

## La vegetación asociada al conjunto de islas recientes y subrecientes del estuario del Río Grande del Orinoco. Sector Merejina, estado Delta Amacuro, Venezuela.

The vegetation associated to the set of recent and subrecent islands of the Río Grande del Orinoco estuary. Sector Merejina, Delta Amacuro state, Venezuela.

Valois González B.<sup>1</sup> y Julio E. Delgado F.<sup>2</sup>

### Resumen

En la periferia del estuario en contacto con la fachada Atlántica, las islas de reciente conformación presentan una vegetación de manglar constituida por sucesivas cohortes de distintas edades y alturas de individuos de dos especies del género *Rhizophora*; *Rhizophora*  $\times$  *harrisonii* y *Rhizophora racemosa*. En éstas, los más jóvenes y de menor altura de ambas especies, se disponen en la periferia costera de las islas precedidos en la mayoría de los casos, por un herbazal medio denso de pantano de *Crinum erubescens*. Se plantea como hipótesis, que la densa trama del herbazal citado ha facilitado el establecimiento de los propágulos vivíparos de ambas especies de mangle, por la retención y soporte en sus primeras etapas de las plántulas y juveniles como consecuencia de la estructura de herbazal de *C. erubescens* (McKee, Rooth y Feller 2012; Donnelly y Walters 2014). Es solo en esta sección natural no intervenida del Delta del Orinoco, donde los individuos de las dos especies del género *Rhizophora*; la primera, *R. \times harrisonii* la cual constituye un híbrido entre *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa* y presentan cierta tolerancia a la salinidad, mientras que los individuos de *R. racemosa* son los más intolerantes a la misma, de las tres especies del género *Rhizophora* que se reportan para esta región de Venezuela. Se quiere destacar, que el estuario de Río Grande representa la única localidad del Delta del Orinoco donde los propágulos vivíparos y juveniles de los individuos de ambas especies del género *Rhizophora*, actúan como especies colonizantes tempranas. Sin embargo, en otros sectores del Delta Inferior como en las secciones Noroccidental y Central son los individuos de dos especies; como la gramínea *Spartina alterniflora*, que en forma individual o en conjunto con la hierba o subarbusto *Crenea maritima*, actúan como facilitadoras para el establecimiento de los individuos de otras dos especies de manglar. Estas se diferencian claramente de las del género *Rhizophora*, por presentar tasas de crecimiento más altas, mayor intolerancia a la sombra, propágulos criptovivíparos y asociados a los individuos de las especies *Laguncularia racemosa* y/o *Avicennia germinans* (González B, 1999; 2003). En los últimos treinta años, se han conformado nuevas islas en el estuario de Río Grande. La relativa juventud de estas, se reconoce por la presencia de distintas franjas de una comunidad sucesional de manglar, con alturas que varían de unos pocos metros, hasta 30 m, las cuales están constituidas por los individuos de las dos especies del género *Rhizophora* ya mencionadas, siendo ambas menos tolerantes a la salinidad que los de la especie *R. mangle*. Entre las islas de reciente conformación más cercanas a la fachada Atlántica y las que se ubican hacia el oeste del estuario mencionado, se establece un gradiente de salinidad en la misma dirección horizontal, el cual condiciona cambios graduales en la estructura florística de la vegetación predominantemente boscosa. Las islas de origen más reciente, están totalmente cubiertas por distintas cohortes de las dos especies del género *Rhizophora* ya mencionadas, mientras que en las ubicadas más hacia el oeste, las comunidades de manglar citadas, son gradualmente sustituidas, primero por bosques altos densos de pantano de *Pterocarpus officinalis* y en la medida en que disminuye aun más la salinidad, los bosques monoespecíficos de esta última especie, se enriquecen gradualmente con un conjunto de individuos de especies arbóreas intolerantes a la salinidad.

**Palabras Clave:** Estuario del Río Grande, Merejina, Vegetación, *Rhizophora*  $\times$  *harrisonii*, Bosques y herbazales de pantanos, bancos y promontorios de barro, Corriente de Guayana, Delta del Orinoco.

<sup>1</sup>Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. <sup>2</sup>Dirección de Gestión Ambiental de la Faja Petrolífera del Orinoco Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Agua. Caracas, Venezuela.

## Abstract

On the periphery of the estuary in contact with the Atlantic seaboard, the newly formed islands present mangrove vegetation constituted by successive cohorts of different ages and heights of individuals of two species of the genus *Rhizophora*; *Rhizophora*  $\times$  *harrisonii* and *Rhizophora racemosa*. In these, the youngest and lowest of both species, are arranged in the coastal periphery of the islands preceded in most cases, by a medium dense herbaceous salt marsh of *Crinum erubescens*. It is hypothesized that the dense structure of cited herbaceous salt marsh has facilitated the establishment of the viviparous propagules of both species of mangrove, by the retention and support in its early stages of the seedlings and juveniles as a consequence of the vertical structure of *C. erubescens* (McKee, Rooth and Feller 2012, Donnelly and Walters 2014). It is only in this natural uninterrupted section of the Orinoco Delta, where the individuals of the two species of the genus *Rhizophora*; the first one, *R. x harrisonii*, which constitutes a hybrid between *Rhizophora mangle* and *Rhizophora racemosa* and presents some tolerance to salinity, whereas the individuals of *R. racemosa* are the most intolerant to salinity of the three species of the genus *Rhizophora* that are reported for this region of Venezuela. It is important to emphasize that the Rio Grande estuary represents the only locality of the Orinoco Delta where the viviparous and juvenile propagules of the individuals of both species of the genus *Rhizophora* actuate as early colonizing species. However, in other sectors of the Lower Delta as in the Northwest and Central sections are the individuals of two species; such as the grass of *Spartina alterniflora*, which individually or together with the herb or sub-shrub *Crenea maritima*, act as facilitators for the establishment of individuals of two other species of mangrove. These are clearly different from those of the genus *Rhizophora*, because they present higher growth rates, greater shade intolerance, cryptoviviparous propagules and are represented by the very young individuals of the species *Laguncularia racemosa* and/or *Avicennia germinans* (González B, 1999; 2003). In the last thirty years, new islands have been formed in the estuary of Rio Grande. The relative youth of these, is recognized by the presence of different strips of a successional community of mangrove, with heights ranging from a few meters to 30 m, which are constituted by individuals of the two species of the genus *Rhizophora* already mentioned, both less tolerant to salinity than those of the *R. mangle* species. Among the newly formed islands closest to the Atlantic seaboard and those located west of the estuary mentioned, a salinity gradient is established in the same horizontal direction, which conditions gradual changes in the floristic structure of the predominantly forested vegetation. The islands of more recent origin are completely covered by different cohorts of the two species of the genus *Rhizophora* mentioned above, whereas in the more westward islands, the mangrove communities mentioned are gradually replaced, first by a dense high swamp forests of *Pterocarpus officinalis* and to the extent that salinity decreases further, the monospecific forests of the latter species are gradually enriched with a group of individuals of tree species intolerant to salinity.

**Keywords:** Rio Grande Estuary, Merejina, Vegetation, *Rhizophora*  $\times$  *harrisonii*, Forests and herbaceous marshes, mud banks and mudcapes, Guayana Current, Orinoco Delta.

## Introducción

La costa del Delta del Orinoco, incluyendo uno de sus depocentros como lo es el Golfo de Paria, forma parte del delta en consideración y mantiene una marcada interrelación particularmente con el estuario o la boca del Río Grande del Orinoco. Esta última a su vez recibe un aporte considerable de sedimentos de su par del río Amazonas del

cual la separa una distancia de 1600 km. Esta sección de la costa Nororiental de Suramérica entre la boca de ambos deltas es considerada como la mas barroza del mundo, (Anthony *et al.* 2010; 2013; 2014), y está relacionada con la enorme descarga de sedimentos suspendidos del río Amazonas la cual corresponde a  $750 \times 10^6$  toneladas año<sup>-1</sup> de los cuales el 20 % o  $150 \times 10^6$  tn  $\times$  año<sup>-1</sup> se desplaza hacia la boca del Delta Orinoco

como bancos de barro mientras que el 80 % restante;  $480 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  lo mueve la corriente de Guayana, como sedimentos en suspensión a lo largo de la distancia que separan las bocas de los dos deltas el de Amazonas y el del Orinoco y contribuyen a la conformación de los denominados promontorios de barro (Fig. 1).

Cerca de la costa del Delta inferior de Venezuela, algunos de los canales distributarios se desvían hacia el noroeste bajo la influencia de la corriente litoral de Guayana. En las desembocaduras de los cursos fluviales como Caño Macareo y Mariusa, se conforman promontorios de varios km de longitud conocidos como promontorios de barro. (Warne *et al.* 2000a). Estos presentan formas arqueadas y en

Venezuela son identificados precedidos por la palabra punta como los dos presentes en las costas del Delta Inferior del Orinoco actualmente en activa progradación, tal como es el caso de Punta Pescador y Punta Mariusa. (González-B. & Cudisevich, 2004). (Fig. 1).

Según (Warne *et al.* 2000a) solo la mitad de los  $240 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  ( $120 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$ ) que originalmente transporta la corriente de Guayana en forma de sedimentos en suspensión desde la boca del Amazonas, alcanzan la del Río Grande del Orinoco. Asimismo, de los  $200 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  producidos anualmente por la cuenca del río Orinoco  $100 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  se depositan en el propio abanico deltaico y  $84 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  se incorporan a la costa Atlántica. (Bureau of Economic Geology, 1999).

