

Rasgos fisionómicos y propiedades físicas del suelo en el bosque halófito de *Avicennia germinans* emplazado en la península de Chacopata, Estado Sucre, Venezuela

Phisionomic features and physical properties of soil in the halophyte forest of Avicennia germinans located in the Chacopata peninsula, Sucre state, Venezuela

Recibido: 20/08/2020 Aceptado: 15/12/2020

María Elena Ugas
Universidad Pedagógica Experimental Libertador
mariaelenaugas_88@hotmail.com

Resumen: el propósito fue caracterizar los rasgos fisionómicos del bosque halófito del manglar de *Avicennia germinans* emplazado en la Península de Chacopata del estado Sucre, entre los 10°40'17'' - 10°40'27''N y los 63°46'49'' - 63°46'55''O, así como las propiedades físicas del suelo que coloniza. Para tal fin, se ejecutaron tres fases: (a) campo, colectándose muestras de suelo superficial, a partir de parcelas de 30x30, trazadas en suelos no rizosféricos y con manglar, además de registrar: altura, perímetro a la altura del pecho, cobertura y estratificación; (b) laboratorio, se determinó el % humedad higroscópica (%H), textura y color de las muestras de suelo; y (c) oficina, se estimó el DAP, área basal (AB), y biomasa, adicionalmente, se aplicó la prueba *T* de Student y el ANOVA, a fin de conocer las diferencias significativas entre los grupos de muestras. Los individuos presentan una altura promedio de 3,03m, el DAP, AB y la biomasa presentaron valores máximos en zonas de cobertura cerrada de 7,71 cm, 1,93 m/ha y 33.4 kg respectivamente, dominando el estrato arbustivo con un 92,8%. El suelo no rizosférico presentó 14,69 %H, con textura equilibrado-arenoso y color de

marrón a gris, mientras que los cubiertos en superficie con manglar presentaron 18,76%H, con diferencias significativas entre las muestras correspondientes a cobertura cerrada (*cc*) en contraposición a las que presenta cobertura abierta (*ca*) o sin manglar. La textura varía de equilibrado-arenoso en zonas de *ca* a limoso en *cc*, mientras que el color varía entre marrón en *ca* y gris en *cc*.

Palabras clave: *Avicennia germinans*, suelo, fisionomía, propiedades edáficas.

Abstract: The purpose of this study was to characterize some of the species of the woody forest of the *Avicennia germinans* mangrove forest located in the Península de Chacopata, Sucre state, between 10°40'17" - 10°40'27"N and 63°46'49" - 63°46'55" W, as well as the physical properties of the soil that sustains it. For this purpose, three phases were performed: (a) field, collected from surface soil samples, plots from 30x30, drawn on bare surfaces and with mangrove, in addition to registering the following physiognomic features: DCH, BA, biomass, Coverage and stratification; (B) laboratory, % H, texture and color of soil samples were determined; and (c) office, the data obtained in the field and in the laboratory were statistically analyzed, using the Student's T test and the ANOVA, in order to know the significant differences between the groups of samples. The individuals presented a mean height of 3.03 m, the DCH, BA and the biomass presented maximum values in closed coverage areas of 7.71 cm, 1.93 m / ha and 33.4 kg respectively, dominating the shrub layer with 92, 8%. The soil without mangrove presented 14.69% H, with sandy texture balanced and color of brown to gray, while the surface covered with mangrove presented 18.76% H with significant differences between the samples corresponding to closed coverage, as opposed to those with open coverage or without mangrove. The texture goes from sandy equilibrium in open coverage areas, to silt in closed coverage, while the color varies from brown in open coverage to gray in closed coverage.

Key words: mangrove, soil, physiognomy, physical properties.

Introducción

Los manglares, son formaciones leñosas generalmente arbustiva o arbórea que se caracterizan por ser duriárboles, algunas de sus especies poseen un sistema radical de raíces zancudas y neumatóforos, los cuales les permiten mantenerse estables en un medio acuoso, así como respirar, debido a que el sustrato donde se establecen tiende a ser pobre en oxígeno (Díaz, 2011).

Desde el punto de vista fisionómico, los manglares caribeños se consideran bosques halófitos, constituidos por formas biológicas entre las que destacan los duriárboles y duriarbustos halófitos (Sánchez, 2013). Estos se han adaptado a climas tropicales tal como es el caso de los que se encuentran en del delta del río Orinoco, así como a condiciones de aridez o semiáridéz, como los que se localizan en las penínsulas de Paraguaná y la Guajira, el archipiélago de Los Roques, entre otros ejemplos para Venezuela (Cumana et al., 2010; Pannier y Pannier, 1989).

La presencia de estas subformaciones vegetales, contribuyen a mitigar los procesos erosivos asociados a la acción del oleaje y las corrientes marinas en las zonas costeras. En efecto, tal como lo señalan Rodríguez et al., (2010, p. 144) “los manglares proveen importantes servicios ecosistémicos a la sociedad, destacando su capacidad de prevenir la erosión costera”.

Tanto en su componente aéreo como en el subterráneo, estos bosques presentan las mayores reservas de carbono, siendo este fundamental en la mitigación de los efectos producidos por el cambio climático. Sin embargo, en la actualidad, el uso inadecuado de estos espacios como consecuencia de las acciones antropogénicas, han acelerado un proceso masivo de deforestación, lo cual contribuye con su transformación de sumidero de carbono a fuente de emanación de CO₂, siendo perjudicial para el equilibrio ambiental. (Rodríguez et al., 2011; Herrera et al., 2016; Sánchez et al., 2019).

La tendencia investigativa sobre estos bosques, se centra en identificar las variaciones fisionómicas en manglares, considerando como principales variables: altura de los individuos, diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB), densidad, número de neumatóforos y biomasa total. Más recientemente ha surgido el interés por reconocer la vinculación entre las características estructurales del manglar y algunas propiedades edáficas del suelo, siendo las de mayor abordaje: color, salinidad, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, carbono orgánico. Con un significativo aporte al conocimiento sobre el estado estructural de los manglares. (Moreno et al., 2002; Rodríguez, et al., 2004; Lema y Polanía 2007; Rodríguez et al., 2011, Zamora y Cortes, 2012; Yepes, et al., 2016).

