



Características de la unidad de dispersión del mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en Puerto del Morro, Provincia del Guayas, Ecuador

Ángel Borja^{1,*} , Carmita Bonifaz¹

(1) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Av. Las Aguas s/n Av. Juan Tanca Marengo, Ecuador.

* Autor de correspondencia: C. Bonifaz [carmita.bonifazb@ug.edu.ec]

> Recibido el 07 de noviembre de 2022 - Aceptado el 06 de mayo de 2023

Como citar: Borja, Á., Bonifaz, C. 2023. Características de la unidad de dispersión del mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en Puerto del Morro, Provincia del Guayas, Ecuador. *Ecosistemas* 32(3): 2496. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2496>

Características de la unidad de dispersión del mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en Puerto del Morro, Provincia del Guayas, Ecuador

Resumen: tiene por objetivo determinar las características morfológicas de la unidad de dispersión desde el fruto al hipocótilo, con su estado y proceso de desarrollo a plántula. Además, de indicar la presencia de esta especie en 0.25 ha, a la entrada y salida de Puerto El Morro, con relación a las otras especies de mangle, reportando su densidad y volumen.

Palabras clave: dispersión; hipocótilo; manglares; presencia

Characteristics of the red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) dispersal unit in Puerto del Morro, Guayas Province, Ecuador

Abstract: Characterizing the dispersal unit of the red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) in Puerto El Morro, Guayas Province, Ecuador, aims to determine the morphological characteristics of the dispersal unit from the fruit to the hypocotyl, with its state and development process, a seedling. In addition, to indicate the presence of this species in 0.25 ha, at the entrance and exit of Puerto El Morro, in relation to the other mangrove species, reporting its density and volume.

Keywords: dispersal unit; hypocotyl; mangroves; presence

Introducción

El manglar considerado como un sistema altamente productivo, constituido por plantas leñosas de hábito arbóreo, protege las zonas costeras de las mareas y sirve de hábitat para especies marinas de importancia económica (Rico-Gray y Lot 1983). Gran parte de este se encuentra en esteros, deltas de ríos, lagunas costeras con influencia salina. Una de las mayores presiones a las que se enfrentan los manglares en el mundo es la actividad antropogénica; la cual altera su estructura, composición y a la vez reducen los servicios ecosistémicos que brindan; el cambio de uso del suelo es uno de los mayores problemas ya sea por ganadería, agricultura, acuicultura, dando como resultado la explotación excesiva de sus recursos y la modificación de sus condiciones hidrológicas (Spalding y Collins 2010).

En Ecuador, el manglar se distribuye en las zonas costeras de la provincia de Esmeraldas en el norte, Provincia de Manabí al centro, hasta la provincia de El Oro al sur del país, inmerso el manglar del norte un 67.68% en la región biogeográfica Chocó Ecuatorial y el del sur un 16.65 % en la región biogeográfica Jama-Zapotillo (Cornejo 2014a). Según el Centro de Levantamiento Integrados por Sensores Remotos (Clirsen) la extensión del manglar en Ecuador

ha fluctuado en los últimos 50 años, disminuyendo de 203 624 ha en 1969, a 147 228.60 ha en el 2006, e incrementándose hasta 161 835 ha en los últimos años. Este incremento se atribuye a las acciones de los programas de reforestación y regeneración natural realizados por el Ministerio del Ambiente, además de acciones de manejo como las concesiones de manglar para custodias por parte de usuarios como cangrejeros y concheros, políticas que, aun cuando causan tensiones sociales, han permitido ordenamiento en el uso y que dichos usuarios cuiden los recursos bióticos de estos ecosistemas, particularmente porque son los medios de subsistencia de estas comunidades (Clirsen 1991, 2006; Bravo 2010; Soto 2010; Ministerio de Ambiente 2017; Rodríguez 2018; Carvajal et.al. 2019; Mendoza et.al. 2019).

Las características morfológicas del género *Rhizophora* respecto a su unidad de dispersión en el denominado propágulo o hipocótilo son muy particulares, los elongados propágulos, en su desarrollo, se desprenden del árbol semillero, manteniendo el cotiledón en el ápice del hipocótilo, el mismo que más tarde será la estipula terminal (Davis 1940).