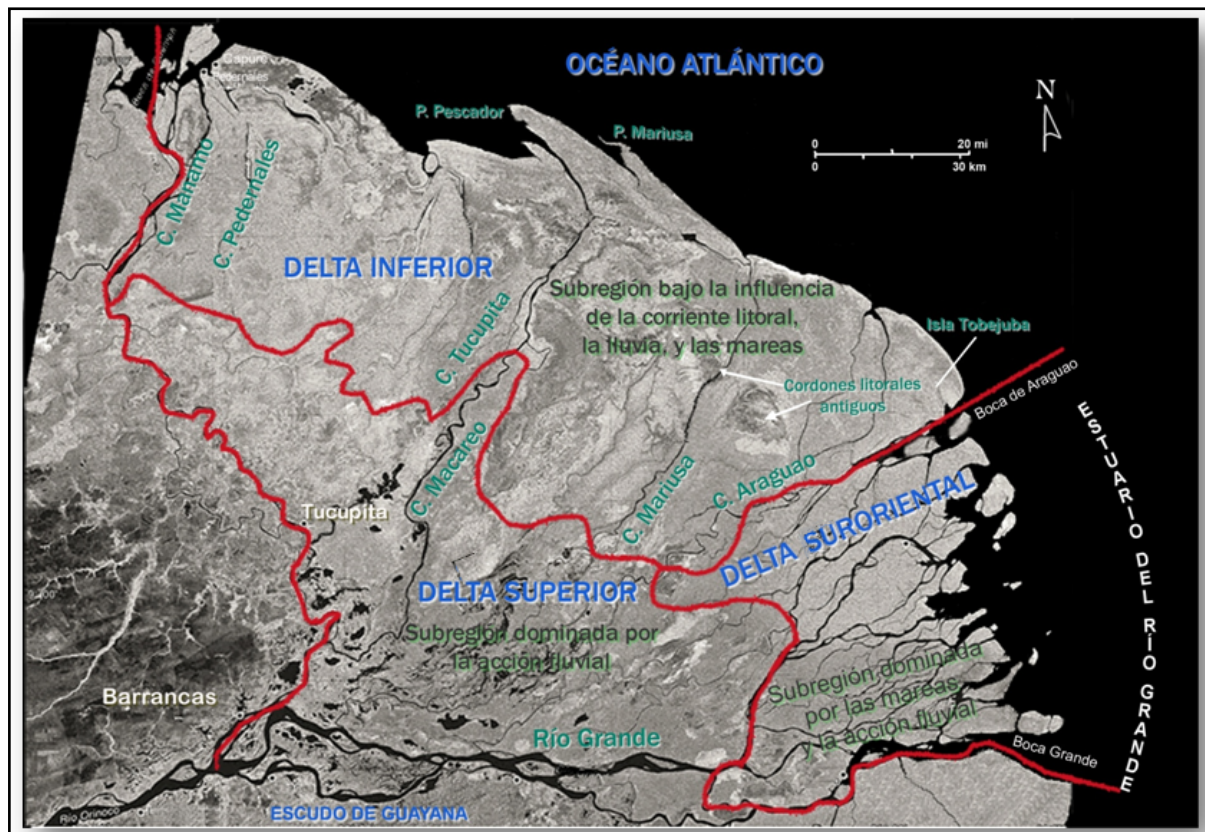


Figura 1. Imagen de radar de la región (ca. 22.000 km<sup>2</sup>) del Delta del Orinoco donde se resume todos los avances que se han obtenido en las dos últimas décadas en cuanto a los suelos, la geomorfología y en la disposición espacial de las distintas comunidades de plantas.

Los bancos de barro se originan cuando alcanzan una máximo de turbidez a 150 km al Norte del Brasil en la costa del cabo Cassipore (Anthony *et al.* 2010, 2014). Asimismo, el número de bancos de barro que se desplazan entre la localidad citada y la desembocadura del río Orinoco pueden variar entre 15 hasta 19. Estos tienen hasta 5 m de espesor, 10 a 60 km de longitud, y 20 a 30 km de ancho, mientras que su tasa de desplazamiento puede variar entre 1 a más de 5 km año<sup>-1</sup> (Fig. 2). A medida que estos migran a lo largo de la costa Noreste de Suramérica, constituyen fases deposicionales de “bancos” y fases erosionales de “interbancos” (Anthony *et al.* 2010, 2014).

Los bancos de barro, por su formas convexas y las grietas que se originan por la evaporación del agua sustrato limo arcilloso, generalmente coinciden con la masiva floración y conformación de propágulos criptoviviparos de los bosques costeros predominantemente de manglar de *Avicennia germinans* (L.) L. a lo largo de las bocas A - O de ambos deltas denominados A (Amazonas) y O (Orinoco). Esta última, representado en la literatura especializada por el estuario de la boca del Río Grande (Anthony *et al.* 2014).

A esta fase deposicional le sigue otra denominada de interbancos, donde la dirección de los vientos Alisios del Noreste en los primeros meses de año así como la dirección y energía del las olas, condicionan una significativa erosión acelerada de la costa, por la ausencia temporal de los bancos de barros en el sector costero en consideración lo que destruye gran parte del manglar costero de *A. germinans*.

La subregión del Delta del Orinoco denominada como Delta Suroriental conocido también como Merejina, la cual originalmente formaba parte de la subregión del abanico deltaico denominado como Delta Inferior (MARN, 1979). Sin embargo el conocimiento adquirido con los trabajos promovidos por PDVSA (1998 al 2002) en

los suelos, la geomorfología y en la caracterización de la vegetación del Abanico Deltaico de 22.000 km<sup>2</sup> así como la presente en los 10.000 km<sup>2</sup> de la Reserva de Biosfera del Delta del Orinoco, donde se incluyó la vegetación del conjunto de islas presentes en el estuario de Río Grande, e identificado en el documento final como el sector Merejina. (González-B., 1999b; González-B. & Cudisevich, 2004) (Fig. 2).

Este último, ocupa una área de forma triangular cercana a los 4.232 Km<sup>2</sup>, comprendida entre el caño Araguao y el río Grande del Orinoco. Esta sección del original del Delta Inferior (González, 1997, 1998), se propuso denominarla como una distinta subregión deltaica denominada como Delta Suroriental u Oriental como fue originalmente propuesto por González-B. (2012).

Esta se caracteriza por la marcada influencia en su conformación de la acción fluvial y de las mareas y está constituida por un conjunto de islas de subrecientes a recientes en cuanto a su formación, mediante un proceso de activa progradación de sedimentos, aportados por el río Grande del Orinoco.

El Río Grande, después de la construcción de la Presa del Volcán en la sección superior del caño Manamo en 1966, incrementó del 84 % al 88 % su aporte de agua y de sedimentos provenientes de la cuenca de Orinoco (Echezuria *et al.* 2002). De los 200 x 10<sup>6</sup> tn año<sup>-1</sup> de sedimentos producidos por esta, 100 x 10<sup>6</sup> tn año<sup>-1</sup> son depositados en el abanico deltaico y 84 x 10<sup>6</sup> tn año<sup>-1</sup> son descargados por el Río Grande al Atlántico (Warne *et al.* 2002a).

A la última cantidad de sedimentos en suspensión aportados al Atlántico se les une los 120 x 10<sup>6</sup> tn año<sup>-1</sup> de sedimentos en suspensión de origen amazónico aportados por la Corriente de Guayana en forma de sedimentos en suspensión (Warne *et al.*

2002a). Se quiere destacar que los bancos barro que Daniello reconoció en 1976 a lo largo de la costa de la isla de Corocoro de la vecina Guyana, justo al sur de Boca Grande, no los reportó en la costa adyacente del Delta del Orinoco. En el trabajo Warne *et al.* (2002a) se plantea que una pluma de agua y sedimentos con una menor densidad (flujo hipo pánico) es transportada desde la boca del Río Grande ortogonalmente más allá de la franja de las aguas turbias y salobres aportadas por la corriente de Guayana.

Sin embargo como ya fue citado antes por fenómenos aun no totalmente aclarados los  $84 \times 10^6$  tn año<sup>-1</sup> de agua y sedimentos

aportados por el Río Grande ejercen la suficiente presión hidráulica para destruir y desplazar los bancos de barro y parte de sus sedimentos, hacia la plataforma marina más retirada de la costa actual del Delta del Orinoco. Esta última está conformada por arenas transgresivas relictas ubicadas a una profundidad de 800 m (Van Andel, 1967). Meade (2008), citó un trabajo previo (Eisma *et al.* 1976), donde reportan muy cerca de la boca del estuario de Río Grande una estratificación de tres capas, desde la superficie hasta el fondo; una de lodo fluido cerca del fondo, otra de baja salinidad y baja turbidez en la superficie, y una de alta salinidad y baja turbidez en el medio.

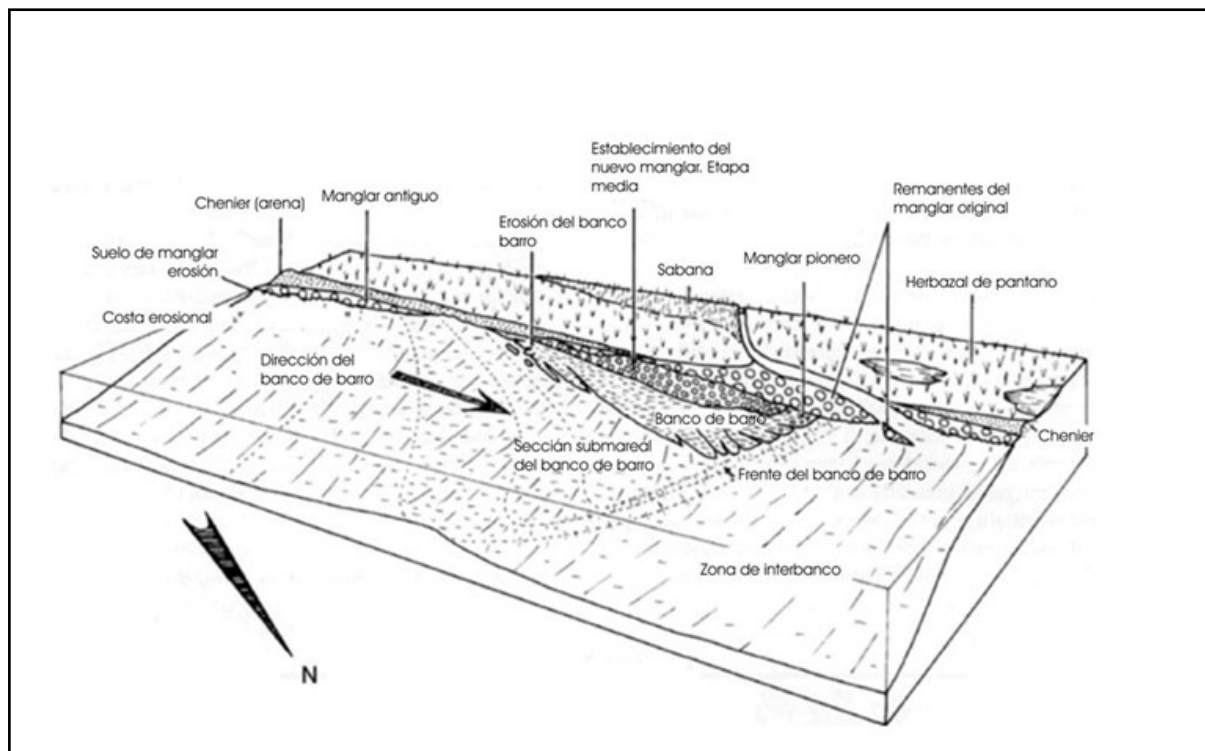


Figura 2. En primer plano se observa un banco de barro que se desplaza a una tasa de  $1.5 \text{ km} \times \text{año}^{-1}$  frente a Kourou, Guyana Francesa. Note que el frente de progradación y colonización por los propágulos de *Avicennia germinans* coincide con la sección más ancha del banco de barro donde se establecen los juveniles de *A. germinans*. La sección trasera del banco de barro está sometida a un proceso erosivo que destruye la franja del bosque de manglar de mayor edad y con alturas de hasta 30 m. En la costa barrosa de origen holocena no están presentes las demás especies de mangles (modificado de Piazzat y Augustinus, 2004).