Contextualización de la investigación

En Venezuela, se han llevado a cabo algunos estudios sobre los manglares emplazados en su larga línea de costa, enfocados en los rasgos estructurales, la dinámica que estos poseen y por lo general enmarcados en disciplinas como la botánica, biología, y la agronomía.

Para la región centro oriental, la cual abarca desde Barcelona hasta el delta del río San Juan, Pannier y Pannier (1989), indican que estos bosques abarcan un área de 138.000 ha, lo que representa el 20,5% de la reserva manglífera del país.

Por su parte, Cumana et al. (2010) reportaron para el estado Sucre una composición florística de 28 especies entre las que corresponden a manglares: *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Para la laguna de Chacopata Cumana et al. (2000), refieren que entre la florula presente se pueden encontrar tres especies de manglar *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*.

El bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans*, ocupa una extensión estimada de 32,3 hectáreas, ubicándose entre las coordenadas astronómicas

10°40'17'' - 10°40'27' N y los 63°46'49'' - 63°46'55'' O.

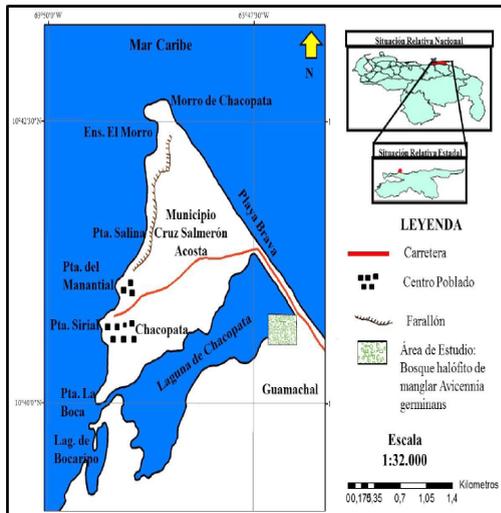


Figura 1. Localización del área de estudio en el contexto Nacional, Regional y Local. *Mapa Base: Hoja Porlamar (Nº 7448) Ministerio de Obras Públicas (1979) Dirección de Cartografía Nacional escala 1:100.000.*

Este sector presenta una temperatura media anual de 27,2 °C, siendo septiembre el mes más cálido con un registro de 28,3 °C y enero con 25,3 °C, constituye el mes más frío. Lo anterior permite afirmar que la zona presenta una amplitud térmica de 3°C, clasificando como un régimen Isotérmico. La precipitación anual estimada es de 451,6mm, con noviembre como el mes que presenta el mayor monto de precipitación, alcanzado 67,1mm. El monto anual de evaporación estimado es de 3429 mm, lo que permite afirmar que el clima es seco o semiárido con una estación seca y temperaturas mayores a 18°C (Bshi).

El mayor rasgo hidrográfico, lo constituye la laguna costera de Chacopata, caracterizada por presentar un cuerpo de aguas tranquilas, con una profundidad que oscila entre 2m y 4m, ocupando un área aproximada de 5 Km² (Cumana et

al., 2000; Alfonsi et al., 2003).

Con base en la taxonomía de *Soil survey Staff*, en la zona de estudio se presentan los suelos vinculados al orden Aridisols, caracterizados por poseer menos de 90 días de humedad, con bajos contenidos de materia orgánica asociados a zonas áridas. Presenta un suborden Cambids, el cual se caracteriza por tener horizontes compuesto por partículas individuales, además de contener grandes cantidades de minerales que son meteorizables; y se evidencia como gran grupo el *Haplocambids*, ya que muestra en el desarrollo de suelos, sales transportadas por el viento provenientes de áreas litorales (Elizalde et al., 2007).

Cumana et al., (2000), refieren una cobertura vegetal compuesta de un herbazal con psamófilas, halófilas estrictas, halófilas facultativas, hidrófilas, xerófilas y manglares.

Estas comunidades de manglares, han sido objeto de diversos estudios relacionados con la composición florística del manglar, las especies avícolas y acuáticas que habitan en ella, su importancia económica y la intervención del hombre en dicha zona (Cumana et al., 2000 y Bonilla et al., 2010). Sin embargo, no se ha precisado la condición fisionómica de este bosque monoespecífico de *Avicennia germinans*, así como las propiedades edáficas del suelo en dónde este se desarrolla. Lo cual resulta de fundamental importancia, a fin de aportar información que permita comprender la evolución sucesional del referido manglar.

Partiendo de los preceptos referidos, se plantea como propósito de esta investigación caracterizar los rasgos fisionómicos del bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans*, considerando la altura de los individuos, cobertura, estratificación, diámetro a la altura del pecho, área basal y biomasa; así como, las propiedades físicas del suelo en donde este se desarrolla, a partir del análisis de la humedad higroscópica, textura y color.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo, a partir de la ejecución de tres fases: (a) de campo, (b) laboratorio y (c) oficina.

Trabajo de campo

En esta fase de la investigación, se llevaron a cabo dos visitas a la zona de estudio, la primera en diciembre de 2014, con el propósito de reconocer el área, como base para el diseño del muestreo. El segundo trabajo de campo, se llevó a cabo entre el 9 y el 11 de abril del 2015. Se establecieron 7 parcelas de 30m x 30m, lo que representa áreas de 900m², estando separada entre sí por parcelas de igual dimensión, cubriendo un área 7,2 hectáreas (0,072 km²), lo que constituye el 22% del total de la superficie cubierta por manglar.

El muestreo realizado fue no probabilístico de tipo intencional, siendo seleccionados a juicio de experto atendiendo los siguientes criterios: (a) diagnóstico de las condiciones de accesibilidad, (b) menor intervención antropogénica (c) individuos vivos y (d) mayor a un metro de altura.

En este sentido se obtuvieron dos tipos de datos: (a) los rasgos fisionómicos de los individuos de manglar presentes en la parcela respectiva, para el cual se abordaron en campo los siguientes elementos: altura, cobertura, estratificación, perímetro a la altura del pecho y (b) muestras de suelo: no rizosféricas y con manglar en superficie, a una profundidad de 0 a 20cm, atendiendo al criterio propuesto por Ferreira et al. (2006).

Para determinar la altura de las formas biológicas menores a dos metros, se empleó una regla graduada, colocada desde la base del ejemplar hasta su tope sin enderezar. Mientras que, para los individuos que superaron los dos metros de altura, se asumió la modificación del método de estimación indirecta propuesta

por Bennet y Humphries (citado por Sánchez, 1998).