En lo correspondiente a *Rhizophora mangle*, la unidad de dispersión es un tema de interés investigativo tanto para la conservación y manejo de esta especie por aspectos como su adaptación

para el establecimiento de las plántulas, el tiempo que se requiere para la aparición del hipocótilo y como este varía en longitud, dependiendo su implantación de su longitud, siendo este uno de los factores que más afectan a la implantación de estas. Como, la viviparidad, la cual se indica en descripciones correspondientes al fruto, siendo necesario caracterizar la unidad de dispersión como tal (Gill y Tomlinson. 1971; Rabinowitz 1978; CONAFOR y CONABIO 2007; Cornejo 2014b; Lewis y Brown 2014; Prance 2018).

Describir las características de la unidad de dispersión de *R. mangle* para Puerto El Morro, provincia del Guayas, Ecuador es el objetivo del presente estudio, lo cual permitirá esclarecer cual es la unidad de dispersión, además de contribuir al conocimiento de esta especie para su conservación y manejo tendiente a mejorar las técnicas de reforestación con esta especie en los manglares del sector.

Material y métodos

Puerto del Morro pertenece a la parroquia El Morro del cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, Ecuador, localizado a 80°16'60" longitud Oeste y 2°36'0" latitud Sur, situado a 103 km desde la ciudad de Guayaquil y a 20 minutos desde el cantón General Villamil (Playas). Clima desértico tropical, la temperatura media anual es de 2.6°C, con una precipitación promedio de 407 mm al año; la formación fisiográfica corresponde a un bosque de manglar de borde, el mismo que mantiene agua salada todo el tiempo sujetas a las mareas bajas y altas producto de la amplitud de la marea del Golfo de Guayaquil (Soto 2010). A fin de registrar los mangles presentes en el sector y posible diferencia de estos en dos localidades particularmente de los individuos de *R. mangle* presentes, se estableció unidades muestrales de 0.25 ha. una localizada hacia adentro del canal El Morro en el Estero Olmos cuyas coordenadas son latitud 2°36'30" S y longitud 80°17'59" W y otra a la salida del canal en el sector de la Islita cuyas coordenadas son latitud 2°36'53" S y longitud 80°16'02" W. En cada unidad muestral se registraron todos los individuos arbóreos, los mismos fueron marcados y medidos en cuanto al diámetro a la altura del pecho (DAP) y su altura total (suelo hasta la copa), datos que permitió cálculos de frecuencia, abundancia, área basal y valorar la variabilidad de los individuos de las

unidades muestrales mediante el coeficiente de variación (CV) (Matteucci y Colma 1982). Los individuos de *R. mangle* fueron reconocidos en campo por las características vegetativas de la clave morfológica de Peña y Bonifaz (2020).

Los frutos e hipocótilos fueron colectados a mano de cada árbol de *R. mangle* presentes en la parcela, una vez colectados se procedió a medirlos. En el material colectado la disección se realizó dentro del plano de corte longitudinal en fruto e hipocótilo, con la ayuda de un estereoscopio se procedió a observar y describir detalladamente las características del fruto, la descripción de la cubierta de la semilla, corte y medición del fruto, medición del hipocótilo, observación del tejido de la parte interior del fruto cuyo desarrollo progresivo demuestra el embrión hasta la plántula, embrión, cotiledones, plúmula, fruto con el hipocótilo, tubo del cotiledón completamente alargado y plántula. Además, se procedió a dibujar algunas de las partes de la unidad de dispersión para caracterizarlo.

Resultados

El hipocótilo, considerado como la unidad de dispersión, al momento de colectarlo desde el árbol, presenta en su morfología externa la cicatriz del cotiledón a la altura del epicótilo, luego de lo cual el hipocótilo se diferencia como plántula, con una estipula terminal y raíces (Fig. 1). La planta madre presenta desarrollo de los tejidos embrionarios como el integumento hasta el tejido de reserva, pasando por el crecimiento del embrión hasta el alargamiento de los cotiledones (Fig. 2). El hipocótilo posee un desarrollo inicial y final pasando por seis etapas (Fig. 3) desde el fruto como tal hasta el desarrollo progresivo del embrión desde el mismo. El hipocótilo está constituido por tejido aerenquimático endospermico, el cual se puede evidenciar a lo largo del hipocótilo con sus lenticelas y plúmula (Fig. 4).

El fruto como tal en fresco, en *R. mangle* denota un color café, como baya coriácea glabra, con una longitud de 2 a 4 cm; en el fruto cortado en sección longitudinal se observa la cubierta de semilla y el tubo cotiledonario y el desprendimiento del tejido cotiledonar (Fig. 5).

