COT) en el suelo de los bosques de manglar de Bahía Málaga es de $142,19 \pm 1,52$ Mg ha⁻¹ para los primeros 45 cm de profundidad. El COT, al igual que las variables utilizadas en su estimación, Densidad aparente (DA) y Carbono Orgánico (CO) presentan un

comportamiento similar, siendo las tres variables similares para las tres profundidades estudiadas (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de Carbono orgánico (CO), densidad aparente (DA) y Carbono orgánico total en tres profundidades de suelo para los bosques de manglar de Bahía Málaga, Valle del Cauca.

Profundidad (cm)	CO (%)	DA (gr cm ⁻³)	COT (Mg ha ⁻¹)
0-15	6,95 (1,65)	0,46 (0,10)	47,19 (13,22)
15-30	7,01 (1,43)	0,46 (0,13)	47,69 (14,05)
30-50	6,42 (1,44)	0,50 (0,16)	47,30 (14,11)

Contenido de Carbono Total

Se encontró que los cuatro compartimientos del bosque de manglar estudiados en Bahía Málaga: biomasa aérea, raíces subterráneas, necromasa y suelo (primeros 45 cm de profundidad), almacenan en total un promedio de 220,43 Mg C ha⁻¹. Teniendo en cuenta que Bahía Málaga presenta un área de 3470,45 ha de manglares, se estima que el contenido de carbono total en la Bahía es de 764887,2 Mg C.

El compartimiento con mayor contenido de carbono es el suelo, 142,2 Mg ha⁻¹, lo que corresponde al 64.5% del total estimado, seguido de la biomasa aérea, 71,9 Mg ha⁻¹ (32,6 %). Por su parte, para la necromasa se reporta un valor de 2,9 Mg ha⁻¹ (2,9%), y finalmente, para las raíces se estima un contenido de carbono de 2,7 Mg ha⁻¹, lo que corresponde al 2,7 % del total estimado.

DISCUSIÓN

Caracterización estructural y composición florística de parcelas

Los bosques de manglar en Bahía Málaga presentan una gran variabilidad en su estructura y composición. Según INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA (2006) y García (2010) las especies que conforman el ecosistema de manglar en Bahía Málaga son mangle rojo (*Rhizophora sp.*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*), piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), jeli (*Conocarpus erectus*) y nato (*Mora oleifera*). Las variaciones en el tipo de sustrato condicionan la

presencia de las especies de manglar en Bahía Málaga, de la misma manera, la geoforma que ocupan, es un factor importante en su distribución, puede decirse que las especies predominantes en los manglares de borde son *Rhizophora sp.* y *P. rhizophorae* y; en los manglares ribereños aparece *Rhizophora sp.* acompañado por otras especies, como el *L. racemosa*, y *A. germinans* (INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA, 2006). Mientras que *M. oleífera* es abundante en el borde interno del manglar o en la parte superior de los estuarios, donde las salinidades son más bajas (Jiménez y Soto, 1985)

Por otro lado, la cobertura de helecho encontrada en este estudio se puede deber a la formación de pequeños claros, ya que se ha considerado el establecimiento de estos en sitios expuestos a la luz solar (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. *et al.*, 1990); o bien, a la presencia de agua dulce casi todo el año (Pinto-Nolla, 1999).

Estimación de los contenidos de carbono en la biomasa

Biomasa aérea

Según Lacher (1977) la biomasa aérea de los manglares oscila entre 100 y 200 Mg ha⁻¹, rango en el cual se encuentra el valor estimado en el presente estudio, 143,7 Mg ha⁻¹. Respecto a la variabilidad encontrada entre parcelas Fromard *et al.* (1998) plantea que las diferencias en biomasa aérea de los bosques de manglar están relacionadas con factores ecológicos que limitan el desarrollo de los manglares, por ejemplo, los bajos valores de biomasa en los manglares enanos, se deben a las condiciones donde estos se localizan, particularmente la alta salinidad que limita el crecimiento de los manglares.

Contenido de carbono

Los datos de carbono en la biomasa aérea reportados para diferentes bosques de manglar muestran marcadas diferencias (Tabla 6), las mayores cantidades de carbono (197,6 Mg ha⁻¹) han sido reportadas por Donato *et al.* (2011) en los manglares oceánicos del Indopacífico, mientras que los menores valores, 2,5 Mg ha⁻¹, se reportan para los manglares enanos en la península de Yucatán, México (Adame *et al.*, 2013). Las grandes variaciones en el contenido de carbono de los manglares se deben a las diferencias estructurales y florísticas entre los bosques (Adame *et al.*, 2013), los manglares enanos son bosques

dominados por *R. mangle*, aunque presentan una gran densidad de individuos, su bajo porte (altura < 1,5 m) genera que estos sean los bosques con menor contenido de carbono.

Por otro lado, los reportes de Donato *et al.* (2011) para los manglares oceánicos del Indopacífico fueron determinados a partir de datos tomados en sitios con una gran variación en composición y altura, incluyendo bosques con altura inferior a 4 m hasta zonas con alturas superiores a 15 m, sin embargo, aproximadamente la mitad de los sitios muestreados para la estimación de biomasa correspondían a bosques altos (altura > 15 m).

El contenido de carbono encontrado para los bosques de manglar de Bahía Málaga, 71,85 Mg ha⁻¹, se encuentra entre los valores promedio reportados para los bosques de manglar a nivel mundial. Presenta un valor similar al hallado por Yepes *et al.* (sin publicar) en los manglares de Bahía Málaga (Caribe Colombiano), 64,9 Mg ha⁻¹ y al reportado por Adame *et al.* (2013) para los bosques de manglar alto (>5 m) en la península de Yucatán, México, 69,6 ton ha⁻¹ (Tabla 6). Esta situación refleja un buen estado de conservación de los bosques de manglar de Bahía Málaga, además de reafirmar la importancia de conservación de los manglares frente al cambio climático.

Tabla 6. Carbono y biomasa aérea reportados para diferentes bosques de manglar.

Ubicación	Tipo de bosque	Especie Dominante	B. aérea (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)	Autor
Bahía Málaga, Colombia	Manglar/ estuario	<i>R. mangle</i>	143,7	71,9	Presente estudio
Bahía de Cispatá, Colombia	Manglar/ estuario	<i>R. mangle</i>	129,8	64,9	Yepes, Sin publicar
		<i>Avicenniacorniculatu</i>	5,6	2,8	
		<i>S. apetala</i>	506,3	253,1	
China	Manglar / Estuario	<i>B. gymnorrhiza</i>	425,6	212,8	Liu <i>et al.</i> , 2014
		<i>B. sexangula</i>	417,8	208,9	
		Promedio del bosque	188,0	94,0	
Sian Ka'an, Yucatán, México	Manglar alto (> 5 m)	<i>Lagunculariaracemosa</i>	176,2	84,6	Adame <i>et al.</i> , 2013

