

## ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA LAGUNAR BAJO ALCATRAZ-MATA REDONDA-LA SALINETA DE LA PENÍNSULA DE PARIA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA: GEOMORFOLOGÍA, HIDROLOGÍA, CALIDAD DEL AGUA, VEGETACIÓN Y VERTEBRADOS

### COMPREHENSIVE STUDY OF THE BAJO ALCATRAZ-MATA REDONDA-LA SALINETA LAGOON SYSTEM PARIA PENINSULA, SUCRE STATE, VENEZUELA: GEOMORPHOLOGY, HYDROLOGY, WATER QUALITY, VEGETATION, AND VERTEBRATES

*María Beatriz Barreto<sup>1</sup>, Eduardo Barreto<sup>1</sup>, Ana Bonilla<sup>1</sup>, Miguel Castillo<sup>1</sup>, Luis Alejandro González<sup>1</sup>, José Ramón Grande<sup>2</sup>, Mylene Gutiérrez<sup>3</sup>, Ismael Hernández<sup>1</sup>, Nancy Hernández<sup>1</sup>, Héctor López-Rojas<sup>1</sup>, Antonio Machado-Allison<sup>1</sup>, Luis Mogollón<sup>4</sup>, Jesús Paredes<sup>4</sup>, Ausberto Quero<sup>4</sup>, Alejandro Ramos<sup>4</sup> y Jenniffer Velázquez<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 47058, Los Chaguaramos, Caracas, 1041-A. <sup>2</sup>Postgrado en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela <sup>3</sup>CENAMB. <sup>4</sup>Universidad del Zulia.

Autores en orden alfabético; A. Machado y M. Castillo actuaron como Coordinador General y Coordinador de Campo del Proyecto, respectivamente. Dirección de correspondencia: antonio.machado@ciens.ucv.ve

#### RESUMEN

Para estudiar las características geomorfológicas, físicas, químicas y biológicas de un sistema lagunar al sur de Paria, estado Sucre, se caracterizaron las aguas y sedimentos, se describieron las características de la vegetación, se realizó un inventario de los peces, reptiles, aves y mamíferos y se determinó la geomorfología del área. Se particularizaron diversas geoformas con estrechas relaciones suelo-geomorfología e hidráulica del sistema, que condicionan la distribución y diversidad de la flora y fauna. Se establecieron diferentes formaciones vegetales: bosques deciduo y semi-deciduo, matorral, arbustales y matorrales litorales, bosque de manglar y herbazal litoral, las cuales ofrecen una diversidad de hábitats para la fauna terrestre. En las lagunas se detectaron concentraciones altas de contaminantes, indicativas de la actividad urbana y agrícola en su entorno. La diversidad de ecosistemas, geoformas, vegetación y vertebrados acuáticos y terrestres del sistema lagunar son de gran valor para la región, lo cual demanda un estudio más detallado con miras a su preservación.

#### ABSTRACT

To study the geomorphology and physical, chemical, and biological properties of a lagoon system south of Paria, Sucre state, water and sediments were characterized, the characteristics of the vegetation were described, an inventory of fish, reptiles, birds and mammals was conducted and the geomorphology of the area was described. Various landforms having strong relationships with the soil, geomorphology and hydraulics of the system, which in turn determine the distribution and diversity of flora and fauna were described. Several vegetation formations are described: deciduous and semi-deciduous forest, scrub, coastal scrub, mangrove forest and coastal grassland, they provide a great diversity of habitats for terrestrial fauna. High concentrations of pollutants were found indicating agricultural and urban activity around the lagoons. The diversity of ecosystems, landforms, vegetation and aquatic and terrestrial vertebrates of the lagoon system are of great value to the region, demanding a more detailed study with a view to their preservation.

**Palabras clave:** Lagunas litorales, geomorfología, calidad del agua, vegetación, vertebrados, Venezuela.

**Keywords:** litoral lagoons, geomorphology, water quality, vegetation, vertebrates, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas litorales conforman áreas de elevada productividad con condiciones ambientales particulares derivadas de su condición de sistemas abiertos entre el mar y la zona continental. Estos ecosistemas están definidos mayormente por una compleja interacción de componentes bióticos y abióticos, donde se producen amplias fluctuaciones de la salinidad y de la temperatura, producto de la mezcla de los aportes marinos y fluviales, con escasa profundidad de sus aguas, elevada evaporación y generalmente una alta tasa de descomposición.

Los diferentes ambientes de las lagunas costeras constituyen zonas de refugio y criaderos de formas larvianas y juveniles de fauna terrestre y acuática (Mago-Leccia, 1965; Salaya, 1968; Carvajal, 1972; Cervigón y Gómez, 1986; Ródenas y López-Rojas, 1993; Lentino y Bruni, 1994; López-Rojas y col. 1996; Ramírez, 1996; López-Rojas, 1999). Al igual que otros sistemas litorales similares, las lagunas litorales funcionan como refugio, albergue y sitio de nidificación de numerosas especies de aves acuáticas y semiacuáticas, temporales y permanentes, las cuales buscan alimento o protección para el desarrollo de sus ciclos vitales. Igualmente, varias especies de peces, crustáceos y moluscos desarrollan parte del ciclo vital en este tipo de ambientes, algunos de ellos de importancia económica y de consumo humano. Finalmente, los bosques de manglar o deciduos que rodean este sistema son muy ricos en especies vegetales, algunas de ellas de importancia doméstica o utilizadas en construcción. La presencia de áreas extensas de mangles (*Rhizophora mangle*, mayormente) con sus raíces en zancos, crean heterogeneidades espaciales que propician la existencia de diversos organismos en diferentes estadios de su desarrollo. Estos bosques sirven de refugio o albergue a varias especies de organismos terrestres algunos de ellos protegidos por normativas o leyes nacionales e internacionales. Todas estas condiciones crean características *sui generis* para su manejo y conservación (Yañez-Arancibia, 1978; Rodríguez, 1999).

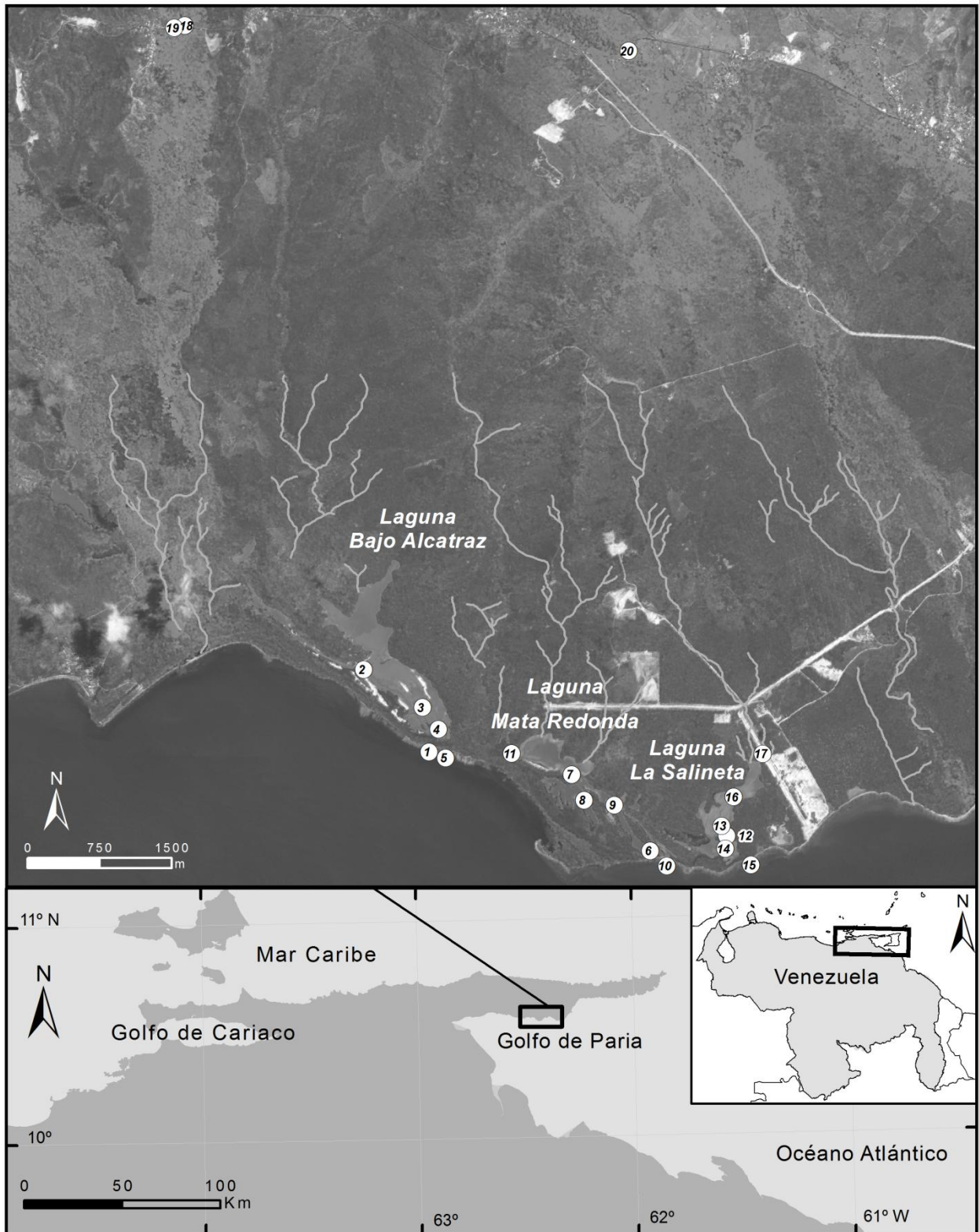
La condición de sistemas abiertos de estas lagunas las convierte en ecosistemas muy frágiles, donde la intervención humana puede causar daños irreversibles en muy corto plazo. En general, los posibles factores que pueden influenciar negativamente a los sistemas lagunares son, entre otros: contaminación por causa de desarrollos y prácticas agrícolas, industriales o domésticas, pérdida de

hábitat por rellenos y sedimentación, cambios en el hábitat por incremento del turismo en las zonas aledañas costeras y zonas de amortiguación, deforestaciones y sobreexplotación de la ictiofauna por un rápido incremento de consumo humano.

Para Venezuela, Roa-Morales y Ramírez (1993) inventariaron 37 lagunas venezolanas (26 litorales y 11 insulares), indicando que la mayoría están en precario estado de explotación o irracionalmente explotadas, pero que todas se mantienen en un estado potencial de contaminación por los impactos del hombre sobre el ambiente natural. Esta condición constituye un llamado de atención acerca de la necesidad inmediata de la realización de estudios integrales que involucren el conocimiento de los componentes bióticos y abióticos que constituyen estos sistemas.

Las investigaciones que se han realizado sobre las lagunas litorales de la costa nororiental venezolanas están concentradas mayormente en el complejo lagunar Píritu-Unare, en la Laguna de Tacarigua y en algunas de las lagunas más importantes de la Isla de Margarita. La gran mayoría de estos trabajos se relacionan con el estudio de las características físico-químicas, materia orgánica, sedimentos y sólidos en suspensión (Okuda y col., 1964; Okuda, 1968; Gamboa y col., 1971; Bay, 1981; Roa y Bay, 1981; González, 1987; Ocando, 1992), estudios taxonómicos de grandes grupos de organismos, macrofauna bentónica y ecología y alimentación de algunas especies de peces (Martínez, 1964; Khandker y Lares, 1964; Davant, 1964; Weibezahn, 1949; Bulhosa, 1977; Fisher, 1978; Fraser, 1978; Herrera, 1980; Parra y col., 1983; Cervigón, 1991; Cervigón y col., 1992; López-Rojas y Ródenas, 1992; López Rojas y col., 1996), estudios del fitoplancton y zooplancton (Legare, 1964; Zoppi de Roa, 1974; Rodríguez, 1977; García, 1977; Zacarías, 1981; Spiniello, 1982; Gutiérrez, 1983; Subero, 1991) y de las pesquerías artesanales (Guevara, 1979; Pagavino, 1983). El análisis de la literatura permitió precisar sólo unos cuantos trabajos referidos a estudios integrales de los sistemas lagunares, teniendo la mayor parte de los trabajos un enfoque casi estrictamente taxonómico, con consideraciones ecosistémicas relativamente limitadas.

En la región nororiental de Venezuela, una de las áreas más interesantes desde el punto de vista geomorfológico y biogeográfico es la Península de Paria (Figura 1), como resultado de la influencia combinada de costas caribeñas en su flanco norte y de una fachada atlántica con la desembocadura del río Orinoco, al sur.



**Figura 1.** Localización geográfica del Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta en la Península de Paria, región nororiental de Venezuela. Se indican las localidades de muestreo numeradas del 1 al 20. Imagen de satélite SPOT5.

Durante el Pleistoceno temprano (1,8 – 1,54 Ma.) se formó el Canal de Humboldt, corredor marino somero de 240 Km de extensión, de aguas hipersalinas y ricas en materia orgánica, que separó las penínsulas de Araya-Paria del Continente (MacSotay y col., 2009). Esta separación aisló temporalmente la flora y fauna peninsular a la vez que permitió una comunicación entre la biota a cada lado del istmo. Esta región del país es geológicamente muy inestable por la presencia de fallas, cuya actividad ha condicionado en gran medida su geomorfología actual. En este sentido, se observan a lo largo de la Península de Paria, diferentes accidentes geográficos que la caracterizan: costas escarpadas con fuertes acantilados, playas de arenas blancas, cambios marcados en el nivel de marea (diario y estacional), lagunas litorales y un sistema de montañas pertenecientes a la Cordillera de la Costa. Están representados paisajes típicos de montañas, colinas, piedemontes y valles (Fernández y Michelangeli, 2003).

La erosión de estas montañas, desde el Eoceno hasta el presente, ha llevado a la acumulación de sedimentos en la vertiente sur de la serranía, en la denominada planicie fluvio-costera del Golfo de Paria (González de Juana y col. 1980). Esta diversidad de paisajes y tipos de vegetación ha contribuido con el establecimiento de una rica variedad del componente faunístico de la región.

Entre los trabajos faunísticos realizados en la Península de Paria podemos mencionar las expediciones organizadas por la Colección Ornitológica Phelps, en 1947 y 1948, quienes recorrieron la península en tres oportunidades, colectando numerosos ejemplares de aves (Phelps y Phelps, 1948; Phelps y Phelps, 1949). Posteriormente, un equipo del Ministerio del Ambiente capturó anfibios, reptiles y aves de la península (Gorzula, 1979; Medina-Cuervo y Rengel, 1979). En la década de los ochentas, FUDENA realizó importantes colecciones recopilando información sobre el área (Gremone y Capobianco, 1985). Nuevamente el Ministerio del Ambiente, por intermedio de su división PROFAUNA, hizo una expedición a la Península de Paria generando una importante colección de la fauna de toda la península (Bisbal y col., 1994). En 1999, la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, llevó a cabo una expedición al norte de la península, en la ensenada de Uquire donde efectuaron capturas de aves y mamíferos (Bjord, 1999).

La fauna de la Península de Paria es variada y abundante en especies, especialmente en aves, de las cuales se han registrado 359 especies en el Parque

Nacional Península de Paria y sus alrededores (Sharpe, 1997). La Serranía de Paria está separada del resto del país por vastas depresiones, permitiendo la aparición de especies endémicas de aves (Fernández y Michelangeli, 2003), y junto con la región adyacente de Caripe es considerado a nivel mundial como un área de endemismo de aves (BirdLife Internacional, 2003). Entre el grupo de especies de aves endémicas encontradas solo en Paria se puede mencionar el colibrí tijereta (*Hylonympha macrocerca*) y la candelita de Paria (*Myioborus pariae*). Existe otro grupo de especies endémicas cuyo hábitat está restringido a Paria y al Turimiquire en el Macizo Oriental y al Tramo Central de la Cordillera de la Costa, entre las que se encuentran el colibrí ala de sable verde (*Campylopterus ensipennis*), la diglosa negra (*Diglossa venezuelensis*), la chirica (*Nannopsittaca panychlora*), el fafao gargantiblanco (*Premnoplex tatei*) y la granicera hermosa (*Pripeola formosa*), encontrándose tres especies en peligro: la candelita de Paria, la diglosa negra y el fafao gargantiblanco (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1999).

Las especies de mamíferos que destacan en la Península de Paria, muchas son compartidas con la Guayana, donde el Delta del Orinoco sirve como conexión con esta última, pudiéndose encontrar las perezas de dos y tres dedos (*Choloepus didactylus* y *Bradypus tridactylus*) y el osito hormiguero enano (*Cyclopes didactylus*) (Linares 1998). Otras especies que se encuentran son el osito melero (*Tamandua tetradactyla*), el cachicamo (*Dasybus novemcintus*), el mono araguato (*Alouatta seniculus*), el mono capuchino (*Cebus olivaceus*), el báquiro de collar (*Tayassu tayacu*) y los venados maticán y caramerudo (*Mazama americana* y *Odocoileus virginianus*). Existen numerosas especies de mamíferos de hábitos nocturnos como la lapa (*Agouti paca*), el picure (*Dasyprocta leporina*), la rata casiragua común (*Proechymis trinitatis*), la rata montañera (*Oryzomys capito*), el murciélago lanceolado mayor (*Phyllostomus hastatus*) y el murciélago narizón (*Rynchonycteris naso*). Finalmente, los felinos se encuentran representados por la onza (*Herpailurus yagouaroundi*), el cunaguaro (*Leopardus pardalis*) y el jaguar (*Panthera onca*) (Bisbal y col., 1994).

Para esta región y Trinidad se han reportado unas 63 especies de reptiles, como por ejemplo, los lagartos *Gonatodes ceciliae* y *Bachia heterotopa* (La Marca, 1992). En Venezuela, las playas de la península constituyen el principal sitio de anidación de cinco especies de tortugas

marinas: la tortuga verde (*Chelonia midas*), la Carey (*Eretmochelys imbricata*), la guaraguá (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga cardón (*Dermochelys coriacea*), así como del caimán de la costa (*Crocodylus acutus*) (Guada y Vernet, 1989; Guada y Vernet, 1991). Todas estas especies se encuentran amenazadas según el Libro Rojo de la Fauna (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1999).

En 1970, Mago-Leccia definió la cuenca del Golfo de Paria, con un área aproximada de 21.000 Km<sup>2</sup>, ubicada entre la Península de Paria y el Delta de Orinoco, con los ríos San Juan y Guanipa como sus principales tributarios; en relación con la ictiofauna de esta cuenca, señaló para la época 64 especies incluidas en 36 géneros. Entre las especies endémicas citadas para la cuenca de Paria estaban *Corymbophanes venezuelae*, *Geophagus mapiritensis*, *Hildadoras orinocensis* y *Xenagoniates bondi*. El autor destaca la posible conexión histórica, antes de la apertura del Orinoco hacia el Atlántico, entre Paria y Guyana, debido al elevado porcentaje de especies ícticas que comparten.

Lasso y col. (2004) citan 158 especies de peces para la cuenca de Paria, siendo el orden de importancia de los Ordenes, en número de especies, Characiformes > Siluriformes > Perciformes. También indican que los centros de dispersión de las aguas de la cuenca se encuentran en la región montañosa costero-oriental, con ríos en su mayoría de aguas claras, y con una sección estuarina de gran importancia. Para estas cuencas, los autores reportan 7 especies endémicas: *Bryconamericus lassorum*, *Creagrutus hyginus*, *Hemibrycon taeniurus*, *Chaetostoma venezuelae*, *Farlowella venezuelensis*, *Pseudancistrus trinitatis* y *Eucinosomus melanopterus*. De las especies endémicas citadas por Mago-Leccia (1970), el nombre válido de *Corymbophanes venezuelae* es ahora *Chaetostoma venezuelae*; *Geophagus mapiritensis* e *Hildadoras orinocensis* han sido sinonimizadas a *Satanoperca mapiritensis* y *Oxydoras sifontesi*, respectivamente y ambas se localizan únicamente en la cuenca del Orinoco; por su parte, *Xenagoniates bondi* se ha reportado también para las cuencas del Orinoco y Cuyuní, por lo que ya no se considera endémica de Paria.