En cuanto al perímetro a la altura del pecho, se procedió con la ayuda de una cinta métrica a su medición de manera directa sobre cada uno de los individuos en estudio, aproximadamente a una distancia de 1,30m de elevación de la base del árbol.

A fin de determinar la cobertura, se asumió el criterio propuesto por Sánchez (1998), considerando que esta puede ser clasificada en: (a) cerrada (b) abierta: (c) dispersa y (d) muy dispersa.

En el reconocimiento de la estratificación, se consideró el método propuesto por Sánchez (1998), quien destaca, que se trata del estrato con su rango de altura expresada en metros, clasificando como: (a) arbóreo alto > 25 metros; (b) arbóreo medio 15-25 metros; (c) arbóreo bajo < 15-5 metros; (d) arbustivo 2-5 metros; (e) herbáceo 0-2 metros; (f) Edaforrúpícola 0 metros.

La colecta de muestras de suelo, se realizó en la zona superficial (0-20 cm de profundidad) considerando: (a) para el suelo dominado por presencia de *Avicennia germinans*, se tomó la muestra en el área más próxima a la base del individuo arbóreo, y (b) para el suelo no rizosférico, se consideró, el área próxima a la del individuo muestreado en el criterio “a”, con una distancia entre 1 y 2 metros lineales, contados a partir del área cubierta por el dosel del referido individuo.

Bajo el criterio antes descrito, se colectaron 21 muestras de suelo, distribuidas de la siguiente manera: (a) 14 muestras de suelo dominados por *Avicennia germinans*, y (b) 7 muestras de suelo no rizosférico.

Las muestras fueron resguardadas en bolsas de polietileno e identificadas con etiqueta contentiva de la siguiente información: clave única de identificación, coordenadas del punto de muestreo, fecha y hora de la colecta. Las mismas fueron preservadas para su transporte al laboratorio, en una cava con una temperatura

controlada entre 4°C a 6°C.

Trabajo de Laboratorio

% Humedad higroscópica del suelo (%H).

Para su determinación, se siguió el protocolo del Método Gravimétrico, propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA (1999), lo que supone tomar una fracción de las muestras, de 5g, y colocar en la estufa modelo Train- 9053A Model Drying Oven a una temperatura controlada de 105°C durante 24 horas. Finalmente, las muestras fueron pesadas, para conocer la pérdida de agua por secado en la estufa.

Para conocer el porcentaje de humedad se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{(PSH - PSS)}{PSS} \times 100$$

Dónde:

PSH = corresponde a la masa de suelo húmedo.

PSS = corresponde a la masa del suelo seco.

La Textura del suelo.

Para su determinación, se aplicó el método del hidrómetro, ya que permite conocer la fracción de partículas presentes en la muestra de suelo de acuerdo con su tamaño. Para esta propiedad se llevó a cabo el protocolo de Bouyoucos (Bouyoucos, 1962).

Color del suelo

Se empleó la tabla de colores de Munsell, donde se procedió a tomar 2gr de muestra en seco, la cual fue comparada con las placas de colores, que están conformadas por unas hojas que poseen varios elementos los cuales son: Matriz (HUE) la claridad (VALUE) y la pureza (CHROMA). Posteriormente se procedió a observar el color predominante y así poder determinar el mismo en la muestra (Ovalles, 2003).

Trabajo de oficina.

Determinación del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

Para determinar el diámetro a la altura del pecho, se empleó el dato del perímetro de cada individuo, registrado en el trabajo de campo, en la siguiente ecuación, propuesta por Ugalde (1981):

$$DAP = P / 3.1416$$

Dónde:

P = perímetro estimado en cm para cada individuo; Constante=3.1416

Determinación del Área Basal (AB)

El área basal, se determinó aplicando la siguiente ecuación, propuesta por Ugalde (1981):

$$AB = 0,0796 \times P$$

Donde el valor 0,0796 es una constante; y P: perímetro del tronco medido a la altura de 1,30m.

Determinación de la Biomasa

La biomasa total sobre el suelo, fue calculada con base en la ecuación propuesta por Komiyama et al. (2005), para especies de manglar:

$$BT \text{ (Kg/árbol)} = 0,251 \times p \times DAP^{2,46}.$$

Dónde:

p = densidad de la madera por especie: *Rhizophora mangle*: 0,80 (Richter y Dallwitz, 2000). *Laguncularia racemosa*: 0,762 y *Avicennia germinans* 0,759 (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Managua (Nicaragua) 1994).

DAP = Diámetro a 1,30 m del suelo o arriba de la raíz más alta.

Determinación de variaciones significativas entre los grupos de muestras

Para determinar el efecto de la fuente de variación: la presencia de manglar, en comparación con el suelo no rizosféricos, se realizó el análisis estadístico a partir del programa IBM SPSS Statistics versión 23.0.

Los datos fueron analizados mediante: (a) la prueba de *t-student*, para determinar las diferencias significativas entre los grupos de muestras, en atención a la humedad higroscópica del suelo, asociado a la condición de cobertura de la especie dominante: suelo sin cobertura de manglar en contraste con el suelo cubierto por la especie en estudio; y (b) El ANOVA, para determinar el efecto interactivo de la humedad higroscópica, entre las condiciones de cobertura: abierta, cerrada y sin manglar.

Resultados

En este apartado se presentarán los resultados de la investigación, por una parte, la caracterización fisionómica del bosque halófito de manglar y las propiedades físicas del suelo donde este se encuentra emplazado, y por otra las variaciones significativas entre los grupos de muestras.

Dominancia o Altura de los individuos

Los individuos presentaron una variación en su altura, entre los 1,77 m hasta los 4,42 m, con un promedio general de 3,03m. Las mayores alturas se registraron en donde la cobertura de dicho bosque es cerrada con valores que se ubican en el rango de 2,45m hasta los 4,42m, para un promedio estimado de 3,27 m de altura, en las zonas en donde cobertura resulto abierta, se evidencian de manera aislada especímenes de hasta 3,49 metros, con un promedio de 2,62 m. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dominancia o Altura del bosque halófito de *Avicennia germinans*, Chacopata estado Sucre.