La posición de la capa de lodo fluido se relaciona con el denominado punto nodal

donde el movimiento de los cambios de agua del fondo, pueden originar desde una

dirección resultante en dirección terrestre, hasta una dirección hacia el mar. Esta última variable pudiera estar también implicada en el desarrollo de una alta presión hidráulica ejercida por la descarga al Atlántico de los  $84 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  de agua y una menor proporción de sedimentos aportados anualmente, a través de la boca del Río Grande del Orinoco.

Los sedimentos resultantes de la destrucción de los bancos de barro se unen con los  $120 \times 10^6 \text{ tn} \times \text{año}^{-1}$  aportados por la corriente de Guyana y proveniente de la boca del Amazonas. El aporte citado por el principal afluente del río Orinoco contrasta con el poco gasto hidráulico de los ríos costeros de los tres territorios de las Guayanas que conforman la región costera que corresponden a la Guayana Francesa, Surinam y Guyana (Aslan *et al.* 2003; Warne *et al.* 2002a; Anthony *et al.* 2010, 2014).

La subregión natural Suroriental del Delta del Orinoco asociada al estuario del Río Grande (Gonzalez B, 2012) está constituida por una extensa red de caños difluentes que en la mayoría de los casos, limitan con islas que se han originado por la acción combinada de las mareas y los sedimentos provenientes del desborde lateral, tanto por la acción de éstas, como los aportados por los caños que la limitan durante el período de lluvia. Dicho proceso, ha condicionado que la gran mayoría de las islas presenten suelos minerales del tipo de los Hydraquents, Fluvaquents y Sulfaquents y sólo se presentan suelos orgánicos, en las partes centrales de las islas de gran tamaño (MARNR, 1979).

#### *La vegetación del Sector Merejina de la Reserva de Biosfera*

Consideraciones generales en relación al medio ambiente y su interacción con las comunidades de plantas presentes en el sector Merejina.

La predominancia de suelos minerales y la diaria acción de las mareas en inundar con agua predominantemente dulce, extensas áreas de este sector condiciona los siguientes atributos:

1-. Presencia de suelos predominantemente minerales limoarcillosos permanentemente saturados de humedad, prácticamente con ausencia del tensor salinidad y con una lámina de agua de poca profundidad sobre la superficie del sustrato.

2-. La saturación permanente de estos suelos, inhibe su evolución pedogenética, los cuales se caracterizan por una baja capacidad de sustentación. Asimismo, el poco desarrollo pedogenético, condiciona la presencia de suelos del tipo de los Entisoles asociados a los grandes grupos de los Hydraquents, Fluvaquents y Sulfaquents.

3-. La predominancia de suelos minerales, determina bosques que se diferencian florísticamente de los asociados a suelos orgánicos, por la presencia de especies indicadoras, como lo son: *Erythrina fusca* Lour., *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze y *Carapa guianensis* Aublet. Mientras que las dominantes, constituidas por *Pterocarpus officinalis* Jacq. y *Symphonia globulifera* L.f., pueden crecer también en suelos orgánicos.

Se quiere destacar que después recorrer los 43 Km, desde el puerto de Volcán cerca de Tucupita a la boca del caño Merejina cerca de la fachada Atlántica, aun están presentes individuos de especies arbóreas típicas de los planos aluviales del Delta Superior presentes en los primeros kilómetros del caño citado, como es el caso de *Spondias mombin* L., *Triplaris weigeltiana* (Rchb.) Kuntze), *Inga ynga* (Vell.) J. W. Moore, así como *E. fusca* (González-B., 2004; González-B. y Cudisevich, 2004).

Los individuos adultos que forman parte de los bosques que ocupan las márgenes de las islas presentes en el estuario del Río Grande del Orinoco aun cuando estos están bastante alterados por actividades antrópicas, la presencia de individuos de similares especies



arbóreas presentes tanto en el Delta Superior como en la subregión del Delta del Orinoco denominada Delta Suroriental comparten suelos de relativa buena fertilidad natural por su escaso desarrollo pedogenético.

*Interacción entre los Bosques de Manglar y los de Pantano con la variable salinidad y otras que intervienen en la regulación de la disposición espacial de estas.*

Otro atributo que destaca de este sector del Delta del Orinoco, es la continua progradación de sedimentos, tanto arcillo limosos, como arenosos aunque con predominio de los primeros, en el extenso estuario que se ha originado en la desembocadura de los caños que drenan esta subregión la cual limita con el Océano Atlántico. En los últimos treinta años, se han conformado nuevas islas y la relativa juventud de estas, se reconoce por la presencia de distintas franjas de una comunidad sucesional de manglar, con alturas variables las cuales están constituidas por individuos dos especies del género *Rhizophora*; *R. x harrisonii* y *R. racemosa*. (Gonzalez-B., 2003; Gonzalez-B., 2004; González-B. y Cudisevich, 2004) (Fig. 3).



Figura 3. Vista aérea de una comunidad sucesional de manglar, constituida por distintas cohortes de *Rhizophora x harrisonii*, y *R. racemosa* y *R. harrisonii*, precedida por un herbazal medio denso de *Crinum erubescens*.

En la periferia del estuario en contacto con la fachada Atlántica, las islas de reciente conformación presentan una vegetación de manglar constituida por sucesivas cohortes de

distintas edades y alturas de individuos de dos especies del género *Rhizophora*; *Rhizophora x harrisonii* y *Rhizophora racemosa*. En éstas, las más jóvenes y de menor altura de ambas especies, se disponen en la periferia costera de las islas precedidas por un herbazal medio denso de pantano de *Crinum erubescens*.

Es posible que la alta densidad de los individuos de la hierba de la familia Amaryllidaceae evite que la marea arrastre los propágulos de ambas especies y facilite la acción de atrapamiento de las estructuras reproductivas y vivíparas de dos especies del género *Rhizophora* y la altura y densidad de sus individuos facilite como especie nodriza su enraizamiento y el crecimiento vertical para exponer una mayor superficie foliar de los juveniles de ambas especies.

La otra variable que habrá que manipular experimentalmente, si adicionalmente a los probables efectos facilitadores ya sugeridos (como planta nodriza) de *Crinum erubescens* Aiton, es si esta especie puede aportar nutrientes como Fosforo o Nitrógeno, lo que facilitaría una mayor tasa de crecimiento de los juveniles de las dos especies de *Rhizophora*, o si esta última variable incrementaría la tasa crecimiento de una de las dos especies de *Rhizophora* en detrimento de la otra.

Sin embargo, según de 179 estudios de facilitación de plantas, solo el 20% empleó un experimento de campo manipulador que produjo evidencia del (los) mecanismo (s) involucrado (Callaway, 1995). El objetivo de la mayoría de las manipulaciones de campo ha sido separar los efectos de las especies benefactoras o nodrizas de la variación espacial en factores abióticos. (McKee *et al.* 2012; Donnelly & Walters, 2014). Sobre la base de lo ya discutido, habría que planificar un diseño experimental para demostrar o negar el origen del efecto potencial de la facilitación de la supuesta planta nodriza *Crinum erubescens*.

Las islas de más reciente conformación, están totalmente cubiertas por distintas cohortes de las dos especies del género *Rhizophora* ya mencionadas, mientras que en las ubicadas más hacia el oeste y de mayor edad en cuanto a su conformación, las comunidades de manglar son gradualmente sustituidas primero por bosques altos densos de pantano de *Pterocarpus officinalis* y en la medida en que disminuye aun más la salinidad, por los bosques monoespecíficos constituidos por los individuos de última especie. Estos, con la mayor edad de las islas a partir de su conformación, se enriquecen gradualmente con un conjunto de individuos de especies arbóreas intolerantes a la salinidad (Fig. 4).



Figura 4. Bosque alto denso de pantano de *Pterocarpus officinalis*, asociado a islas recientes del sector Merejina.

Así, en la medida que nos desplazamos horizontalmente hacia el oeste o al suroeste a lo largo de los caños de marea, los bosques ribereños de manglar predominantemente conformados por *Rhizophora x harrisonii* y *R. racemosa*, experimentan una reducción lateral en el ancho que ocupa esta comunidad a ambos márgenes del los caños y el plano de marea adyacente de la isla en consideración.

Los bosques de manglar, son sustituidos gradualmente, tanto lateralmente, como aguas arriba de los caños, por un bosque alto denso de *Pterocarpus officinalis*, el cual cerca de la fachada Atlántica presenta un estrato emergente constituido por individuos de 25 a

30 m de altura de *R. x harrisonii* y en algunos casos con la presencia también, de los de *Avicennia germinans* de similar porte y altura (Figs. 5 y 6).



Figura 5. Individuo de *Avicennia germinans*, que forma parte del estrato emergente de un bosque alto medio de *Pterocarpus officinalis*.

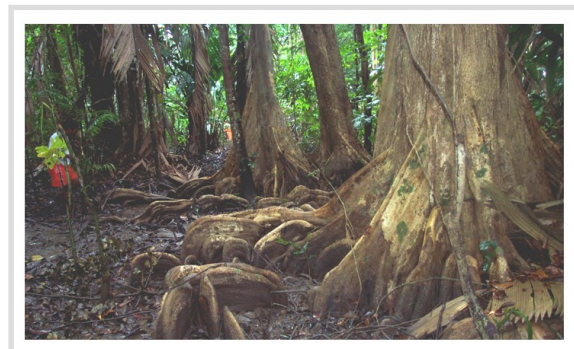


Figura 6. Vista interna de un bosque de pantano de *Pterocarpus officinalis*.