En su recopilación sobre los humedales costeros de Venezuela, Lentino y Bruni (1994), analizaron la situación ambiental de los mismos y presentaron el nivel de conocimiento que se tenía hasta la fecha de cada uno de ellos; en este trabajo se reportan algunos sistemas lagunares del norte del estado Sucre, en la Península de

Araya, pero respecto a la Península de Paria sólo se menciona el humedal de Irapa, ubicado al sur de la misma. En el reporte de Roa-Morales y Ramírez (1993) apenas señalan las lagunas que se encuentran en la zona norte de la Península de Paria, sin hacer ninguna alusión a las lagunas de la zona sur de la Península, donde existen sistemas lagunares de los que se dispone de muy poca información y donde existe un potencial desarrollo de actividades industriales y urbanísticas en su entorno, que los hace muy vulnerables.

Las lagunas Bajo Alcatraz, Mata Redonda y La Salineta constituyen un sistema de lagunas litorales ubicados al sur de la Península de Paria, adyacentes a la población de Güiria (Figura 1). Este sistema lagunar está fuertemente influenciado por un régimen hidrológico estacional anual (lluvia-sequía), temperaturas elevadas, poca profundidad, con aguas temporales, hipersalinas, con influencia mareal, de fondos arcillosos y rodeadas de una vegetación constituida por bosques de manglar, arbustales litorales y herbazales de pantano (Figura 2).



Figura 2. Laguna Bajo Alcatraz.

De acuerdo con el Mapa de Vegetación de Venezuela de Huber y Alarcón (1988), el MARNR (1982) y Ambioconsult (2005), las formaciones vegetales presentes en el área de este Sistema Lagunar son las siguientes: Bosques de manglar, arbustales litorales, matorrales de pantano, bosques siempreverdes, bosques deciduos, espinares y herbazales litorales

halófitos y psamófilos. En el área comprendida por el Sistema Lagunar, los manglares representan la vegetación de mayor importancia por los bienes y servicios que estos proveen. En la zona el límite entre las partes bajas del sistema lagunar y las colinas bajas destaca la presencia de bosques deciduos.

Hasta donde se tiene conocimiento, sólo se han realizado dos estudios integrales en el área del sistema lagunar propiamente dicho (Ambioconsult, 2005). En este trabajo se colectaron sólo cuatro especies de peces en las estaciones de las lagunas del sistema: *Centropomus pectinatus*, *Elops saurus*, *Mugil incilis* y *Poecilia vivipara*. Igualmente, Ambioconsult (op.cit.) reportó un total de 212 especies de vertebrados terrestres (incluyendo aves acuáticas o semiacuáticas); algunas aves registradas son migratorias, como es el caso de los playeritos. Este reporte igualmente destaca la presencia del águila pescadora (*Pandion haliaetus*), especie migratoria residente de invierno. Finalmente, reporta especies que son protegidas como es el caso de la corocora roja (*Eudocimus ruber*). El trabajo concluye con un listado de avifauna que incluye 141 especies de presencia probable (residentes y migratorias), considerando requerimientos de hábitat similares acuáticos y terrestres propios de tierras bajas. El resto de los grupos de fauna terrestre en el área de influencia del sistema lagunar están representados por formas asociadas principalmente a los bosques deciduos (p.e. lagartos de los géneros *Ameiva*, *Plica*, *Iguana*, y los géneros de venados, *Mazama* y *Odocoileus*).

Desde el punto de vista de aprovechamiento, la información es igualmente escasa. Sin embargo, en los informes previos se reportan algunas especies que potencialmente son sometidas a consumo de subsistencia y comercialización ilegal de carne o su venta como mascotas, tal es el caso de las guacharacas (*Ortalis ruficauda*), la uquirá (*Penelope jacquacu*) e integrantes de las familias Columbidae (palomas silvestres), Parulidae y Psittacidae (loros). Son necesarios estudios específicos para determinar la importancia de estas especies.

Resalta entonces la carencia de información sobre el Sistema o Complejo Lagunar como ecosistema, el cual representa una de las pocas áreas de humedales al sur de la Península de Paria, constituyendo un reservorio de la fauna y flora local, con particularidades como la de ser utilizada probablemente como sitio de anidación de numerosas especies de aves residentes y migratorias (Lentino y Bruni, 1994).

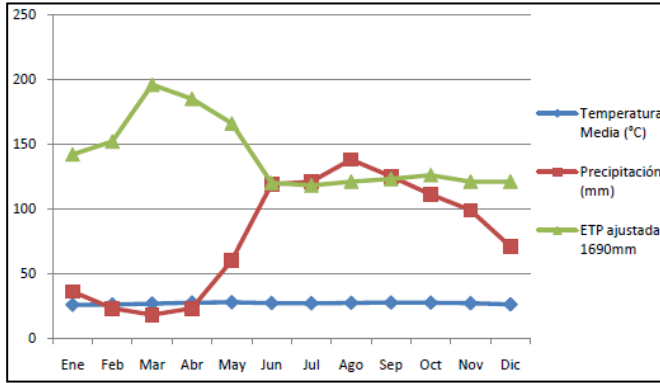
Tomando en cuenta lo anteriormente planteado, se hace patente la necesidad de contemplar la realización de estudios más profundos en la región, incluyendo el sistema de las lagunas costeras y sus áreas de influencia directa e indirecta. Bajo estas premisas se planteó como objetivo del presente trabajo, caracterizar el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta, en lo referente a su ambiente físico (aguas, sedimentos, clima, geomorfología e hidrología) y biótico (comunidades vegetales terrestres y la fauna de vertebrados acuáticos y terrestres), manteniendo una visión integradora de los diferentes componentes identificados en cuanto a su funcionalidad e interrelaciones. Para lograr este objetivo se conformó un equipo de trabajo multidisciplinario que se avocaron a los análisis de geomorfología, suelos, hidrología, calidad del agua, vegetación y fauna de vertebrados.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta y las cuencas que aportan agua superficial a las lagunas (Figura 2). El Sistema Lagunar, de unas 670 ha, se ubica al sureste de la Península de Paria, Municipio Valdéz del estado Sucre, adyacente a la ciudad de Guiría por el este, a la vía Yoco-Soro por el oeste y entre la Troncal 009 al norte y la línea de costa al sur. Las lagunas están emplazadas sobre una ancha planicie aluvial al pie del macizo montañoso de Paria, conformando cuerpos de agua permanentes (ríos Guiría, Guaraguarita, Bautista, Yoco y Del Medio) y estacionales, conectadas con el mar a través de canales de marea. La profundidad de las lagunas depende de ese aporte de agua salada, así como también del agua dulce proveniente de los tributarios desde el macizo montañoso, principalmente durante las lluvias.

**Caracterización climatológica.** En la Figura 3 se puede observar la variación mensual promedio de la Temperatura, la Precipitación y la Evapotranspiración (EVT), a manera de caracterización climatológica general del área de estudio, con datos obtenidos de la estación climatológica de Güiría (MARN, 2006). La temperatura promedio es de 26,9°C y el balance hídrico (Precipitación vs EVT) muestra un déficit desde Noviembre a Mayo, almacenamiento de agua entre Junio y Septiembre, y utilización del agua básicamente en Octubre; los mayores valores de precipitación se presentan entre Junio y Noviembre. El comportamiento de estos parámetros condiciona un clima caracterizado

por una estación seca entre los meses de Diciembre a Mayo, y una estación lluviosa entre Junio y Noviembre, con las mayores temperaturas para los meses de Mayo y Octubre.



**Figura 3.** Variación mensual comparativa de los principales parámetros macroclimáticos que caracterizan la zona en estudio (Estación Climatológica de Güiría). Fuente: MARN, 2006.

## METODOLOGÍA

Con el fin de establecer posibles diferencias bióticas y abióticas debido a la estacionalidad, se realizaron dos muestreos en 17 localidades del Sistema Lagunar: el primero del 15 al 18 de Abril de 2006 correspondiente a la época seca y el segundo del 14 al 16 de Septiembre de 2006, período correspondiente a la época de lluvias.

Para los muestreos de los parámetros abióticos en aguas/sedimentos y vertebrados acuáticos (peces), en cada una de las lagunas se ubicaron estaciones en aquellas zonas que mostraron permanencia de la lámina de agua. Adicionalmente se tomaron muestras en el tributario principal de agua dulce, aproximadamente 10 m. antes de su desembocadura en la laguna y en el mar adyacente, a 50 m. del caño de marea que alimentaba a cada laguna. Para los muestreos de vertebrados terrestres, geomorfología, suelos, hidrología y vegetación se realizaron recorridos en transectos que trataron de abarcar las zonas más representativas del Sistema Lagunar. Las estaciones fueron ubicadas con la ayuda de mapas temáticos y georeferenciadas mediante un GPS. En la Tabla 1 se detallan las estaciones de muestreo en las tres lagunas y los tributarios; la ubicación geográfica se indica en la Figura 2.

**Tabla 1.** Localidades de muestreo en el Sistema Lagunar y tributarios adyacentes.

Laguna	Número	Localidad
Bajo Alcatraz	1	Caño de Marea
	2	Falda de Guayabero
	3	Centro de la laguna
	4	Extremo este de la laguna
	5	Mar adyacente
Mata Redonda	6	Centro de la laguna
	7	Lóbulo norte
	8	Lóbulo oeste
	9	Vértice de unión
	10	Mar adyacente
	11	Caño de marea
La Salineta	12	Al este de la laguna
	13	Lóbulo oeste, centro
	14	Sur, caño La Salineta
	15	Mar adyacente
	16	Norte, caño La Salineta
	17	Tributario, La Salineta
Tributarios	18	Río Bautista
	19	Río Yoco
	20	Río Guaraguarita

## GEOMORFOLOGÍA, SUELOS E HIDROLOGÍA

El área de estudio contempló la determinación de las unidades geomorfológicas (geoformas) constituyentes de los medios Continental y Litoral. El Medio Continental fue caracterizado hasta la cota de los 20 m., mediante observaciones de campo en las áreas próximas a las lagunas. La delimitación de la geometría de las unidades se obtuvo a partir de la interpretación visual de las imágenes IKONOS y ortofotomapas pancromáticas adquiridos en el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB). En la caracterización de las geoformas predominantes en el Medio Litoral, se realizaron observaciones directas mediante recorridos de las zonas de playas adyacentes a las tres lagunas en estudio. Los suelos de las principales geoformas identificadas se caracterizaron con base en su textura.

A los fines de inferir un nivel de producción en cada cuenca, se recurrió a la utilización de un modelo básico de lluvia escorrentía a escala mensual, desarrollado por el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT). A continuación se describe en forma simplificada el modelo denominado SIHIM (Simulación Hidrológica de escala Mensual): el

mencionado modelo plantea un Sistema Hidrológico General, el cual es conceptualizado a través de dos procesos fundamentales: uno de almacenamiento y otro de transferencia de agua entre los diferentes componentes de almacenamiento. El primer proceso está constituido por el almacenamiento en depresiones, en cauces, a nivel subsuperficial del suelo y en forma de agua subterránea. Por su parte los procesos de transferencia son representados por la lluvia sobre la cuenca, la evaporación y transpiración, flujo subsuperficial y subterráneo, infiltración, percolación, escurrimiento y escorrentía. Los distintos procesos de almacenamiento y transferencia son formulados matemáticamente y su solución conjunta constituye el modelo de simulación.

### CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE AGUAS Y SEDIMENTOS

**Tipos de muestras.** En cada estación se obtuvieron muestras de aguas superficiales y sedimentos. Las muestras de aguas superficiales correspondieron a los primeros 50 cm. de la columna de agua, mientras que las de sedimentos a los primeros 10 cm de profundidad. No se tomaron muestras de aguas de fondo (a 50 cm. del fondo), en virtud que la lámina de agua de estas lagunas era muy somera (<1,5m).

#### Captación de la muestras de agua y sedimentos.

Las muestras de aguas fueron captadas directamente con los envases de vidrio que servían para el almacenamiento y transporte de las muestras al laboratorio, utilizando guantes estériles de látex para sostener los envases (Figura 4). La captación no pudo ser realizada la botella de Van Dorn, ya que estas generaban una fuerte resuspensión de los sedimentos que afectaba la calidad del agua. Las muestras de sedimentos fueron tomadas con un palán de jardinería. Una vez tomadas las muestras, estas fueron almacenadas y preservadas de acuerdo con el *Standard Methods for Solids and Waste Waters* (APHA, 2000).

En la Tabla 2 se resumen los parámetros que fueron evaluados en las aguas y sedimentos. La selección de los parámetros a evaluar se basó en su idoneidad como indicador de calidad ambiental, establecidos por el Decreto 883 de las Normas para la Clasificación de las Aguas y Vertidos de Efluentes (República de Venezuela, 1995), específicamente para

las aguas del tipo 3 (aguas marinas y medios costeros destinados a la cría de moluscos que se consumen crudos) y tipo 4 (pesca deportiva, recreativa, subsistencia, deportes acuáticos y balnearios), que son las de usos más afines a las aguas de las lagunas costeras bajo estudio. Igualmente, se emplearon los criterios de calidad de sedimentos establecidos por la EPA (1990) en ausencia de estándares nacionales.



Figura 4. Toma de muestras de aguas y sedimentos.

**Procesamiento de las muestras.** En el campo, las muestras de agua se preservaron siguiendo las recomendaciones de preservación indicadas en las guías de referencia (APHA, 2000). Los sedimentos fueron previamente secados a temperatura ambiente, luego disgregados, homogeneizados en un cuarteador Jones y tamizados a través del tamiz # 120 (0,134 mm). La fracción tamizada fue nuevamente homogeneizada y con una porción de 1 g se procedió con el método 3050 EPA (EPA, 1990). Finalmente, la solución ácida obtenida se analizó en un instrumento de plasma inductivamente acoplado (Jobin Yvon 24 Geoplasma), para la determinación cuantitativa de los elementos metálicos. La determinación de los parámetros seleccionados en las muestras de aguas y sedimentos se realizó de acuerdo con los métodos analíticos descritos en el *Standard Methods for Solids and Waste Waters* (APHA, 2000).



**Tabla 2.** Parámetros evaluados en las aguas superficiales y en los sedimentos y su correspondiente método de análisis.

AGUAS			
Parámetro	Método de Análisis EPA	Parámetro	Método de Análisis EPA
Aceites, Grasas e Hidrocarburos	5520 B	Nitrógeno	4500-N B
Arsénico total	3500- As	Nitritos + Nitratos	4500- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Bario	3500-Ba	Níquel	3500 Ni B
Cadmio	3500-Cd	Oxígeno disuelto	4500-O G
Cianuro	4500-CN E	pH	4500-H B
Cobre	3500-Cu C	Plomo	3500-Pb C
Cromo	3500-Cr C	Salinidad	2520-B
Conductividad	2510 B	Selenio	3500-Se I
Detergentes y dispersantes	5540 C	Sólidos suspendidos	2540 D
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5210 B	Sólidos disueltos	2540 C
ESPUMA	9221-B	Sulfuros	4500 S <sup>2-</sup>
Fenoles	5530-D	Temperatura	2550-B
Fosfatos	4500 P C	TPH	5520 F
Mercurio Total	3500-Hg C	Vanadio	3500-V
SEDIMENTOS			
Parámetro	Método de Análisis EPA	Parámetro	Método de Análisis EPA
Aceites, Grasas e Hidrocarburos	5520 B	Níquel	3500 Ni B
Aluminio	3500- Al	pH	4500-H B
Cianuro	4500-CN E	Plomo	3500-Pb C
Cromo	3500-Cr C	Sulfuros	9034
Fenoles	5530-D	Selenio	3500-Se I
Hierro	3500 - Fe	TPH	5520 F
Manganeso	3500- Mn	Vanadio	3500-V
Mercurio Total	3500-Hg C		

## VEGETACIÓN

**Inventario Florístico y Descripción de la Vegetación.** Se identificaron las especies de plantas dominantes en los sitios donde fueron descritas las unidades de vegetación y de todas las especies de plantas leñosas en las parcelas establecidas para realizar el muestreo cuantitativo de la estructura.

Además, fueron realizados transectos de longitud variable en las tres lagunas con el objeto de describir las características de la vegetación, identificar las plantas presentes y cuantificar la estructura de la vegetación.

**Cuantificación de la estructura de la vegetación.** Para cuantificar los atributos estructurales de la vegetación arbórea fueron establecidas parcelas que variaron desde 100 m<sup>2</sup> a 400 m<sup>2</sup>, en las cuales se midieron la circunferencia de los árboles, se identificaron los individuos, se cuantificó la altura de los árboles que conforman el dosel, y se calculó al área basal. El tamaño de la unidad de muestreo para cada una de las formaciones vegetales boscosas fue seleccionada de acuerdo a la arquitectura de la forma de crecimiento dominante y la densidad y cobertura de la vegetación. En las comunidades herbáceas fueron establecidas parcelas de 1 a 2 m<sup>2</sup>. La cobertura del estrato graminoide y/o herbáceo, fue expresada en porcentaje.

## FAUNA DE VERTEBRADOS ACUÁTICOS Y TERRESTRES

**Fauna Acuática.** Se seleccionaron 10 estaciones de colecta de peces en el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta, coincidentes con los puntos de muestreo para análisis de aguas y sedimentos. Adicionalmente, se colectaron peces en los ríos Bautista, Güaragüarita y Yoco, localizados en las adyacencias del Sistema Lagunar.

Dependiendo de la profundidad del agua en cada una de las estaciones seleccionadas en las tres lagunas, se utilizaron los chinchorros de playa de diferentes aberturas de malla y/o las atarrayas. El material fue preservado en formol al 10% y llevado al laboratorio para su conservación en alcohol al 70%, antes de su debida identificación al menor nivel taxonómico posible mediante el uso de claves especializadas.

**Fauna Terrestre.** Para la realización del inventario se utilizó el muestreo por encuentro visual. Se efectuaron recorridos en lancha para la observación de la fauna ubicada en la costa de manglar y a pie sobre transectos en las diferentes unidades de vegetación, utilizando binoculares; se identificaron huellas y excrementos, y se revisaron madrigueras, árboles caídos y oquedades. Las aves se identificaron utilizando las claves de Phelps y Meyer-De Schauensee (1978) y Hilty

(2002), en reptiles las de Peter y Donoso-Barros (1970), Gorzula (1978a; 1978b) y Lancini (1986) y para los mamíferos se emplearon las claves de Linares (1998), Fernández-Badillo *y col.* (1988), Eisenberg (1989), MARNR (1994) y Pérez-Hernández *y col.* (1994).

El estudio comunitario se basó en el análisis de semejanza taxonómica (vertebrados acuáticos y terrestres) entre los tres cuerpos de agua que conforman al Sistema Lagunar, mediante la similitud binaria (presencia o ausencia de las especies) aplicando el Índice de Jaccard. Los cálculos estadísticos se realizaron utilizando los programas computarizados Cluster Analysis version 4.0 (Coyula, 1990) y PAST versión 2.07 (Hammer *y col.*, 2001).

## RESULTADOS

### GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

El Sistema Lagunar está delimitado al Este por el río Yoco, al Norte y Oeste por un sistema de colinas y al Sur por un sistema de cordones litorales originados en el Cuaternario Reciente. El Sistema Lagunar representa un área de confluencia entre el Medio Continental y el Medio Litoral, donde los componentes del Medio Continental incluyeron Paisaje de Piedemonte, Sistema de Colinas y Sistemas Aluviales de Piedemonte, mientras que en el Medio Litoral se identificaron Playas, Albuferas y Marismas (Figura 5).