Variable	Indicador	Metros (m)
Dominancia o Altura	Mínima	1.77
	Máxima	4.42
	Promedio general	3.03
	Promedio para muestras con cobertura cerrada	3.27
	Promedio para muestras con cobertura abierta	2.62

En el Caribe, para bosques de *Avicennia germinas*, han reportado alturas que van hasta los 15m, con excepciones de hasta 30m (Jiménez y Lugo, s.f). En Tabasco México, Sol et al., (2015), registraron alturas medias de 5,9 metros considerando que se encontraban en una fase temprana reproductiva o etapa joven. Mientras que Sánchez et al., (2019), en el Caribe colombiano, reportaron alturas aproximadas de 9,61 metros. En Venezuela, se han presentado rangos de alturas que van desde 1 hasta 8 metros en la Península de Paraguaná (González, 2010; Romero y Meléndez, 2013), 2 a 7,6 metros en Boca de Uchire, encontrándose en estado de juventud (Núñez y Ugas, 2018), y como de mayor altura destacan los ubicados en el lago de Maracaibo que alcanzan entre 15 a 20 metros (Medina y Barboza, 2003).

Tal variabilidad en la dominancia, posiblemente esté determinada por las condiciones edafoclimáticas (Lema y Polanía, 2007; López et al., 2011; Sol, et al. 2015). Para el caso específico de los manglares ubicados al oeste del estado Sucre según lo referido por Cumana et al. (2010), son considerados oligotróficos, particularmente aquellos que se ubican en las lagunas litorales se presentan achaparrados esto debido a la fuerte acción eólica, poco aporte de agua dulce y altos niveles de salinidad.

Como se evidencia, la similitud entre la dominancia del manglar de Chacopata, con la reportadas en otras zonas tropicales, permiten afirmar que este se encuentra en una fase de juventud.

Cobertura

Se registran áreas próximas entre los individuos, en las parcelas 1 y 5 en donde se presenta una cobertura abierta, Por otra parte, 9 de los 14 individuos en estudio se encuentran ubicados en una zona de cobertura cerrada (Figura 2).



Figura 2. Cobertura del bosque halófito de manglar *Avicennia germinans*. Nótese que en la fotografía “A”, se evidencia la cobertura abierta, mientras que la “B” los individuos se presentan en cobertura cerrada.

El área donde la cobertura es cerrada el bosque halófito muestra un mayor desarrollo, ya que es donde se encuentran los duriónes de mayor porte, además de concentrar la mayor cantidad de individuos. Por lo tanto, es posible que las zonas donde se presenta una cobertura abierta, constituya una fase inicial de colonización de la referida especie, lo cual permite suponer que, de mantenerse las condiciones edáficas y climáticas, estas áreas pueden incrementar el número de individuos, y llegar a presentar una cobertura cerrada.

Es importante destacar que las áreas de los bosques que presentan una cobertura cerrada, generan un mayor aporte de materia orgánica al suelo debido a la gran cantidad de hojarasca que se desprenden de los individuos (Jiménez y Lugo, s/f).

Estratificación

De los 14 especímenes estudiados, 13 pertenecen al estrato arbustivo por tener alturas entre 2 m y 4 m, y solo 1 corresponde al estrato herbáceo, por pre-

sentar altura inferior a 2 metros. (Figura 3).

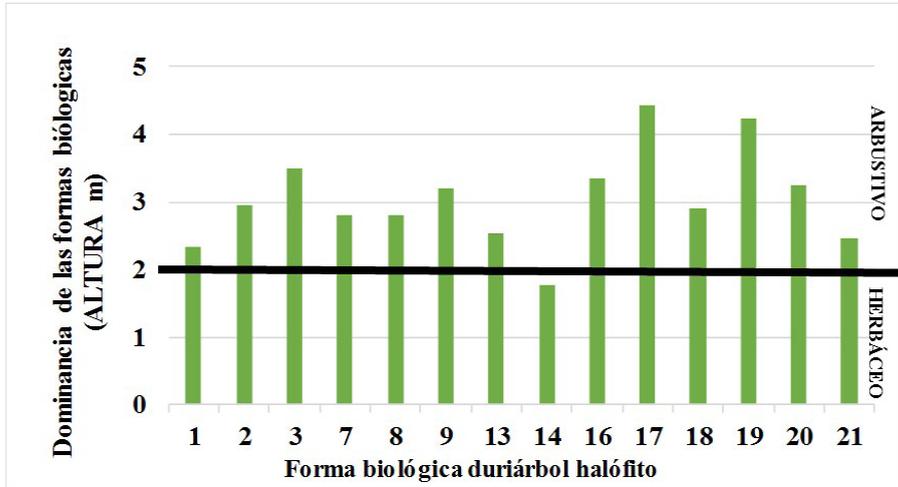


Figura 3. Perfil diagrama estructural del bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans*, Chacopata estado Sucre.

Para la referida especie se han registrado entre 15m y 30m de altura en las zonas más húmedas del Caribe ubicándose en el estrato arbóreo alto y medio (Lugo y Jiménez, s/f). En México, reportaron de 12m correspondiendo al arbóreo bajo (Basáñez et al., 2006), mientras que en Costa Rica, Zamora y Cortes (2009), reportaron individuos de hasta 25cm clasificando como herbáceo.

En Venezuela, estado Zulia, se ha registrado para la *Avicennia germinans* 15m de altura localizándose en el estrato medio (Medina y Barboza, 2003), mientras que en Falcón presentaron entre los 2m y 8m, clasificando como arbustivo y arbóreo bajo, (Romero y Meléndez, 2013), de igual manera los que encuentran en la Laguna de Unare en Anzoátegui alcanzaron entre 4,8m y los 7,6m ubicándolos en los estratos arbustivo y arbóreo bajo, según los referido por Núñez y Ugas (2018) y por último entre Puerto Escondido y Las Raíces, Península de Paraguaná, estado Falcón registraron entre 1m y 3m correspondiéndose a los

estratos herbáceo y arbustivo.

Ahora bien, partiendo de la estratificación estimada se ratifica que el bosque halófito de *Avicennia germinans* ubicado en la península de Chacopata, se encuentran en un estado de juventud.

Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP)

Se evidenciaron ejemplares que presentan variados calibres de sus tallos, lo que incluye arboles con DAP de 1,91cm hasta alcanzar los 11,14cm. La mayoría de los ejemplares de menor DAP se ubican en la zona de cobertura abierta, siendo el promedio para esta área de 3,63cm, mientras donde se localiza la cobertura cerrada se duplica el valor anterior para un promedio de 7,71cm (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del bosque halófito de *Avicennia germinans*, Chacopata estado Sucre.

Variable	Indicador	Metros (m)
Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)	Mínima	1,91
	Máxima	11,14
	Promedio general	6,25
	Promedio para muestras con cobertura cerrada	7,71
	Promedio para muestras con cobertura abierta	3,63

El análisis de correlación de Pearson, entre las variables altura y DAP, permite afirmar que existe una correlación positiva, lo que supone que mientras aumenta la altura del tronco, este también presenta un mayor grosor. En la figura 4, se evidencia una correlación positiva ($r = 0.64$), siendo mucho más evolucionados

en las zonas de cobertura cerrada en donde alcanza un grosor promedio de 7.71 cm, lo que de acuerdo con la prueba *t* (Cuadro 3) resulta significativamente diferente ($\text{sig} < 0,05$) a la zona de cobertura abierta en donde apenas alcanza 3,63cm.

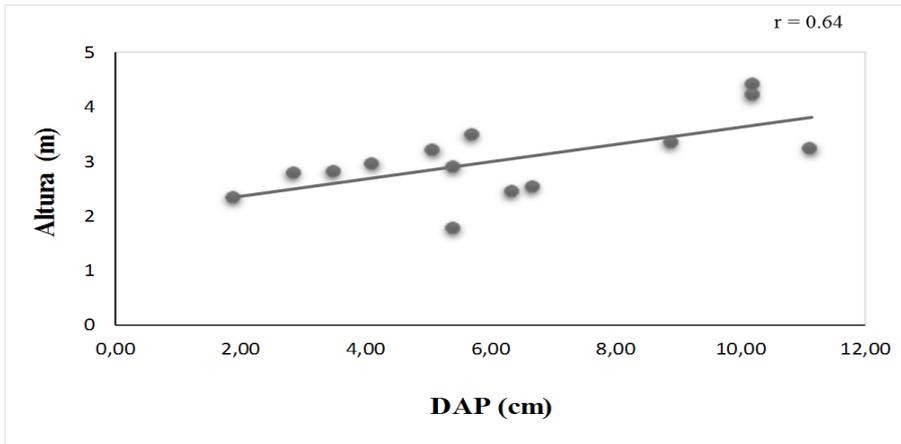


Figura 4. Correlación entre la altura y el DAP

Cuadro 3. Prueba *t* para muestras independientes: DAP- Superficie cubierta o no por manglar

Variable (DAP)	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	F	Sig.	T	Gf	Sig (Bilateral)
Se han asumido varianzas iguales			-3.448	12	0.005
No se han asumido varianzas iguales	5.900	0,032	-3.987	11.8	0.002

Sol et al. (2015), reportaron para bosques de *Avicennia germinans* en México, un DAP entre un 1cm y 14,9 cm, concentrándose la mayor parte entre los 5cm y 9,9 cm, por lo que concluyen que, debido a su tasa de crecimiento, se encontraba en una etapa juvenil. En Colombia Rodríguez et al. (2004), reportaron un DAP de 11,3 cm, pero al compararlo con la misma especie en Bahía de Nenguange -Colombia, donde se registraron valores mayores, los llevó a determinar que este último era más robusto, sugiriendo entonces, que el que se encontraba en estudio era menos maduro. Sánchez et al. (2019), en el Caribe Colombiano reporto un promedio un DAP de 32,83cm.

En Venezuela, en Cuare ubicado en el estado Falcón, Barreto (2004), reportó DAP entre los 2cm y los 26,3cm. Mientras que Núñez y Ugas, (2018) reportaron para la *Avicennia germinans* emplazada en el sector de Boca de Uchire, valores entre 10,19cm y 17,83cm con una media de $13,29 \pm 2,15$.

Por lo tanto, se puede referir que los valores reportados para el bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans* en Chacopata, se encuentran en el rango que se ha reportado para zonas tropicales en otras latitudes, así como para las obtenidas en nuestro el país, ratificándose que se encuentran en una etapa de juventud.

Área basal (AB)

Se estimó entre 0,48 m²/ha y los 2,79m²/ha, correspondiendo esta última al individuo que reporto el mayor DAP, en cobertura es cerrada, el promedio para dicha cobertura es de 1,93m²/ha, mientras en la zona de cobertura abierta apenas se registró 0,91m²/ha. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Área Basal (AB) del bosque halófito de *Avicennia germinans*, Chacopata estado Sucre.

Variable	Indicadores	(m ² /ha)
Área Basal	Mínima	0,48
	Máxima	2,79
	Promedio general	1,56
	Promedio para muestras con cobertura cerrada	1,93
	Promedio para muestras con cobertura abierta	0,91

De lo anterior se puede destacar que para el del bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans* en estudio, mientras mayor es el DAP, de manera proporcional aumenta el área basal. En efecto, el coeficiente de Pearson estimado para tales variables fue de 1, constituyendo una correlación positiva perfecta (Figura 5).

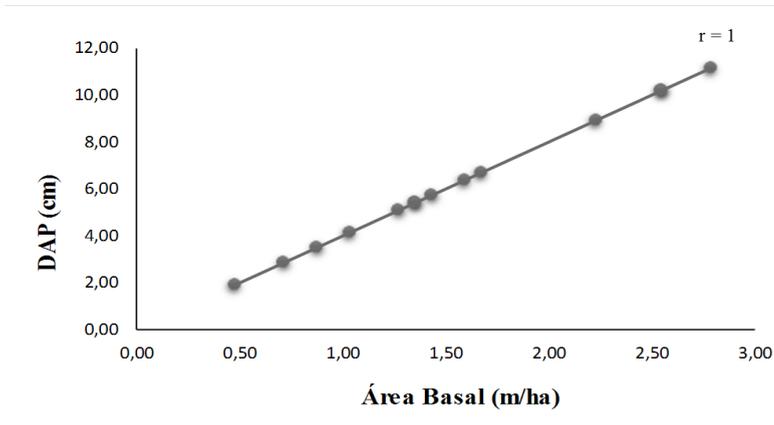


Figura 5. Correlación entre el área basal y el diámetro a la altura del pecho.