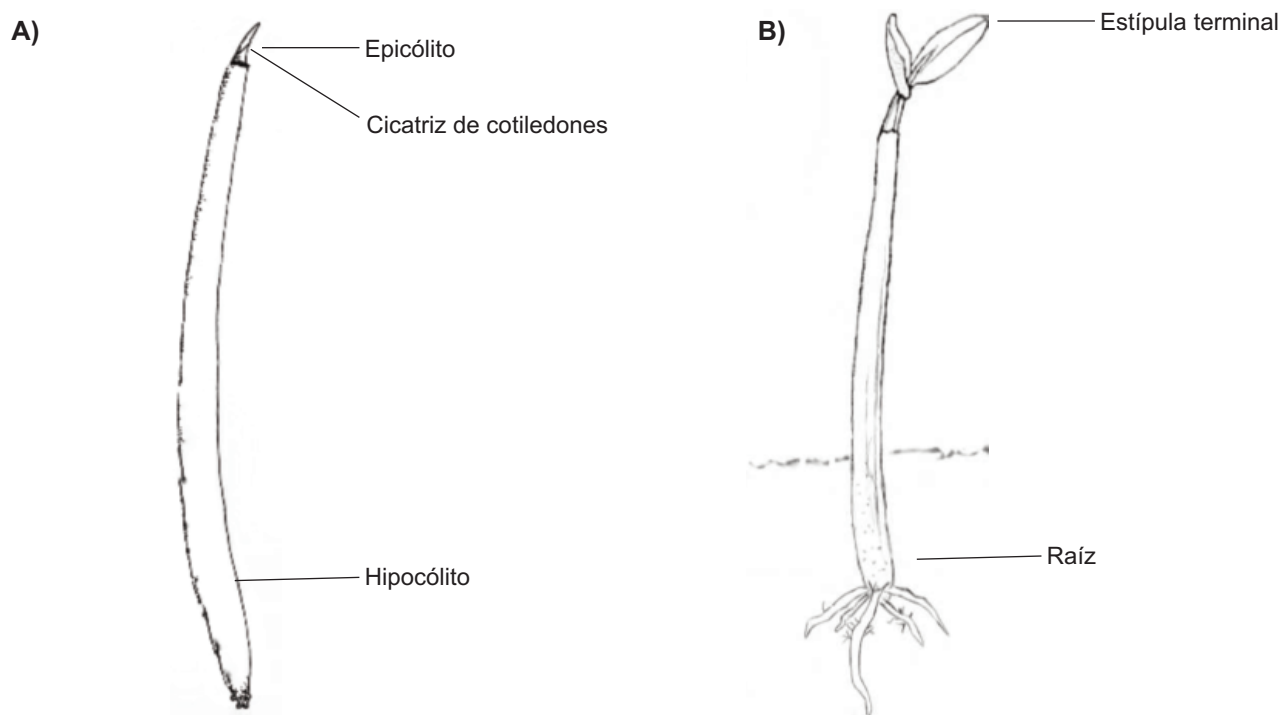


Figura 1. A) unidad de dispersión (hipocótilo plantular) en detalle de las partes del epicótilo, cicatriz de cotiledones, hipocótilo (x3); **B)** Plántula (x 3.5) en desarrollo de *R. Mangle* donde detalla la estipula terminal y sus raíces en crecimiento implantado en el suelo.

Figura 1. A) dispersal unit (plantular hypocotyl) in detail of the parts of the epicotyl, cotyledon scar, hypocotyl (x3); **B)** developing seedling (x 3.5) of *R. mangrove* with details of the terminal stipula and its growing roots implanted in the soil.