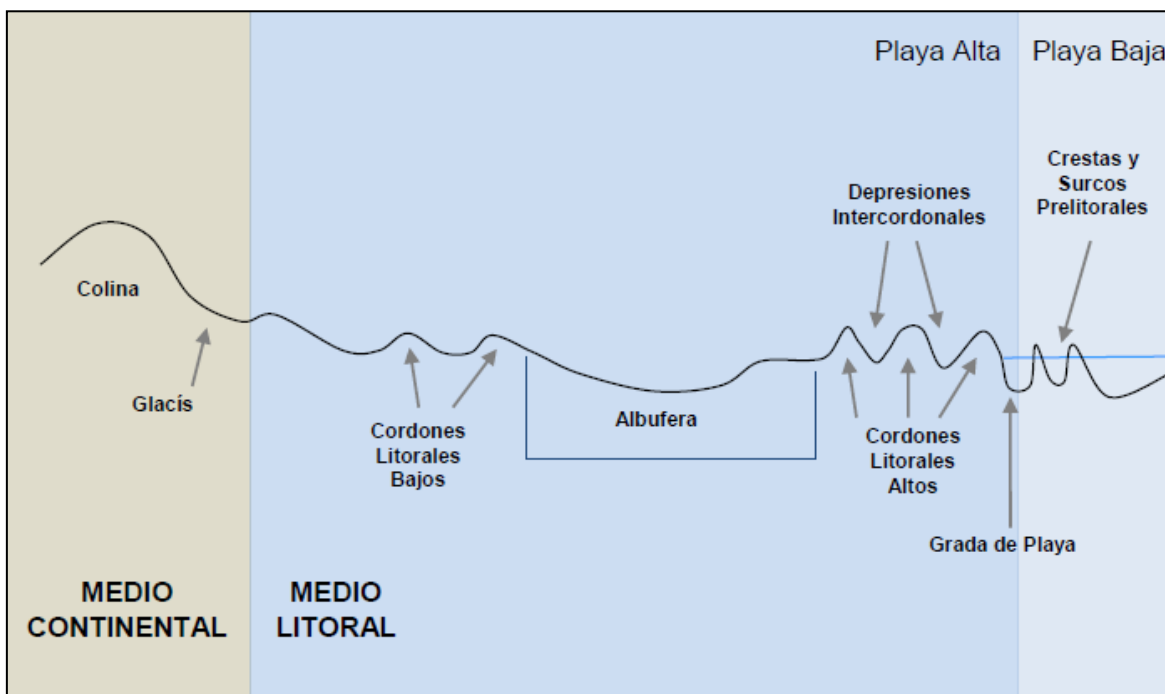


Figura 5. Corte transversal esquemático de los diferentes medios y geformas que se identificaron en el área de estudio.

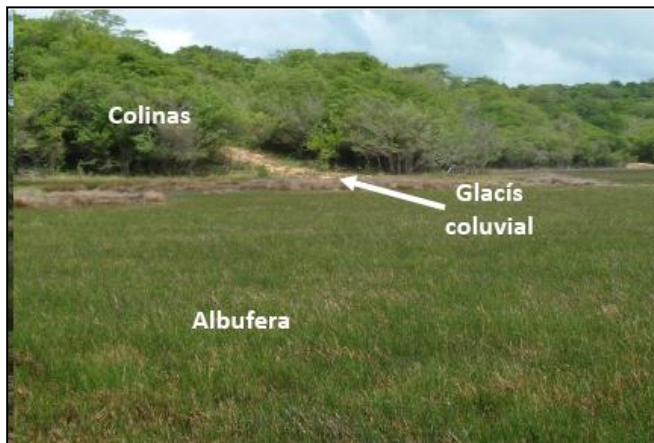
**Medio Continental.** Está definido por tres unidades bien diferenciadas: el Paisaje de Piedemonte, el Sistema de Colinas y los Sistemas Aluviales de Piedemonte.

**Paisaje de Piedemonte.** Los paisajes de piedemonte son aquellos ubicados entre los relieves accidentados y las zonas circundantes más bajas; en

este caso entre las montañas del Tramo Oriental de la Cordillera de la Costa y el Sistema Lagunar.

**Sistema de Colinas.** Está constituido por sedimentos de finales del Terciario, pertenecientes a la Formación Güiría, depositados en un medio marino somero de aguas salobres, modelado en un sistema de colinas bajas con pendientes del 20%; actualmente estas colinas son

medios morfodinámicamente estabilizados por la vegetación natural, sin embargo cuando se altera o elimina la cobertura vegetal el área es altamente erodable, lo cual implica la generación de altos volúmenes de sedimentos. Al pie de las colinas existe un pequeño glacis coluvial, el cual tiene un ancho perpendicular a la colina de alrededor de 5 m, con pendientes de aprox. 3% (Figura 6).



**Figura 6.** Paisajes de Colinas, mostrando el glacis coluvial.

Esta geoforma está constituida por materiales heterométricos, integrados por sedimentos que van desde arcilla hasta guijarros. Los suelos tienen cantos dentro de la matriz, con colores dominantes 5YR 4/4 y 5YR 4/4, con moteados 2.5YR5/6. Son de textura media, con incrementos de contenidos de arcilla con la profundidad que disminuye a 1,20 m. de profundidad y presencia de películas de arcillas, lo que define un horizonte argílico.

Los límites Oeste y Norte del Sistema Lagunar, están constituidos por un sistema de colinas, que termina en un pequeño acantilado de 2 m. de altura que llega hasta la costa. Es de destacar la existencia de una colina aislada dentro del sistema litoral. Tanto el pequeño acantilado como la colina aislada, son testigos de la erosión marina durante la trasgresión ocurrida probablemente durante el Cuaternario Antiguo y el Cuaternario Reciente que afectó a la Formación Güiría.

**Sistemas Aluviales de Piedemonte.** Están constituidos por valles intercolinarios, con cursos agua de régimen intermitente, con aporte de agua dulce al ecosistema lagunar solamente durante la época de lluvias. Las quebradas en su desembocadura en las

lagunas Bajo Alcatraz y La Salineta aportan sedimentos de origen aluvial al sistema lagunar; en el caso de la quebrada Bajo Alcatraz, no se localizó un cauce bien definido, debido a la baja pendiente, de lo que se infiere que las aguas de la quebrada se esplayan aguas arriba y el cauce se rellenó, quedando solamente una leve depresión sin vegetación, y a los lados vegetación de tipo arbustivo, que conforma el cauce de la quebrada.

La característica de los horizontes de suelo mostró sedimentos aluviales, con la siguiente secuencia: en los 10 cm. superficiales texturas arcillo limosa, luego cambia a textura franco arcillo limosa y luego pasa a texturas arcillosas. El color dominante es 10 YR 5/6. Considerado el tipo de vegetación que se encuentra, la casi ausencia de sotobosque y su posición con respecto a laguna, se infiere que el área es inundable.

La quebrada La Salineta tiene una represa de tierra justo antes de su desembocadura, que actualmente está parcialmente destruida. Se observó lo que fue el vaso una red intrincada de drenaje, lo cual se interpreta como un proceso de erosión sobre los sedimentos depositados cuando la represa estaba operativa. Se realizó una observación a 150 m. aguas arriba de su desembocadura en la Laguna Salineta, encontrándose un cauce definido con una sección trapezoidal que tiene una base de 5 m. y 7 m. en la parte superior, con una profundidad de 1,10 m. Los sedimentos son de textura arcillosa y los colores dominantes son 10 YR 5/4 y 7.5 YR 5/4.

En la quebrada Mata Redonda no se observaron sedimentos de origen aluvial y en donde se identificó el posible cauce, se corresponde con un canal de marea. Se evidenció un cambio en un casi ángulo recto en su recorrido antes de llegar a la laguna, debido a la intercepción de un cordón litoral, por lo que se infiere que la energía de la quebrada es muy baja en ese sitio.

**Medio Litoral.** El paisaje litoral marino es el resultado de la interacción de la dinámica marina y continental. Está constituido por tres sub-paisajes: Playas, Albuferas y Marismas.

**Playas.** Están subdivididas en Playa Baja y Playa Alta; las Gradas de Playa constituyen el contacto entre ambas partes (Figura 7). La Playa Baja es alcanzada por la marea diaria, y tienen un ancho promedio de aproximadamente de 3 m. En la granulometría de esta geoforma se observaron variaciones que a continuación se describen: La Laguna de Bajo Alcatraz, tiene una playa cuyos sedimentos son de tamaño de partícula es

de arenas y gravilla, mientras que las playas de las Lagunas Mata Redonda y La Salineta, presenta materiales de tamaño de cantos y gravas. En la Playa Baja se identificaron dos sub-componentes: las Crestas y los Surcos Prelitorales. La Playa Alta es el resultado de la sedimentación producto de la acción de las corrientes marinas paralelas a la costa y la acción de las olas; está constituida por Cordones Litorales y Depresiones Intercordonales.



**Figura 7.** Geformas dominantes en las Playas.

Los Cordones Litorales tienden por lo general a ser paralelos a la costa, debido a la dinámica de deposición relacionada con las corrientes marinas y el oleaje; su granulometría es heterométrica con dominancia de la fracción arena, así como de la presencia de guijarros. En el área de estudio se identificaron Cordones Litorales Altos y Bajos (Figura 8).



**Figura 8.** Cordones Litorales Altos y Bajos.

Los Cordones Litorales Altos están ubicados topográficamente lo suficientemente alto, para no estar sometidos a inundaciones estacionales, en general tienen una vegetación de bosque deciduo, con la excepción del cordón más reciente, el cual sirve de límite entre el mar y el sistema litoral, y que por lo general está ocupado por una asociación de manglar y bosque deciduo. Tienen en general, predominio en su granulometría de la fracción arena con inclusiones de materiales más gruesos en su matriz. Los cordones más recientes, ubicados en las adyacencias del mar, tienen textura arenosa y drenaje rápido.

Los Cordones Litorales Bajos se encuentran detrás de los cordones más recientes, y el sistema de colinas, dentro del Sistema de Lagunar, en posiciones topográficamente en áreas bajas, en general, predominio en su granulometría de la fracción arena con inclusiones de materiales más gruesos en su matriz. Tiene texturas de franco arenosa a franco arcillo arenosa, frecuentemente tienen arena y los niveles freáticos están más superficiales que 40 cm. y con fluorescencias salinas en la superficie. Una porción de ellos está sometida a inundaciones estacionales, con láminas superiores a los 20 cm., en cuyo caso tienen cobertura vegetal de suelo desnudo y en otras áreas la lámina de agua es inferior a 20 cm. y en ellas, la cobertura vegetal es un herbazal litoral (Figura 9).



**Figura 9.** Herbazal entre Cordones Litorales Alto y Bajo.

Las Depresiones Intercordonales constituyen los espacios entre cada cordón litoral, y están sometidos a períodos de inundación y sequía. Las Depresiones pueden ser Pequeñas o Grandes. Las Depresiones Pequeñas tienen materiales fuertemente heterométricos

con dominancia de la fracción arena gruesa y con la presencia de arcilla, e inclusiones de guijarros; los suelos son de textura franco arcillo arenosa, con colores de croma 2 ó menos, lo cual es indicativo de procesos reducción por períodos prolongados, mostrando además inclusiones de cristales de sal. Las Depresiones Grandes tienen materiales dominados por la fracción arcilla, con inclusiones de guijarros: los suelos son de textura arcillosa con colores de croma 2 o menos, llegando a tener colores 5 GY 5/1 (*Gley*).

**Albuferas.** En el caso del área bajo estudio, la conexión es efectiva durante la estación lluviosa y/o mareas muy altas (Figura 6). En general las tres lagunas muestran que tienen áreas en las cuales se comportan como cuerpos de agua permanentes y otras como estacionales, lo que depende de la profundidad de la lámina de agua, observándose vegetación de herbazal de pantano en las áreas con mayor permanencia de lámina de agua, y suelo desnudo en las áreas con marcado periodo de sequía o con láminas de agua profundas. El suelo de las albuferas es arcilloso, con arcillas expansibles. En las áreas secas se observaron grietas de más de 3 cm. de ancho y 50 cm. profundidad. Los colores de los suelos tienen cromas de 2 o menos.

**Marismas.** En el caso del Sistema Lagunar se denominarán de esta manera las áreas con vegetación de manglar, directamente conectadas con el mar o a través de canales de marea; su granulometría predominante es la fracción arcilla y los colores son básicamente grises. Se identificaron Marismas Protegidas, que son aquellas que se encuentran entre los cordones litorales y el sistema colinar; Marismas Sin Protección, las que se

encuentran en contacto directo con el mar, y Canales de Marea. Los Canales de Marea revisten de vital importancia, ya que constituyen la principal vía de intercambio de las lagunas con el mar, permitiendo la salida de aguas de origen continental, así como la entrada y salida de aguas de las mareas; se obstruyen durante la estación seca y se abren, principalmente durante la estación lluviosa o cuando hay mareas muy altas. En las áreas que rodean a los canales de marea se encuentra típicamente la vegetación de manglar. El principal canal de marea identificado fue Caño Colorado, donde los suelos tienen texturas arcillosas en la superficie, y con la profundidad se incrementa la proporción de la fracción arena.

**Trazado y Posición de las Playas.** Las Playas del Sistema Lagunar bajo estudio constituyen las llamadas crestas de antecosta, entre las que se encuentran Playas y Barras. Playas de fondo de bahía: Presentan un trazado en arco, según la forma que tienden a formar por refracción de las olas rompientes, corresponden a las formas de terreno adyacente al sistema de colinas. Barras: cierran las bahías y las transforman en albuferas. En vista de los numerosos cordones litorales que se observan en el Sistema Lagunar, se infiere que esta es la geoforma que predomina en el modelado de las diferentes lagunas (por ejemplo en la Laguna Bajo Alcatraz; Figura 10), estando las más antiguas más cerca de las playas de fondo bahía, y las recientes más cerca de la costa. La presencia de las barras sub-actuales, dividen las lagunas en diferentes cuerpos de agua durante la estación seca y le confieren particularidades de continuidad hidrológica a cada una de las lagunas.



**Figura 10.** Principales geoformas en la Laguna Bajo Alcatraz. Imagen SPOT5.

## HIDROLOGÍA

El Sistema Lagunar mantiene su balance hidráulico mediante el aporte anual que reciben de las aguas continentales a través de las quebradas estacionales, que drenan sus aguas en forma directa a cada una de las mismas, así como a los aportes que reciben eventualmente del mar, en aquellos meses en donde se mantienen abiertos los canales de marea.

La Laguna Bajo Alcatraz es la más occidental del sistema, con una superficie de unas 90 ha, con una zona periférica de inundación eventual que eleva esta superficie por encima de las 150 ha, de acuerdo a las estimaciones hechas sobre cartografía a escala 1:25.000. El aporte principal de agua a esta laguna proviene de la descarga de la quebrada Bajo Alcatraz o Quebrada El Corozo, como es conocida en la zona. Esta quebrada de régimen estacional, está representada por una cuenca alargada de área 12 km<sup>2</sup> y cauce principal de 6.950 metros de longitud; nace en el denominado Cerro del Diablo, en la cota 120 ubicado al Norte de la carretera troncal 009 y discurre en dirección Sur directo hacia la laguna homónima, presentando unas pendientes variables a lo largo del cauce.

Manteniendo la división adoptada por Ambioconsult (2005), pueden diferenciarse tres sectores: el primero parte desde la naciente y por los primeros 1.500 metros, con la pendiente media de 4%; seguido de un tramo de 1.850 metros en donde la pendiente disminuye al 1,1%; y el último tramo, baja por 3.580 metros la confluencia con la laguna con pendiente de 0,56%. El cauce presenta cuarto Orden a escala 1:25.000 y una densidad de drenajes de 2,82 km/km<sup>2</sup>. El tiempo de concentración de la cuenca es de 1,81 horas. El fondo de la laguna presenta un estrato arcilloso de gran espesor, por lo que se descarta la interacción de las aguas de la laguna con aguas subsuperficiales.

La laguna recibe aportes directos del mar, en aquellos meses en donde se encuentran operativos los canales de marea. Se pudo identificar un canal de marea para esta laguna, el cual se observó en funcionamiento durante la inspección de aguas altas (Septiembre 2006). La configuración costera del área asociada a esta laguna, es la de sucesivos cordones litorales, generándose una secuencia de barras y depresiones, con su consecuente cambio en el tipo de suelo y vegetación. Se pudieron constatar un total de cuatro barras en el sitio de penetración durante la inspección realizada.

La Laguna Mata Redonda comprende un área de unas 40 ha, según estimaciones sobre cartografía a escala 1:25.000. Posee dos quebradas aportantes, la principal, quebrada Honda, con régimen estacional, un área de 15,81 km<sup>2</sup> y un cauce principal es de 9.800 metros, nace en el denominado Cerro del Diablo, en la cota 135 ubicada al Norte de la carretera troncal 009 y fluye en dirección Sur directo hacia la laguna. El primer tramo de la quebrada presenta un patrón de drenajes ramificado hasta las inmediaciones de la cota 50; en este tramo la pendiente promedio se ubica en un 3,8%. A partir de este punto y hasta la desembocadura en la laguna, la pendiente baja a valores del orden del 0,5%. En este sector el patrón de drenaje pasa a ser del tipo subparalelo. El cauce presenta quinto Orden a escala 1:25.000 y una densidad de drenajes de 3,06 km/km<sup>2</sup>. El tiempo de respuesta de la cuenca es de 2 horas. La presencia de una pequeña laguna con agua aún en época de sequía y cercana a la entrada de la quebrada a la laguna, evidencia que en la temporada de lluvias se produce un gran explayamiento de las aguas en esta zona, alimentando esta depresión, la cual retiene por más tiempo el agua debido a la protección que tiene frente a la evaporación inducida por radiación directa. Este explayamiento explica también porque la presencia de un pequeño cordón litoral de baja altura (<50cm) confiere a la quebrada el flujo forzado hacia la entrada a la laguna, sin evidencias de que este haya sido sobrepasado en eventos de crecidas máximas.

El fondo de la laguna presenta un estrato arcilloso de gran espesor, por lo que al igual que en la laguna anterior, en condiciones normales se descarta la interacción de las aguas de la laguna con aguas subsuperficiales o marinas. La laguna presenta al menos dos canales de marea que pudieron ser identificados durante las inspecciones al área. La zona costera asociada a esta laguna, presenta un material granular de mayor tamaño que en la laguna Bajo Alcatraz, evidenciándose que sobre esta costa existe una influencia del oleaje de rompiente mayor. En condiciones de aguas altas y mareas vivas, pudiese generarse una interacción e intercambio de material y aguas con la laguna.

La Salineta presenta un área de 31 ha., de acuerdo con las estimaciones hechas sobre cartografía a escala 1:25.000. Posee una quebrada aportante estacional, La Salineta, con régimen estacional y un área de 6,31 km<sup>2</sup>. Su cauce principal es de 5 kilómetros, nace en la cota 60 y discurre en dirección Sur hacia la laguna. El primer tramo de la quebrada presenta una pendiente de 3,8%

durante unos 500 metros, disminuyendola 1,17% por lo siguientes 1.700 metros. El tramo final hasta la laguna presenta una pendiente media de 0,77%. El patrón de drenajes es del tipo subparalelo a todo lo largo de la cuenca alargada. Este cauce presenta tercer Orden a escala 1:25.000 y una densidad de drenajes de 2,69 km/km<sup>2</sup>. El tiempo de respuesta de la cuenca se estimó en 1,25 horas.

En el tramo inferior de la quebrada se pudo evidenciar un cauce perfectamente definido, con un ancho de unos 4 metros, y una elevación de margen de 1,1 metros. Esta quebrada presentó un represamiento producto de un dique de concreto colocado por los lugareños, el cual se encontraba parcialmente demolido para el momento de la inspección; sin embargo la cantidad y profundidad del suelo fino depositado aguas arriba del mismo, hace suponer que el cauce estuvo retenido por un tiempo considerable. El fondo arcilloso de la laguna infiere la no interacción de las aguas de la laguna con aguas subsuperficiales o marinas. La laguna presenta un caño de marea que para el momento de las inspecciones se encontraba todavía cerrado. La configuración costera de esta laguna difiere de las anteriores, dado que se presentan elevaciones o terrazas a nivel del litoral.