Hacia el oeste del estuario del río Grande disminuye la salinidad, y la comunidad de bosque alto medio de manglar ya mencionada, se limita a una estrecha franja no mayor de 5 m y el bosque alto medio de *Pterocarpus officinalis*, se enriquece gradualmente en especies arbóreas que no toleran niveles bajos de salinidad en el rango de 5 a 10 partes por mil, tal como es el caso de *Symphonia globulifera*, *Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC., *Terminalia dichotoma* G. Mey., *Carapa guianensis* y la presencia de las palmas *Manicaria saccifera* Gaertn. y *Euterpe*



*oleracea* Mart., conformando un bosque mixto básicamente dominado por *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera* (Fig. 7).

Se quiere destacar que entre el bosque prácticamente monoespecífico de la especie *Pterocarpus officinalis* presente en las islas cercanas a la fachada Atlántica y el último descrito, existe un gradiente con relación al aumento en la riqueza de especies asociadas a este tipo de bosque.

El enriquecimiento progresivo de especies distintas a las de mangles ya citadas, está correlacionado positivamente con la dilución que experimenta la salinidad, hacia al oeste del sector. La tendencia comentada, se manifiesta por la aparición dentro de la estructura florística de este tipo de bosque, de unos pocos individuos de *Symphonia globulifera*, con un estrato arbóreo inferior, constituido por la palma *Manicaria saccifera*, cuando aun los niveles de salinidad varían entre 10 y 5 ‰ (Fig. 7).

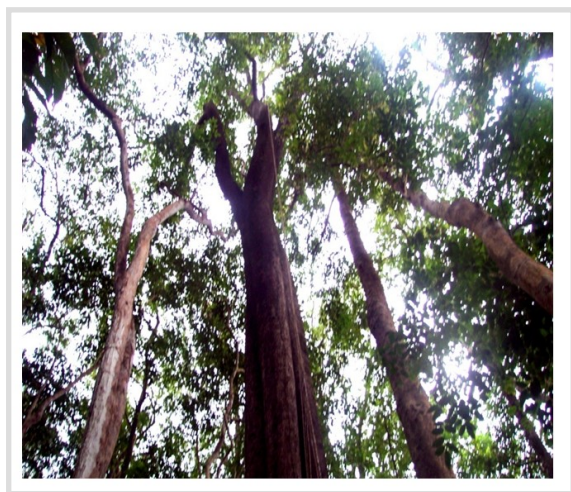


Figura 7. Sistema de raíces aéreas en forma de zancos de *Symphonia globulifera* dentro de un bosque de pantano de *Pterocarpus officinalis*, obsérvese la alta abundancia de la palma *Manicaria saccifera*.

En la medida que dicha variable disminuye aun más y alcanza valores cercanos a cero, aumenta gradualmente la frecuencia de aparición de otras especies arbóreas como las

ya mencionadas. Los niveles de salinidad que se han reportado para los bosques de *Pterocarpus officinalis*, varían entre 2 a 10 ‰ para el caso de la Isla de Guadalupe y Puerto Rico (Febvay & Kermarrec, 1978; Álvarez-López, 1990).

Asimismo, lateralmente y a ambas márgenes de los caños muy cerca de la desembocadura de éstos al estuario que limita con el Océano Atlántico, se producen cambios marcados en la estructura florística de las comunidades boscosas, en espacios relativamente cortos. Así, se reconocen distintas franjas paralelas de comunidades de plantas. De éstas, la primera está constituida por un bosque alto medio de manglar de *R. x harrisonii* y *R. racemosa*, que de acuerdo a los niveles de salinidad del agua intersticial, puede conformar una franja de ancho variable, aunque no mayor de 15 m.

A ésta le sigue, un bosque alto denso donde el 90% del estrato arbóreo superior, está estructurado por individuos de 20 a 25 m de *Pterocarpus officinalis*, el cual puede presentar en su estructura vertical unos pocos individuos de similar altura de la especie *Symphonia globulifera* y con la presencia de un estrato arbóreo inferior, conformado mayoritariamente, por individuos de 5 a 8 m de la palma *Manicaria saccifera*. Esta comunidad, muestra un estrato arbóreo emergente donde están presentes individuos de cerca de 30 m de altura de *R. x harrisonii*.

A esta segunda franja de cerca de 50 m de ancho, le sigue otra, con la misma estructura vertical, aunque con la diferencia, que ya no existe el estrato emergente de la especie de mangle mencionada. Esta última, está constituida por un bosque alto denso de *Pterocarpus officinalis*, el cual ocupa un ancho de cerca de 100 m.

A esta secuencia de comunidades ya mencionadas, le continua hacia el interior de la isla, un bosque en el cual disminuye abruptamente la densidad y frecuencia de

aparición de *Pterocarpus officinalis* y la comunidad mencionada, es remplazada por un bosque alto medio, el cual presenta un estrato arbóreo superior, dominado por *Symphonia globulifera*, *Terminalia dichotoma*, *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. y *Hernandia guianensis* Aubl.

Lo más característico de esta comunidad boscosa, es la alta frecuencia de aparición de individuos de 12 a 15 m de la palma *Euterpe oleracea* y la presencia de un estrato arbóreo inferior de 8 a 10 m, constituido por individuos de la palma *Manicaria saccifera*.

La presencia de distintas franjas de comunidades boscosas dispuestas lateralmente a partir de la orilla del caño, está asociada a cambios a los niveles de salinidad del agua intersticial, la cual varía de 10 a 8 ‰ en la primera franja, constituida por un bosque alto medio de manglar y gradualmente disminuye a cero en el último tipo de bosque previamente descrito.

En general, una vez que los niveles de salinidad disminuyen a niveles imperceptibles, son los bosques de pantano relativamente ricos en especies, los que ocupan la mayor parte del área de Merejina. Estos, están constituidos básicamente por bosques de altos de densos a medios en cuanto a cobertura, cuya dominancia florística está siempre asociado a la presencia de individuos de las dos especies arbóreas que conforman la matriz fundamental de los bosques de este sector del Delta, las cuales están representadas por *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera* (Figs. 6 y 7).

Los individuos de ambas especies, constituyen las dominantes del estrato arbóreo superior de esta comunidad, las cuales generalmente están acompañadas por otras, aunque en menor frecuencia, y densidad. Algunas de estas, son indicadores predominantemente de suelos minerales, como es el caso de *Carapa guianensis*,

*Lonchocarpus domingensis* (Turpin ex Pers.) DC., *Terminalia dichotoma* y *Pentaclethra macroloba*. Las dos especies dominantes, *P. officinalis* y *S. globulifera* pueden también crecer en los planos de turba en otros sectores del Delta del Orinoco.

Otra característica que distingue la estructura florística de los bosques de pantano de este sector del Delta del Orinoco, es la aparición con una alta frecuencia, de las palmas *Manicaria saccifera*, *Euterpe oleracea* y *Mauritia flexuosa* L.f., así como la presencia aunque con menor frecuencia, de los individuos de otras especies de esta misma familia, como es el caso de *Euterpe precatória* Mart., *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl., *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. y *Oenocarpus bacaba* Mart..

Las dos últimas palmas mencionadas, conocidas como cucurito y seje, son menos frecuentes. Hacia la costa, en las áreas más iluminadas de los bordes de los caños puede estar presente la palma multicaule espinosa *Bactris major* Jacq., mientras que en los claros del bosque, es frecuente encontrar la hierba gigante *Heliconia pendula* Wawra (Fig. 8).

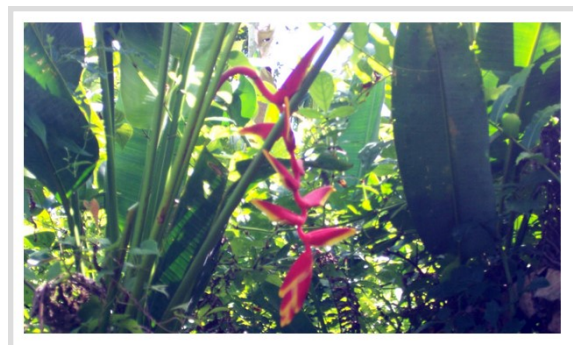


Figura 8. *Heliconia pendula*, hierba gigante frecuente en los claros de los bosques de pantano.

*Particularidades en cuanto al rol como especies colonizantes y la ubicación espacial de las especies de manglar en el sector Merejina.*

Otro hecho distintivo de este sector, es la prácticamente ausencia de individuos de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. y *Conocarpus erectus* L., especies originalmente consideradas

mangles. Aunque esta última solo se considera como una especie asociada, ya que no presenta viviparí y muestra baja tolerancia a la salinidad. La primera, es muy común particularmente en áreas del Delta Inferior del sector Noroccidental del Delta del Orinoco, donde existen procesos de activa progradación de sedimentos, siempre y cuando estén protegidas de la acción directa de la energía cinética del oleaje y particularmente en combinación con localidades, donde los planos de marea donde está presente dicha especie, queden expuestos al aire al menos dos veces al día, durante las mareas bajas.

Los propágulos *Laguncularia racemosa* tiende a ser la primera que coloniza los sedimentos recientemente depositados en el sector noroccidental del Delta del Orinoco, en la localidad asociada al estuario de Pedernales. Mientras que *Conocarpus erectus* de muy rara presencia en las costas del Delta del Orinoco solo reportada por el autor en esta comunidad con pocos individuos formando parte de los matorrales mixtos de manglar dominados por *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en bancos arenosos o Chenier en algunas islas del estuario mencionado.

La especie de mangle *Avicennia germinans*, también actúan como colonizante junto con la gramínea *Spartina alterniflora* Loisel., la Lythraceae *Crenea maritima* Aubl. y *L. racemosa* en el sitio de activa progradación asociado a la barra de Mariusa. Sin embargo, un hecho resaltante en el sector del Delta conocido como Merejina, es que el rol de especies colonizantes está asociado únicamente, con dos del género *Rhizophora*, *R. harrisonii* y *R. racemosa*.

Ambas, actúan como especies sucesionales tempranas en las áreas estuarinas que limitan con el Océano Atlántico, generalmente asociadas con sedimentos depositados en

sectores muy poco profundos, relacionados con sitios protegidos del oleaje y con una fuerte tendencia a permanecer inundados aún durante marea baja. En otros casos, la comunidad sucesional de manglar constituida por las dos especies de mangle mencionadas está limitada por un caño de marea, el cual divide e inunda dos veces en un período de 24 horas, el plano sedimentario recientemente progradado.