Ubicación	Tipo de bosque	Especie Dominante	B. aérea (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)	Autor
Sian Ka'an, Yucatán, México	Manglar alto (> 5 m)	<i>R. mangle</i>	144,9	69,6	Adame <i>et al.</i> , 2013
Sian Ka'an, Yucatán, México	Manglar mediano (3-5 m)	<i>R. mangle</i>	114,2	54,8	Adame <i>et al.</i> , 2013
Sian Ka'an, Yucatán, México	Manglar enano (< 1,5 m)	<i>R. mangle</i>	5,3	2,5	Adame <i>et al.</i> , 2013
Sundarbans, India	Manglar/ estuario	<i>Avicennia marina</i>	93,7	49,5	Ray <i>et al.</i> , 2010
Indopacífico	Manglar/ estuario	<i>Bruguiera, Rhizophora y Sonneratia</i>	203,4	101,7	Donato <i>et al.</i> , 2011
Indopacífico	Manglar oceánico	<i>Bruguiera, Rhizophora y Sonneratia</i>	395,2	197,6	Donato <i>et al.</i> , 2011
Guyana Francesa	Manglar pionero (2-3 años)	<i>Lagunculariaracemosa</i>	31,5	15,8	Fromard <i>et al.</i> 1998
Guyana Francesa	Manglar maduro (50 años)	<i>A.germinans</i>	180,0	90,0	Fromard <i>et al.</i> 1998
Guyana Francesa	Manglar maduro (60-70 años)	<i>A.germinans, R. mangle</i>	315,0	157,5	Fromard <i>et al.</i> 1998

Biomasa subterránea

La biomasa subterránea de los bosques de manglar reportada a nivel mundial presenta marcadas diferencias, esto puede deberse tanto a las características específicas de la zona como al método de estimación utilizado, ya que este compartimiento es uno de los menos estudiados debido a su dificultad de medición. La biomasa de raíces de Bahía Málaga (13,9 Mg ha⁻¹) se encuentra entre las estimaciones registradas para los bosques de manglar y presenta valores similares a los reportados por Tamai *et al.*, (1986) en Tailandia para un bosque dominado por *Rhizophora sp.*, 11,8 Ton·ha⁻¹ (Tabla 7).

Es importante resaltar que muchos estudios utilizan la ecuación propuesta por Komiyama *et al.* (2008) para estimar los contenidos de biomasa subterránea. Dicha ecuación tiene la particularidad de incluir las

raíces aéreas del género *Rhizophora* dentro de la estimación. A diferencia de lo realizado en este estudio (donde se calculó la proporción de raíces aéreas en la muestra y fue descontado de la estimación final de biomasa subterránea), muchos otros dejan incluidas este tipo de raíces dentro del compartimiento, lo que puede hacer que los estimados de dichos estudios sean mayores que los reportados en el presente estudio.

Tabla 7. Biomasa de raíces y biomasa aérea reportada para diferentes bosques de manglar.

Ubicación	Tipo de bosque	B. raíces (Mg ha ⁻¹)	Baérea (Mg ha ⁻¹)	(Ba/Br)	Autor	
Bahía Málaga - Colombia	<i>Mora oleifera</i>	38,8	95,2	2,46	Presente estudio	
	<i>Pellicierarhizophorae</i>	7,7	12,9	1,67		
	<i>Rhizophorasp</i>	12,8	170,6	13,36		
	General	13,9	143,7	10,34		
Sureste de Ranong - Tailandia	<i>Rhizophorasp</i>	11,8	281,2	23,91	Tamai <i>et al.</i> , 1986	
Halmahera - Indonesia	<i>Soneratiasp</i>	38,5	169,1	4,39	Komiyama <i>et al.</i> , 1988	
Sureste Satun - Tailandia	<i>C. tagal</i>	87,5	92,2	1,05	Komiyama <i>et al.</i> , 2000	
Sureste de Pagn-nga - Tailandia	Bosque de manglar mixto	28,0	62,0	2,21	Poungpam, 2003	
Islas de Micronesia	Yap	Sabana	0,7	3,0	4,29	Donato <i>et al.</i> , 2012
		Bosque de tierra firme	21,0	124,0	5,90	
	Manglar	203,0	249,0	1,23		
	Palau	Sabana	0,1	0,5	5,00	
		Bosque de tierra firme	37,0	204,0	5,51	
Sureste de China	Plantaciones de 25 meses	Plantación de manglar <i>S. caseolaris</i>	8,6	22,8	2,64	Chen <i>et al.</i> , 2012
		Plantación de manglar <i>S. aequalata</i>	4,0	14,7	3,64	
		Plantación de manglar mixta	8,8	17,7	2,02	
Caribe Mexicano	Isla Pitaya	Manglar alto	126,6	176,2	1,39	Adame <i>et al.</i> , 2013
			Cayo culebra	147,2	144,9	
	Laguna negra	Manglar medio	78,0	105,0	1,35	
			71,6	114,2	1,59	

Ubicación	Tipo de bosque	B. raíces (Mg ha ⁻¹)	Baérea (Mg ha ⁻¹)	(Ba/Br)	Autor
Xamach	Manglar enano	8,7	3,0	0,34	Wang <i>et al.</i> , 2013
La Raya		19,0	7,1	0,37	
Sur de China	<i>A. marina</i>	20,3	40,0	1,96	
	<i>S. apelata</i>	28,3	153,2	5,42	
	<i>A.corniculatum</i>	38,9	97,2	2,50	
	<i>B. gymnorrhiz</i>	57,2	148,7	2,60	
	<i>R. stylosa</i>	114,6	270,6	2,36	

Relación biomasa aérea-subterránea

El radio biomasa aérea/biomasa raíces (Ba/Br) es un estándar utilizado para conocer el patrón de la biomasa (Komiya *et al.*, 2000). En Bahía Málaga los valores promedios para esta variable tienden a ser mayores a los encontrados por otros autores (Tabla 7), situación que puede estar influenciada por los registros de la especie *Rhizophora sp.* que, como se mencionó antes, no incluye las raíces aéreas. Por otro lado, aunque no se encontraron registros específicos para *M. oleífera* y *P. rhizophorae* en otros estudios, la relación Ba/Br registrada para estas dos especies en los manglares de Bahía Málaga presenta similitudes con los encontrados por Wang *et al.* (2013) en el sur de China, por Chen *et al.*, (2012) en plantaciones de manglar del sureste de China y por Donato *et al.* (2012) en los manglares de las islas de Micronesia.

Estimación de los contenidos de carbono en la necromasa

Este ecosistema obtuvo una biomasa viva total de 157,57 ± 104,85 Mg ha⁻¹, y una necromasa total de 12,52 ± 10,93 Mg ha⁻¹, lo cual muestra que la masa muerta representa el 7,36 % del total de la masa (biomasa + necromasa) presente en los manglares de Bahía Málaga. Los datos encontrados en este estudio presentan valores bajos respecto a los reportados en otros estudios para los detritos y árboles muertos en pie, Adam *et al.* (2013) encontró en paisajes Kársticos de la península de Yucatán que la necromasa de detritos pequeños y gruesos en los manglares varió desde 7 Mg ha⁻¹ hasta 25,7 Mg ha⁻¹ con un promedio de 16,7 Mg ha⁻¹, mientras que Kauffman & Cole (2010) en un estudio realizado en los manglares de Yan en los Estados Federales de Micronesia después de un tifón, encontraron valores de

detritos finos máximos de $9,8 \text{ ton ha}^{-1}$ y mínimos de $5,9 \text{ ton ha}^{-1}$ y para detritos gruesos encontraron valores entre $10,1 \text{ ton ha}^{-1}$ y $42,5 \text{ ton ha}^{-1}$. Estas diferencias pueden deberse a las características estructurales particulares de cada tipo de manglar, a las presiones naturales o antrópicas ejercidas sobre este, tal y como lo reportan Kauffman y Cole (2010) los cuales experimentaron condiciones extremas debido al tifón ocurrido 4 meses antes de la investigación y a al régimen de mareas que, especialmente en el pacífico puede remover diariamente los detritos de porte pequeño.