**Comportamiento Hidráulico del Sistema.** Para poder describir el comportamiento hidráulico del sistema lagunar y desarrollar un balance de aguas, dada la ausencia de registros hidrométricos medidos en el Este del estado Sucre, se hicieron algunas inferencias sobre el régimen anual de las quebradas que alimentan a las lagunas, así como la interacción que mantienen con el mar. El modelo básico de lluvia escorrentía a escala mensual, denominado SIHIM (Simulación Hidrológica de escala Mensual), ha sido desarrollado por el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT). A efectos de determinar el valor de cada uno de los parámetros del modelo, se debe proceder a la calibración del mismo de manera que los gastos simulados sean consistentemente similares a los caudales registrados en la estación hidrométrica con la que se comparan los caudales simulados. En este caso, por no disponer de información medida para cumplir con este proceso, los parámetros para la simulación se tomaron a criterio, conociendo la textura y tipo de suelo presentes y las condiciones generales del área.

Utilizando un periodo de 8 años de registros de lluvia y evaporación, se procedió simular el comportamiento mensual de las quebradas aportantes de

agua dulce a las lagunas. Como estación de lluvias se tomó la estación de Güiria y para la evaporación los datos de la estación Río Caribe. El caudal medio simulado para la quebrada Bajo Alcatraz fue de 0,0833 m<sup>3</sup>/s, lo que equivale a un volumen medio anual escurrido de 2,627 Hm<sup>3</sup>. A partir de las lluvias anuales y la superficie tributaria de la cuenca, 11,80 Km<sup>2</sup>, se obtiene un volumen anual en la cuenca de 87,49 Hm<sup>3</sup>. A partir de los valores anteriores se obtiene un coeficiente de escurrimiento igual a 24%, mientras que el rendimiento unitario es de 7,06 l/s/Km<sup>2</sup>. Aplicando estos mismos factores para las otras cuencas aportantes a cada laguna, se obtienen los siguientes valores: para la quebrada Mata Redonda un volumen promedio anual escurrido de 2,82 Hm<sup>3</sup> y para la quebrada La Salineta un volumen promedio anual escurrido 1,54 Hm<sup>3</sup>.

**Balance Hídrico en las Lagunas.** Para realizar una estimación de los caudales máximos que pueden producirse en las cuencas de las quebradas, y de los aportes marinos se usaron las estimaciones reportadas por Ambioconsult (2005). Mediante los aportes estimados de aguas a las lagunas por medio de las quebradas afluentes, los aportes de agua marina por los canales de marea, mientras estos están operativos, y las pérdidas por evaporación, dado que no se considera relevante las pérdidas por infiltración, se puede obtener un balance anual de las aguas en cada laguna del sistema. A continuación se dan los cálculos estimados para cada una de ellas.

El aporte de aguas de Bajo Alcatraz, con base en la simulación realizada con el programa SIHIM, es de 2,625 millones de m<sup>3</sup> por año. La pérdida neta por evaporación, tomando como base una evaporación de 1.330 mm al año, con un coeficiente de evaporación en tina de 0,8, es de 1.085 millones de m<sup>3</sup> de agua por año. El caudal aportado por canales de marea, de acuerdo con la estimación realizada por Ambioconsult (2005), de aportes durante cuatro horas al día y asumiendo 6 meses de interacción por los canales, es de 226.284 m<sup>3</sup>, descarga desde la laguna al mar 1.320.360 m<sup>3</sup>. El balance total positivo para la laguna Bajo Alcatraz fue de 445.924 m<sup>3</sup>.

En Mata Redonda, el aporte anual por las quebradas alcanza el volumen de 2,75 Millones de m<sup>3</sup>. La pérdida por evaporación, para el tamaño de espejo promedio anual, es de 642.656 m<sup>3</sup> por año. El caudal aportado por los canales de marea, asumiendo que permanecen operativos por 5 meses, resulta en: aporte de agua a la laguna 188.573 m<sup>3</sup>, descarga desde la laguna al mar

1.100.300 m<sup>3</sup>. El balance total positivo para la laguna Mata Redonda fue de 1.195.617 m<sup>3</sup> de agua.

El aporte anual por las quebradas que drenan en La Salineta, alcanza un volumen de 1,537 millones de m<sup>3</sup>. La evaporación, para el tamaño de espejo promedio anual, genera una pérdida de 310.795 m<sup>3</sup> por año. El caudal aportado por los canales de marea, asumiendo 5 meses operativos, resulta en: aporte de agua a la laguna 51.425 m<sup>3</sup>, descarga desde la laguna al mar 300.082 m<sup>3</sup>. El balance total positivo para la laguna La Salineta fue de 977.548 m<sup>3</sup> de agua.

#### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL SISTEMA LAGUNAR Y EN EL MEDIO MARINO ADYACENTE

**Temperatura.** En general las temperaturas registradas en el Sistema Lagunar fueron altas, con valores entre 27,3 y 33,7 °C, medidas entre las 7 a 10 a.m. Este resultado se justifica por la ubicación tropical y baja altitud de área de estudio y especialmente por la poca profundidad y volumen de agua la cual puede ser más fácilmente calentada. En el caño de marea de Mata Redonda, se registró la temperatura más alta (37,6 °C), ya que el agua estaba estancada. En contraste, en el caño de marea de Bajo Alcatraz, la temperatura fue más baja (30,0 °C), ya que en el momento de la evaluación, el agua fluía. Los datos de temperatura se encuentran dentro del intervalo registrado para otras lagunas costeras del país.

**pH.** El pH mostró fuertes variaciones dentro y entre las diferentes lagunas costeras estudiadas. Para Bajo Alcatraz los valores variaron entre 5,88 y 7,25, en Mata Redonda entre 3,46 y 8,14, mientras que en La Salineta se encontraron valores tan bajos como 2,86, mientras que el más alto fue de 8,29. El intervalo de valores alcalinos (>7,5) es consistente con la formación de carbonatos en medios marinos y estuarinos. Sin embargo, la presencia de pH ácidos (<6) sugiere la formación de ácidos fuertes que neutralizan temporal y espacialmente la capacidad amortiguadora del sistema. Ello puede producirse si el sedimento es rico en sulfuro de hierro, que al oxidarse forma ácido sulfúrico que es un ácido fuerte que puede aumentar la acidez hasta los valores observados. El sulfuro de hierro se forma en condiciones anaeróbicas como las que se pueden conseguir en los sedimentos y posteriormente cuando se expone este sustrato a la atmósfera, se oxida para formar el ácido sulfúrico. La laguna La Salineta fue la que presentó más frecuentemente los pH más ácidos. Por ser

ésta la laguna más somera, es más factible la oxidación del sulfuro de hierro durante la época seca y posterior acidificación de la lámina de agua con las lluvias subsiguientes. Sin embargo, en la laguna Mata Redonda, los valores más ácidos se registraron durante la época seca (3,46 a 5,16), pero cabe destacar que en esta laguna los cambios en el nivel de la lámina de agua no fueron tan marcados. Por su parte, en la laguna Bajo Alcatraz, el valor más bajo fue de 5,88.

La mayor acidez observada en las aguas se correlaciona con la obtenida en los sedimentos; sin embargo, en estos últimos los pH nunca fueron tan ácidos como los observados en el agua. Los valores oscilaron entre 6,07 y 7,66 para Bajo Alcatraz, 6,07 y 8,13 en Mata Redonda y 4,89 a 7,56 en La Salineta, siendo ésta la que presentó la mayor cantidad de registros con los valores más ácidos, que fueron más frecuentes durante la época de lluvia, al igual que las aguas. Por su parte, no se encontraron diferencias estacionales para las lagunas Mata Redonda y Bajo Alcatraz. En el medio marino adyacente, los valores de pH en agua fueron consistentes con lo reportado para este tipo de ecosistema con valores entre 7,2 y 8,2, siendo menos alcalinos para el mar adyacente a Mata Redonda.

**Oxígeno disuelto.** Los valores de oxígeno disuelto mostraron amplias variaciones para una misma fecha y lugar. Así, las concentraciones para Bajo Alcatraz variaron entre 2,32 y 7,80 mg/L, entre 3,46 y 7,29 mg/L para Mata Redonda y entre 1,76 y 7,36 mg/L para La Salineta. No se observaron patrones espaciales claros de este comportamiento dentro cada una de las lagunas, aunque si estacionales y en donde los valores más bajos se obtuvieron en la época seca. En términos absolutos, los valores obtenidos fueron de moderados a bajos, lo que pudo ser favorecido por las altas temperaturas que disminuyen la capacidad para que el agua almacene oxígeno, así como el contenido de materia orgánica que requiere oxígeno para su oxidación. En el medio marino los contenidos de oxígeno disuelto fueron mayores (entre 6,15 y 8,63 mg/L) con una clara diferencia estacional, en donde los valores más altos se observaron en el muestreo de lluvias.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno.** La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) representa el requerimiento de oxígeno para la biodegradación de la materia orgánica contenida en el agua. La DBO presentó valores entre 1,1 y 5,1 mg/L para la laguna Bajo Alcatraz, entre 1,0 y 4,0 mg/L para Mata Redonda



y entre 0,7 y 3,0 para La Salineta. Los valores se pueden considerar bajos y se encontraron dentro del intervalo registrados para otros cuerpos de agua marinos, como la Bahía de Jose; aunque en este último el contenido de oxígeno disuelto y la potencialidad de degradación de materia orgánica son mayores por la mezcla y la turbulencia. Solamente se observaron claras diferencias estacionales para La Salineta, en donde la DBO fue menor en lluvias respecto a la sequía, posiblemente por las mayores concentraciones de oxígeno disuelto para suplir los requerimientos de oxidación de la materia orgánica, ya que en los sedimentos se observó una fuerte acumulación de la misma.

**Salinidad y Conductividad.** Lo primero que se evidencia del análisis de los resultados es la clara variación en el contenido de sales de las lagunas y el mar adyacente, así como los caños de marea, lo cual se asocia a la estacionalidad climática. Así, en abril los datos mostraron un incremento en la concentración de sales en todas las lagunas, lo que se debe a la evaporación de la lámina de agua y los bajos o nulos aportes a través de los caños de mareas y tributarios de agua dulce. En confirmación de esta observación, los valores de salinidad en el medio marino adyacente fueron inferiores hasta un 50% menor que los registrados dentro de las lagunas, e indican que la contribución de éste en la salinidad lagunar fue muy poca durante esta época. En el muestreo de septiembre, durante la época de lluvia, disminuyó el contenido de sales dentro de las lagunas, el cual fue incluso similar o inferior al del mar. Ello muestra que son mayores los aportes de agua dulce, los cuales disminuyeron la salinidad concentrada durante la época seca, a valores por debajo de los del mar. En lo que respecta al medio marino adyacente, éste se comporta como un gran estuario debido a los aportes del río Orinoco, especialmente en la época de lluvias. De hecho, los valores de salinidad del medio marino siempre estuvieron por debajo del 3,0%, siendo el máximo de 2,4% en sequía y de 1,4 a 1,5% en lluvias. En consecuencia, las aguas se pueden considerar salobres.

En términos absolutos, la laguna La Salineta se comportó como un ambiente salobre durante todo el año, ya que las concentraciones de sales disueltas fueron inferiores a 3,0%. En lluvias presenta salinidades muy similares a las del medio marino, lo que hace pensar que ésta pudiera ser la principal contribución de agua. Otra posibilidad es la dilución de las sales por aportes de agua dulce a concentraciones muy similares al medio marino. Por su parte, las lagunas Bajo Alcatraz y Mata

Redonda presentaron cambios más extremos, ya que se comportaron como ambientes hipersalinos en sequía y salobres en lluvias, siendo ligeramente más dulce Bajo Alcatraz en lluvias. En lo que se refiere a la conductividad, tal como se esperaba los valores mostraron una alta correlación con la salinidad por las razones antes expuestas. Como consecuencia de ello, la biota acuática debe ser del tipo eurihalino, de manera de soportar estas variaciones tan marcadas de salinidad.

**Nitrógeno, nitratos y nitritos.** Los valores de N total variaron entre 0,5 a 7,35 mg/L para Bajo Alcatraz, 1,75 a 13,72mg/L para Mata Redonda y 3,5 a 11,2 mg/L en La Salineta. Estos valores se pueden considerar altos en comparación a los datos reportados de otras lagunas costeras venezolanas, en donde los datos oscilan entre 0,013 a 2,200 mg/L, aunque en la Laguna de Unare se han registrado valores de hasta 2.390 mg/L, posiblemente enriquecidos por desechos domésticos. En el medio marino adyacente, las concentraciones fueron inferiores, aunque superiores en comparación a otros reportes hechos para la Bahía de Güiría en donde se ha reportado has 0,25 mg/L, en comparación con 1,75 mg/L encontrado en este estudio.

Por su parte, los valores de nitratos más nitritos oscilaron entre 0,10 a 0,19 mg/L para Bajo Alcatraz, entre 0,02 y 0,11 mg/L para Mata Redonda y 0,10 a 0,28 mg/L para La Salineta. Estos valores fueron también superiores a lo encontrado para lagunas costeras venezolanas, las cuales oscilan entre 0,01 a 0,04 mg/L, aunque dentro de los registrados para medios marinos como se señaló con anterioridad. Posiblemente los aportes de excretas de la actividad agropecuaria, así como el flujo restringido de agua hacia el mar, favorecen la concentración de nitrógeno total y de de nitratos y nitritos. No se observaron diferencias estacionales en el contenido de estos parámetros, aunque en la laguna Bajo Alcatraz se detectaron los valores más bajos, quizás porque el caño de marea es más activo, lo que facilita la remoción del N acumulado.

**Fosfatos.** Los fosfatos solubles inorgánicos no fueron detectados en ninguno de los puntos y fechas evaluados, lo cual representó una condición extraña considerando la presencia de detergentes en las aguas y, eventualmente, de excretas de la avifauna y por actividad agropecuaria. Posiblemente estos compuestos pudieron ser precipitados como fosfatos de calcio en medios alcalinos o como fosfatos de aluminio o hierro en condiciones ácidas, aunque en otras lagunas costeras se han detectado fosfatos en concentraciones de hasta de 0,15 mg/L.

**Cianuros.** Los cianuros solo se detectaron en la época de lluvias y en algunos puntos de muestreos de las lagunas (2 estaciones en Bajo Alcatraz, 1 en Mata Redonda y 3 en La Salineta), mientras que en el medio marino adyacente no se detectaron. En todo caso, las concentraciones detectadas fueron bajas ( $<0,10$  mg/L). No se detectaron cianuros en los sedimentos.

**Sulfuros.** En el medio marino adyacente no se detectaron los sulfuros ( $<0,01$  mg/L), mientras que en las lagunas costeras y sus caños de marea, los valores variaron entre  $<0,01$  y  $2,1$  mg/L para Bajo Alcatraz,  $<0,01$  y  $2,0$  mg/L en Mata Redonda y  $<0,01$  y  $3,0$  mg/L en La Salineta. Estas mayores concentraciones en las lagunas están relacionadas con condiciones de reducción y bajos tenores de oxígeno como se mencionó con anterioridad. No se observaron claras diferencias estacionales y entre las lagunas. Solo se detectaron sulfuros en los sedimentos en dos estaciones de la laguna Bajo Alcatraz. Ellas fueron: el caño de marea y la estación ubicada al este, con valores de  $4$  y  $7$  mg/L, en sequía y lluvias respectivamente. El área está cubierta por manglares que favorecen la formación de sulfuro de hierro, debido a condiciones anaeróbicas.

**Plomo, cadmio, cromo, mercurio.** No se detectó plomo, cadmio, cromo y mercurio en ninguno de los puntos evaluados. Ello era de esperarse debido a que en medios salinos y salobres, estos metales reaccionan con aniones, principalmente cloruros para formar sales insolubles que precipitan. No se detectó plomo, cadmio y mercurio en los sedimentos, mientras que los valores de cromo se encontraron desde el intervalo  $<5$  a  $78$  mg/kg. Estos valores se encuentran dentro del intervalo de datos reportados para el medio marino de la Bahía de Jose, en donde se encuentra el Condominio Industrial Jose y la laguna costera El Juncal dentro de este condominio (Fundación UCV, 2006) y superiores a los reportados para la Bahía Bergantín (UDO Corpoven, datos no publicados). No se encontraron diferencias estacionales y entre las lagunas evaluadas, aunque los valores en el medio marino adyacente fueron de los más bajos detectados. Esto confirma nuevamente la capacidad de los sedimentos como trampa de contaminantes.

**Hierro y Aluminio.** Estos elementos fueron de los que presentaron las mayores concentraciones en sedimentos, entre los metales evaluados, lo cual se justifica por ser uno de los más abundantes de la litósfera. Los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro del intervalo reportado para los

suelos y no se encontraron diferencias significativas entre las lagunas y entre las diferentes fechas de evaluación.

**Manganeso.** Las concentraciones de manganeso en los sedimentos variaron entre  $119$  a  $273$  mg/kg para Bajo Alcatraz,  $96$  a  $620$  mg/kg para Mata Redonda y  $41$  a  $335$  mg/kg para La Salineta. Se observaron diferencias estacionales, en donde los valores más altos fueron para el muestreo de lluvias. También se observaron diferencias entre lagunas. Así en época de sequía los valores en Bajo Alcatraz fueron superiores a los de Mata Redonda y estos a su vez mayores a los de La Salineta. Por su parte, el medio marino adyacente mostró valores más altos respecto a las lagunas La Salineta y Mata Redonda, sin una clara justificación.

**Níquel.** En las aguas del sistema lagunar no se detectó níquel en ninguno de los puntos evaluados, debido a su precipitación como sal insoluble. Los valores de níquel en los sedimentos variaron entre  $9$  a  $44$  mg/kg para Bajo Alcatraz,  $<5$  a  $42$  mg/kg para Mata Redonda y  $<5$  a  $52$  mg/kg en La Salineta. Estos valores se encuentran dentro del intervalo encontrados de níquel en sedimentos de otras lagunas costeras como la Laguna Grande Obispo (Bonilla y col. 2003) y la laguna El Juncal (Fundación UCV, 2005) y ambientes marinos (Bahía de Pozuelo; Gamboa y col. 1986), aunque en los sedimentos de la Bahía de Güiría éstos no fueron detectados (Acosta y col. 2002). No se observaron diferencias estacionales, así como tampoco entre las lagunas, pero en el medio marino adyacente se encontraron los valores más bajos, lo que pudiera ser un indicativo que este elemento se puede estar incorporando por aportes terrestres a los sedimentos de las lagunas.

**Vanadio.** En las aguas no se detectó vanadio en ninguno de los puntos evaluados debido a su precipitación como sal insoluble. Los valores de vanadio en sedimentos oscilaron entre  $43$  y  $96$  mg/kg para Bajo Alcatraz,  $6$  y  $48$  mg/kg para Mata Redonda y  $4$  a  $143$  mg/kg en La Salineta. Se observaron diferencias en los contenidos entre lagunas, siendo similares entre La Salineta y Bajo Alcatraz y estas a su vez mayores que Mata Redonda. También se encontraron diferencias estacionales, en donde se obtuvo que los contenidos en lluvias fueran mayores a los de sequía. Por su parte, el medio marino adyacente siempre mostró los valores más bajos. Este comportamiento sugiere un incremento por aportes durante las lluvias y por entradas terrestres, como sucede en La Salineta y en donde su tributario

mostró los más altos valores. En lo que respecta a los valores absolutos, los mismos se encuentran dentro del intervalo de datos detectados para la Bahía de Jose (Fundación UCV, 2005) y para la laguna El Juncal (Fundación UCV, datos no publicados), dentro del Condominio Industrial Jose.