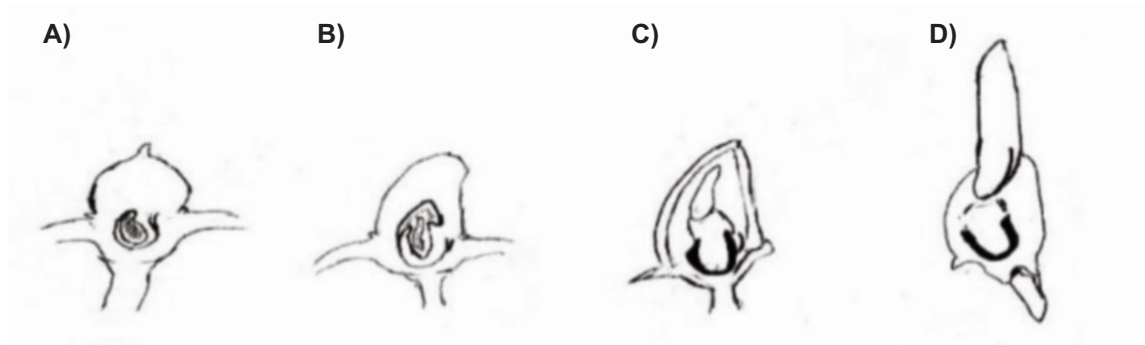


Figura 2. Etapas de desarrollo de tejidos embrionarios de la planta madre (A-D); **A)** Integumento recubre embrión y tejido de reserva para la nutrición (x 2); **B)** Crecimiento del embrión (x2); **C)** Alargamiento de los cotiledones fusionados y ruptura de la parte externa del fruto por la Pseudoradícula (x 2); **D)** Cotiledones alargados dentro del fruto, mientras que el hipocótilo y la parte radicular alcanza la madurez (x 3).

Figure 2. Developmental stages of embryonic tissues of the mother plant (A-D); **A)** Integument covers embryo and reserve tissue for nutrition (x 2); **B)** Embryo growth (x2); **C)** Elongation of fused cotyledons and rupture of the external part of the fruit by the Pseudoradicle (x 2); **D)** Elongated cotyledons inside the fruit, while the hypocotyl and root part reach maturity (x 3).

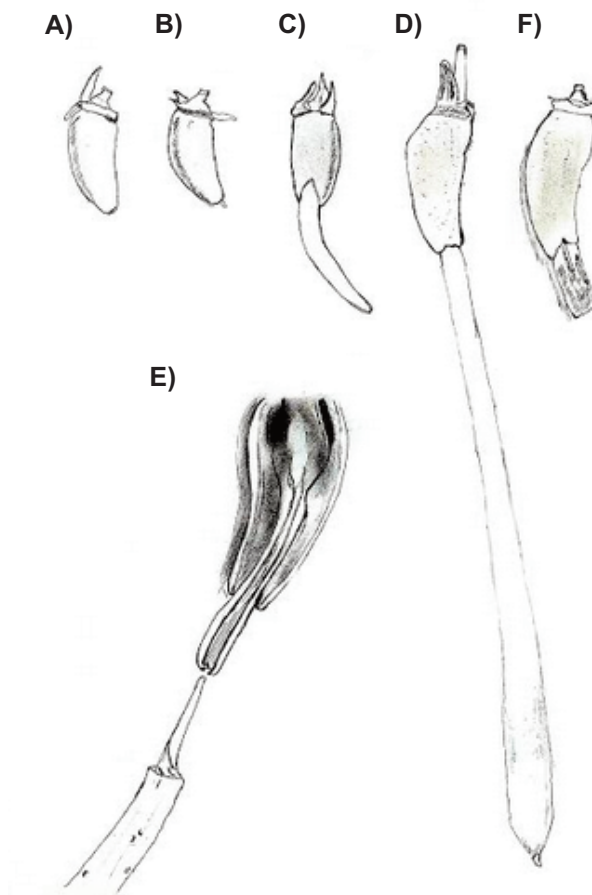


Figura 3. Pasos de desarrollo inicial y final de la unidad de dispersión; **A)** fruto de 3 cm de longitud (x 0.5); **B)** fruto con presencia del estigma remanente (0.5); **C)** Fruto con el desarrollo progresivo del embrión (x 1); **D)** fruto junto a la unidad de dispersión (x 1); **E)** separación del hipocótilo del tubo cotiledonario en fruto prendido del árbol madre, observándose la plúmula en el epicótilo (x 1); **F)** observación de la remanencia del tubo cotiledonario unido al fruto (x 1).

Figure 3. Initial and final developmental steps of the dispersal unit; **A)** fruit 3 cm long (x 0.5); **B)** fruit with remaining stigma present (0.5); **C)** fruit with progressive development of the embryo (x 1); **D)** fruit next to the dispersal unit (x 1); **E)** separation of the hypocotyl from the cotyledonary tube in fruit attached to the mother tree, observing the plumule in the epicotyl (x 1); **F)** observation of the remnant of the cotyledonary tube attached to the fruit (x 1).