Como ya se comentó anteriormente, la especie *Laguncularia racemosa*, solo se detectó en un sitio muy localizado a lo largo de un sector costero de la isla Idubujoro, mientras que *Conocarpus erectus* no fue reconocida en ninguno de los sectores costeros visitados. En la mayoría de los casos, las áreas de progradación colonizadas por las dos especies del género *Rhizophora*, generalmente vienen precedidas por un herbazal permanentemente inundado monoespecífico de *Crinum erubescens*.

La presencia como especie colonizante de *R. racemosa*, es indicativa de los bajos niveles de salinidad, que se presentan en las islas que limitan con el frente Atlántico, ya que de las tres especies del género *Rhizophora* presentes en Delta del Orinoco, *R. racemosa* es la que alcanza su óptimo de crecimiento, en localidades asociadas con niveles relativamente bajos de salinidad.

Con relación a la otra especie de mangle *Avicennia germinans*, es importante destacar que dicha especie es predominante, en los bordes costeros que en forma continua, se extienden y limitan con la fachada Atlántica en los sectores norte y noroccidental del Delta del Orinoco, como es el caso de toda la costa de Punta Pescador y el sector costero de la barra de Mariusa.

Sin embargo, en el sector Merejina, donde no existen extensos planos costeros continuos por estar éste constituido, por un conjunto de islas de estuarios y generalmente protegidas de la acción de un oleaje fuerte, por lo que

dicha especie, ocupa extensiones relativamente pequeñas y más bien alejadas de la costa, como es el caso de la isla Idubujoro, donde la comunidad de manglar de *A. germinans* se ubica detrás de un conjunto de cordones litorales arenosos que limitan con la costa norte de dicha isla.

#### *Palmares de pantano de Mauritia flexuosa*

En relación con las comunidades del palmar de pantano de *Mauritia flexuosa*, es notable su disposición espacial en este sector, donde la mayor parte de estas comunidades, están presentes en los alrededores del pueblo de Curiapo en la denominada isla Grande de Curiapo y otro conjunto de estas que se ubican al norte de LA mencionada. Aparentemente, las aguas de este sector transportan menos sedimentos en suspensión y de acuerdo al mapa del suelo elaborado por COPLANARH (1979).

El sustrato edáfico asociado a estas comunidades, corresponde a suelos orgánicos denominados Sulfihemists, antiguamente asociados a comunidades de manglar. Las comunidades de palmar de pantano de *Mauritia flexuosa*, varían desde palmares medios densos hasta altos densos y dentro de su matriz, se puedan reconocer formando parte del estrato arbóreo superior, algunos individuos de *Pterocarpus officinalis*, *Symphonia globulifera*, *Macrobium bifolium* (Aubl.) Pers. y *Hernandia guianensis*. (González-B., 2004; González-B. y Cudisevich, 2004).

Estas comunidades y particularmente la asociada con el pueblo de Curiapo presentan una particular belleza escénica. Esta última, puede ser recorrida en bote a través de un caño estrecho denominado la Guacharaca. Las otras comunidades de palmar de pantano, pueden presentar dentro de su estructura, parches conformados por individuos arbóreos de 15 a 20 m de *Erythrina fusca*. Detrás del caserío de Jobure, existe también

una comunidad de un palmar alto medio de *Mauritia flexuosa*. (González-B., 2004).

Así mismo, este tipo de comunidad ocupa un área relativamente grande y se ubica 9 Km al sur-oeste de San Francisco de Guayo. Sin embargo, su mayor extensión en área en el sector Merejina, está asociada a un conjunto de islas que se ubican al norte y a los alrededores del pueblo de Curiapo. Sin embargo, dichas islas, están fuera del área de la reserva, aunque por su cercanía a su límite suroriental, sería relativamente fácil promover su incorporación a la Reserva de Biosfera del Delta del Orinoco.

Se quiere destacar que en la mayor parte de los rastrojos y áreas previamente utilizadas en la denominada agricultura migratoria por los indígenas de la etnia Warao, en la vegetación boscosa secundaria, que se origina posterior al abandono de dichas prácticas presente a lo largo de los principales caños de marea, siempre están presentes individuos aislados o en pequeños grupos de la palma *Mauritia flexuosa* bien sea por el transporte de la semilla o fruto por actividad animal o la siembra o disposición de los frutos de la palma en las cercanías de los caseríos o viviendas de la etnia Warao. (González-B., 1997a; González-B., 1997b; González-B., 2004; González-B. y Cudisevich, 2004).

#### *Las actividades antrópicas y su relación con los bosques de pantano del sector Merejina.*

El sector Merejina presenta como uno de sus atributos más destacados, el hecho que más del 80% de su vegetación está constituida por distintos tipos de bosques. La condición señalada y el hecho que esta sección de la reserva está constituida por un conjunto de islas de estuario separadas por una red densa de caños de marea, facilita el uso y explotación de los recursos asociados a estos.

Asimismo, la relativa mayor densidad poblacional de la etnia Warao, aunado a un mayor potencial de crecimiento de las



especies arbóreas, asociadas a los bosques de pantano, ha traído como consecuencia que dichas comunidades, hayan sido afectadas por distintos tipos de perturbaciones de origen antrópico como es el caso de las actividades asociadas a la agricultura migratoria, la extracción selectiva de madera y la explotación de la yema terminal o palmito de la palma *Euterpe oleracea*.

La combinación de estos tres agentes de perturbación, ha condicionado que en la actualidad, gran parte de la estructura original de los bosques de pantano han sido afectados por uno o una combinación de los tipos de perturbación mencionados.

En la mayoría de los casos, la vegetación secundaria está asociada a una matriz densa de *Montrichardia arborescens* (L.) Schott, sobre la cual consiguen apoyo y mejores niveles de luz un conjunto de lianas leñosas, como es el caso de *Allamanda cathartica* L., *Combretum fruticosum* (Loefl.) Stuntz, *C. spinosum* Bonpl. e *Hiraea faginea* (Sw.) Nied.. Esta comunidad de arbustal está interrumpida por individuos arbóreos de rápido crecimiento, como es el caso de *Cecropia peltata* L., *Sapium glandulosum* (L.) Morong. y *Cordia tetrandra* Aubl.. Asimismo, según la ubicación espacial del caño, pueden estar presentes también individuos del *Spondias mombin* e *Inga ynga*.

Uno de los rasgos más distintivos de este sector del Delta del Orinoco, es el grado de intervención que han experimentado las distintas comunidades boscosas no asociadas a los denominados manglares. Las causas ya comentadas aunado con suelos minerales de mayor fertilidad natural, una mayor extensión de formas de terreno convexas, asociados a los bordes de los principales caños, así como un mayor potencial de crecimiento de las especies que conforman el bosque alto medio de pantano, ha traído como consecuencia, que éstos hayan sido afectados por distintas actividades antrópicas.

La primera, está asociada con la denominada agricultura migratoria, practicada por los indígenas de la etnia ya mencionada, seguido por la extracción selectiva de especies arbóreas típicas de dicho bosque de pantano, como es el caso de *Carapa guianensis*, *Symphonia globulifera*, *Calophyllum brasiliense* Cambess. y *Mora excelsa* Benth.

Las dos últimas especies conocidas con el nombre vulgar de cachicamo y mora, se puede considerar que han sido considerablemente reducida en cuanto a su tamaño poblacional, en extensas áreas del sector en consideración. La especie *Calophyllum brasiliense* (“Cachicamo”), es de lento crecimiento y es utilizado por los indígenas para hacer sus curiaras, mientras que *Mora excelsa*, también con los mismos atributos mencionados, tiene una madera muy dura, que se ha utilizado para la elaboración de los durmientes de ferrocarril y para la construcción como pilotes de obras de infraestructura como caminerías y la construcción de puertos rudimentarios, los cuales son comunes en la mayoría de los pueblos Warao.

En el futuro habrá que iniciar un programa que permita conocer con detalles la ecología reproductiva de estas especies con el fin de iniciar un programa de enriquecimiento de las comunidades boscosas con juveniles y sub-adultos de ambas especies producidas en condiciones de vivero.

Otra actividad que ha impactado a los bosques de pantano de este sector del Delta del Orinoco, ha sido la extracción de la yema foliar joven de la palma multicaule *Euterpe oleracea*, para la producción de palmito, la cual ha conducido a un tipo de explotación semi-industrial, con el establecimiento de obras de infraestructura que permitan el procesamiento y envasado de las yemas terminales de dicha especie.

En resumen las tres actividades mencionadas ordenadas de mayor a menor impacto, como los son la agricultura migratoria, la explotación forestal y la industria palmitera, han afectado considerablemente los bosques de este sector del Delta del Orinoco.

La alteración de éstos ha sido facilitada por las causas ya mencionadas y por el hecho de predominar un ambiente geomorfológico constituido por un conjunto de islas estuarios, limitadas por una densa red de caños de marea, lo que hace accesible y menos compleja la explotación de los bosques de pantano de dicho sector.

El examen de la imagen de Landsat más reciente del sector Merejina, ha permitido constatar que los bosques que no son fácilmente accesibles por el hombre, por estar ubicados a distancias fuera del alcance de la relativa densa red de drenaje que caracteriza dicho sector, han sido muy poco intervenidos, o aún se conservan prístinos. Sin embargo, estos casos son más bien excepcionales por el predominio del ambiente geomorfológico ya comentado.

#### *La vegetación asociada a los planos costeros arenosos*

En este sector del Delta del Orinoco, la cercanía y presencia de la boca del río Grande del Orinoco y de otros caños principales como Merejina, Guayo y Araguao, condicionan un aporte relativamente importante de arena aluvial a la fachada Atlántica. Estos materiales son retomados por la corriente de Guyana y las corrientes litorales locales, y posteriormente transportadas lateralmente a lo largo de la costa que limita con el estuario, donde se ubica el sector en consideración.

Eventos asociados en períodos de mayor incidencia del oleaje relacionados a períodos de mayor frecuencia de los vientos Alisios del noreste, condicionan la conformación de playas y una secuencia de cordones litorales

separados por planos limoarcillosos, generalmente asociados a cubetas alargadas o planos de marea, con texturas finas los cuales se depositan en períodos de menor energía cinética del oleaje y de las corrientes litorales.