**Bario, Arsénico y Selenio.** No se detectaron en las aguas, ni en los sedimentos.

**Sólidos disueltos y suspendidos.** Los valores de sólidos suspendidos oscilaron entre 41 a 829 mg/L para Bajo Alcatraz, 10 a 654 mg/L para Mata Redonda y 198 a 867 mg/L para La Salineta. En el caso de los sólidos disueltos los intervalos fueron de 4.135 a 10.100 mg/L para Bajo Alcatraz, 11.500 a 63.500 mg/L para Mata Redonda y 12.250 a 13.900 mg/kg para La Salineta. Tanto los sólidos disueltos como los suspendidos mostraron cambios estacionales, siendo mayores en sequía y menor en lluvias.

**Espumas, detergentes y dispersantes.** No se detectaron espumas en ninguno de los puntos evaluados. Por su parte los detergentes fueron detectados en todos los puntos evaluados. En el medio marino adyacente la concentración fue la menos variables con valores entre 0,15 y 0,22 mg/L. Dentro de las lagunas costeras los valores oscilaron entre 0,07 y 0,62 mg/L para Bajo Alcatraz, 0,20 y 0,60 mg/L para Mata Redonda y 0,13 a 0,53 para La Salineta. El intervalo de variación de los datos fue muy similar para todas las lagunas y sus caños, por lo cual no se pudo establecer diferencias entre ellas. Por otra parte, las concentraciones fueron mayores durante la época seca lo cual está asociado a mayores aportes en esa oportunidad o a la concentración de detergentes y dispersantes debido a la reducción del volumen de agua en esta época. Cabe destacar que las concentraciones de detergentes sobrepasaron en todos los puntos los límites permitidos para las aguas de tipo 3 (>0,2 mg/L) que es la cría de moluscos para consumo crudo.

**Aceites y grasas.** Se incluyeron en este renglón un amplio espectro de sustancias como lípidos biológicos e hidrocarburos minerales de carácter no-polar que son solubles en varios solventes orgánicos como éter de petróleo, n-hexano, cloruro de metilo y otros (APHA 2000). Los valores de aceites y grasas variaron para La Salineta entre 0,5 a 13,8 mg/L, para Mata Redonda entre 0,9 y 373,0 mg/L y para Bajo Alcatraz entre < 0,03 y 5,3 mg/L. Para las tres lagunas las concentraciones fueron muy similares durante la época seca. Sin

embargo, en la época de lluvias, las lagunas La Salineta y especialmente Mata Redonda mostraron un incremento significativo en el contenido de aceites y grasas, lo que pudo estar asociado a varios factores, como son: a) aportes de materia orgánica y eventualmente hidrocarburos favorecidos por las lluvias y mortalidad de vegetación acuática por aumento de la lámina de agua. La concentración de aceites y grasas en los caños de marea de Bajo Alcatraz y Mata Redonda fueron de 7,9 y 1,5 mg/L. En el caso del medio marino adyacente los valores oscilaron entre 1,0 y 12,0 mg/L, pero no se observó un patrón estacional.

Los valores de aceites y grasas en los sedimentos variaron para La Salineta entre 1.373 y 8.809 mg/kg, para Mata Redonda entre 3.232 y 12.749 mg/kg y para Bajo Alcatraz entre 1.740 y 7.237 mg/kg. A diferencia de las aguas, no se observaron diferencias claras entre las lagunas y fechas de muestreo. Los valores se pueden considerar altos y se justifica por el confinamiento y la acumulación de materia orgánica en el fondo. En contraste, en los sedimentos del medio marino y en el caño de marea de la laguna Bajo Alcatraz (qué se encontraba activo durante el muestreo de lluvias) se detectaron los valores más bajos (31-495 mg/kg), lo que se debe en gran medida al arrastre y dispersión de los restos orgánicos.

**Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH).** Como hidrocarburos totales de petróleo se denomina a aquella fracción de aceites y grasas con componentes no polares y que está constituido por compuestos aromáticos y saturados. La laguna Mata Redonda fue el único cuerpo de agua en donde se detectaron TPH, en concentraciones que oscilaron entre 40 a 160 mg/L y solamente durante el muestreo correspondiente a la época de lluvias. Sin embargo, en el medio marino adyacente y el caño de marea de esta laguna no se detectaron TPH, lo que eventualmente indica que los aportes pudieron haber llegado a través de las quebradas que desembocan en ella. A diferencia de las aguas, se detectaron TPH en los sedimentos, lo cual confirma su papel de trampa o almacén de estos compuestos. Sus concentraciones variaron entre 145 y 2.084 mg/kg para Bajo Alcatraz, 242 y 4.560 mg/kg para Mata Redonda y 148 y 1.438 mg/kg para La Salineta. En general, los valores son muy variables, pero la mayor cantidad de datos con registros más bajos para una misma estación se observaron en el muestreo correspondiente a la época de lluvias. Por su parte, la laguna La Salineta mostró en promedio los datos más bajos respecto al resto de las lagunas. En lo que respecta a los sedimentos del medio

marino adyacente, las concentraciones de TPH fueron inferiores a los de las lagunas con registros que variaron entre 26 y 238 mg/kg, mientras que en los caños de marea se encontraban entre 234 a 641 mg/kg. Los valores de TPH en los sedimentos se pueden considerar altos si se comparan con otras lagunas costeras como El Juncal, ubicada en el Condominio Industrial Jose con mayor exposición a eventos de contaminación con hidrocarburos y en donde se han registrado valores de TPH de hasta 50 mg/kg. La presencia de TPH en estas lagunas pudo ser producto de la descarga de vertidos de esta naturaleza en los tributarios o directamente sobre ellas en virtud de la actividad agropecuaria asociada a ellas. Los TPH pueden adsorberse a las partículas en suspensión de la columna de agua y luego decantar en medios tranquilos y someros como estas lagunas, enriqueciendo así su contenido. En el caso del medio marino, su aparición puede estar asociada al lastre de las embarcaciones o aportes de ríos contaminados con estos compuestos. Por otra parte, su menor concentración puede estar relacionada con el alto volumen de dilución que posee el mar, facilitado además por la turbulencia y las corrientes que resuspenden los sedimentos.

**Fenoles.** En todas las lagunas y en todas las fechas de muestreo se detectaron fenoles por encima de 0,002 mg/L; incluso en el medio marino adyacente se detectaron fenoles por encima de esta concentración. Los valores oscilaron entre <0,002 a 0,042 mg/L para Bajo Alcatraz, <0,002 a 0,052 para Mata Redonda y de <0,002 a 0,052 para La Salineta. También destacó que las concentraciones fueron menores durante las lluvias, quizás por un efecto de dilución. Similar a las aguas, también se detectaron fenoles en los sedimentos. El intervalo de concentraciones de fenoles en sedimentos en este estudio se encontró dentro del intervalo para la Bahía de Jose (FunduUCV, 2005) y la Laguna El Juncal (FunduUCV, datos no publicados), aunque hay que destacar que estas dos áreas están más expuestas a riesgos de contaminación por fenoles debido al tránsito de embarcaciones y a las actividades del Condominio Industrial Jose. También se observaron diferencias estacionales, siendo los valores mayores durante la época seca. Los valores de fenoles en sedimento variaron de <0,008 a 0,436 mg/kg para Bajo Alcatraz, <0,008 a 0,404 mg/kg para Mata Redonda y <0,008 a 0,728 para La Salineta.

**Diagnóstico general de la calidad de aguas y sedimentos.** De los resultados se evidencia la contaminación de las lagunas costeras debido a las altas concentraciones de fenoles y nitrógeno total, mientras que en la laguna Mata Redonda se detectaron también

altas concentraciones de TPH en la lámina de agua. Ello pudo ser producto de la actividad agropecuaria que se desarrollaba en sus adyacencias, así como la disposición de desechos en las lagunas por esta (p.e. hidrocarburos). Este resultado apoya los altos valores de coliformes totales y fecales encontrados por Ambioconsult (2005), asociados con la disposición de aguas servidas o heces del ganado. Otros parámetros, tales como el pH, oxígeno disuelto, cianuros y sulfuros, indican una merma temporal en la calidad del agua, posiblemente asociado con procesos puntuales, como la generación de condiciones de reducción por acumulación de materia orgánica en los fondos (propio de las lagunas costeras), favoreciendo la disminución en el contenido de oxígeno y la formación de sulfuros.

En el caso de los sedimentos, todos los parámetros evaluados se encontraron dentro del intervalo de valores registrados para otras lagunas costeras del oriente venezolano, exceptuando las concentraciones de TPH, los cuales fueron muy altos para todas las lagunas, e indican el uso de las lagunas como sitio de disposición de estos compuestos y el papel de los sedimentos como trampas de éstos. En lo que respecta al medio marino, la calidad de aguas y sedimentos fue mejor que para las lagunas costeras, hecho que debe estar influenciado por el papel de las corrientes en la dilución de contaminantes. No obstante, en el medio marino se detectaron TPH en los sedimentos, que pudiera correlacionarse con aportes de las embarcaciones.

## VEGETACIÓN

La vegetación en el área de estudio muestra un patrón de distribución asociada a la geomorfología (geoformas, textura del suelo), el hidroperíodo (frecuencia de la inundación, permanencia o duración, y altura de la lámina de agua) y las características del agua de inundación (conductividad, salinidad, pH, temperatura). Como respuesta a los factores antes mencionados, la vegetación de las lagunas, presenta un patrón espacial de franjas o parches, acompañado de cambios en la composición florística, la fisionomía y la estructura, los cuales varían en distancias muy cortas (metros).

Los tipos de vegetación característicos del área son los bosques siempreverdes y deciduos, arbustales armados o espinares, arbustales litorales, manglares y herbazales litorales halófitos y psamófilos (MARNR, 1982; MARNR, 1986; Huber y Alarcón, 1988). Los

manglares representan una de las formaciones vegetales típicas de las lagunas costeras tropicales y de importancia por las características particulares que poseen al ser el único tipo de vegetación que crece en la zona intermareal, toleran condiciones de salinidad del suelo, y poseen adaptaciones a las condiciones anóxicas del sustrato. En el área comprendida por el Sistema Lagunar, los manglares representan la vegetación de mayor importancia por los bienes y servicios que estos proveen. Por su parte, las zonas de transición entre las partes bajas del sistema lagunar y las colinas bajas, se caracterizan por la presencia de bosques deciduos (Figura 6).

**Composición Florística.** El número total de especies vegetales observadas en el área de estudio fue de 179 (Tabla 3), de las cuales el 90% son angiospermas, y están agrupadas en 67 familias. En la Figura 11 están representadas las 15 familias con mayor número de especies. Destacan las familias asociadas a bosques deciduos y bosques y arbustales costeros como las Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae y Bignoniaceae, donde la mayor parte de las especies son de hábito arbóreo y

deciduas. También fue común la presencia de familias como las Malvaceae y Capparaceae de hábito arbustivo y de carácter siempreverde, estas están asociadas principalmente a los arbustales y bosques costeros. Como componentes del sotobosque de los bosques deciduos y en la zona de transición de éstos con los herbazales litorales y manglares, se observaron plantas de hábito terrestre de la familia Bromeliaceae.

Otras familias típicas de comunidades vegetales en clima seco como las Cactaceae, con plantas de hábito terrestre y epífita, junto con las Orquidaceae, fueron observadas en los bosques deciduos, bosques semisempreverdes y manglares. Las plantas de hábito graminoide, Poaceae y Cyperaceae, fueron componentes importantes de los herbazales litorales y de pantano observados en el área de estudio. En la Tabla 4, se listan las plantas observadas en el área de estudio que están consideradas en riesgo de acuerdo al Libro Rojo de la Flora Venezolana (LRFV; Llamozas y col., 2003) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

**Tabla 3.** Lista de las 179 especies de plantas observadas en el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta.

Nombre científico	Familia	Nombre vernáculo	Hábito	Abundancia	Formación Vegetal
<i>Blechnum pyramidatum</i>	ACANTHACEAE		Hierba	Escasa	
<i>Bravaisia integerrima</i>	ACANTHACEAE	Mangle de montaña	Arbol	Abundante	Bosque semideciduo
<i>Justicia</i> sp.1	ACANTHACEAE		Hierba	Escasa	Bosque deciduo
<i>Ruellia tuberosa</i>	ACANTHACEAE		Hierba	Rara	Borde del Bosque deciduo con Manglar
<i>Sansevieria trifasciata</i>	AGAVACEAE		Hierba	Abundante	Strand*
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	AIZOACEAE		Hierba	Abundante	Herbazal litoral
<i>Trianthema portulacastrum</i>	AIZOACEAE		Hierba	Común	Potreros
<i>Achyranthes indica</i>	AMARANTHACEAE	Rabo de Iguana	Hierba	Escasa	Herbazal litoral
<i>Alternanthera</i> sp.1	AMARANTHACEAE		Hierba	Rara	Herbazal litoral
<i>Amaranthus spinosus</i>	AMARANTHACEAE		Hierba	Escasa	Potreros
<i>Blutaparon vermiculare</i>	AMARANTHACEAE	Vidrio	Hierba	Abundante hasta Muy abundante	Herbazal litoral
<i>Iresine angustifolia</i>	AMARANTHACEAE		Hierba	Rara	Bosque deciduo
<i>Spondias mombin</i>	ANACARDIACEAE	Jobo	Árbol	Abundante	Bosque deciduo
<i>Aspidosperma cuspa</i>	APOCYNACEAE	Cuspa quina	Árbol	Común	Bosque deciduo
<i>Rhabdadenia biflora</i>	APOCYNACEAE		Trepadora herbácea	Abundante	Manglar
<i>Anthurium</i> cf. <i>crassinervium</i>	ARACEAE		Epífita	Rara	Bosque semideciduo
<i>Philodendron</i> cf. <i>grandifolium</i>	ARACEAE		Trepadora herbácea	Escasa	Bosque deciduo

<i>Bactris cf. major</i>	ARECACEAE		Árbol	Abundante	Borde del Manglar
<i>Cocos nucifera</i>	ARECACEAE	Coco	Árbol	Rara hasta Escasa	Strand
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	ARECACEAE	Camoare, Macanilla	Trepadora	Escasa	Bosque semidecuido
<i>Aristolochia sp.1</i>	ARISTOLOCHACEAE	Astrología	Trepadora leñosa	Rara	Bosque decuido
<i>Cynanchum</i>	ASCLEPIADACEAE		Trepadora herbácea	Escasa	Bosque decuido
<i>Matelea maritima</i>	ASCLEPIADACEAE		Trepadora herbácea	Escasa	Potreros
<i>Bidens pilosa</i>	ASTERACEAE	Alfilerillo	Hierba	Escasa	Strand
<i>Vernonia brasiliensis</i>	ASTERACEAE		Hierba	Común	Herbazal litoral
<i>Wedelia sp.1</i>	ASTERACEAE	Flor de Perro	Hierba	Común	Strand
<i>Avicennia germinans</i>	AVICENNIACEAE	Mangle negro	Árbol	Escasa hasta Muy abundante	Manglar y Herbazal litoral
<i>Bignoniaceae sp.1</i>	BIGNONIACEAE		Trepadora subleñosa	Escasa	Strand
<i>Crescentia cujete</i>	BIGNONIACEAE	Tapara	Árbol	Escasa	Bosque semidecuido
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	BIGNONIACEAE	Bejuco de Murciélago	Trepadora herbácea	Escasa	Bosque decuido
<i>Tabebuia sp.1</i>	BIGNONIACEAE	Araguaney, Puis negro	Árbol	Común	
<i>Tabebuia sp.2</i>	BIGNONIACEAE	Araguaney, Puis blanco	Árbol	Común	
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	BIXACEAE	Carnestolendo, Chiqui-chiqui	Árbol	Común	Borde del Bosque decuido Bosque decuido intervenido mezclado con Potreros
<i>Ceiba pentandra</i>	BOMBACACEAE		Árbol	Escasa	
<i>Bourreria cumanensis</i>	BORAGINACEAE		Árbol	Rara	Bosque decuido
<i>Heliotropium angiospermum</i>	BORAGINACEAE		Hierba	Escasa	Herbazal litoral
<i>Heliotropium indicum</i>	BORAGINACEAE		Hierba	Común	Lecho seco de río en Bosque semidecuido
<i>Aechmea aquilega</i>	BROMELIACEAE		Epífita	Común	Bosque semidecuido
<i>Bromelia chrysantha</i>	BROMELIACEAE	Juru-Juru	Hierba	Común	Bosque decuido
<i>Bromelia humilis</i>	BROMELIACEAE	Caracuey	Hierba	Escasa hasta Muy abundante	Bosque decuido y Strand
<i>Bromelia sp.1</i>	BROMELIACEAE	Chigüi-Chigüi	Hierba	Escasa	Bosque decuido
<i>Tillandsia flexuosa</i>	BROMELIACEAE		Epífita	Común	
<i>Tillandsia recurvata</i>	BROMELIACEAE		Epífita	Común	Bosque decuido y Manglar
<i>Tillandsia usneoides</i>	BROMELIACEAE	Barba de viejo	Epífita	Abundante	Bosque decuido
<i>Bursera simaruba</i>	BURSERACEAE	Indio desnudo	Árbol	Rara	Bosque decuido
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	CACTACEAE		Arbusto	Escasa	Bosque decuido
<i>Cereus hexagonus</i>	CACTACEAE	Cardón	Árbol	Común	Bosque decuido
<i>Hylocereus lemairei</i>	CACTACEAE		Epífita	Escasa	Bosque decuido
<i>Pereskia aculeata</i>	CACTACEAE		Trepadora leñosa	Escasa	Bosque decuido
<i>Pereskia guamacho</i>	CACTACEAE	Guamacho	Árbol	Rara	Bosque decuido y transición Bosque decuido-Manglar
<i>Rhipsalis baccifera</i>	CACTACEAE		Epífita	Común	Bosque semidecuido
<i>Bauhinia aculeata</i>	CAESALPINACEAE	Guarapo	Árbol	Escasa	Borde del Bosque decuido con Potreros
<i>Bauhinia glabra</i>	CAESALPINACEAE	Bejuco de cadena	Trepadora	Escasa	Bosque decuido y Bosque semidecuido
<i>Caesalpinia coriaria</i>	CAESALPINACEAE	Divi-Dive	Árbol	Abundante hasta Muy abundante	Bosque decuido