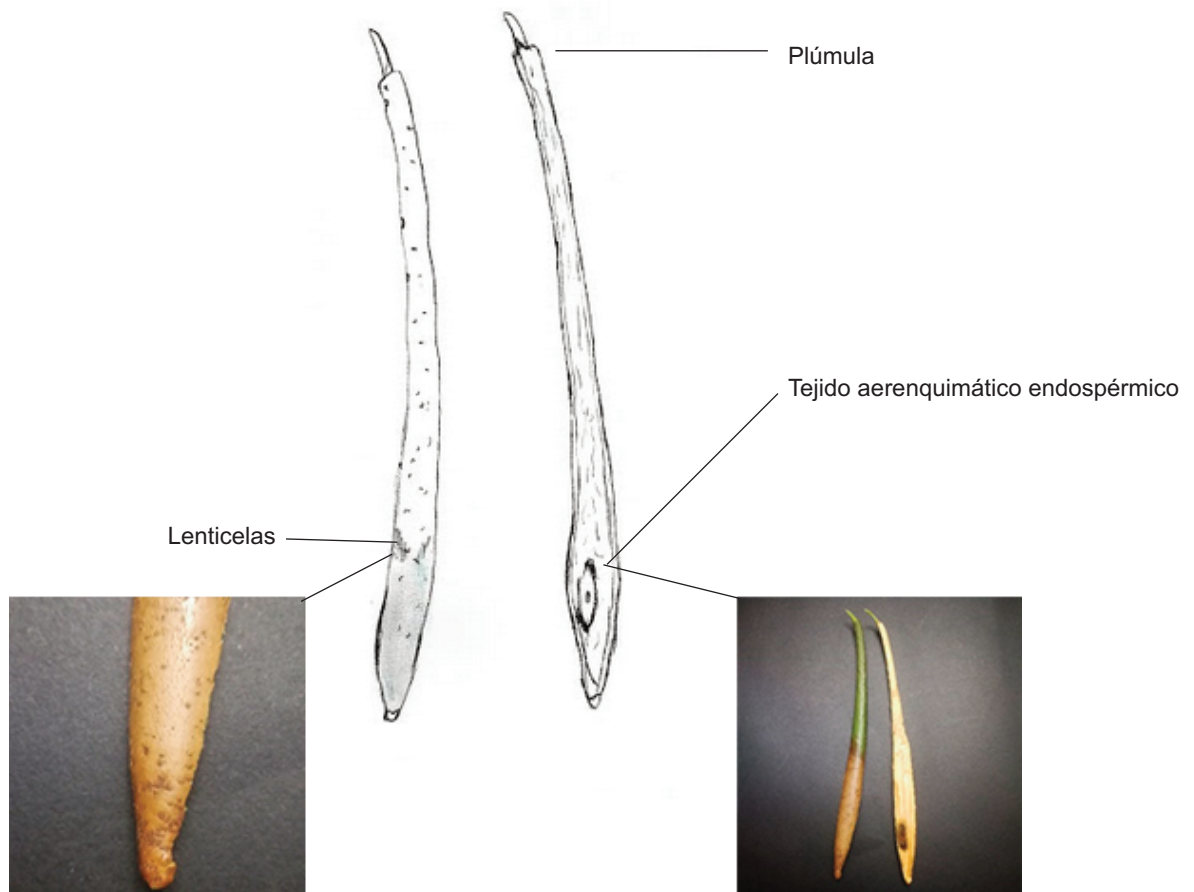


Figura 4. Corte longitudinal de la unidad de dispersión donde se esquematiza su tejido aerenquímico endospermico, lenticelas y plúmula (x 1).
Figure 4. Longitudinal section of the dispersal unit showing its endosperm aerenchymal tissue, lenticels and plumule (x 1).