Existen algunos estudios sobre el volumen de detritos de manglares que han experimentado algún tipo de perturbación natural, como tifones o huracanes. Estos arrojan valores considerablemente más altos que los obtenidos en el presente estudio ($18,30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Por ejemplo Krauss *et al.* (2005) encontraron en los manglares del sur de Florida volúmenes de $67 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ($13 - 181 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) midiendo detritos desde 1 cm de diámetro. Por otro lado Allen *et al.* (2000) encontraron volúmenes de $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en los manglares de Yan. Dicha diferencia se explica por las condiciones propias de cada sitio, específicamente, de los eventos extremos que han experimentado los manglares ejemplificados; en contraste, los manglares objeto de este estudio no han sufrido ningún evento extremo en los últimos años, ni presentan intervenciones antrópicas importantes.

Estimación de los contenidos de carbono en el suelo

Carbono total

El contenido promedio en los manglares de Bahía Málaga ($142,19 \pm 1,52 \text{ Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$) se encuentra en el rango de contenido de carbono registrado por otros autores en bosques de manglares a nivel global (Tabla 8). Comparado con los contenidos de carbono encontrados en Nayarit (México) por Valdés *et al.* (2010) ($81,4 - 96,6 \text{ Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$) o en manglares de borde de la Bahía de Cispatá (Caribe colombiano), los manglares de Málaga tienen una capacidad de almacenamiento mayor; caso contrario a lo encontrado por Donato *et al.*, 2012 en el Pacífico tropical ($692,5 \text{ Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$) y por Adame *et al.* (2013) en México ($837 \text{ Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$). Con las comparaciones anteriores es importante tener en cuenta que muchos datos de contenido de carbono están dados a profundidades mayores o menores a las usadas por este estudio.

Tabla 8. Carbono orgánico total (COT), carbono orgánico (%CO) y densidad aparente (Da) reportados para diferentes bosques de manglares y otros ecosistemas.

Lugar	Tipo	CO (%)	Da	COT (Mg·ha ⁻¹)	Autor	Profundidad (cm)
Bahía Málaga (Pacífico Colombiano)	-	6,79	0,47	142,19		45
Bahía de Cispatá (Caribe Colombiano)	Cuenca	18,89	0,8	680,04	Yepes <i>et al.</i> (sin publicar)	45
	Borde	9,47	0,17	72,45		
Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia)	RIN		0,74		Cardona <i>et al.</i> (1998)	0-20
	CAR	-	0,74	-		
	HON		0,18			
Manglares península de Yucatán (México)	Altos		-	837	Adame <i>et al.</i> (2013)	>100
	Medios	-	-	536,5		
	Enanos			373		
Pacífico tropical: islas Yap y Palau (Oceanía)	Sabanas			172	Donato <i>et al.</i> (2012)	100
	Bosques de tierra firme	-	-	196,5		
	Manglares			692,5		
Indopacífico	Manglares	-	-	247,5	Donato <i>et al.</i> (2011)	50
Manglares de Tabasco (México)	<i>R. mangle</i>	23,83	0,22	471,9	Moreno <i>et al.</i> (2002)	90
	<i>A. germinans</i>	49,33	0,09	443,25		100
Isla del Carmen (México)	Estero-Pargo	11.25	0.89	241.35	Moreno <i>et al.</i> (2010)	60
	Bahamitas	10.24	0.83	263.5		
Manglares Nayarit (México)	<i>A. germinans</i>			81,4	Valdés <i>et al.</i> (2010)	20
	<i>R. mangle</i>	-	-	81,5		
	<i>L. racemosa</i>			96,6		
Sureste de China	Plantado			288	Zhang <i>et al.</i> (2012)	100
	Natural	-	-	170		
	Sin manglar			90		

Carbono orgánico (%)

Comparando los porcentajes de CO promedio encontrados en el área de estudio (6,79 %) con los reportes realizados por otros autores (Tabla 8), se observa que presentan el menor valor, siendo los mas cercanos los valores reportados por Moreno *et al.* (2010) en los manglares de Isla del Carmen (México) y por Yepes *et al.* sin publicar para los manglares de Borde de la Bahía de Cispatá.

Densidad aparente:

La densidad aparente del suelo de los manglares de Bahía Málaga presenta una leve tendencia de aumento con la profundidad (Tabla 5), lo cual ha sido reportado para otros bosques de manglar como los manglares del Indopacífico (Donato *et al.*, 2011), de las islas de Micronesia (Donato *et al.*, 2012) y del Caribe mexicano (Adame *et al.*, 2013). El promedio de la densidad aparente de estos bosques (0,47 gr cm⁻³) corresponde a valores intermedios respecto a los encontrados en otros estudios (Tabla 8).

Contenido de Carbono Total

Los datos reportados en varios estudios del contenido de carbono para los diferentes componentes del manglar presentan marcadas diferencias, estas, pueden ser resultado de la variabilidad entre sitios, tipos de manglar y edad (Tamooh, 2008) o por las diferentes metodologías empleadas en la estimación de los datos.

De acuerdo con Donato *et al.* (2011) debido al gran desarrollo de los manglares del Indo-Pacífico, estos, albergan una mayor cantidad de carbono que los del neotrópico, incluyendo la biomasa y necromasa aérea y subterránea, así como la contenida en los suelos, lo cual, se ve representado en los altos valores de C reportados por Donato *et al.* (2011) y Donato *et al.* (2012) para el Indopacífico (> 1000 Mg ha⁻¹) respecto a los encontrado por Adame *et al.* (2013), 458,0 Mg ha⁻¹ en la Península de Yucatán (México); Yepes *et al.* (sin publicar), 398,2 Mg ha⁻¹ en la Bahía de Cispatá (Caribe Colombiano) y el presente estudio, 220,4 Mg ha⁻¹, estos últimos tres en el Neotrópico.