Lo ya mencionado, condiciona la presencia en varias de las islas que se han conformado en los últimos dos mil años, de planos costeros predominantemente arenosos, conformados por playas y cordones litorales donde se reconocen pastizales bajos denso de *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth y herbazales postrados de playa de *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb. con parches de la gramínea *Gynerium sagittatum* (Aubl.) P. Beauv., la Fabaceae subfruticosa *Crotalaria retusa* L. y la hierba parásita de las Lauraceae *Cassytha filiformis* L.

Así, al noroeste de la isla Idubujoro se puede reconocer una playa, seguida por un sistema de dunas, al cual le continúa hacia el interior de la isla, una secuencia de varios bancos arenosos de cordones litorales, separados entre sí por cubetas alargadas deprimidas, las cuales se inundan durante el período de lluvia.

En la isla mencionada, en la playa propiamente dicha, se reconoce un herbazal postrado de *Ipomoea pes-caprae*, seguido de un matorral medio denso en la ladera expuesta a barlovento del complejo de dunas, donde están presentes las especies *Phyllanthus elsiae* Urb., *Dalbergia amazonica* (Radlk. ex Köpff) Ducke, *Chrysobalanus icaco* L., *Andira inermis*, *Pentaclethra macroloba* y *Varronia curassavica* Jacq. Sobre algunos individuos de las especies leñosas mencionadas, está presente la liana leñosa *Entada polytachya* (L.) DC.

Los individuos de *Phyllanthus elsiae* y *Chrysobalanus icaco*, presentan sus copas deformadas por la acción de los vientos Alisios del Noreste. La pendiente a barlovento de la duna, es menos pronunciada en comparación con la de sotavento la cual es abrupta, cercana a 40° y no presenta ningún tipo de vegetación asociada. La base de esta

última, hace contacto con un banco de cordón litoral, que está cubierto con una gramínea, posiblemente introducida por el ganado vacuno presente en dicha isla, conformando un pastizal postrado y denso de *Paspalum notatum* Flügge (González-B., 2011).

A éste le sigue una cubeta alargada donde está presente un herbazal medio denso de *Heliconia psittacorum* L.f., el cual está interrumpido por individuos arbóreos de las especies *Pentaclethra maculosa*, *Phyllanthus elsiae* y *Andira inermis*. A ésta comunidad le continua un banco bajo de cordón litoral, el cual está dominado por un herbazal bajo denso de *Eleocharis minima*.

La secuencia de formas de terreno alargadas donde alternan cubetas con bancos convexos arenosos le sigue otra forma deprimida y ancha de aproximadamente 10 m, el cual está constituido por un matorral alto denso de *Chrysobalanus icaco*. Dicha especie, constituye la dominante, aunque están presentes algunos individuos de *Ficus insipida* Willd. y la palma *Manicaria saccifera*.

Los individuos de ésta última, se disponen hacia los bordes de la cubeta, dentro de una matriz constituida por una franja de un herbazal medio denso de *Heliconia psittacorum*. En esta misma forma de terreno están presentes parches de la hierbas *Rhynchospora gigantea* Link y *Eleocharis mutata* (L.) Roem. & Schult. La superficie del sustrato está cubierta por individuos postrados de *Desmodium orinocense* (DC.) Cuello y *Nymphoides indica* (L.) Kuntze.

El banco bajo siguiente, está constituido por un herbazal bajo denso de *Eleocharis minima* Kunth, interrumpido por macollas de la gramínea de cerca de 1 m de altura de *Andropogon bicornis* L.. La siguiente cubeta con 10 m de ancho, nuevamente está conformada por un matorral alto denso de *Chrysobalanus icaco*. Esta continua con un banco bajo arenoso, donde está presente *Eleocharis minima* y una Cyperaceae no identificada.

El herbazal en consideración, está interrumpido por individuos aislados de la palma *Manicaria saccifera* y *Mauritia flexuosa*. La cubeta siguiente, está constituida por una primera franja de 30 m de ancho de un herbazal bajo denso de *Eleocharis mutata*, con parches de *Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. & Schult. y con la presencia de individuos aislados de *Mimosa pigra* L., *Chrysobalanus icaco*, *Ilex guianensis* (Aubl.) Kuntze y *Montrichardia arborescens*.

La parte central y más deprimida de dicha forma de terreno, está ocupada por un matorral medio medio de *Mimosa pigra*, posiblemente introducida a la isla en las heces del ganado vacuno. Dicha matriz, está interrumpida por individuos aislados de *Pterocarpus officinalis*, *Erythrina fusca*, *Chrysobalanus icaco* y *Mauritia flexuosa*. Sobre algunos individuos de *Mimosa pigra*, está presente la planta parasítica *Cassytha filiformis*, la cual también es común en bancos bajos de cordón litoral en las islas presentes en la fachada Atlántica de este sector del Delta del Orinoco.

Esta cubeta con un ancho de cerca de 50 m, le sigue después un banco convexo arenoso conformado por un matorral medio denso de *Machaerium lunatum* (L.) Ducke, *Pterocarpus officinalis* y *Chrysobalanus icaco*. A esta última comunidad le sigue en la cubeta siguiente, un pastizal alto denso de *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. Nguyen (donde actualmente pastorea el rebaño de ganado vacuno presente en la isla). La secuencia de bancos y cubetas asociadas con el plano costero mencionado, finaliza con un bosque alto medio de manglar de *Avicennia germinans*, asociado a un plano limoarcilloso de marea. (González-B., 2011).

#### *Otras comunidades de plantas presentes en el sector Merejina*

En este sector del Delta del Orinoco en los bordes más externos de islas ubicadas hacia el oeste del sector particularmente las presentes

en los caños Merejina y Guayo, así como a lo largo de caños secundarios que comunican dos principales, se produce una gradual reducción de la profundidad de las aguas. Esto ocurre, por la acumulación de sedimentos fluviales y los incorporados como materia orgánica proveniente de la hojarasca y otras estructuras que senescen anualmente asociadas a las comunidades presentes en los bordes de los caños mencionados conformadas por arbustales de *Montrichardia arborescens* y pastizales flotantes tanto de *Paspalum repens* P. J. Bergius como de *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch.

*Herbazal medio denso de pantano de Montrichardia arborescens*

Dichas comunidades se presentan conformando franjas cuya disposición espacial y composición florística, tiende a estar regulada por la profundidad de la lamina de agua entre los sedimentos del fondo del caño y la superficie del agua.

En el borde del caño donde está ocurriendo el proceso de deposición lateral de sedimentos, si no hay la influencia de definidos niveles salinidad del agua intersticial, se reconoce una franja de un Herbazal subarbustivo de *Montrichardia arborescens* donde aun la lamina de agua es cercana a 1 m o menos de profundidad.

Dicha franja es seguida en dirección a la isla, por una comunidad boscosa cuya composición florística varía de acuerdo al sector del Delta en discusión. En el sector en consideración, a esta comunidad le sigue otra de naturaleza boscosa conformada por *Nectandra cuspidata* Nees & Mart. y *Erythrina fusca*. En esta, ya la lámina de agua durante el periodo de lluvia no sobrepasa los 50 cm.

Retomando la discusión del herbazal de *Montrichardia arborescens* en este tipo particular de hábitat ribereño, se quiere destacar, que la propagación vegetativa y sexual de dicha especie, conforma una estructura constituida

por una densa trama de culmos, los cuales en áreas de alta irradiación como las presentes a las orillas de los caños, no sobrepasan los 3 m de altura. Dicha estructura densa, condiciona que los niveles de luz en la zona de contacto de lamina de agua, con extremo inferior de los culmos de *Montrichardia arborescens* sean muy bajos, lo que previene el establecimiento de otras especies y condiciona una comunidad monoespecífica.

Dicha especie, puede también constituir una comunidad de un herbazal alto denso en extensas áreas con formas de cubeta, en los planos cenagosos asociados al caño Merejina. Dicha localidad, se ubica en la margen derecha, a 3 km aguas abajo de este. Esta comunidad está precedida por un bosque alto medio de pantano alterado por previas perturbaciones antrópicas, el cual conforma una franja de cerca de 30 m de ancho entre la orilla del caño y la cubeta donde está presente el herbazal alto denso de *M. arborescens*.

En esta comunidad, se reconoce la presencia de un estrato arbóreo superior de 18 a 22 m dominado por *Spondias mombin* y con la presencia de individuos de *Sapium glandulosum*, *Virola surinamensis*, *Andira inermis* y *Triplaris weigeltiana*. Se reconoce un segundo estrato arbóreo, donde están presentes individuos de 8 a 12 m de las especies *Inga ynga*, *Cupania cinerea* Poepp., *Carapa guianensis*, *Conceveiba guianensis* Aubl. y la palma *Euterpe oleracea*. El sotobosque, está dominado por individuos de la hierba gigante *Heliconia pogonantha* Cufod. y con la presencia dentro de su estructura de *Costus scaber*.

El herbazal de *Montrichardia arborescens* está asociado a una extensa cubeta donde la lámina de agua, alcanza profundidades de más de 1 m en el período húmedo del año. La estructura más abierta de esta comunidad, permite el paso de suficiente luz lo cual permite la coexistencia de individuos de especies herbáceas de menor altura como es



el caso de *Scleria melaleuca* y *Panicaria acuminata* (Kunth) M. Gómez. En esta, están presentes individuos aislados de 8 a 10 m de altura, de *Erythrina fusca*. Los suelos con que se asocia esta comunidad en el sector Merejina, son minerales y corresponden a Entisoles de poco desarrollo pedogenético, como es el caso de los Fluvaquents.

*Pastizales flotantes de Paspalum repens y Echinochloa polystachya.*

Adyacentes a comunidades del herbazal de pantano de *Montrichardia arborescens* a lo largo de caños en vías de colmatación o en los bordes de los caños ubicados al oeste del sector Merejina donde la dinámica de la corriente fluvial erosiona una margen del caño y transporta y deposita parte del material sustraído aguas abajo en la margen opuesta. En esta última se conforma un gradiente de profundidad, donde el proceso de sedimentación condiciona una disminución gradual de la lámina de agua en dirección de la orilla del caño, en cuya margen generalmente se encuentra una comunidad de *M. arborescens* enraizada a los sedimentos de fondo.