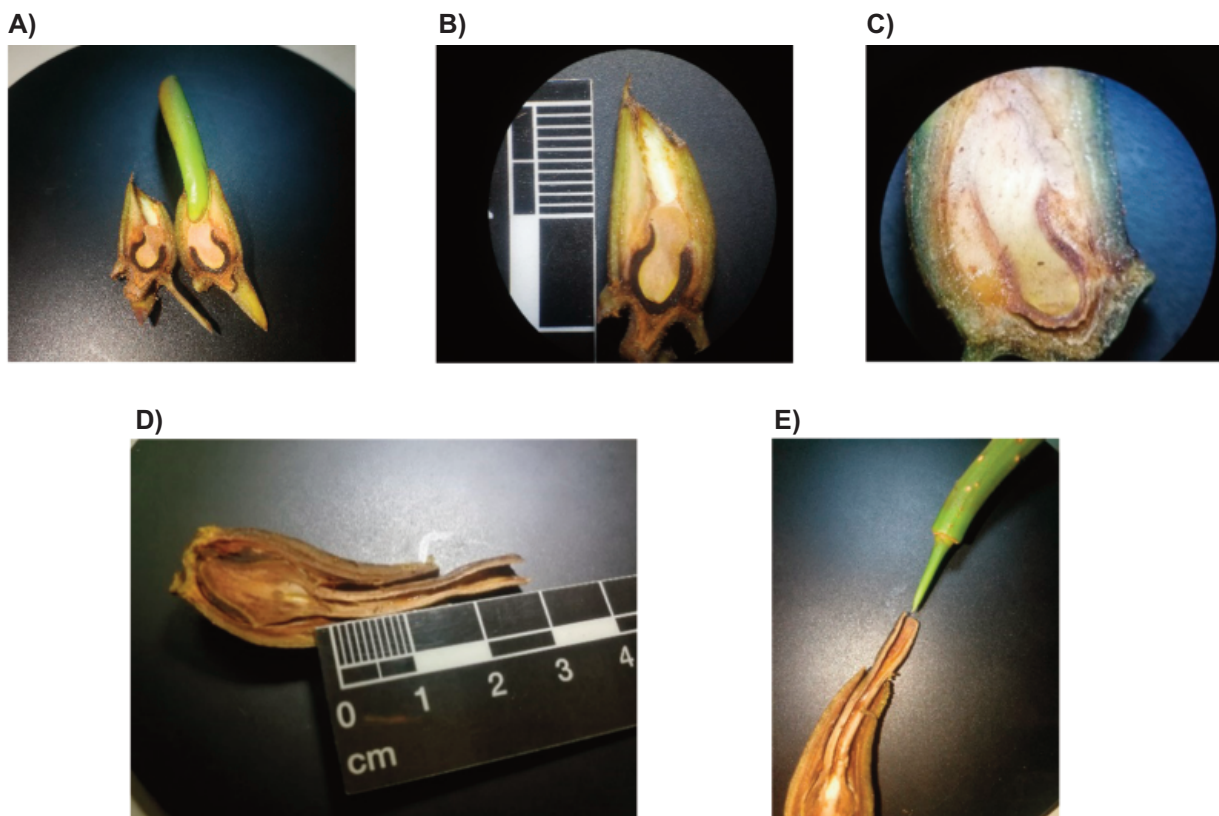


Figura 5. **A)** Corte longitudinal del fruto; **B)** Estructura interna del fruto; **C)** cobertura de semilla; **D)** Medición de tubo cotiledonar dentro del fruto; **E)** Desprendimiento del tejido cotiledonar de la plúmula.
Figure 5. **A)** Longitudinal section of the fruit; **B)** Internal structure of the fruit; **C)** Seed coat; **D)** Measurement of the cotyledonary tube inside the fruit; **E)** Detachment of the cotyledonary tissue from the plumule.

La presencia de *R. mangle* en la unidad muestral de 0.25 hectáreas hacia el interior del canal El Morro, Estero Olmos con 34 individuos con un CV 0.4 (diámetro) y CV 0.2 (altura), representan un 9%, constituido por árboles con un DAP entre 6.5 a 8.2 cm y alturas totales que van de 8 a 10.5 metros, con un área basal de 0.085 m² y volumen total de 0.832m³, presentando árboles delgados con raíces fúlcreas muy entrelazadas y un solo individuo con presencia de frutos e hipocótilos. Los individuos de *R. mangle* hacia afuera del canal, sector la Islita con 18 individuos con un CV 0.3 (diámetro) y CV 0.3 (altura), representan un 17%, con categorías diamétricas que van de 22 a 28 cm de DAP, y alturas totales que van de 9 a 12 metros, con un área basal de 0.339 m² y volumen total de 3.342m³. presentan troncos un poco más gruesos que los del Estero Olmos y las raíces fúlcreas se encuentran más separadas; 3 árboles presentan frutos e hipocótilos.