Rodríguez et al. (2004), reportaron para la *Avicennia germinans* ubicada en el Caribe Colombiano un área basal promedio de 17,3 m²/ha. Mientras que, en México Veracruz, Rodríguez et al. (2011), reportó para la referida especie un área basal de 26.6 m²/ ha. En Venezuela en el estado Falcón López et al. (2011) reportaron valores entre los 1,1 m²/ha y los 3,7 m²/ha, en donde los más bajos son los registrados en un área colonizada básicamente por *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*.

Con base en los datos antes referidos, se considera que el bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans* en estudio, se encuentra aún en estado no tan maduro, razón por la cual no ha desarrollado tal robustez en cuanto al área basal. Sin embargo, los valores registrados para dicho bosque se encuentran en el rango reportado para los manglares ubicados en el estado Falcón.

Biomasa

En cuanto a los valores reportados para la biomasa, se tienen que estos van desde los 0,94 kg hasta 71,67 kg, correspondiendo este último valor al que posee mayor diámetro a la altura del pecho. Presentan un promedio general de 23,5 kg, correspondiendo a la zona de cobertura cerrada un promedio de 33,4 kg, mientras que en la cobertura abierta es de 5,5 kg. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Biomasa del bosque halófito de *Avicennia germinans*,
 Chacopata estado Sucre.

Variable	Indicadores	Kg
Biomasa	Mínima	0,94
	Máxima	71,67
	Promedio general	23,5
	Promedio para muestras con cobertura cerrada	33,4
	Promedio para muestras con cobertura abierta	5,5

A pesar de que los valores reportados para el bosque halófito en estudio, no sobrepasan los 20cm de DAP, se muestra la relación que mientras mayor es el diámetro a la altura del pecho aumenta el aporte de biomasa, ya que el coeficiente de Pearson mostro una correlación positiva de 0.97, estando en un rango de alta a perfecta (Figura 6).

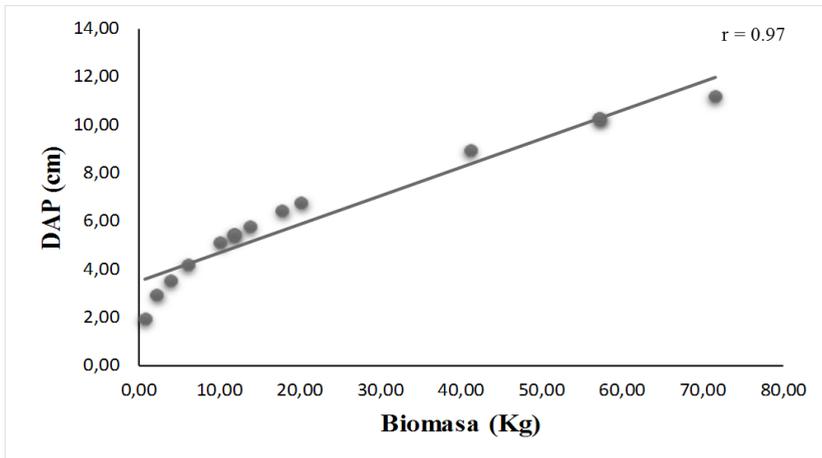


Figura 6. Correlación entre las variables Biomasa y el DAP.

Cabe destacar, que de acuerdo con Kauffman et al. (2013), los árboles que presentan un DAP menor a 20 cm, la cantidad de biomasa será pequeña, mientras que aquellos que posean un DAP mayor a 20 cm el aporte de la misma aumentará.

Propiedades físicas del suelo

Humedad higroscópica (%H)

Se estimó un promedio en áreas sin manglar de 14,69%, mientras que para los suelos cubiertos por manglar el promedio estimado es de 18,76%. El estadístico *t* advierte que no hay diferencias significativas entre ambos grupos muestrales. No obstante, al comparar los valores de %H por coberturas: sin manglar, abierta y cerrada, se tiene que este oscila entre 14,69%, 11,61% y 22,73% respectivamente (Cuadro 6).

Variable	Indicadores	(%H)
Humedad Higroscópica (%H)	Promedio para muestra sin manglar	14.69
	Promedio para muestras con manglar	18.76
	Promedio para muestras con cobertura abierta	11.61
	Promedio para muestras con cobertura cerrada	22.73

Cuadro 6. Humedad Higroscópica en el suelo del bosque halófito de *Avicennia germinans*.

El análisis de varianza ANOVA, evidencia que, si bien no existen diferencias significativas entre las muestras de suelo que no están cubiertas por manglar y las que presentan en su superficie una cobertura abierta, ya que la significancia entre ambos grupos muestrales es de 0,619; si existen diferencias en el contenido de humedad, del suelo entre las zonas que presentan una cobertura cerrada y suelo sin manglar o con cobertura abierta, presentando una significancia de 0,012 y

0,001 respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza entre el % de Humedad Higroscópica en el suelo por cobertura, en el bosque halófito de *Avicennia germinans*.

Variable dependiente	(I) Cobertura	(J) Cobertura	(I-J) Diferencias de medias	Error Estándar	Sig.
% Humedad Higroscópica	Sin manglar	Abierta	2,58000	2,59691	0,619
		Cerrada	-8,03833*	2,37064	0,012
	Abierta	Sin manglar	-2,58000	2,59691	0,619
		Cerrada	-10,61833*	2,37064	0,001
	Cerrada	Sin manglar	8,03833*	2,37064	0,012
		Abierta	10,61833	2,37064	0,001

Los mayores promedios de humedad higroscópica se encuentran en áreas con manglares en donde la cobertura es cerrada, esto está asociado a que las misma se encuentran próxima a la laguna presente en la zona en estudio, por lo cual, el aporte hídrico al suelo por parte del referido cuerpo de agua, pudiera resultar un elemento que incide de manera favorable en la expansión y colonización de la *Avicennia germinans*.

Mientras que los suelos sin manglar y en cobertura abierta el porcentaje es menor, lo cual posiblemente está relacionado no solo con su relativa lejanía de la laguna, aunado a que al no desarrollar sobre su superficie una espesa cobertura vegetal, se genera en el suelo las condiciones propicias de vulnerabilidad de pérdida de agua, debido a la exposición a la alta evaporación típica del clima semiárido que allí impera.