<i>Copaifera officinalis</i>	CAESALPINACEAE	Aceite	Árbol	Abundante	Bosque deciduo y Bosque semideciduo
<i>Copaifera officinalis</i>	CAESALPINACEAE	Aceite	Árbol	Abundante	Bosque deciduo
<i>Sesbania</i> sp.1	CAESALPINACEAE		Arbusto	Común	Matorral-Herbazal litoral
<i>Senna occidentalis</i>	CAESALPINACEAE		Sufrútice	Rara	Strand
<i>Capparis flexuosa</i>	CAPPARACEAE		Arbusto	Escasa	Strand y Herbazal litoral
<i>Capparis odoratissima</i>	CAPPARACEAE	Olivo	Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Capparis pachaca</i>	CAPPARACEAE	Pachaco	Árbol	Común	Bosque deciduo
<i>Capparis</i> sp.1	CAPPARACEAE	Ajito Pañado	Árbol	Común	Bosque deciduo
<i>Cleome</i> sp.1	CAPPARACEAE		Hierba	Escasa	Potreros
<i>Crateva tapia</i>	CAPPARACEAE		Árbol	Rara	Bosque semideciduo intervenido
<i>Steriphoma paradoxum</i>	CAPPARACEAE				
<i>Cecropia</i> cf. <i>peltata</i>	CECROPIACEAE	Yagrumo	Árbol	Común	Strand
<i>Clusia</i> sp.1	CLUSIACEAE		Árbol	Rara	Bosque deciduo
<i>Conocarpus erectus</i>	COMBRETACEAE	Mangle botoncillo	Árbol	Abundante	Strand
<i>Laguncularia racemosa</i>	COMBRETACEAE	Mangle blanco	Árbol	Escasa hasta Muy abundante	Manglar
<i>Terminalia</i> sp.1	COMBRETACEAE		Árbol	Abundante	
<i>Commelina erecta</i>	COMMELINACEAE		Hierba	Escasa	Bosque deciduo y Strand
<i>Evolvulus</i> aff. <i>cardiophyllus</i>	CONVOLVULACEAE		Sufrútice	Común	Bosque deciduo
<i>Ipomoea imperatis</i>	CONVOLVULACEAE		Hierba	Rara	Herbazal litoral
<i>Ipomoea mauritiana</i>	CONVOLVULACEAE		Trepadora herbácea	Escasa	Strand
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	CONVOLVULACEAE		Hierba	Muy abundante	Herbazal litoral
<i>Ipomoea</i> sp.1	CONVOLVULACEAE	Celedonia	Trepadora herbácea	Común	Potreros
<i>Cyperus articulatus</i>	CYPERACEAE	Junco	Hierba	Escasa	Herbazal de pantano
<i>Cyperus ligularis</i>	CYPERACEAE		Hierba	Escasa	Strand
<i>Eleocharis</i> sp.1	CYPERACEAE	Junco	Hierba	Muy abundante	
<i>Eleocharis</i> sp.2	CYPERACEAE	Junco	Hierba	Abundante	
<i>Fimbristylis cymosa</i>	CYPERACEAE		Hierba	Común hasta Abundante	Herbazal litoral
<i>Fimbristylis</i> sp.1	CYPERACEAE		Hierba		
<i>Dioscorea</i> sp.1	DIOSCOREACEAE	Pariano de Monte	Trepadora herbácea	Escasa	
<i>Cnidioscolus urens</i>	EUPHORBIACEAE	Guaritoto, Guaritoto de Venado	Hierba	Escasa	Bosque deciduo
<i>Croton</i> sp.1	EUPHORBIACEAE	Carcanapire	Arbusto	Abundante	Borde del Bosque deciduo y Herbazal Litoral
<i>Acalypha</i> sp.1	EUPHORBIACEAE		Arbusto	Abundante	Bosque deciduo
<i>Hura crepitans</i>	EUPHORBIACEAE	Jabillo	Árbol	Escasa	Bosque semideciduo
<i>Jatropha gossypifolia</i>	EUPHORBIACEAE		Sufrútice	Escasa	Herbazal litoral
<i>Pedilanthus tithymaloides</i>	EUPHORBIACEAE		Sufrútice	Escasa	Bosque semideciduo
<i>Ricinus communis</i>	EUPHORBIACEAE		Sufrútice	Común	Matorral sucesional cerca de Potreros
<i>Canavalia maritima</i>	FABACEAE		Hierba	Muy abundante	Herbazal litoral
<i>Coursetia arborea</i>	FABACEAE	Aco	Árbol	Común	Bosque deciduo
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	FABACEAE		Arbusto	Abundante	Strand
<i>Stylosanthes</i> sp.1	FABACEAE	Matajea	Hierba	Abundante	Herbazal
<i>Casearia</i> sp.1	FLACOURTIACEAE	Fruta de Paloma	Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Hippocratea volubilis</i>	HIPPOCRATEACEAE		Trepadora herbácea	Escasa	Strand y Manglar
<i>Cassytha filiformis</i>	LAURACEAE		Hierba Parásita	Escasa	Strand
<i>Phthirusa</i> sp.1	LORANTHACEAE	Guatepajarito	Trepadora Hemiparásita		

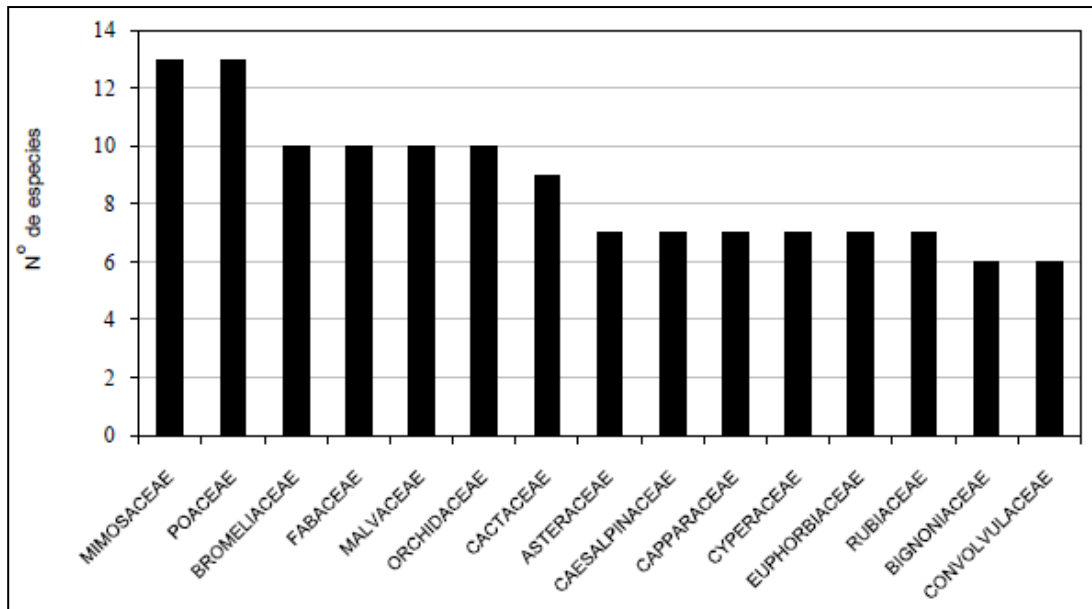
<i>Banisteriopsis</i> sp.1	MALPIGHIACEAE		Trepadora arbustiva	Común	Manglar
<i>Abutilon</i> sp.1	MALVACEAE	Guachicón	Arbusto	Escasa	Bosque deciduo
<i>Bastardia viscosa</i>	MALVACEAE		Sufrútice	Escasa	Potreros
<i>Gossypium barbadense</i>	MALVACEAE	Algodón	Arbusto	Común	Matorral-Herbazal litoral
<i>Hibiscus pernambucensis</i>	MALVACEAE	Majagua	Árbol	Rara	Strand y Manglar
<i>Sida</i> cf. <i>acuta</i>	MALVACEAE		Subarbusto	Rara	Bosque deciduo
<i>Thespesia populnea</i>	MALVACEAE	Cremón	Árbol	Común	Strand
<i>Wissadula periplocifolia</i>	MALVACEAE		Hierba	Común	Borde del bosque deciduo
<i>Acacia macracantha</i>	MIMOSACEAE	Yaque hediondo, Yaque blanco	Árbol	Escasa	Bosque deciduo-Strand
<i>Calliandra</i> sp.1	MIMOSACEAE		Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Chloroleucon mangense</i>	MIMOSACEAE	Retuerto	Árbol	Escasa	Strand
<i>Entanda</i> sp.1	MIMOSACEAE		Trepadora herbácea	Escasa	Bosque deciduo
<i>Inga</i> sp.1	MIMOSACEAE		Árbol	Escasa	Bosque semideciduo
<i>Neptunia plena</i>	MIMOSACEAE		Hierba	Escasa	Potreros
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	MIMOSACEAE	Güfchere	Árbol	Común hasta Abundante	Bosque deciduo
<i>Prosopis juliflora</i>	MIMOSACEAE	Yaque Cuji	Árbol	Rara	Strand
<i>Zygia</i> sp.1	MIMOSACEAE		Árbol	Común	Bosque semideciduo
<i>Glinus radiatus</i>	MOLLUGINACEAE		Hierba	Muy abundante	Lecho seco de río en Bosque semideciduo
<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE		Árbol	Rara	Strand
<i>Guapira pacurero</i>	NYCTAGINACEAE	Pama	Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Nymphaea blanda</i>	NYPHEACEAE		Hierba acuática	Sin datos	Laguna Costera
<i>Ouratea guildingii</i>	OCHNACEAE		Árbol	Abundante	Borde del bosque deciduo con Herbazal litoral
<i>Ludwigia</i> sp.1	ONAGRACEAE		Hierba	Escasa	Herbazal litoral
<i>Brassavola cucullata</i>	ORCHIDACEAE		Epífita	Escasa	Manglar
<i>Campylocentrum micranthum</i>	ORCHIDACEAE	Parásita	Epífita	Rara	Bosque deciduo
<i>Catasetum</i> sp.1	ORCHIDACEAE		Epífita	Rara	Manglar
<i>Caularthron bicornutum</i>	ORCHIDACEAE	Parásita	Epífita	Común	Bosque semideciduo
<i>Encyclia cordigera</i>	ORCHIDACEAE	Parásita	Epífita	Abundante hasta Muy abundante	Bosque deciduo
<i>Oncidium carthagenense</i>	ORCHIDACEAE	Parásita	Epífita	Abundante	Bosque deciduo
<i>Oncidium cebolleta</i>	ORCHIDACEAE		Epífita	Sin datos	Sin datos
<i>Passiflora foetida</i>	PASSIFLORACEAE	Tagua-Tagua	Trepadora	Abundante	Matorral-Herbazal litoral
<i>Passiflora</i> sp.1	PASSIFLORACEAE	Guaiqueruco	Trepadora herbácea	Rara	Strand
<i>Peperomia</i> sp.1	PIPERACEAE		Epífita	Común	
<i>Peperomia</i> sp.2	PIPERACEAE		Hierba	Rara	Bosque deciduo-Manglar
<i>Peperomia</i> sp.1	PIPERACEAE		Epífita	Común	
<i>Piper</i> sp.1	PIPERACEAE		Arbusto	Rara	Bosque riverino
<i>Axonopus compressus</i>	POACEAE		Hierba	Abundante	Bosque deciduo-Strand
<i>Digitaria</i> sp.1	POACEAE		Hierba	Rara	Strand
<i>Lasiacis anomala</i>	POACEAE	Pito-Pito	Hierba	Común	Bosque deciduo
<i>Paspalum</i> sp.1	POACEAE			Escasa	Herbazal litoral
<i>Setaria utowanaea</i>	POACEAE		Hierba	Común	Bosque deciduo
<i>Sporobolus virginicus</i>	POACEAE		Hierba	Muy Abundante	Herbazal litoral
<i>Urochloa distachya</i>	POACEAE		Hierba	Escasa	Herbazal litoral
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	POACEAE		Hierba	Rara	Strand



<i>Echinochloa colona</i>	POACEAE		Hierba	Escasa	Lecho seco de río en Bosque semideciduo
<i>Panicum maximum</i>	POACEAE		Hierba	Abundante	Strand
<i>Panicum pilosum</i>	POACEAE		Hierba	Abundante	Márgenes de torrente en Bosque semideciduo
<i>Paspalum distichum</i>	POACEAE	Gramina	Hierba	Abundante hasta Muy abundante	Herbazal de pantano y Herbazal litoral
<i>Coccoloba uvifera</i>	POLYGONACEAE		Árbol	Rara	Strand
<i>Coccoloba</i> sp.1	POLYGONACEAE		Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Pontederia</i> sp.1	PONTEDERIACEAE		Hierba acuática	Sin datos	Laguna Costera
<i>Portulaca</i> cf. <i>pilosa</i>	PORTULACACEAE		Hierba	Rara	Strand
<i>Talinum paniculatum</i>	PORTULACACEAE		Hierba	Común	Bosque deciduo
<i>Talinum triangulare</i>	PORTULACACEAE		Hierba	Escasa	Bosque deciduo-Manglar
<i>Pilostyles caulotreti</i>	RAFFLESIAEAE		Parásita	Rara	Bosque semideciduo
<i>Gouania</i> sp.1	RHAMNACEAE	Bejuco de Reuma	Trepadora herbácea	Escasa	Bosque deciduo
<i>Rhizophora harrisonii</i>	RHIZOPHORACEAE	Mangle rosado	Árbol	Abundante	Manglar
<i>Rhizophora mangle</i>	RHIZOPHORACEAE	Mangle rojo	Árbol	Abundante hasta Muy abundante	Manglar
<i>Rhizophora racemosa</i>	RHIZOPHORACEAE	Mangle blanco	Árbol	Abundante	Manglar
<i>Borreria</i> sp.1	RUBIACEAE		Hierba	Escasa	
<i>Borreria</i> sp.2	RUBIACEAE	Botonera	Hierba	Común	Herbazal y Herbazal litoral
<i>Randia</i> sp.1	RUBIACEAE		Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Rubiaceae</i> sp.1	RUBIACEAE	Tabaquero	Árbol	Escasa	Strand
<i>Ruppia maritima</i>	RUPPIACEAE		Hierba	Muy abundante	Lagunas costeras
<i>Melicoccus bijugatus</i>	SAPINDACEAE		Árbol	Rara	Bosque deciduo
<i>Paullinia</i> sp.1	SAPINDACEAE			Escasa	Strand
<i>Sapindus saponaria</i>	SAPINDACEAE		Árbol	Común	Bosque semideciduo
<i>Talisia oliviformis</i>	SAPINDACEAE		Árbol	Común	Bosque deciduo
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	SAPOTACEAE	Pecurero	Árbol	Común	Strand
<i>Lygodium venustum</i>	SCHIZACEAE		Hierba	Rara	Strand
<i>Smilax</i> sp.1	SMLACACEAE		Trepadora herbácea	Común	Strand
<i>Guazuma ulmifolia</i>	STERCULIACEAE	Guácimo	Árbol	Rara	Strand
<i>Helicteres</i> sp.1	STERCULIACEAE	Tornillo	Árbol	Escasa	Bosque deciduo
<i>Walteria indica</i>	STERCULIACEAE		Sufrútice	Escasa	Herbazal litoral
<i>Jacquinia</i> sp.1	TEOPHRASTACEAE		Árbol	Escasa	Strand
<i>Corchorus</i> sp.1	TILIACEAE		Hierba	Común	Herbazal litoral
<i>Celtis iguanaea</i>	ULMACEAE		Árbol	Escasa	Strand
<i>Lantana</i> sp.1	VERBENACEAE		Sufrútice	Escasa	Strand
<i>Phoradendron</i> sp.1	VISCACEAE		Arbusto Hemiparásto		
<i>Cissus sicyoides</i>	VITACEAE	Bejuco de fuente	Trepadora herbácea	Común	Bosque deciduo y Strand
<i>Cissus</i> sp.1	VITACEAE		Trepadora subleñosa	Escasa	Strand

**ABUNDANCIA** (en %): corresponde al % de cobertura de la especie dentro del (los) ambiente (s) donde fue encontrada. Muy abundante: 25 a 100; Abundante: 12,5 a 25; Común: 5 a 12,5; Escasa: 1 a 5; Rara: 0 a 1.

\*Strand: vegetación costera asociada a cordones litorales y dunas de arena.



**Figura 11.** Familias con más de 6 especies, observadas en el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta.

**Tabla 4.** Plantas observadas en el área de estudio que están consideradas en riesgo de acuerdo al LRFV y CITES.

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE VERNÁCULO	CATEGORÍA DE RIESGO	
			LRFV	CITES
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	CACTACEAE		MR/pm	II
<i>Avicennia germinans</i>	VERBENACEAE	Mangle negro	MR/ca	
<i>Bouyeria cumaniensis</i>	BORAGINACEAE		MR/pm	
<i>Bravaisia integerrima</i>	ACANTHACEAE	Mangle de montaña	MR/ca	
<i>Bursera simaruba</i>	BURSERACEAE	Indio desnudo	MR/pm	
<i>Ceiba pentandra</i>	BOMBACACEAE		NE	
<i>Conocarpus erectus</i>	COMBRETACEAE	Mangle botoncillo	MR/pm	
<i>Copaifera officinalis</i>	CAESALPINACEAE	Aceite	MR/pm	
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	ARECACEAE	Camoare, Macanilla	MR/pm	
<i>Encyclia cordigera</i>	ORCHIDACEAE	Parásita	VU A2cd	II
<i>Hura crepitans</i>	EUPHORBIACEAE	Jabillo	MR/pm	
<i>Laguncularia racemosa</i>	COMBRETACEAE	Mangle blanco	MR/ca	
<i>Oncidium carthagense</i>	ORCHIDACEAE	Parásita	MR/ac	II
<i>Pereskia guamacho</i>	CACTACEAE	Guamacho	VU A1 c	II
<i>Rhizophora harrisonii</i>	RHIZOPHORACEAE	Mangle rosado	MR/ca	
<i>Rhizophora mangle</i>	RHIZOPHORACEAE	Mangle rojo	MR/ca	
<i>Rhizophora racemosa</i>	RHIZOPHORACEAE	Mangle blanco	MR/ca	
<i>Sapindus saponaria</i>	SAPINDACEAE		MR/ca	
<i>Spondias mombin</i>	ANACARDIACEAE	Jobo	MR/pm	