En esta, el sector inferior de los culmos de dicha especie, están cubiertos por una lamina de agua de cerca de 1 m de profundidad. Hacia los sectores relativamente más profundos, se extienden los culmos flotantes de la gramínea *Echinochloa polystachya*, mientras que otros sectores estos pueden ser sustituida por *Paspalum repens* en las áreas menos profunda del caño. Estas comunidades tienen la mayor parte de la biomasa aérea dispuesta sobre la superficie del agua y en países como Brasil los investigadores las denominan como “praderas flotantes” (Junk, 1970, 1973, 1997) tienen una alta productividad primaria y son consumidas por herbívoros como el Chiguire.

Ambas comunidades aunque relativamente comunes en el área occidental de Merejina

ocupan extensiones de pocas hectáreas, por lo que no son representables cartográficamente.

*Matorrales de pantano*

*Matorral medio denso de pantano de Machaerium lunatum*

Con relación a estas comunidades, además de las de *Chrysobalanus icaco* ya comentadas y presentes en las cubetas asociadas a los cordones litorales arenosos de la isla Idubujoro, se quiere comentar que en el sector Merejina se reconocen dos más. La primera, constituida por los matorrales medios densos prácticamente monoespecíficos de *Machaerium lunatum*. Esta comunidad ya ha sido descrita en otras localidades de las distintas áreas pilotos y está presente el sector Merejina. En este, conforma una franja de 4 a 5 m de ancho generalmente precediendo las comunidades de manglar, en aquellos sectores del caño donde ocurre un proceso de progradación de sedimentos similar al ya comentado. Además de esta última condición, dicha especie está asociada a las aguas de los caños que por la acción de las mareas, mantienen al menos durante el periodo de sequía atmosférica, cierto nivel de salinidad en el agua intersticial asociada a su sistema radicular.

*Matorral medio denso de Zygia latifolia*

Esta particular comunidad está constituida por individuos de 4 a 5 m de dicha especie con una fuerte tendencia a conformar franjas monoespecíficas de 3 a 4 m de ancho, las cuales pueden bordear tanto comunidades de manglar como de bosques de pantano, posiblemente relacionado con los muy bajos valores de salinidad que caracterizan, las aguas del área más oriental del sector Merejina.

Lo interesante de dicha especie asociada a las Mimosaceae, es su relativa tolerancia a crecer y formar comunidades a lo largo de un gradiente de salinidad este-oeste donde se produce un reemplazo gradual de comunidades, en la medida que los niveles de

salinidad disminuyen a una condición donde dicho tensor desaparece completamente (Fig. 9).

Sin embargo, la especie *Zygia latifolia* (L.) Fawc. & Rendle y la comunidad de matorral que conforma, se mantiene siempre en la margen más externa que precede las otras comunidades de pantano presentes en las islas de estuarios. Cuando la salinidad disminuye a cero hacia el occidente del sector, los individuos de esta especie aunque sigue conformando la franja más externa que precede los bosques de pantano, ya no constituyen comunidades monoespecíficas y su presencia, está asociada a un conjunto de individuos de especies arbóreas y lianas leñosas relativamente heliófilas que constituyen la periferia más externa de los bosques de pantano de *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera*.

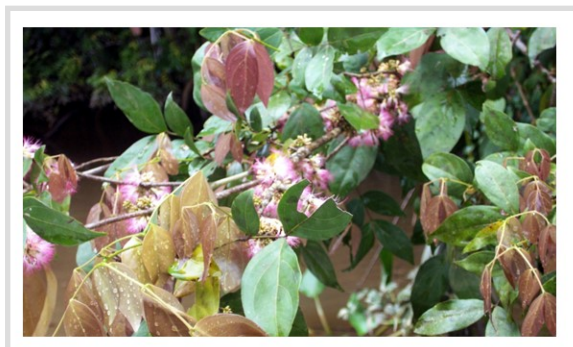


Figura 9. Individuo de *Zygia latifolia*, la cual conforma un matorral medio denso de pantano, que constituye una franja relativamente estrecha y precede las comunidades tanto de manglar como las de bosques de pantano (sector Merejina).

En este sector del Delta del Orinoco, se encontraron algunas especies que se reportan por primera vez o en los pocos casos en que han sido colectadas, se han hecho mas bien, en el sector del estado Delta Amacuro, que limita con el Delta del Orinoco asociado a un sistema de colinas altas presente en la reserva forestal de Imataca. De estas especies, se señalan solo tres como ejemplos. La primera, está representada por la liana leñosa *Pacouria*

*guianensis* Aubl., la cual fue colectada cerca de la boca del caño Merejina.

Los frutos de dicha especie, con un ancho y altura cerca de 12 cm son de color anaranjado y comestibles particularmente apreciados por los primates como es el caso de *Cebus olivaceus* Schomburgk. Asimismo la especie arbórea *Crudia oblonga* Benth., de la subfamilia *Detarioideae* ha sido colectada muy pocas veces en el Delta del Orinoco y existe apenas una a dos muestras en el Herbario Nacional. La Cyclanthaceae *Thoracocarpus bissectus* (Vell.) Harling presenta un hábito epífita y está presente en los Palmares de pantano cerca del pueblo de Curiapo.

### Consideraciones finales

El sector Merejina, se distingue del resto del área ocupada por la Reserva de Biosfera, por la presencia de un conjunto de atributos entre los que se destacan:

Un ambiente geomorfológico constituido por numerosas islas de estuario, tanto recientes como sub-recientes asociadas con una densa red de caños de marea.

Desde el punto de vista sedimentológico, el conjunto de islas de estuarios que conforman dicho sector se han originado mayoritariamente por los sedimentos minerales aportados por el Orinoco y su principal distributario, el río Grande.

En estas predominan los suelos minerales que a consecuencia del mal drenaje generalizado ha frenado su evolución pedogenética. Esto ha condicionado, que la gran mayoría, estén asociados al orden Entisol con un régimen de humedad Aquic, dentro de los cuales se destacan los Hydraquents, Fluvaquents y los Sulfaquents.

El hecho que el conjunto de islas de estuario, se haya conformado por procesos regulados por la acción fluvial, ha condicionado que las de este sector, se caractericen por la presencia

de bancos laterales depositados en el propio albardón del caño de marea y de los aportes periódicos de los sedimentos provenientes del río Grande del Orinoco. El origen de los sedimentos en combinación con suelos de moderada fertilidad, condiciona la presencia de una vegetación predominantemente boscosa, con una tasa de crecimiento relativamente alta.

La potencialidad de estas comunidades boscosas y el mejor drenaje relativo de la forma de terreno de bancos convexos asociados a las márgenes de los principales caños que drenan dicho sector, ha traído como consecuencia que los bosques de pantano presentes han sido fuertemente intervenidos por actividades relacionadas con la denominada agricultura migratoria.

La red de drenaje relativamente densa, particularmente de las islas que se han conformado en los últimos dos mil años, ha facilitado a los miembros de la etnia Warao la penetración interna de estas y la intervención de los bosques de pantano. El grado de perturbación está relacionado a una mayor densidad poblacional en comparación con otros sectores del Delta del Orinoco.

Aunado a la actividad de la agricultura migratoria en los últimos veinticinco años, la fertilidad natural de los suelos, el relativo rápido crecimiento de los individuos de las especies arbóreas también ha condicionado la explotación forestal de dichos bosques, dirigidos a la extracción selectiva de la madera de alguna de los individuos adultos de las especies arbóreas que conforman las distintas comunidades boscosas presentes en este sector. Además de las dos actividades anteriores y en paralelo con estas, los bosques de pantano ricos en palmas, han estado siendo explotados paralelamente para el aprovechamiento de la yema terminal de la palma *Euterpe oleracea*.

Las tres actividades de explotación mencionadas, han traído como consecuencia que la mayor parte de las comunidades forestales presenten un grado de alteración que puede variar entre bajo a muy alto. Las áreas afectadas por tales actividades, generalmente están asociadas a sitios de fácil acceso, aprovechando la densa red de drenaje, que caracterizan a las islas de menor edad.

Los sitios alterados por las actividades antrópicas, se distinguen con relativa facilidad por la presencia de individuos de especies arbóreas de rápido crecimiento, entre los cuales se incluyen un conjunto de especies de palmas con similares atributos.

En todas estas especies, el crecimiento es estimulado por altos niveles de irradianza y la mayor respuestas de los individuos de estas de naturaleza secundarias, a la presencia de claros grandes y por ende de luz visible dentro de los bosques explotados. Entre los individuos de especies arbóreas de rápido de crecimiento sucesionalmente tempranas destacan, *Cecropia peltata*, *Hernandia guianensis*, *Cordia tetrandia* y las palmas *Manicaria saccifera*, *Euterpe oleracea* y *Mauritia flexuosa*.

Con respecto a los bosques de pantano, que mayoritariamente constituyen la vegetación predominante de este sector, se quiere destacar que su disposición espacial y composición florística, está controlada predominantemente por los niveles de salinidad de las aguas, la acción de las mareas y las características del sustrato edáfico, si es mineral u orgánico.

En la periferia del estuario, en contacto con la fachada Atlántica, las islas de reciente conformación, presentan una vegetación de manglar, constituida por sucesivas cohortes de distintas edades y alturas, de dos especies del género *Rhizophora*: *R. x harrisonii* y *R. racemosa*. En éstas, las mas jóvenes y de menor altura, se disponen en la periferia costera de dichas islas precedidas en la mayoría de los

casos por un herbazal medio denso de pantano de *Crinum erubescens*.

En la medida que hacia el interior del estuario disminuye gradualmente los niveles de salinidad, la vegetación de manglar de las islas de la fachada Atlántica, es reemplazada por bosques altos densos de *Pterocarpus officinalis*, con un estrato emergente de *R. x harrisonii* y *R. racemosa*, en el cual en algunos casos, también pueden estar presentes individuos de *A. germinans*. A esta comunidad forestal, le sigue otra en dirección aguas arriba, donde los menores niveles de salinidad condiciona la presencia de un bosque prácticamente monoespecífico de *Pterocarpus officinalis*.