BIBLIOGRAFIA

- Adame M.F., Kauffman J.B., Medina I., Gamboa J.N., Torres O., Caamal, J.P., Reza, M., Herrera-Silveira, J.A. 2013. Carbon Stocks of Tropical Coastal Wetlands within the Karstic Landscape of the Mexican Caribbean. PLoS ONE 8(2): e56569. doi:10.1371/journal.pone.0056569.
- Allen J., Ewel K., Keeland B. Tara T and Smith T. 2000. Downed wood in Micronesian mangrove forests. *Wetlands* 20:169–176.
- Alongi, D.M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation* 29: 331–349.
- Campbell, D.S., Henshall J.K. 1991. Bulk density. Soil analysis physical methods. K. A. Smith y C. E. Mullis (editores). Books in soils, plants, and the environment. Chap. 7. Marcel Dekker. Inc. Nex York. Pp: 329-336.
- Cardona, P.; Botero, L. 1998. Soil Characteristics and Vegetation Structure in a Heavily Deteriorated Mangrove Forest in the Caribbean Coast of Colombia. *Biotropica*, 30(1): 24-34.
- Chave J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, A., Chambers, J.Q., Eamus, F. H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. & Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests *Oecologia* 145: 87–9
- Chen, L., Zeng, X., Tam, N. F., Lu, W., Luo, Z., Du, X., & Wang, J. (2012). Comparing carbon sequestration and stand structure of monoculture and mixed mangrove plantations of *Sonneratiacaseolaris* and *S. apetala* in Southern China. *Forest Ecology and Management*, 284, 222-229.
- Donato DC, J.B. Kauffman, R.A. Mackenzie, A. Ainsworth, A.Z. Pflieger. 2012. Whole-island carbon stocks in the tropical Pacific: Implications for mangrove conservation and upland restoration. *Journal of Environmental Management* 97: 89-96.
- Donato, D., Kauffman, B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. & Kanninen, M. 2011. *Mangroves among the most carbon-rich forest in the tropics*. *Naturegeoscience*. Vol 4. P 283-288.
- Duke, N.; J.-O. Meynecke, S. Dittmann, A. M. Ellison, K. Anger, U. Berger, S. Cannicci, K. Diele, K. C. Ewel, C. D. Field, N. Koedam, S. Y. Lee, C. Marchand, I. Nordhaus, F. Dahdouh-Guebas. 2007. A World without Mangroves? *Science*, 317: 41-42.
- Ewel, K.C., Bourgeois, J.A., Cole, T.G., Zheng, S., 1998. Variation in environmental characteristics and vegetation in high-rainfall mangrove forests, Kosrae Micronesia. *Global Ecol. Biogeogr. Lett.* 7, 49–56.
- Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L., Cadamuro, L. 1998. Structure, above ground-biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia* 115(1): 39-53.
- García, C. 2010. Diagnóstico de las áreas marinas y costeras protegidas, y de las áreas de manejo en el Pacífico colombiano. Fundación MarViva, Colombia. 65 pp.
- INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA. 2006. BIOMÁLAGA: Valoración de la biodiversidad marina y costera de Bahía Málaga (Valle del Cauca), como uno de los instrumentos necesarios para que sea considerada un área protegida. Cali, Colombia. Inf. Cient. Fin. INVEMAR-UNIVALLE-INCIVA, 813 p.
- Jiménez, J. A. y Soto, R. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trap.*, 33(1): 25-37.
- Kauffman J. B. y Donato D.C. 2012. Protocols for measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. Working paper 86. CIFOR. Bogor, Indonesia.
- Kauffman, J.B. and Cole. T. 2010. Micronesian mangrove forest structure and tree response to a severe typhoon. *Wetlands* 30: 1077-1084.

- Komiyama, A., Havanond, S., Srisawatt, W., Mochida, Y., Fujimoto, K., Ohnishi, T., ... & Miyagi, T. (2000). Top/root biomass ratio of a secondary mangrove (<i>Ceriopstagal</i>(Perr.) CB Rob.) forest. *Forest ecology and management*, 139(1), 127-134.
- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongpan, S. (2008). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 128-137.
- Krauss KW, Twilley RR, Smith TJ, Whelan KRT, Sullivan JK. 2005. Woody debris in the mangrove forests of south Florida. *Biotropica* 37:9–15
- Larcher, W., 1977. *Ecofisiología vegetal*. Omega, España. 305 p.
- Liu, H., Ren, H., Hui, D., Wang, W., Liao, B., & Cao, Q. (2014). Carbon stocks and potential carbon storage in the mangrove forests of China. *Journal of environmental management*, 133, 86-93.
- Lovelock, C.E., Ruess, R.W., Feller, I.C. 2011. CO₂ efflux from cleared mangrove peat. *PLoS one* 6: e21279.
- Lugo, A. & S. Snedaker. 1974. The Ecology of Mangroves. *Ann. Rev. Ec. Sys.* 5: 39-64
- McDicken, K.G. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Winrock International Institute for Agricultural Development, Forest Carbon Monitoring Program, Virginia, EEUU. pp. 87
- Medina, E., E. Cuevas, M. Popp, A. E. Lugo. 1990. *Soil salinity, sun exposure, and growth of Acrostichum aureum, the mangrove fern*. *Botanical Gazette*: 151(1): 41-49.
- Moreno, E. Guerrero, A. Gutiérrez, M.C. Ortiz, C.A. Palma, D.J. 2002. Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Revista Madera y Bosques*, año/vol. 8, número Especial 1. Instituto de Ecología A.C. Xalapa. México. P. 115-128.
- Moreno, GJ. Cerón, JG. Cerón, RM, Guerra, JJ. Amador, LE. Endañú, Esthela. 2010. Estimación del potencial de captura de carbono en suelos de manglar de Isla del Carmen. *UnacarTecnociencia*.
- Pinto-Nolla, F. 1999. Sucesión y fisionomía de los manglares de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 23: 141-161.
- Ray, R., Ganguly, D., Chowdhury, C., Dey, M., Das, S., Dutta, M.K., Mandal, S.K., Majumder, N., De, T.K., Mukhopadhyay, S.K., & Jana, T.K. 2010. Carbon sequestration and annual increase of carbon stock in a mangrove forest. *Atmospheric Environment* 45 (2011) 5016-5024
- Robertson, G. Philip, et al. *Standard soil methods for long-term ecological research*. Oxford University Press, 1999.
- Saldarriaga, J.G. 2011. Modelos para la estimación de la biomasa y el carbono en diferentes tipos de bosque del Chocó Biogeográfico, Colombia: cuantificación de la biomasa aérea almacenada en tres tipos de bosques Manglar, Guandal y bosques de colina localizados, en los Consejos Comunitarios de Bajo Mira y Concosta a partir de los datos colectados en el campo. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 22 p.
- Spaulding, M., Kainuma, M., Collins, L., 2010. *World atlas of mangroves*. Earthscan, London.
- Tamooch, F., Huxham, M., Karachi, M., Mencuccini, M., Kairo, J.G., Kirui, B., 2008. Below-ground root yield and distribution in natural and replanted mangrove forests at Gazi bay, Kenya. *For. Ecol. and Management* 256, 1290–1297.
- Valdés, E. 2010. Evaluación del carbono y nutrientes edáficos por clase de geoforma y tipo de manglar en marismas nacionales Nayarit. Tesis doctoral. Posgrado de edafología. Colegio de postgraduados. México.
- Walters, B.B., Roñnbačk, P., Kovacs, J.M., Crona, B., Hussain, S.A., Badola, R., Primavera, J.H., Barbier, E., Dahdouh-Guebas, F., 2008. Ethnobiology, De KAusKristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., Marchand, C., 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquat. Bot.* 89, 201–219.



- Wang, G., Guan, D., Peart, M. R., Chen, Y., & Peng, Y. (2013). Ecosystem carbon stocks of mangrove forest in Yingluo Bay, Guangdong Province of South China. *Forest Ecology and Management*, 310, 539-546.
- Yepes A.P., D.A. Navarrete, A. J. Duque, J.F. Phillips, K.R. Cabrera, E. Álvarez, M.C. García, M.F. Ordoñez. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 136 p.
- Yepes A.P, M. Zapata, J. Bolivar, A. Monsalve, S.M. Espinosa, P.C. Sierra-Correa. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para la estimación de los contenidos de carbono en manglares del Caribe Colombiano.
- Zhang, J. P., Shen, C. D., Ren, H., Wang, J., & Han, W. D. 2012. Estimating change in sedimentary organic carbon content during mangrove restoration in southern China using carbon isotopic measurements. *Pedosphere*, 22(1): 58-66.

ANEXOS

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PARCELAS PERMANENTES ESTABLECIDAS EN BAHÍA MÁLAGA, VALLE DEL CAUCA.

Las principales diferencias entre las parcelas están dadas por la composición florística y el porte de los individuos. Las observaciones en campo muestran que de manera general las muestras referentes a los componentes subterráneos (suelos y raíces) presentan poca variación, mientras que la estructura de los bosques presenta grandes variaciones de una parcela a otra. Estas diferencias parecen corresponder a características naturales (ambientales y edáficas), ya que las parcelas visitadas presentaban poca evidencia de intervención antrópica.