Textura

Para el suelo no rizosférico, se estimó que en promedio está constituido por un 49,4% de arena, un 3,8% de arcilla y 46,8% de limo, clasificando como equilibrado arenoso. En suelos con presencia de manglar, se registraron 51,4% de arena, 7% arcilla y 41,6 de limo, clasificando como suelos equilibrados arenosos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución en promedio de las partículas y determinación de la textura del suelo el bosque halófito de *Avicennia germinans*, Chacopata estado Sucre.

Promedio	% Arena	% Arcilla	% Limo	Clase textural
Promedio de suelo sin manglar	49,4	3,8	46,8	Suelo equilibrado arenoso
Promedio de suelo con manglar	51,4	7	41,6	Suelo equilibrado arenoso
Promedio de suelo con cobertura abierta	65	9,5	25,5	Suelo equilibrado arenoso
Promedio de suelo con cobertura cerrada	43,8	5,6	50,6	Suelo equilibrado limoso

No obstante, cuando se compara la distribución de las partículas por tipo de cobertura, se aprecia que las zonas abiertas, están constituidas en promedio por 65% de arena, 9,5% de arcilla y 25,5% de limo, ubicándose este como un suelo equilibrado arenoso, mientras que para los suelos donde se ubica la cobertura cerradas se registró 43,8% de arena, 5,6 de arcilla y 50,6% de limo, clasificando estos como suelos equilibrado limoso (Cuadro 8).

Se pueda afirmar que para el área objeto de estudio, la presencia de la *Avicennia germinans* en una cobertura cerrada, introduce una modificación en la textura del suelo, al favorecer la mayor acumulación de partículas de la talla del limo,

propiciando a nivel superficial el cambio de la textura del suelo al pasar de equilibrado arenoso a equilibrado limoso.

Posiblemente tal modificación, esté siendo generada por la presencia de una entramada red de neumatóforos, los cuales actúan como barreras superficiales que retiene en particular esta talla.

Color

Se evidenció un dominio de los colores marrón y gris. En el suelo sin manglar, la tendencia fue hacia el tono marrón, mientras que ante la presencia del manglar cambia hacia el gris. En cuantos a los suelos típicos de zonas con cobertura cerrada presenta en general un color gris y marrón grisáceo (Cuadro 10).

Cuadro 10

Promedios de colores en los suelos con y sin manglar y por cobertura.

Color	Suelos con manglar (%)	Suelos sin manglar (%)	Cobertura abierta (%)	Cobertura cerrada (%)
Gris	64,28	42,86	20	88,88
Marrón	21,42	57,14	60	0
Marrón Grisáceo	14,30	0,00	20	11,12

Los suelos de color gris y marrón grisáceo, indica que se encuentran en un ambiente anaeróbicos, por estar saturados de agua, generando que las bacterias que pueden vivir bajo esas condiciones, toman el Fe (Fe^{3+}) que se encuentran en minerales como la goetitas y hematita para recibir electrones en su metabolismo generando así “la forma reducida del ión ferroso (Fe^{2+}), que es soluble en agua e incoloro. Otras bacterias anaeróbicas utilizan Mn^{4+} como aceptor de electrones,

reduciéndose a su forma incolora soluble en agua Mn^{2+} ” (Ovalles, 2003, p. 1), Además, el referido autor hace énfasis que de continuar las áreas inundadas se producirá una pérdida de pigmentos dejando un color gris sobre el mineral.

Ahora bien, los suelos que presentan manglar con una cobertura abierta se evidencio el color marrón con diferentes tonalidades entre los que se puede notar marrón amarillentos, y marrón amarillento oscuros y marrón grisáceo. La predominancia de color marrón amarillento indica suelos meteorizados en condiciones aeróbicas, por ejemplo “como en el caso de la goetita, donde cristales grandes de este mineral confieren una pigmentación amarilla al suelo, mientras de cristales pequeños de éste confieren tonalidades de color marrón” (Ovalles, 2003, p.1). Mientras que el color marrón se relaciona con la alteración del suelo. Por otra parte, se presume la presencia de materia orgánica con niveles de bajo a medio, siendo así su fertilidad muy variada.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos para las variables estructurales, donde se reportó un promedio en altura de 3,03 metros, mientras que el diámetro a la altura del pecho fue de 6,25cm, el área basal de 1,56m/ha, la cantidad de biomasa de 23,5kg, se puede afirmar que el bosque halófito de *Avicennia germinans* emplazado en la Península de Chacopata, estado Sucre, se encuentra en un estado de juventud, pudiendo esto estar posiblemente vinculado con la poca disponibilidad de agua dulce y los elevados niveles de salinidad en la referida zona en estudio, lo que limita el desarrollo estructural en los manglares.

En cuanto a la cobertura, esta se presentó en dos patrones de distribución: (a) c. abierta y (b) c. cerrada. Por otra parte, en el referido bosque el estrato herbáceo ocupó un 7,10% mientras que el arbustivo un 92,80% del bosque. Además,

se correlacionaron las variables altura y DAP, siendo esta positiva moderada con (0,64), encontrándose un mayor desarrollo en donde la cobertura se presenta cerrada, mientras que el DAP y el AB la correlación fue perfecta (1), y el DAP con la biomasa fue de alta a perfecta (0,97).

En cuanto a las propiedades físicas estudiadas se obtuvo que el porcentaje promedio de humedad higroscópica reportado en la zona fue de 18,76% concentrándose la mayor parte de esta donde se presentaba la cobertura cerrada. De allí que, si existen diferencias en el contenido de humedad del suelo entre las zonas que presentan una cobertura cerrada y suelo sin manglar o con cobertura abierta, presentando una significancia de 0,012 y 0,001 respectivamente.

La textura dominante fue la equilibrada arenosa y equilibrada limosa, lo que permite afirmar que la referida especie se presenta en un amplio espectro granulométrico. Los colores presentes fueron el marrón y gris.

Es fundamental el reconocimiento de los rasgos fisionómicos y propiedades físicas del suelo del referido bosque, debido a la importancia que posee dicha vegetación en pro del equilibrio ambiental, sin embargo, se recomienda para futuras investigaciones abordar las propiedades químicas y bioquímicas del suelo en donde se emplaza el mismo, a fin de generar información que sirva a los entes responsables para que gestionen un uso adecuado de estos ecosistemas.