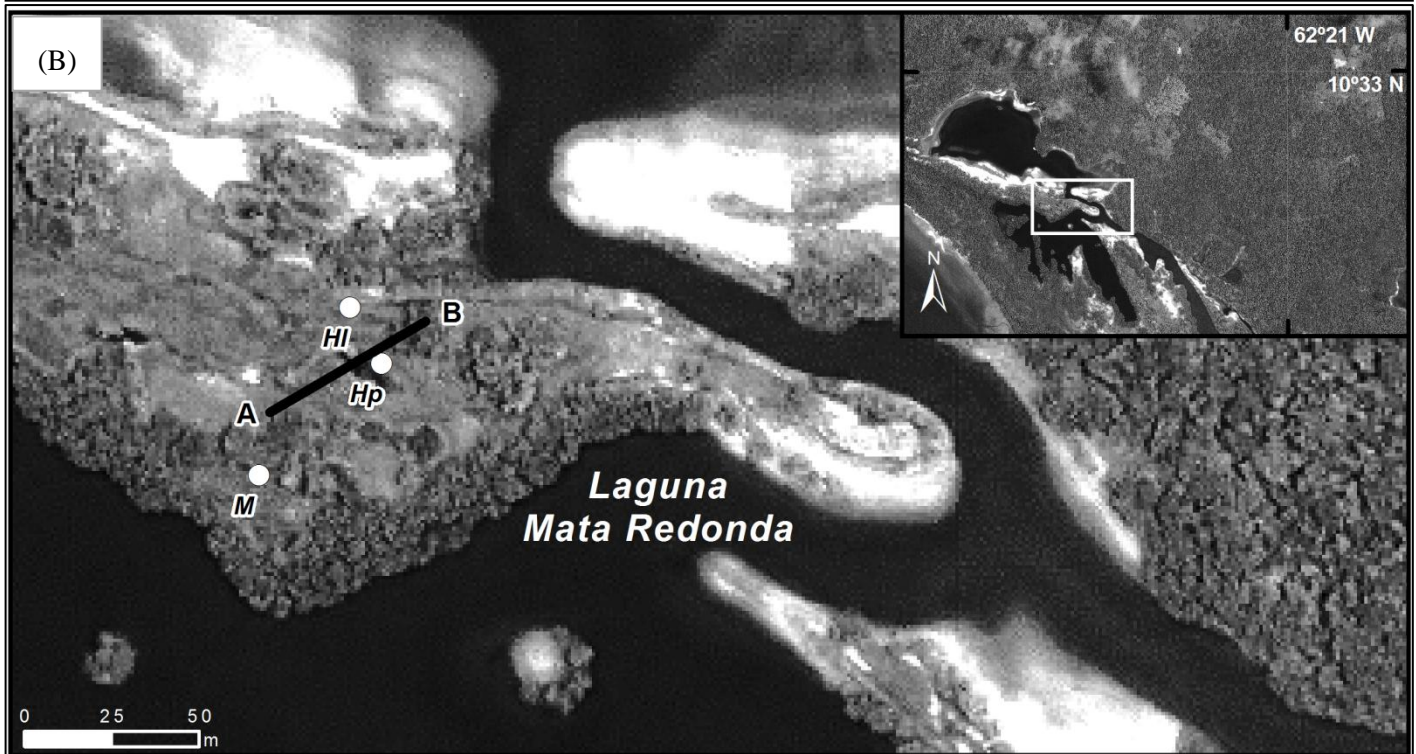
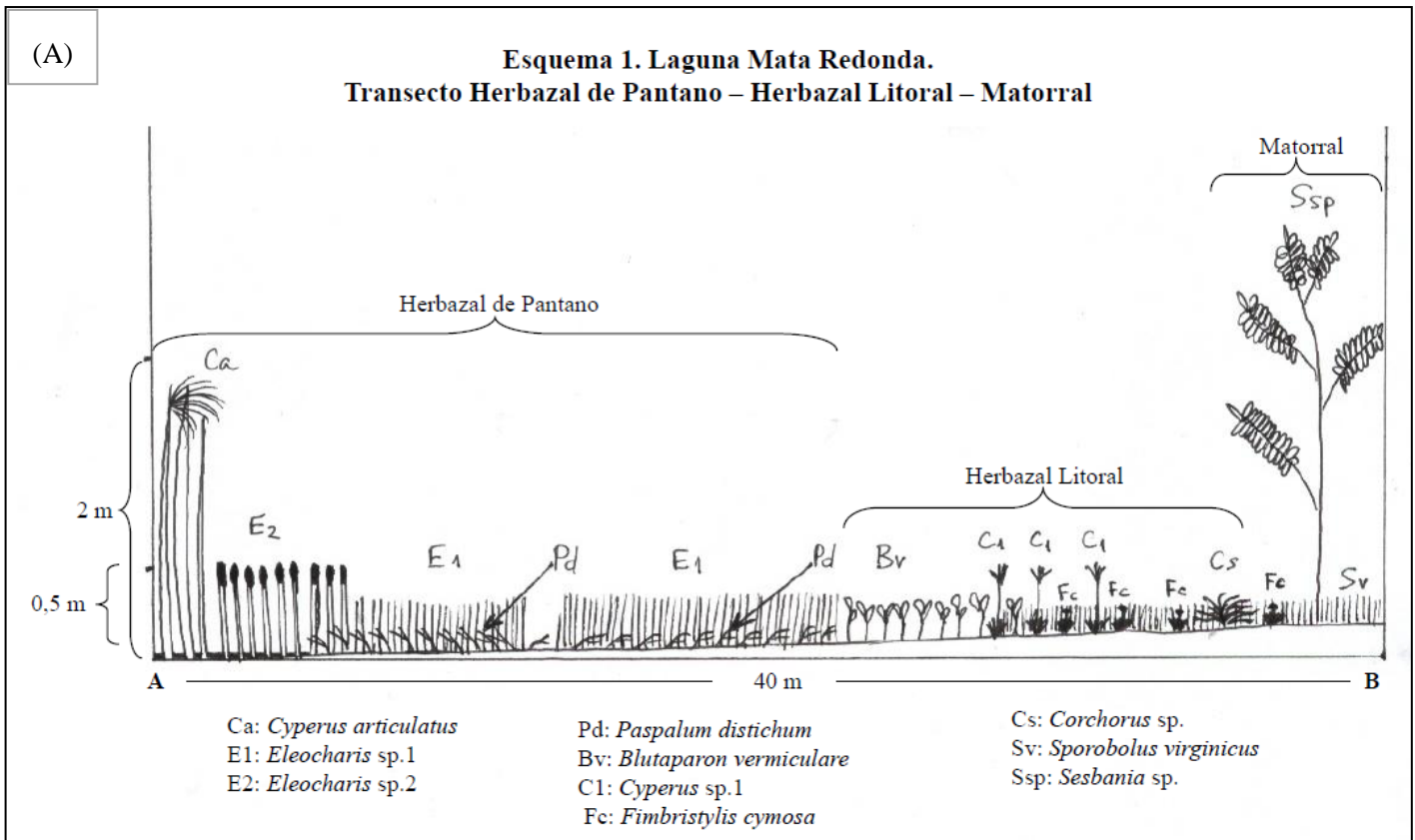
**Descripción de la Vegetación.** A continuación se presenta la descripción y composición de los tipos de vegetación observados a lo largo de los transectos establecidos en distintas localidades evaluadas en las lagunas Bajo Alcatraz (un transecto), Mata Redonda (cinco transectos) y La Salineta (un transecto):

**Laguna Mata Redonda, Esquema 1: Transecto Herbazal de Pantano — Herbazal Litoral — Matorral** (Figura 13 A y B). La distribución de las comunidades herbáceas, herbazales litorales y de pantano, muestra un patrón de franjas que viene determinado por la altura del sustrato y como consecuencia por las diferencias en el hidrorperíodo.

Las especies observadas en el herbazal de pantano a su vez se presentan como franjas paralelas una a la otra, donde la composición y dominancia de las especies varía de acuerdo con la altura de la lámina de agua. De la misma forma, son notorios los cambios en la composición florística en el herbazal litoral, donde la frecuencia de inundación por flujos de agua dulce o la marea es muy baja. En la parte más baja del gradiente topográfico la especie dominante fue *Blutaparon vermiculare*, mientras que en las partes más elevadas, formando pequeñas islas, se observaron los matorrales y arbustales litorales (Figura 12). Los manglares se encontraron localizados en las márgenes de las lagunas.



**Figura 12.** Laguna Mata Redonda, al fondo matorral litoral, y al frente herbazal litoral sobre cordones litorales.

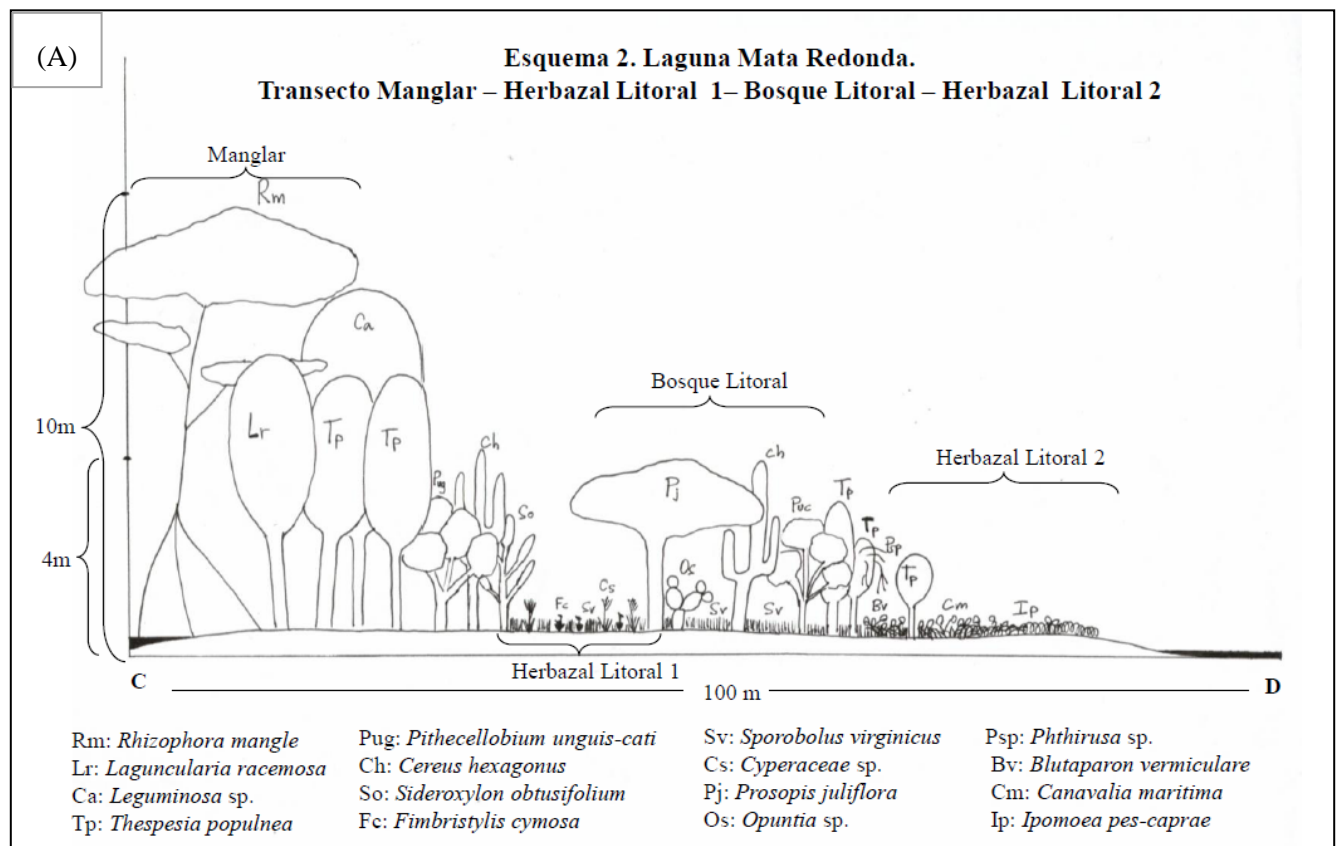


**Figura 13.** (A) Esquema de la composición de la vegetación dominante en la laguna Mata Redonda, Transecto Herbazal de Pantano – Herbazal Litoral – Matorral. (B) Localidades donde fue cuantificada la estructura de la vegetación: Herbazal de Pantano, Herbazal Litoral y Matorral (puntos blancos) y ubicación del transecto A-B.

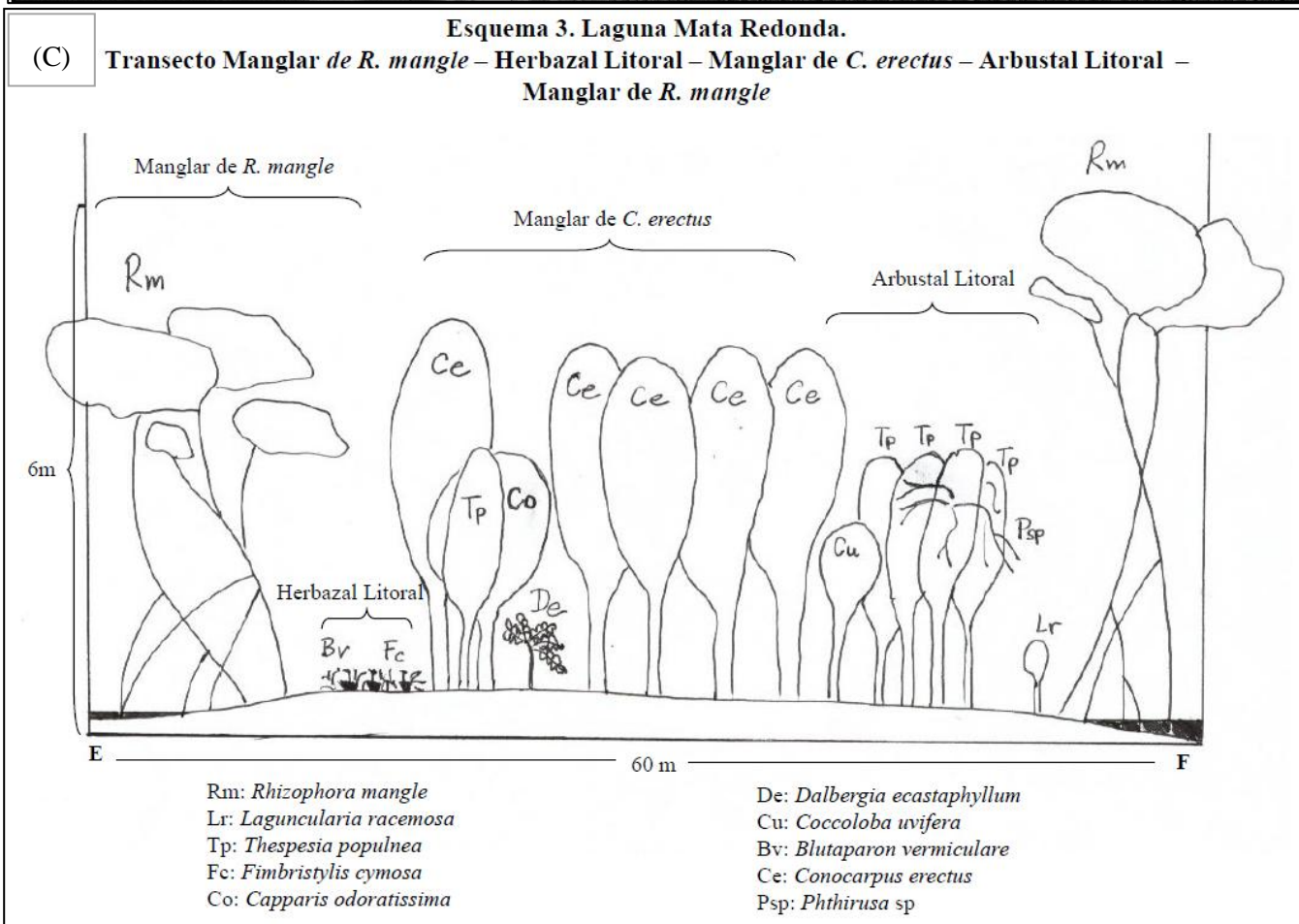
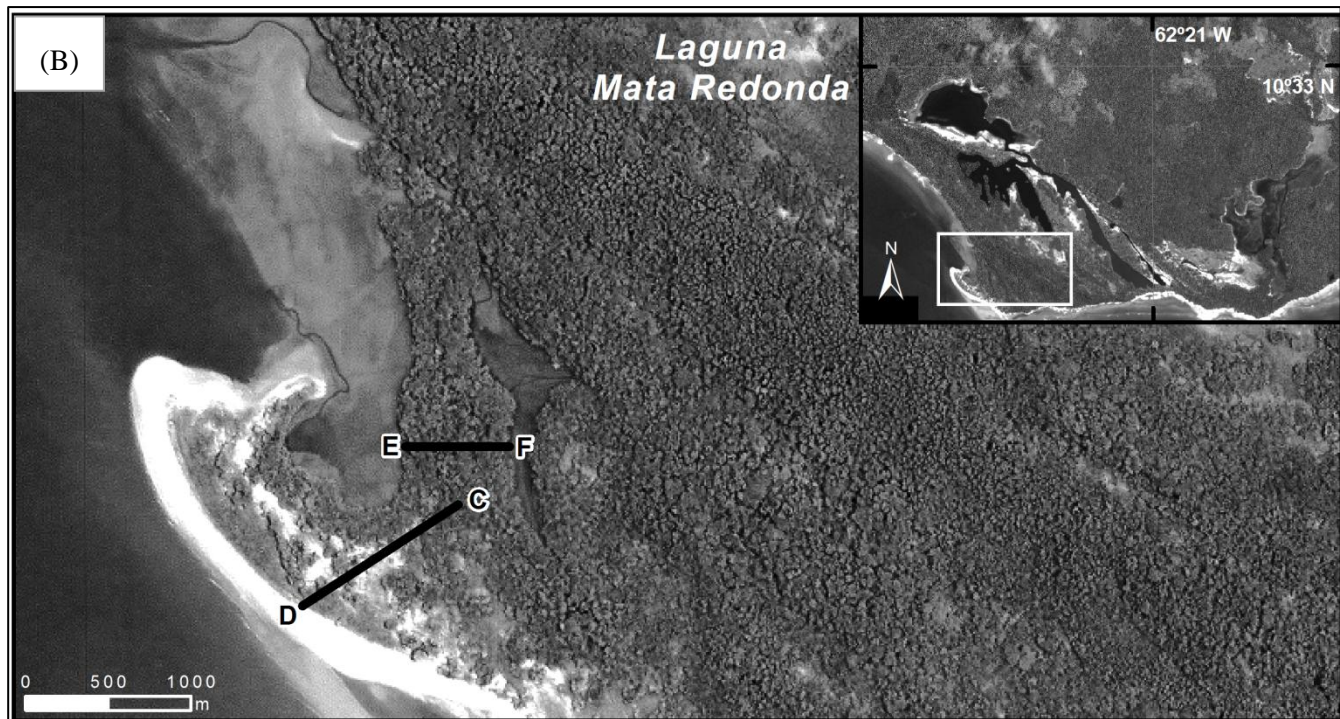
**Laguna Mata Redonda, Esquema 2: Transecto Manglar – Herbazal Litoral 1 – Bosque Litoral – Herbazal Litoral 2.** El transecto se extiende desde el manglar adyacente hasta una zona inundada que forma una pequeña laguna (Figura 14 A y B), hasta un herbazal litoral sobre la barra de arena. El manglar está conformado por *Rhizophora mangle* que constituye el estrato superior e individuos de *Laguncularia racemosa* que forman un estrato de menor altura. Adyacente al manglar, con el incremento en la altura del sustrato se observó una franja delgada con un arbustal litoral donde crecen especies típicas de suelos arenosos bien drenados como la especie introducida *Thespesia populnea*, que se ha naturalizado en las costas del Caribe y América Tropical, y la especie *Sideroxylon obtusifolium* común en ambientes xerofíticos, asociada a los bosques y arbustales psamófilos costeros. A continuación de la franja de arbustal, se observó un herbazal litoral denominado como 1, con plantas de hábito graminoide de las familias Poaceae y Cyperaceae. Sigue un bosque litoral con especies predominantemente siempreverdes, y en el estrato inferior la gramínea *S. virginicus*. En la zona de playa se tiene un herbazal litoral denominado

como 2. Este último tipo de herbazal litoral, a diferencia de los observados en la parte interna de la laguna, están localizados en los cordones litorales más externos que limitan directamente con el mar; las especies características de este herbazal son *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia marítima* (Figura 15).

**Laguna Mata Redonda, Esquema 3: Transecto Manglar – Herbazal Litoral – Arbustal – Manglar.** Sobre el cordón litoral, en las zonas más bajas y expuestas a la inundación por la marea se observaron manglares de *R. mangle*; a continuación de la franja de manglar, en la zona más elevada se establece un tipo de vegetación mixta que consiste en un arbustal litoral de *T. populnea*, *C. odoratissima*, *D. ecastaphyllum* y *C. uvifera*, con presencia de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Figura 14 B y C). Este tipo de vegetación está asociada a suelos donde domina la fracción de arenas, lo cual permite el lavado de las sales durante el período de lluvias, ya que las especies presentes toleran suelos de baja salinidad y la inundación por las mareas es estacional y de muy corta duración.



**Figura 14. (A)** Esquema de la composición de la vegetación dominante en una localidad de la Laguna Mata Redonda. Transecto Manglar de *R. mangle* y *L. racemosa* - Herbazal Litoral 1 – Bosque Litoral – Herbazal Litoral 2.



**Figura 14.** Continuación. (B) Ubicación de los transectos C-D y E-F. (C) Esquema de la composición de la vegetación dominante en una localidad de la Laguna Mata Redonda., Transecto Manglar – Herbazal Litoral – Manglar de *C. erectus* – Arbustal – Manglar.