Discusión

Rabinowitz (1978), apreció una diferenciación en el desarrollo del hipocótilo, por lo cual, el presente estudio, confirma dicha diferenciación, distinguiendo al hipocótilo o propágulo en *R. mangle*, describiendo sus características desde cuando el hipocótilo tiene su origen como embrión y pasa por procesos de crecimiento y desarrollo que tiene diferentes estadios y funciones, diferenciando su función de acuerdo con su longitud.

Estudios sostienen que el peso del hipocótilo de *R. mangle* es un factor que permite que se mantenga flotando los propágulos (Davis 1940), en los manglares de Puerto El Morro se pudo observar que los hipocótilos tienden a implantarse si al momento de desprenderse del árbol madre cae en el fango producto de la bajar, además, los mismos se mantienen flotando horizontalmente hasta que la pleamar los empuja hacia el interior del canal, por lo cual el peso no es mayormente un factor relevante para que los propágulos se mantengan flotando más bien interviene el tejido aerenquimático que posee, lo que le permite flotar y la marea influye en arrastrarlos.

CONAFOR y CONABIO (2007) indica que en los manglares de América Central la mayor floración y fructificación de *R. mangle*, es para los meses de agosto y septiembre, siendo diferente el comportamiento fenológico de esta especie en los manglares de Puerto El Morro, Ecuador, la cual es escasa para dichos meses (Peña y Bonifaz 2020).

El oleaje fuerte es considerado como un factor que podría afectar la sobrevivencia y el establecimiento de los propágulos de *R. mangle* CONAFOR y CONABIO (2007), aspecto considerando positivo para los manglares de Puerto El Morro, pues al oleaje como producto del cambio de marea baja a marea alta en el Golfo de Guayaquil, influenciado por la amplitud de marea del Golfo de Guayaquil (> 5 m) (Cintron et al. 1982), permite procesos de implantación, pues se observó muchos propágulos en proceso a plántulas que son arrastrados por la marea a los sectores más sedimentados en la entrada del canal del Morro, siendo esto una muy buena proyección del manglar que se formará tras del asentamiento de manglar más estable.

Conclusiones

La unidad de dispersión en *R. mangle* es el hipocótilo y no el fruto, el hipocótilo es la parte embrionaria que sale de la semilla, hacia afuera, para continuar creciendo hasta que su parte apical internamente se diferencia del tejido cotiledonar, procediendo a desprenderse del fruto en un estadio considerado maduro. El hipocótilo en *R. mangle* tiene un proceso de crecimiento en longitud, que se lo podría atribuir a un crecimiento meristemático de la parte apical del embrión, aunque internamente la diferenciación se da en la parte más estrecha del embrión, es decir en la articulación con el tejido cotiledonar, permitiendo que cuando el tiempo de la diferenciación se cumple se desprenda del fruto y caiga al agua.

El hipocótilo en *R. mangle* una vez que se desprende del fruto, es una formación embrionaria que constituido por su tejido aerenquimático puede flotar y luego la parte basal del hipocótilo por su morfología más abultada, tiende a implantarse al contacto con el sedimento.

En *R. mangle*, por su desarrollo, los hipocótilos prendidos del fruto y sujetos al árbol madre deben ser denominados hipocótilos embrionarios y los hipocótilos desprendidos del árbol madre deben ser denominados hipocótilos plantulares.

Los hipocótilos que deben ser utilizados para reforestación son los hipocótilos plantulares.

En las unidades muestrales de Estero Olmos (hacia adentro del canal El Morro) y en la Islita (hacia afuera del canal El Morro) los individuos de *R. mangle* están en una proporción menor al 20%, indicando que la representatividad de esta especie para el sector es baja.

Los individuos de *R. mangle* de Estero Olmos, hacia adentro del canal, son individuos jóvenes con diámetros menores a 10 cm y alturas totales de 10 metros, los individuos de La Islita, hacia afuera del canal, presentan un aumento en diámetros de hasta 28 cm y alturas de 12 metros, aunque la variabilidad de los individuos no es significativa, sin embargo, objetivamente los individuos de esta especie son más robustos hacia afuera del canal.

Contribución de los autores

Ángel Borja: Investigación, Análisis formal, Redacción – borrador inicial. Carmita Bonifaz: Revisión y edición.