Asimismo a lo largo del gradiente de disminución de salinidad, esta última comunidad, que aunque sigue siendo dominada por *P. officinalis*, aumenta considerablemente su riqueza de especies, con la incorporación de individuos de otras arbóreas, como es el caso de la presencia de individuos de especies tales como; *Symphonia globulifera*, *Carapa guianensis* y *Terminalia dichotoma*. (Bacon, P.R. 1990; González B, V. 2004)

Cuando ya desaparece el tensor de salinidad, el bosque de pantano que ocupa la mayor extensión en área está estructurado fisionómicamente por un tipo de bosque de alto a medio denso constituido por los individuos de *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera* y con la presencia de los de las especies indicadoras de suelos minerales, como es el caso de *Carapa guianensis* y *Pentaclethra maculosa*. Este tipo de bosque, presenta facies, con una alta abundancia de la palma *Euterpe oleracea*. Dicha comunidad forestal ha sido objeto de fuertes perturbaciones de origen antrópico, relacionadas con la agricultura migratoria, la extracción selectiva de maderas y el impacto de la industria palmitera.

Hacia el sur-oeste del sector, aparece otra comunidad forestal que tiene como característica la alta abundancia relativa dentro de su estructura de los individuos de la especie *Erythrina fusca*. Sin embargo, el complemento de otros individuos de especies arbóreas que complete la estructura florística de esta comunidad, son las ya mencionadas para el último tipo de bosque discutido, como es el caso de los de *Pterocarpus officinalis*, *Symphonia globulifera* y las asociadas a este tipo de comunidad. El sector Merejina, se diferencia del resto de la reserva por su origen geomorfológico, la predominancia de suelos minerales, que condicionan la aparición de otro tipo de bosques de pantano y el rol determinante como especies pioneras de las dos especies de mangle del género *Rhizophora* en la conformación de una nueva cubierta vegetal constituida por una comunidad de manglar, en las islas de origen reciente, presentes en la fachada Atlántica.

Adicionalmente, en algunas de estas islas, las corrientes litorales y el aporte de arena relacionado con la cercanía de estas a la boca del principal distributario del río Orinoco el denominado Río Grande, han contribuido a formar en los extremos de estas, planos costeros arenosos conformado por una sucesión de bancos alargados de cordón litoral, separados por cubetas con la misma forma y mal drenadas estacionalmente.

Así mismo, al noreste de la isla Idubujoro el ancho y la orientación de la playa, han facilitado, en combinación con la dirección de los vientos Alisios del Noreste, la conformación de un sistema de dunas, el cual se reportan por primera vez para el Delta del Orinoco (González B, V. 2011). La presencia de este último y un conjunto de cordones litorales arenosos que alternan con cubetas mal drenadas, producen cambios marcados en el tipo y estructura florística de las comunidades presentes y contribuye a aumentar la heterogeneidad espacial y la  $\beta$



diversidad de la vegetación de este sector del Delta del Orinoco.

La mayor extensión de las comunidades de palmar de pantano de *Mauritia flexuosa*, de gran belleza escénica y de interés científico relacionado con el potencial sub-utilizado de dicha especie de palma, se encuentra, en el sector Merejina, fuera del área de la reserva. Sin embargo, las islas cuya cubierta vegetal está constituida por dicha comunidad, están presentes unos pocos Km al sur de ésta, por lo que se recomienda su incorporación al área de la Reserva de Biosfera del Delta del Orinoco (González-B., 1987; González-B., 1999; González-B., 2004; González-B. y Rial 2011).

### Bibliografía citada

- Álvarez López, M. 1990. Ecology of *Pterocarpus officinalis* forested wetlands in Puerto Rico. Pp. 251-265. In: Forested Wetlands, A. E. Lugo, M. Brinson & S. Brown (eds.) Ecosystems of the world 15. Elsevier. Amsterdam.
- Anthony, E. J., A. Gardel, & N. Gratiot. 2014. Fluvial sediment supply, mud banks, cheniers and the morphodynamics of the coast of South America between the Amazon and Orinoco river mouths. Geological Society (London), Special Publications. 388: 533-560.
- Anthony, E. J., A. Gardel, C. Proisy, F. Fromard, E. Gensac, C. Peron, R. Walcker & S. Lesourd. 2013. The role of fluvial sediment supply and river-mouth hydrology in the dynamics of the muddy, Amazon-dominated Amapá-Guianas coast, South America: A three-point research agenda. Journal of South American Earth Sciences 44: 18-24.
- Anthony, E. J., A. Gardel, N. Gratiot, C. Proisy, M. A. Allison, F. Dolique & F. Fromard. 2010. The Amazon-influenced muddy coast of South America: a review of mud bank-shoreline interactions. Earth-Science Reviews 103: 99-129.
- Aslan, A., W. A. White, A. G. Warne. & E. H. Guevara. 2003. Holocene evolution of the western Orinoco Delta, Venezuela. Geological Society of America Bulletin 115: 479-498.
- Bacon, P. R. 1990. Ecology and management of swamp forests in the Guianas and Caribbean region. Pp. 213-250. In: A. E. Lugo, M. Brinson & S. Brown (eds.), Forested Wetlands Ecosystems of the World 15. Elsevier. Amsterdam.
- Bureau of Economic Geology. 1999. Geo - Environmental characterization of the Delta del Orinoco, Venezuela. 1999. Final Report. Estudio realizado para PDVSA por The University of Texas at Austin.
- Callaway, R. M. 1995. Positive interactions among plants. Botanical Review 61:306-349.
- Danielo, A. 1976. Photointerprétation, sédimentation et géochronologie dans le delta de l'Orenoque: Rev. De Géog. Physique et de Geol. Dynamique 18(5): 407-414.
- Donnelly, M. and Walters L. 2014. Trapping of *Rhizophora mangle* Propagules by coexisting early successional species. Estuaries and Coasts. 37: 1562-1571.
- Echezuria, H., J. Córdova, M. Gonzalez, González-B., V. J. Méndez & C. Yanes. 2002. Assessment of environmental changes in the Orinoco River delta. Regional Environmental Change. 3: 20-35.
- Febvay, G. & A. Kermarrec. 1978a. Quelques paramètres physicochimiques de la forêt littorale (mangrove et forêt palustre) et leur évolution. Bull. Liaison Groupe Trav., Mangroves Zones Côtières, Guadeloupe, 4:70-73.
- González-B., V. 2011. Los Bosques del Delta del Orinoco. Biollania (Edic. Esp.) 10: 197-240.
- González B, V. 2004. La Vegetación Del sector Merejina Pp. 1-21 En: V. González-B. y E. Cudisevich. 2004. Caracterización y diagnóstico de la vegetación en la Reserva de Biosfera Delta del Orinoco para su Conservación y Uso Sustentable. Proyecto Coordinado por Compañía Ambioconsult y el MARN. Caracas.
- González-B., V. 2003. La Vegetación del Delta del Orinoco. Pp. 900-917. En: "Biodiversidad en Venezuela M. Aguilera, A. Azócar y E. González-Jiménez (Eds), TOMO II,

- Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fonacit. Caracas.
- González-B., V. 1999a. La Vegetación del Delta del Orinoco. Entre los caños Mánamo y Macareo. PDVSA Desarrollo Armónico de Oriente. UCV-CORPOMENE, Caracas, 196 p.
- González-B., V. 1999b. Estado Actual del Conocimiento de la Vegetación Del Delta del Orinoco y Potenciales Proyectos de Investigación en dicha región. Documento preparado para Ecology and Environment. S.A. Caracas. 74 p.
- González-B., V. 1999c. Los Recursos de Biodiversidad del Delta del Orinoco y la Selección de Cuatro Áreas Caracterizadas por su Alta Heterogeneidad Espacial, en Cuanto a Diversidad de Comunidades de Plantas Presentes. Documento preparado para Ecology and Environment, S.A. Caracas. 28 p.
- González-B., V. 1997a. Caracterización de las distintas comunidades de plantas a ser interceptadas por la ruta y corredor del oleoducto Caripito-Guiria. Informe realizado para Ecology and Environment, S.A. Caracas. 57 p.
- González-B., V. 1997b. Caracterización de la Vegetación Asociada al Proyecto "Plan de Desarrollo de la Región Deltáica", Estado Delta Amacuro y la Región Deltáica del Estado Monagas. Documento preparado para Ecology and Environment, S.A. Caracas. 73 p.
- González-B., V. 1987. Los Morichales de los Llanos Orientales. Un Enfoque Ecológico. Ediciones Corpoven. Caracas. 56 p.
- González-B., V. y A. Rial 2011. Las Comunidades de Morichal en los Llanos Orientales de Venezuela, Colombia y el Delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento. Pp. 124-147. En: C. Lasso, A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison (eds). Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Bogotá.
- González-B., V. y E. Cudisevich. 2004. Caracterización y diagnóstico de la vegetación en la Reserva de Biosfera Delta del Orinoco para su Conservación y Uso Sustentable. Proyecto Coordinado por Compañía Ambioconsult y el MARN. 559 p.
- Junk, W. J. 1997. General Aspects of Floodplain Ecology with Special Reference to Amazonian Floodplains. Pp. 3-20. In: the Central Amazon Floodplain Ecology of a Pulsing System, W. J. Junk (ed.) Springer, Berlin.
- Junk, W. J. 1973. Investigations on the ecology and production – biology of the "floating meadows" (*Paspalo – Echinochloetum*) on the Middle Amazon. II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. Amazonian. 4: 9-102.
- Junk, W. J. 1970. Investigations on the ecology and production – biology of the "Floating Meadows", Part 1, the floating vegetation and its ecology. Amazonian. 2: 449-95.
- McKee, K. L., J. E. Rooth & I. C. Feller. 2007. Mangrove recruitment after forest disturbance is facilitated by herbaceous species in the Caribbean. Ecological Applications 17: 1678-1693.
- MARNR 1979. Inventario Nacional de Tierras. Delta del Orinoco y Golfo de Paria. Serie de informes Científicos Zona 2. 229 p. Maracay
- Plaziat, J. C. & P. G. E. F. Augustinus. 2004. Evolution of progradation/erosion along the French Guiana mangrove coast: a comparison of mapped shorelines since the 18th century with Holocene data. Marine Geology. 208: 127-143.
- Van Andel, T. H. 1967. The Orinoco Delta. Journal of Sedimentary Petrology 37: 297-310.
- Warne, A. G., R. H. Meade, W. A. White, E. H. Guevara, J. Gibeaut, R. C. Smyth, A. Aslan & T. Tremblay. 2002a, Regional controls on geomorphology, hydrology, and ecosystem integrity in the Orinoco Delta, Venezuela. Geomorphology 44: 273-307.
- Warne, A. G., E. H. Guevara & A. Aslan. 2002b. Late Quaternary Evolution of the Orinoco Delta, Venezuela: Journal of Coastal Research. 18: 225-253.