Parcela 01

Código de campo: P01

Sector: Luisico

Fecha: 12/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,06781°

W 77,214806°

Coordenada punto (0,0): N 4,06755°

W 77,21600°

Parcela cerca de un enclave de vegetación de tierra firme con presencia de helechos en el ecotono hacia tierra firme. Dominancia de individuos de *Rhizophoras* con gran cantidad de epifitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 8,02 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas inferiores y con fustales que alcanzan los 30 m. Abundante regeneración natural de *Pellicierarhizophorae*. Suelos bien consolidados. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 02

Código de campo: P02

Sector: Luisico – quebrada Winul

Fecha: 13/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,08417°
W 77,20550°

Coordenada punto (0,0): N 4,08303°
W 77,20506°

Dominancia de individuos de *Rhizophora* sp de porte alto con gran cantidad de epifitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 9,24 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas intermedias y con fustales que alcanzan los 28 m. Suelos bien consolidados. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 03

Código de campo: P03

Sector: Luisico- cangrejal

Fecha: 14/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,08739°
W 77,20514°

Coordenada punto (0,0): N 4,08778°
W 77,20581°

Dominancia de individuos de *Rhizophoras* con gran cantidad de epifitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 20,14 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas mayores y con fustales que alcanzan los 47 m. Suelos bien consolidados. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 04

Código de campo: P04

Sector: El Morro - Aserrio

Fecha: 15/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,05061°
W 77,19269°

Coordenada punto (0,0): N 4,04967°
W 77,19233°

La entrada a la parcela se encuentra dominada por *Conocarpuserectus* desarrollado en suelos pedregosos. Dominancia dentro de la parcela de individuos de *Pellicierarhizophorae* y *Rhizophorasp.* Individuos poco desarrollados, que alcanzan alturas promedio de 3,41 m. Presencia de epifitas. Suelos arenosos y pedregosos. Hay rastros de intervención por apertura de camino para extracción de madera de tierra firme. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 05

Código de campo: P05

Sector: Corozal

Fecha: 17/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,08050°

W 77,26781°

Coordenada punto (0,0): N 4,08081°

W 77,26753°

Bosque dominado por *Rhizophorasp* con gran cantidad de epifitas asociadas. La cantidad de fustales es baja respecto a las otras parcelas y la cantidad de raíces aéreas es mayor. La altura promedio de los individuos es de 16,68 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas intermedias y con fustales que alcanzan los 41 m. Suelos bien consolidados. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 06

Código de campo: P06

Sector: Gegenera

Fecha: 18/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,05431°
W 77,26597°

Coordenada punto (0,0): N 4,05511°
W 77,26647°

Bosque dominado por individuos de *Rhizophorasp* con abundancia de epifitas. La altura promedio de los individuos es de 10,31 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas inferiores y con fustales que alcanzan los 24 m. Se observa poca regeneración natural. Suelos consolidados con presencia de grandes fragmentos rocosos. Área de extracción de piangua. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 07

Código de campo: P07

Sector: Valencia

Fecha: 19/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,10689°
W 77,25228°

Coordenada punto (0,0): N 4,10703°
W 77,25303°

Esta parcela se encuentra dentro de un parche de manglar de área considerable, en el cual puede ser importante considerar el establecimiento de otras parcelas en el caso de que con las 10 establecidas el error de muestreo no sea el deseado. Bosque dominado *Rhizophorasp* con presencia de individuos de *Mora oleífera*. Presencia de helechos y gran cantidad de epifitas. Regeneración natural poco abundante. La altura promedio de los individuos es de 10,72 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas inferiores y con fustales que alcanzan los 47 m. Suelos bien consolidados.

De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 08

Código de campo: P08

Sector: La Estancia

Fecha: 20/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,10347°

W 77,27142°

Coordenada punto (0,0): N 4,76967°

W 77,25058°

El bosque a lo largo de la quebrada La Estancia corresponde a una franja de bosque angosta debido a la presencia de bosque de tierra firme. Bosque dominado por individuos de *Rhizophoraspy* con presencia de individuos de *Mora oleifera*. La altura promedio de los individuos es de 9,26 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas inferiores y con fustales que alcanzan los 40 m. Poca presencia de helechos y de regeneración natural. Presencia de lagunas dentro de la parcela y gran cantidad de epifitas. Suelos bien consolidados en los primeros centímetros (aproximadamente los primeros 15 cm) y más pantanosos a medida que aumenta la profundidad. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 09

Código de campo: P09

Sector: Mayordomo – manglar blanquito

Fecha: 21/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 4,04200°

W 77,30103°

Coordenada punto (0,0): N 4,04272°

W 77,30031°

Este bosque corresponde a una franja de manglar delgada pero extensa, debido a que se encuentra cerca al bosque de tierra firme. Bosque dominado por individuos de *Rhizophoras* con presencia de individuos de *Pellicierarhizophorae*. Alta abundancia de epifitas y de regeneración natural de *Pellicierarhizophorae*. La altura promedio de los individuos es de 8,12 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas inferiores y con fustales que alcanzan los 27 m. Suelos bien consolidados especialmente en los cuadrantes superiores (4, 5, 12, 13 y 20) donde no fue posible introducir el corazonador por presencia de fragmentos rocosos. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 10

Código de campo: P10

Sector: Caracas

Fecha: 22/03/2014

Coordenada punto de entrada: N 3,98714°

W 77,26797°

Coordenada punto (0,0): N 3,98628°

W 77,26842°

La parcela se encuentra en una franja de manglar angosta cerca al bosque de tierra firme. Bosque dominado por individuos de *Rhizophorasp.* La altura promedio de los individuos es de 20,41 m, con presencia de abundantes individuos en las clases diamétricas intermedias y con fustales que alcanzan los 31 m. Poca presencia de regeneración natural. Suelos bien consolidados. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 11

Código de campo: P11

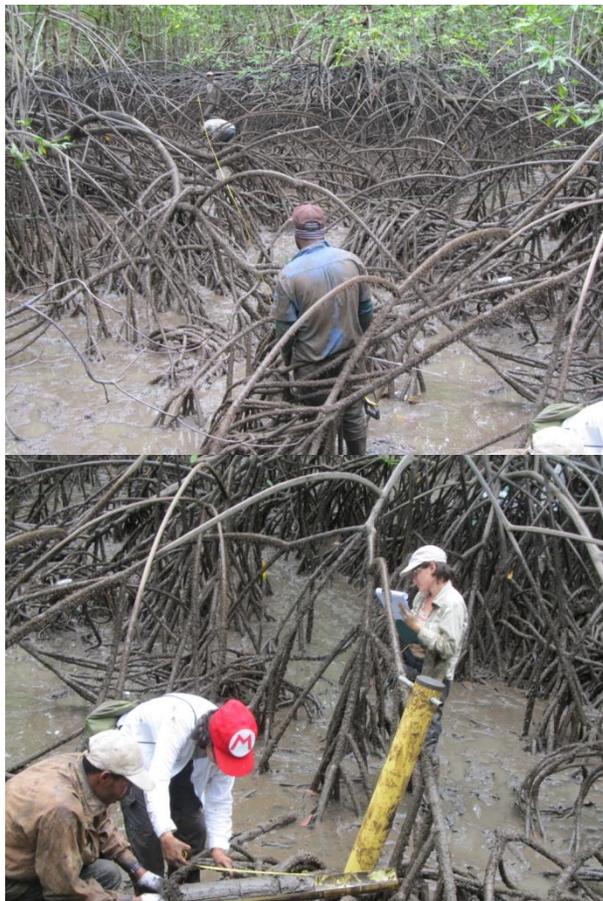
Sector: Luisico

Fecha: 03/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07839°
W 77,21117°