Referencias

Alfonsi, C. López, H. Pérez, J. (2003). Caracterización genética y morfológica de las poblaciones de *Cyprinodon dearborni* (Atherinomorpha: Cyprinodontidae) en Chacopata y Laguna de los Patos, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. 51 (4). 7-15

- Barreto, M. (2004). Cambios espacio temporales de la salinidad y estructura del manglar en el Golfete de Cuare, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 24. 63-79
- Basáñez, A., G. Pérez, y P. Rojas 2006. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. *Revista UDO Agrícola* 6 (1). 114-120
- Bonilla, A., H. López, L. González, A. Machado, E. Infante, y J. Velásquez. 2010. Ictiofauna y herpetofauna de los sistemas lagunares Chacopata-Bocaripo y Campoma-Buena Vista, de la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 30. 1-2
- Bouyoucos, G. (1962) Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils, *Agronomy Journal*, vol. 54: 464-465.
- Cumana, L., A. Prieto, y G. Ojeda. (2000). Florula de la laguna de Chacopata, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Revista Saber, Universidad de Oriente, Venezuela.* 12. 25-33
- Cumana, L., M. Sanabria, C. Leopardi, y Guevara, Y. 2010. Plantas vasculares de los manglares del estado Sucre, Venezuela. *Acta bot. Venez.* 33 (2).
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. USDA. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo.
- Díaz, J. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Revista Ra Ximhai*, 7: 355-369
- Elizalde, G., Vilorio, J. y Rosales, A. (2007). Geografía de los suelos de Venezuela. En: *GeoVenezuela* (pp. 402-537). Caracas: Fundación Polar.
- Ferreira, T., X. Otero, P. Vidal, y F. Macías. (2006). Are mangrove forest substrates sediments or soils? A case study in southeastern Brazil. *Catena*, 70: 79-91.
- González, H. (2010). Caracterización Fisionómica de las Formaciones Vegetales

- localizadas entre Puerto Escondido y Las Raíces, Península de Paraguaná, Estado Falcón- Venezuela. Trabajo de grado de maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas.
- Herrera, J., Camacho, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez, J., y Teutli, C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana*. (34).
- Jiménez, A. y A. Lugo. (s/f). *Avicennia germinans* (L.) L. SO-ITF-SM-4. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
- Kauffman, J., D. Donato, y M. Adame. (2013). Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. Documento de Trabajo 117. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Komiyama, A., S. Pongparn, y S. Kato. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*. 21: 471–477.
- Lema, L. y Polanía, J. (2007). Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 55 (1): 11-21.
- López, B., M. Barreto, y J. Conde. (2011). Caracterización de los manglares de zonas semiáridas en el noroccidente de Venezuela. *Interciencias*. 36. 888-893.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Managua (Nicaragua). (1994). Estudio tecnológico de la madera en tres especies de mangle. Proyecto OLA-FOCATIE.HISPAMER. 93.
- Medina, E. y F. Barboza. (2003). Manglares del sistema del lago de Maracaibo: caracterización fisiográfica y ecológica. *Sociedad Venezolana de Ecología Ecotrópicos*. 16 (2).
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Cartografía Nacional (1979). Mapa topográfico Porlamar, hoja 7448. Escala Base 1:100.000. Caracas: Autor

- Moreno, E. Guerrero, A. Gutiérrez, M. Ortiz, D y Palma, D. (2002). Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Revista Madera y Bosque*. (8). 115-128.
- Núñez, F. y Ugas, M. (2018). Caracterización Fisionómica del manglar de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* emplazado en la Laguna de Unare, Venezuela. *Revista Terra Nueva Etapa*. (55). 193-218.
- Ovalles, F. 2003. El Color del Suelo: definiciones e interpretación.
- Pannier, F. y R. Pannier. 1989. Manglares de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Venezuela.
- Richter, H. y Dallwitz, M. 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.
- Rodríguez, A., J. Nivia, y J. Garzón. 2004. Características estructurales y funcionales del manglar de *Avicennia germinans* en la bahía de Chengue (Caribe Colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost*. 33. 223-244.
- Rodríguez, M., Ramírez, P., Gutiérrez, G., (2011). Efectos de la extracción no controlada de madera sobre la comunidad y estructura de tamaños de los manglares de Alvarado, Veracruz, México. *Bol. Soc. Bot. Méx*. 89. 107-113.
- Rodríguez, J., F. Rojas, y D. Hernández. 2010. Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Caracas- Venezuela. Edición: Provita.
- Romero, G. y Meléndez, W. (2013). Caracterización Geoquímica de los Suelos Asociados a Distintas Especies de Mangle de la Zona Oeste del Golfo de Coro y Noreste de la Península de Paraguaná, Estado Falcón. *Geos*. 44. 25-32
- Sánchez, C. (1998). Enfoque fisionómico en el estudio de las formaciones vegetales de los biomas venezolanos. Trabajo de Ascenso, no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas.
- Sánchez, C. (2013). Nuestros paisajes naturales: Los biomas de Venezuela. En *El mundo de la biología* (234-244). Caracas: Fundación Polar
- Sánchez, H., Bolívar, H., Villate, D., Escobar, G., Anfuso, G., (2019). Influencia

de los impactos antrópicos sobre la evolución del bosque de manglar en Puerto Colombia (Mar Caribe Colombiano). 15 (1). 01-16

Sol, A., F. Sánchez, G. Hernández, L. Zamora, O. Sardiñas, C. Rivera, y P. Toruño, (2015). Volumen maderable de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) impactado por herbivoría de *Anacamptodes* sp en Cárdenas Tabasco. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climática*. 1. 115-133

Ugalde, L. (1981). Conceptos básicos de dasometría.

Yepes, A., Zapata, M., Bolívar, J., Monsalve, A., Espinosa, S., Sierra, P., y Sierra, A. (2016). Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para la estimación de los contenidos de carbono en manglares del Caribe Colombiano. *Revista de Biología Tropical*. (64:2). 913-926

Zamora, P. y Cortes, J. (2009). Los manglares de Costa Rica: el Pacífico norte. *Rev. Biol. Trop. Int. J. Trop. Biol.* 57. 473-488