Referencias

- Bravo Cedeño, M.A. 2010. Interpretación del estudio multitemporal (CLIRSEN 1969-2006) de las coberturas de manglar, camaroneras y área Salinas en la franja costera del Ecuador Continental (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11985>
- Cintron, G.M., Horta, R.R., Paredes, R.S., Solis, I.C., Bonifaz, C.B. 1982. Some observations on the development of the mangrove on the Ecuador and Peru continental coast. *Oceanologica Acta, Special issue* 0399-1784 (Gauthier-Villars), 1982. Disponible en: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00246/35740/>
- Carvajal R., Santillán, X. 2019. *Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental*. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Proyecto Conservación de Manglar en el Pacífico Este Tropical. Guayaquil, Ecuador.
- CLIRSEN 1991. *Estudio multitemporal de manglares, camaroneras y áreas salinas de la costa ecuatoriana mediante el empleo de la información de sensores remotos*. Memoria Técnica. Convenio de cooperación técnica entre la DIGMER, PMRC, SRP y el CLIRSEN. University of Rhode Island, Rhode Island, Estados Unidos.
- CLIRSEN 2006. *Actualización del Estudio Multitemporal de Manglares, Camaroneras y Áreas Salinas en la Costa Continental Ecuatoriana*. Convenio de cooperación técnica entre el CLIRSEN y el Programa de manejo de recursos costeros (PMRC). Ministerio del Ambiente, Ecuador.
- CONAFOR y CONABIO 2007. *Rhizophora mangle* (L.) C.D.C. SIRE- Paquetes Tecnológicos (4), 3–8. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/997Rhizophora%20mangle.pdf>
- Cornejo, X. 2014a. *Árboles y Arbustos De Los Manglares Del Ecuador*. MAE (Ministerio Del Ambiente Del Ecuador), Quito, Ecuador; FAO (Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura), Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>
- Cornejo, X. 2014b. *Plants of the South American Pacific mangrove swamps* (Colombia, Ecuador, Peru). Eduquil Editorial Universitaria, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Davis, J.H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. *Publications of the Carnegie Institution of Washington* (517), 303-412.

- Gill, A.M., Tomlinson, P.B. 1971. Studies on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) 3. Phenology of the shoot. *Biotropica* 109-124.
- Lewis III, R., Brown, B. 2014. *Rehabilitación Ecológica del Manglar. Manual de campo para Rehabilitadores*. 275. Programa USAID-CADRE.
- Matteucci, S.D., Colma, A. 1982. *Métodos Para El Estudio De La Vegetación*. Departamento de Asuntos Científicos y tecnológicos de La Secretaría de La Organización de Los Estados Americanos, Washington DC., Estados Unidos. p. 86.
- Mendoza Avilés, H.E., Betancourt Vera, A.S., Murillo Erazo, F.Y. 2019. Factores productivos que inciden en el desarrollo económico y comercial de la "Asociación de cangrejeros 6 de julio" en el Golfo de Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad* 11(2), 387-394.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador 2017. *Guía de derechos y deberes de las organizaciones custodios del manglar*. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Instituto Humanista para la Cooperación con los Países en Desarrollo, Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Guayaquil, Ecuador.
- Prance, G.T. 2018. Rhizophoraceae. *Flora Neotropica*, Monograph 120:1-63
- Peña Villagómez, Z., Bonifaz Balseca, C. 2021. Biología Reproductiva del mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) Puerto El Morro, Provincia del Guayas, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales* 14(2). <https://doi.org/10.53591/cna.v14i2.1305>
- Rabinowitz, D. 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica* 47-57.
- Rico-Gray, V., Lot, A. 1983. Producción de hojarasca del manglar de la Laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Biotica* 8(3), 295-300.
- Rodríguez, F.V.L. 2018. Mangrove concessions: An innovative strategy for community mangrove conservation in Ecuador. *Coastal Research Library* 25, 557-578. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73016-5_25
- Spalding, M., Collins, L. 2010. *Atlas mundial de manglares*. Earthscan, Londres, Reino Unido.
- Soto, N.L. 2010. Un caso de tensiones sociales generados por las políticas ambientales: Refugio de Vida Silvestre "Manglares El Morro". Tesis de Maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador., Programa de estudios Socioambientales, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec:8080/bitstream/10469/2485/4/TFLACSO-LMSN2010.pdf>