Coordenada punto (0,0): N 04,07837°
W 77,21118°

Dominancia de individuos de *Rhizophora sp.* con presencia de algunos individuos de *Mora oleifera* y gran cantidad de epífitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 12 m, con pocos individuos bien desarrollados y escasa regeneración natural. No se observa intervención humana en la zona. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 12

Código de campo: P12

Sector: Luisico

Fecha: 04/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07839°
W 77,21117°

Coordenada punto (0,0): N 04,07761°
W 77,21125°

Dominancia de individuos de *Rhizophora sp.* con presencia de algunos individuos de *Mora oleífera*, ambas especies de porte alto y con gran cantidad de epifitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 11 m y la regeneración natural es escasa. No se observa intervención humana en la zona. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 13

Código de campo: P13

Sector: Luisico

Fecha: 06/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07826°

W 77,21088°

Coordenada punto (0,0): N 04,07765°

W 77,21023°

Dominancia de individuos de *Rhizophora sp.* con presencia de algunos individuos de *Mora oleifera* y gran cantidad de epífitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 6 m, en la zona se observa abundante regeneración natural. La Parcela se estableció cerca de un caño, 30 m aproximadamente del lado este. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 14

Código de campo: P14

Sector: Luisico - Pasajero

Fecha: 07/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,08034°

W 77,21559°

Coordenada punto (0,0): N 04,08047°

W 77,21546°

Dominancia dentro de la parcela de individuos de *Rhizophora sp.* con presencia de algunos individuos de *Mora oleifera*, pocos individuos bien desarrollados, altura promedio de 13 m. Se observa tala reciente, los auxiliares de campo suponen que son extracciones para arreglo y construcción de viviendas. La zona está constituida por pequeñas islas atravesadas por esteros; el transecto norte alcanzó justo los 38 m hasta encontrarse con el estero, en el transecto sur hay un estero a 20 m, fue necesario cruzarlo para completar el transecto. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de ribereño.



Parcela 15

Código de campo: P15

Sector: Luisico - Remolino

Fecha: 08/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,08289°
W 77,20837°

Coordenada punto (0,0): N 04,08458°
W 77,20874°

Bosque dominando por *Rhizophora sp.* con algunos individuos de *Mora oleífera*, la altura promedio es de 10 m. En el camino de ingreso a la parcela hay abundante regeneración natural, pero al interior del bosque y dentro de la parcela esta es escasa. La parcela está establecida en una zona de aprovechamiento previo, hace aproximadamente 6 años, se observan claros y gran cantidad de helechos. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 16

Código de campo: P16

Sector: Guerregal

Fecha: 09/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,10691°
W 77,19905°

Coordenada punto (0,0): N 04,10647°
W 77,19843°

Bosque dominado por individuos bien desarrollados de *Rhizophora* sp. con algunos individuos de *Mora oleífera* y abundancia de epífitas y regeneración natural. La altura promedio de los individuos es de 20 m. No se observan signos de intervención en la zona. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 17

Código de campo: P17

Sector: Guerregal

Fecha: 10/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,10273°
W 77,19605°

Coordenada punto (0,0): N 04,10221°
W 77,19628°

Bosque dominado por *Rhizophora* sp. con presencia de individuos de *Mora oleífera* y *Pelliciera rhizophorae*. Presencia de helechos, gran cantidad de epífitas y abundante regeneración natural. La altura promedio de los individuos es de 11 m. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 18

Código de campo: P18

Sector: Guerregal

Fecha: 11/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,10248°
W 77,19545°

Coordenada punto (0,0): N 04,10186°
W 77,19513°

Bosque dominado por individuos de *Rhizophora sp.* y con presencia de individuos de *Mora oleífera* y *Pellíciera rhizophorae*. La altura promedio de los individuos es de 11 m, con presencia de epífitas, abundante regeneración natural y algunos helechos. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 19

Código de campo: P19

Sector: Winul

Fecha: 13/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,08881°

W 77,19941°

Coordenada punto (0,0): N 04,08859°

W 77,19878°

Bosque dominado por *Rhizophora sp.* con presencia de individuos de *Mora oleífera*. La altura promedio de los individuos es de 14 m. Abundancia de epífitas, regeneración natural, helechos y lianas en estado arbustivo. No se observan signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de ribereño.



Parcela 20

Código de campo: P20

Sector: Viejo Enrique

Fecha: 14/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07496°

W 77,20036°

Coordenada punto (0,0): N 04,07455°

W 77,20082°

La parcela se encuentra en una franja de manglar angosta cerca al bosque de tierra firme, a 100 m aproximadamente al este de la parcela. Bosque dominado por *Rhizophora sp.* y presencia de individuos de *Mora oleifera*, la altura promedio de los individuos es de 10 m. No se observa intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de ribereño.



Parcela 21

Código de campo: P21

Sector: Viejo Enrique – Estero El Grito

Fecha: 15/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07068°
W 77,20361°

Coordenada punto (0,0): N 04,07019°
W 77,20361°

Dominancia de individuos bien desarrollados de *Rhizophora sp.* y presencia de algunos individuos de *Mora oleifera*, con altura promedio de 16 m. Se observa abundante regeneración natural al ingreso del bosque, pero esta es escasa en la zona de la parcela. No hay signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 22

Código de campo: P22

Sector: Viejo Enrique

Fecha: 16/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,06654°
W 77,20512°

Coordenada punto (0,0): N 04,06681°
W 77,20506°

Dominancia de individuos de *Rhizophora sp.* de porte alto, altura promedio de 23 m. La regeneración natural y epífitas son escasas. No se observan signos de aprovechamiento. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 23

Código de campo: P23

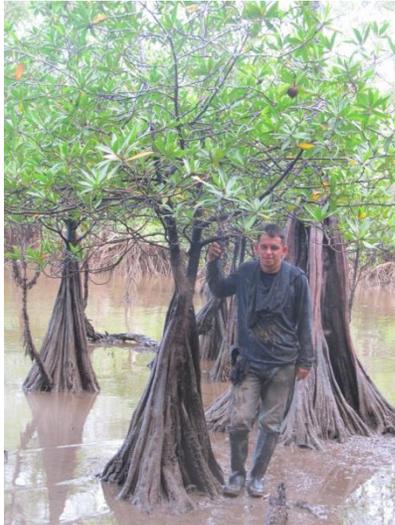
Sector: La Zanja

Fecha: 17/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,05846°
W 77,18751°

Coordenada punto (0,0): N 4,05808°
W 77,18825°

Parcela establecida cerca de un enclave de vegetación de tierra firme, a 40 m aproximadamente hacia el este de la parcela. Hacia el bosque de tierra firme hay un camino utilizado para la extracción de balastro y la caza. Bosque Dominado por individuos de *Pelliciera rhizophorae* con algunos individuos de *Rhizophora sp.*, se observa *Avicennia germinans* al sur de la parcela. La altura promedio de los individuos es de 5 m, con abundantes individuos en las clases diamétricas inferiores y alta densidad de latizales y regeneración natural. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 24

Código de campo: P24

Sector: Estero Grande o Estero Piangua

Fecha: 18/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,06790°
W 77,21732°

Coordenada punto (0,0): N 04,06825°
W 77,21435°

Parcela establecida cerca del bosque de tierra firme, a 40 m aproximadamente hacia el este de la parcela. Dominancia dentro de la parcela de individuos de *Rhizophora sp.* con algunos individuos de *Mora oleífera*, altura promedio de 24 m. Presencia baja de epífitas. No se observan signos de intervención. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de ribereño.



Parcela 25

Código de campo: P25

Sector: Estero Grande

Fecha: 20/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,06264°

W 77,21918°

Coordenada punto (0,0): N 4,06287°

W 77,21879°

Parcela establecida cerca de la bahía, ingresando al estero. Hay una depresión topográfica hacia el oeste que genera un claro en los límites de la parcela. Bosque dominado por *Rhizophora* sp. La altura promedio de los individuos es de 18 m, hay baja densidad de epífitas y de regeneración natural. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 26

Código de campo: P26

Sector: El Morro – Las tres bocas

Fecha: 21/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,04774°
W 77,18646°

Coordenada punto (0,0): N 04,04722°
W 77,18667°

Bosque dominado por individuos bien desarrollados de *Rhizophora sp.*, altura promedio 16 m. Se observa poca regeneración natural. No hay signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 27

Código de campo: P27

Sector: Gertrudes

Fecha: 22/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,09314°
W 77,23322°

Coordenada punto (0,0): N 04,09284°
W 77,23312°

Bosque dominado por *Rhizophora sp.* con presencia de individuos de *Mora oleífera* y altura promedio de 9 m. Baja presencia de epífitas y de regeneración natural. No hay signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 28

Código de campo: P28

Sector: Gertrudes

Fecha: 24/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,69215°
W 77,23180°

Coordenada punto (0,0): N 04,09207°
W 77,23232°

Ingresando al bosque se observan individuos de *Avicennia germinans*, al interior de la parcela domina *Rhizophora sp.* con presencia de algunos individuos de *Mora oleifera*, la altura promedio es de 14 m. En la zona se observan varios claros generados por árboles caídos de forma natural. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 29

Código de campo: P29

Sector: Gertrudes

Fecha: 25/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,08519°
W 77,23232°

Coordenada punto (0,0): N 4,08449°
W 77,23193°

Bosque dominado por la especie *Rhizophora* sp., con pocos individuos bien desarrollados, altura promedio de 14 m y escasa regeneración natural. Algunos árboles presentan agallas. No se observan signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 30

Código de campo: P30

Sector: Gertrudes

Fecha: 26/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,08158°
W 77,23335°

Coordenada punto (0,0): N 04,08233°
W 77,23306°

Bosque dominado por *Rhizophora* sp. con algunos individuos de *Mora oleífera* y *Pelliciera rhizophorae*. La altura promedio de los fustales es de 18 m, con poca regeneración natural al interior de la parcela,

aunque esta es abundante en el punto de entrada. No se observan rastros de aprovechamiento. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 31

Código de campo: P31

Sector: Corozal

Fecha: 27/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,06889°
W 77,25721°

Coordenada punto (0,0): N 04,06881°
W 77,25852°

Dominancia de la especie *Rhizophora sp.* con 11 m de altura promedio. En el camino de ingreso se observan individuos de *Avicennia germinans* y *Pelliciera rhizophorae* y alta densidad de brinzales y latizales. En la zona de la parcela hay poca regeneración natural y poca densidad de epífitas. Se observan signos de aprovechamiento antiguos y recientes. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 32

Código de campo: P32

Sector: Corozal

Fecha: 28/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07230°
W 77,25657°

Coordenada punto (0,0): N 04,07185°
W 77,25629°

Dominancia de individuos de *Rhizophora sp.* con algunos individuos de *Pelliciera rhizophorae*, la altura promedio es de 11 m. Se observa *Avicennia germinans* en el punto de ingreso, hay baja densidad de epífitas y de regeneración natural. No se observan señales de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 33

Código de campo: P33

Sector: Florán

Fecha: 29/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,09039°
W 77,25113°

Coordenada punto (0,0): N 04,08940°
W 77,25159°

Parcela dominada por la especie *Rhizophora sp.* con algunos individuos de *Mora oleífera* y gran cantidad de epífitas asociadas. La estructura del bosque está representada por individuos de bajo porte, delgados y con 9 m de altura promedio. No se observan signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 34

Código de campo: P34

Sector: Pital

Fecha: 30/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,06855°
W 77,27785°

Coordenada punto (0,0): N 04,06908°
W 77,27831°

Dominancia dentro de la parcela de la especie *Rhizophora sp.*, individuos poco desarrollados con altura promedio de 7 m. Baja densidad de epífitas asociadas. Suelos pedregosos. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de ribereño.



Parcela 35

Código de campo: P35

Sector: Pasadero entre Q. Pital y Q. Corozal

Fecha: 31/07/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,06844°
W 77,26655°

Coordenada punto (0,0): N 04,06826°
W 77,26589°

Bosque dominado por *Rhizophora sp.* La altura promedio de los individuos es de 9 m y la presencia de epífitas es baja. En la entrada se observan individuos de *Avicennia germinans*. No hay signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 36

Código de campo: P36

Sector: Mayordomo – Manglar blanquito

Fecha: 01/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,04449°
W 77,29839°

Coordenada punto (0,0): N 04,04461°
W 77,29955°

Parcela establecida cerca del bosque de tierra firme, 200 m aproximadamente hacia el sur de la parcela. Bosque dominado por *Rhizophora* sp. y con poca regeneración natural. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 37

Código de campo: P37
Sector: Calle larga – Frente a la Isla Aguacate
Fecha: 03/08/2015
Coordenada punto de entrada: N 04,07865°
W 77,25224°
Coordenada punto (0,0): N 04,07884°
W 77,25262°

Parcela establecida cerca de un enclave de vegetación de tierra firme, a 80 m de la parcela aproximadamente. Bosque dominado por individuos de *Rhizophora sp.* bien desarrollados, 18 m de altura promedio. No se observan signos de aprovechamiento. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 38

Código de campo: P38
Sector: Mayordomo – Manglar blanquito
Fecha: 04/08/2015
Coordenada punto de entrada: N 04,04672°
W 77,22756°
Coordenada punto (0,0): N 04,04689°
W 77,29928°

Bosque dominado por individuos de *Rhizophora sp.* bien desarrollados, con 15 m de altura promedio. La zona presenta baja densidad de fustales, latizales y brinzales y alta densidad de raíces aéreas. No se observan signos de aprovechamiento. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 39

Código de campo: P39

Sector: Calle larga – Frente a la Isla Aguacate

Fecha: 05/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,08619°
W 77,25101°

Coordenada punto (0,0): N 04,08649°
W 77,25191°

Bosque dominado por individuos bien desarrollados de *Rhizophora sp.*, con altura promedio de 25 m. Hay baja densidad de epífitas y de regeneración natural. Se observan algunos individuos con agallas. No hay signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 40

Código de campo: P40

Sector: Campo Alegre

Fecha: 06/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07772°
W 77,26720°

Coordenada punto (0,0): N 04,07727°
W 77,26721°

Bosque dominado por *Rhizophora* sp. con algunos individuos de *Mora oleifera* y *Pelliciera rhizophorae*. La altura promedio de los fustales es de 13 m. Baja presencia de regeneración natural. No se observan signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 41

Código de campo: P41

Sector: Estero Hondo

Fecha: 07/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,09878°
W 77,27513°

Coordenada punto (0,0): N 04,09932°
W 77,27464°

Parcela establecida antes de la división entre Estero Hondo Pequeño y Estero Hondo Grande. Dominancia de *Rhizophora sp.* con gran cantidad de epífitas asociadas. La altura promedio de los individuos es de 14 m y la presencia de regeneración natural es baja. No se observan señales de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 42

Código de campo: P42

Sector: La Estancia

Fecha: 08/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,09962°
W 77,26369°

Coordenada punto (0,0): N 04,09890°
W 77,26479°

Dominancia de la especie *Rhizophora sp.* de porte alto y baja densidad de individuos, con altura promedio de 14 m. La presencia de epífitas es baja. No hay signos de intervención humana. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 43

Código de campo: P43

Sector: Valencia

Fecha: 09/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07839°
W 77,21117°

Coordenada punto (0,0): N 04,07837°
W 77,21118°

Dominancia de la especie *Rhizophora sp.* con algunos individuos de *Mora oleífera*, la altura promedio de los fustales es de 10 m. Baja presencia de regeneración natural y helechos, mientras que los musgos y epífitas son muy abundantes. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar ribereño.



Parcela 44

Código de campo: P44

Sector: Punta Mala

Fecha: 10/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,02928°
W 77,21902°

Coordenada punto (0,0): N 04,02778°
W 77,21872°

Dominancia dentro de la parcela de la especie *Rhizophora* sp. con algunos individuos de *Pelliciera rhizophorae*, la altura promedio de los fustales es de 16 m. Baja densidad de epífitas y de regeneración natural. Zona de extracción de piangua. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



Parcela 45

Código de campo: P45

Sector: Isla Curruquera

Fecha: 11/08/2015

Coordenada punto de entrada: N 04,07839°
W 77,21117°

Coordenada punto (0,0): N 04,07837°
W 77,21118°

Parcela establecida cerca del bosque de tierra firme, a 40 m aproximadamente hacia el lado este de la parcela. Bosque dominando por individuos poco desarrollados de *Rhizophora sp.* y algunos individuos de *Pelliciera rhizophorae*, la altura promedio de los fustales es de 5 m. De acuerdo con su ubicación geográfica, esta parcela puede corresponder según la clasificación de Lugo & Snedaker (1974) a un manglar de borde.



ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES NO ESPECÍFICAS DEL MANGLAR ENCONTRADAS EN EL MUESTREO

1. *Lonchocarpusmonilis* (L.) AMG Azevedo.

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnolita Novák ex Takht.

Superorden: Rosanae Takht.

Orden: Fabales Bromhead

Familia: FabaceaeLindl.

Género: *Lonchocarpus*Kunth.

Descripción: Son arbustos, árboles con corteza lisa. Hojas imparipinnadas; folíolos raramente 1, opuestos, enteros, sin estipelas; estípulas presentes. Inflorescencias cimas racemosas, axilares y simples, o pseudoterminales y compuestas, flores pediceladas, generalmente apareadas (por aborto de la central), en ocasiones en múltiplos de dos, pedúnculos cortos (braquiblastos) dispuestos racemosamente en el eje floral (pseudoracimo), floración tardía (las flores se producen en ramas ya con hojas) (Bernal, *et. al*, 2012).

Reportes: El género *Lonchocarpus sp.* está reportado en bahía Málaga por INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA (2006), en el presente estudio se encontraron dos individuos de esta especie en la parcela P15 y otros dos individuos en P19.



2. *Pterocarpus officinalis* L.

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Rosanae Takht.

Orden: Fabales Bromhead

Familia: Fabaceae Lindl.

Género: *Pterocarpus* Jacq.

Descripción: Alcanza una altura promedio de 30 a 35 m, con diámetros de 90 cm. Copa redondeada, siempre verde. Tronco recto, presencia de bambas, corteza exterior café claro, con presencia de lenticelas, corteza interna blanca, con exudado rojo color sangre. Hojas imparipinadas con folíolos mayormente alternos hasta 12 por hoja, ápice acuminado a falcado, base redondeada o raramente obtusa. Prefiere zonas bajas entre 0 y 300 msnm. En áreas pantanosas puede llegar a ser muy común, a veces formando rodales detrás de la línea del manglar (Camacho, *et. al*, 2005).

Reportes: La especie está reportada en bahía Málaga por INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA (2006), en el presente estudio se encontraron dos individuos en P17 y un individuo en la Parcela P18.



3. *Tabebuia palustrisse*

Reino: Plantae

Phylum : Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Bignoniaceae

Género : *Tabebuia*

Epíteto Específico: *palustris*

Descripción: Hojas Compuestas, trifoliada, opuestas, de margen entero, flor blanca y habito arbustivo. Esta es una especie rara, con una distribución limitada. Esta especie tiene un rango estrecho dentro de las áreas de manglar y su población está disminuyendo. Se encuentra río arriba en estuarios y zonas intermareales de baja a media, y en los sedimentos fluviales generalmente. Es una especie críptica que hace que sea difícil de detectar. Crece hasta cerca de un metro de altura en forma de arbusto en el dosel bajo (Duke, 2010).

Reportes: *De Tabebuia palustrisse* se han colectado muestras del pacifico, más específicamente en la zona de los manglares y playa adyacente del choco, Bahía Solano. También en el departamento de Nariño (Bernal *et al.*, 2012). En el presente estudio se registró un individuo en la Parcela P17.



4. *Cassipourea sp.*

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Rhizophoraceae

Género: *Cassipourea* Aubl.

(theplantlist)

Descripción: Arbustos o árboles. Hojas opuestas, membranáceas, ovadas, elípticas u obovadas, glabrescentes, los márgenes enteros a dentados o serrados. Inflorescencias axilares, las flores solitarias o fasciculadas, sésiles o pediceladas. Flores bisexuales, hipóginas, ebracteadas; cáliz 4-7-lobado, campanulado o patente, glabrescente o seríceo; pétalos 4-7, insertados en la base del disco membranáceo, espatulados, glabros o seríceos, blancos, los márgenes fimbriados o laciniados; estambres 8-40, con filamentos insertados en la base del disco o connatos basalmente. Fruto en cápsula dehiscente, coriácea.

Reportes: El género *Cassipourea sp.* está reportado en bahía Málaga por INEMAR, UNIVALLE E INCIVA (2006). En el presente estudio se encontró un individuo de esta especie en P19.





BIBLIOGRAFIA

Camacho, R. L., & Montero, M. I. (2005). Manual de identificación de especies forestales con manejo certificable por comunidades. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas " SINCHI".

Bernal, R., G. Galeano, A. Rodríguez, H. Sarmiento y M. Gutiérrez. 2012. Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. Barbasquillo. (*Lonchocarpus monilis*)

Duke, N. 2010. *Tabebuia palustris*. La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas 2010: e.T178801A7610513. [Http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20102.RLTS.T178801A7610513.en](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20102.RLTS.T178801A7610513.en). Consultado el 04 de noviembre 2015.

INVEMAR, UNIVALLE E INCIVA. 2006. BIOMÁLAGA: Valoración de la biodiversidad marina y costera de Bahía Málaga (Valle del Cauca), como uno de los instrumentos necesarios para que sea considerada un área protegida. Cali, Colombia. Inf. Cient. Fin. INVEMAR-UNIVALLE-INCIVA.