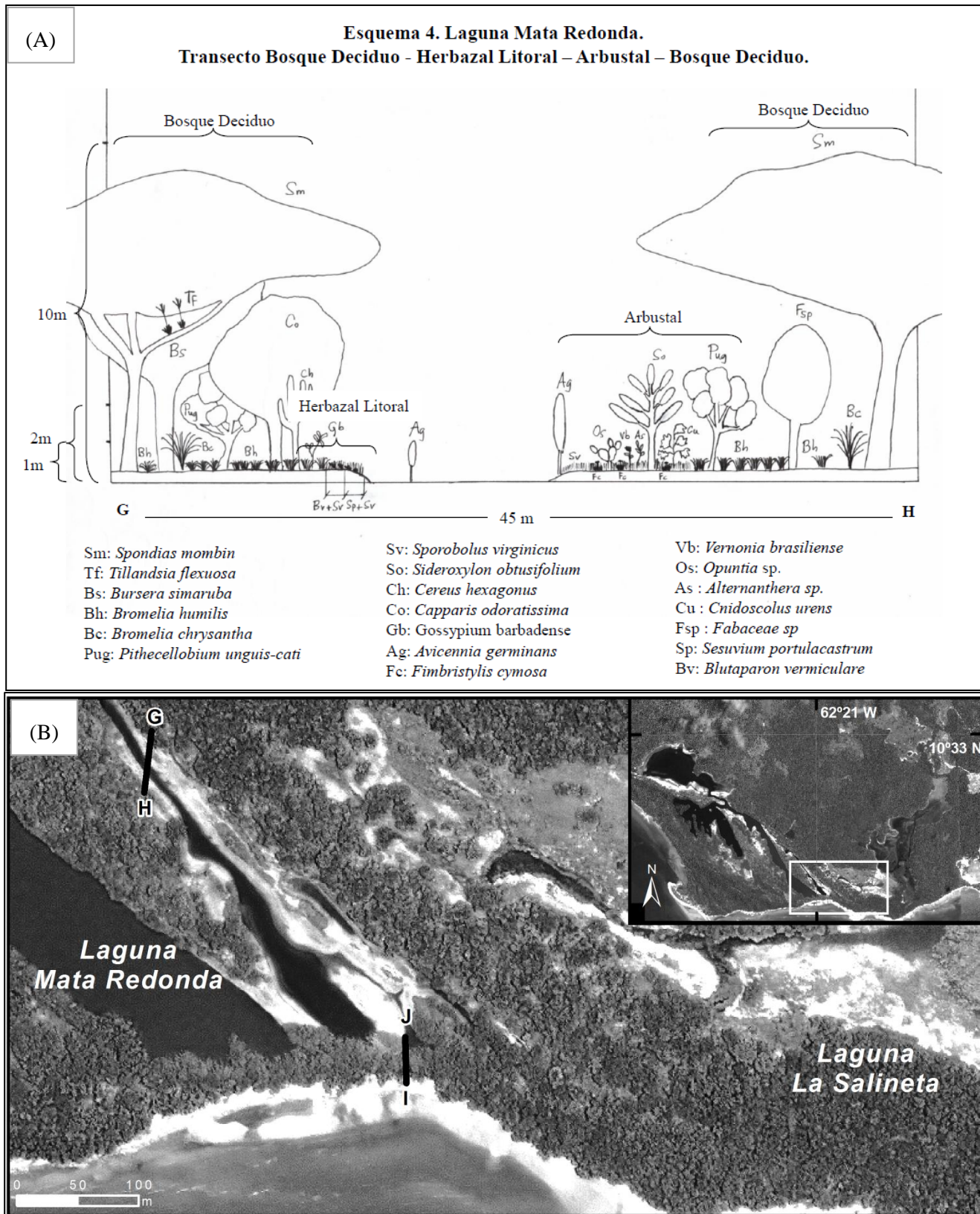


**Figura 15.** Laguna Mata Redonda, herbazal litoral de *Ipomoea pes-caprae* (inserto) y *Canavalia maritima*.

**Laguna Mata Redonda, Esquema 4:** *Transecto Bosque Deciduo – Herbazal Litoral – Arbustal – Bosque Deciduo*. Los bosques deciduos mostrados en el transecto corresponden a los localizados en la zona de la planicie litoral costera (Figura 16 A y B). Como elemento conspicuo se observó el jobo (*Spondias mombin*) y el sotobosque está dominado por las bromeliáceas, *Bromelia humilis* y *B. chrysantha*. Estos bosques deciduos localizados en las partes bajas sobre cordones litorales presentaron una alta cobertura de *S. mombin*, cuyos individuos alcanzan hasta 10 m de altura. El patrón de la vegetación es principalmente de un mosaico con herbazales litorales, arbustales litorales, bosques deciduos y manglares; estos últimos dominan en las zonas más bajas, influenciadas por la marea y de mayor salinidad intersticial y presentan un dosel discontinuo con individuos dispersos de pequeño tamaño de *A. germinans*. Esta especie es la que tolera salinidades del suelo más elevadas. El bajo desarrollo estructural del manglar indican que estas zonas son limitantes para el crecimiento del manglar posiblemente

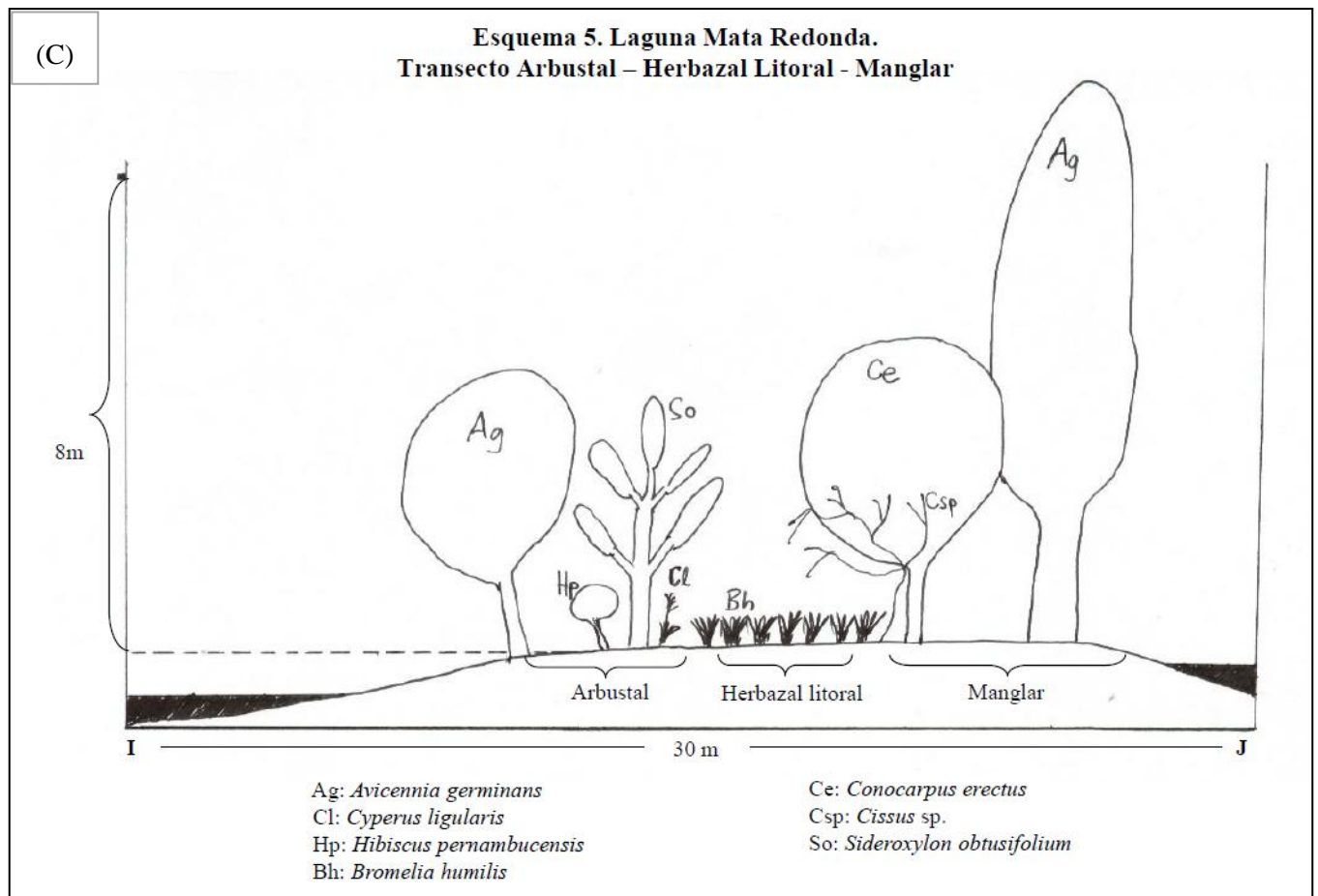
porque presentan suelos de mayor salinidad y una condición de inundación más prolongada.

**Laguna Mata Redonda, Esquema 5:** *Transecto Arbustal – Herbazal Litoral – Manglar* (Figura 16 B y C). Unidad mixta de manglar de *A. germinans* con arbustales y herbazales litorales, donde los cambios en la microtopografía en conjunto con las interacciones bióticas determinan la composición florística y estructura de la vegetación. En el arbustal litoral, además de *S. obtusifolium* se observaron individuos de *Hibiscus pernambucensis*, especie nativa de las costas del neotrópico que crece en las adyacencias de los manglares. Esta especie no tolera la sequia prolongada, debido a ello se encuentra en suelos donde el nivel freático es elevado o es inundado con frecuencia. En las zonas más elevadas de la franja de manglar sobre sustratos bien drenados, se encontró *Conocarpus erectus*, especie asociada a los manglares pero con menor tolerancia a la salinidad e inundación.



**Figura 16.** (A) Esquema de la composición de la vegetación dominante en una localidad de la laguna Mata Redonda, Transecto Bosque Deciduo - Herbazal Litoral - Arbustal - Bosque Deciduo. (B) Ubicación de los transectos G-H e I-J.

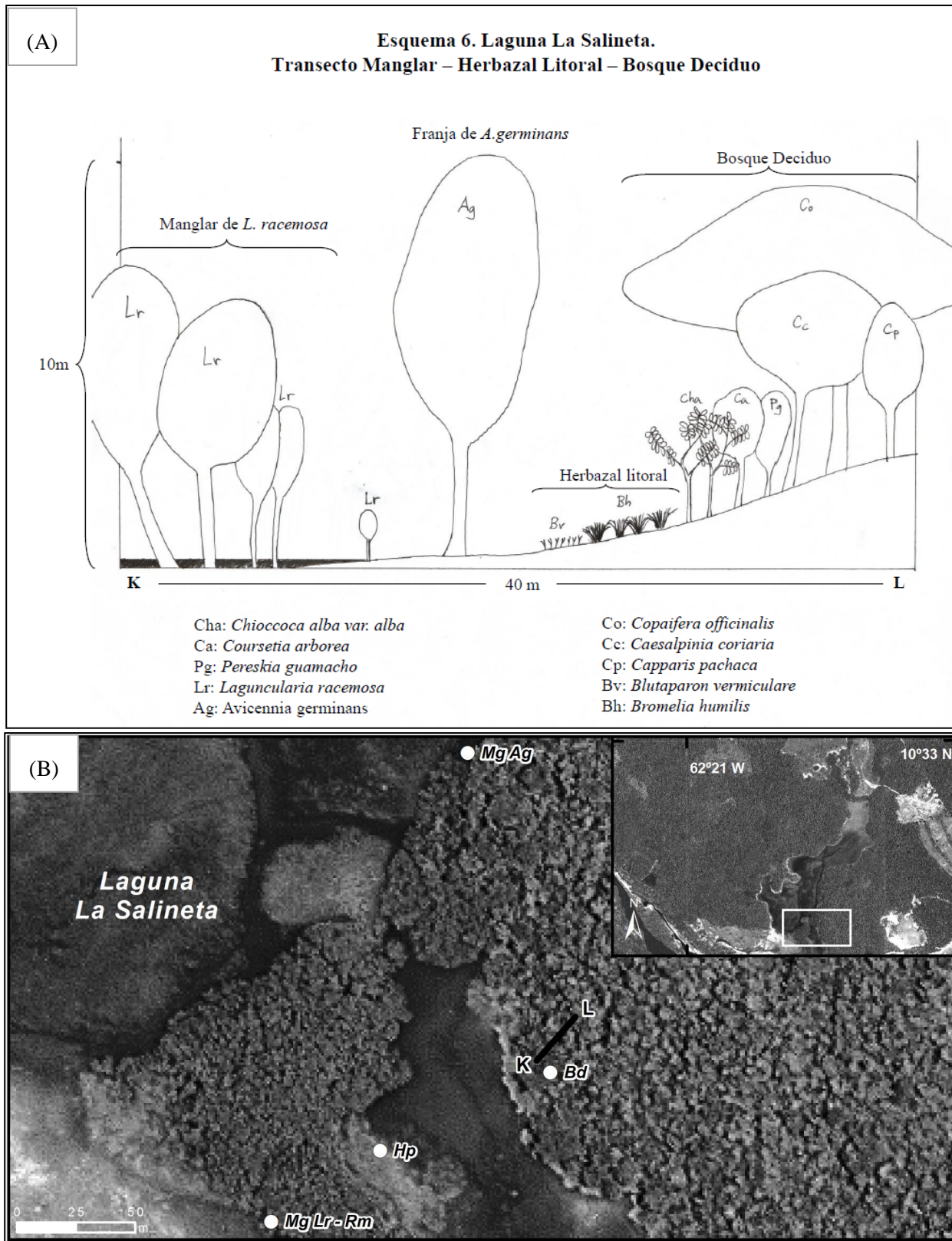




**Figura 16.** Continuación. (C) Esquema de la composición de la vegetación dominante en una localidad de la laguna Mata Redonda, Transecto Arbustal – Herbazal Litoral – Manglar.

**Laguna La Salineta, Esquema 6:** *Transecto manglar de L. racemosa – manglar de A. germinans – Herbazal Litoral – Bosque Deciduo.* En las zonas bajas limitando con herbazales litorales y bosques deciduos en posición de piedemonte del sistema de colinas se observó una franja de manglar dominada por *A. germinans*, y a continuación de esta un franja de ancho variable dominada por *L. racemosa* (Figura 17 A y B). Este patrón de dominancia de las especies de manglar puede explicarse en parte por el hidroperíodo y la salinidad del suelo. Los bosques de *L. racemosa* por lo general están asociados a sitios de menor salinidad e hidroperíodo más prolongado. En el sitio denominado Caño Colorado fue evaluada la estructura del manglar de *L. racemosa*. Los individuos de *L. racemosa* muestran raíces aéreas laterales, también denominadas neumatodos, que crecen verticalmente desde el extremo de los neumatóforos y

emergen de la superficie del agua (Angeles y col., 2002). Las condiciones de baja salinidad del agua del Golfo de Paria por el efecto de dilución del agua marina debido a la mezcla del agua de los ríos que drenan al sur de la Península de Paria, los flujos de agua dulce de la Planicie Cenagosa del Caños Ajíes y la influencia del río Orinoco, permiten el desarrollo de bosques de manglar con índices estructurales comparables a los reportados para el Río San Juan (Estados Sucre y Monagas) y el Delta del Orinoco. Los bosques deciduos que crecen en posición de colinas difieren en estructura y composición florística con los localizados en la planicie litoral; estos últimos presentan una menor diversidad y mayor porcentaje de árboles de hábito siempreverde. También en este sitio fueron evaluados los atributos estructurales del bosque deciduo, herbazal de pantano y manglar de *A. germinans*.



**Figura 17.** (A) Esquema de la composición de la vegetación dominante en un transecto Manglar de *L. racemosa* – Manglar de *A. germinans* - Herbazal Litoral – Bosque Deciduo, en la laguna La Salineta. (B) Ubicación del transecto K-L y de las localidades donde fue cuantificada la estructura de la vegetación: Manglar de *A. germinans*, Manglar de *L. racemosa* y *R. mangle*, Bosque deciduo y Herbazal de Pantano (puntos blancos).

**Laguna Bajo Alcatraz, Esquema 7: Transecto Herbazal Litoral – Manglar – Bosque Semideciduo – Manglar.** Se debe destacar que a lo largo de la costa de las lagunas Bajo Alcatraz y Mata Redonda fueron observadas las especies *Rhizophora racemosa* (Figura 18) y *R. harrisonii*, y es importante señalar que estos reportes corresponde al límite noreste de estas especies en Venezuela, las cuales habían sido

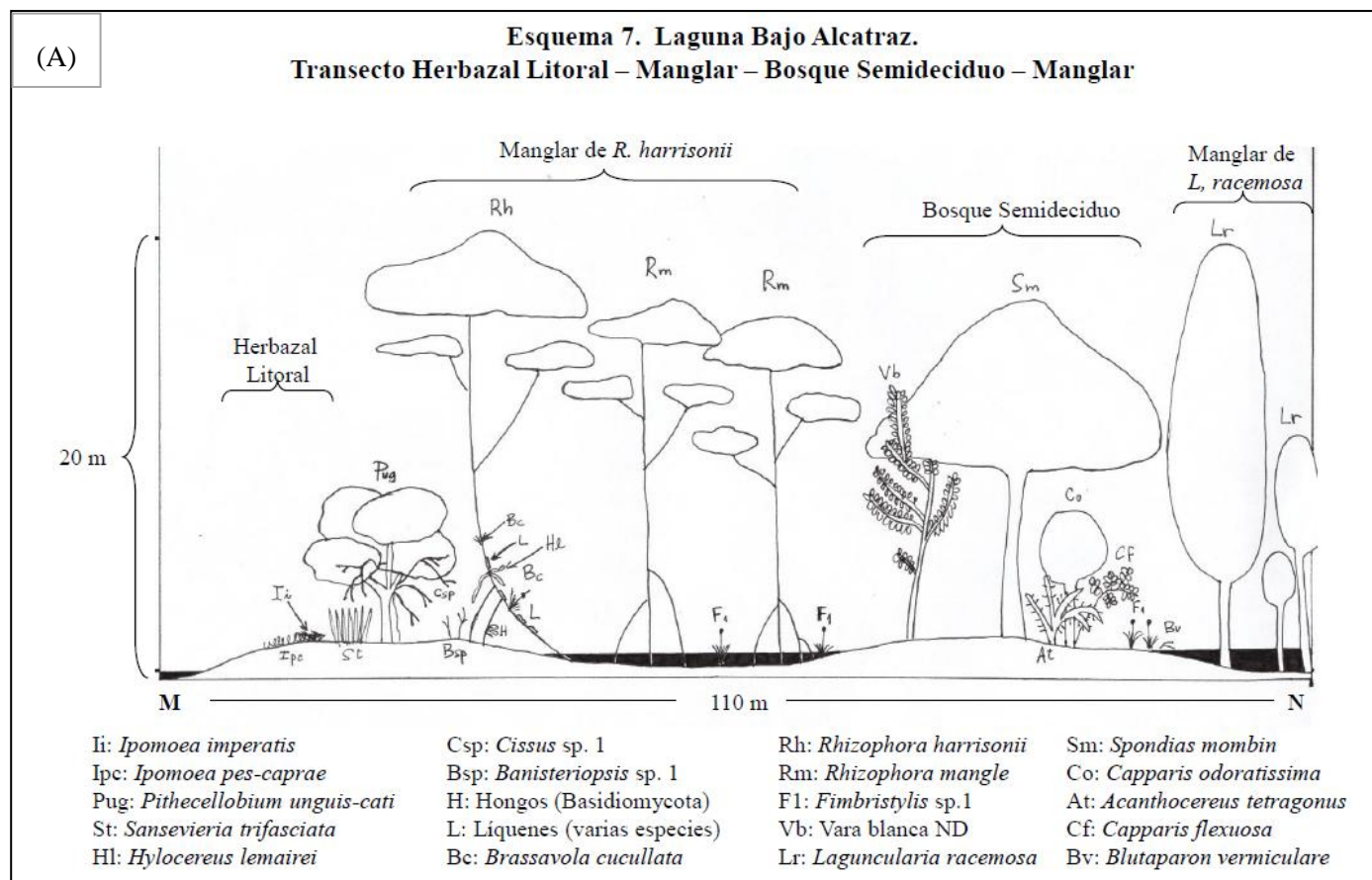
reportadas desde el Delta del Orinoco hasta la Planicie Cenagosa del Golfo de Paria. *R. harrisonii* y *R. racemosa*, crecen en sitios de baja salinidad y relativamente fértiles. En el transecto mostrado se observaron 6 de las 18 especies de flora que para el presente estudio están consideradas bajo riesgo en el Libro Rojo de la Flora Venezolana (LLamozas y col., 2003) (Figura 19 A y B).



**Figura 18.** Inflorescencia de *Rhizophora racemosa*, Laguna Mata Redonda.

**Estructura de la Vegetación.** La vegetación del Sistema Lagunar comprende comunidades de hábito arbóreo dominadas por manglares, bosques deciduos y matorrales; además se encuentran comunidades de

hábito herbáceo, como los herbazales litorales y herbazales de pantano. Los atributos estructurales de las formaciones vegetales arbóreas presentes en el Sistema Lagunar son mostrados en la Tabla 5.



**Figura 19.** (A) Composición de la vegetación en una localidad de la Laguna Bajo Alcatraz, Transecto Herbazal Litoral – Manglar – Bosque Semideciduo – Manglar. (B) Ubicación del transecto M-N y localidades donde fue cuantificada la estructura de la vegetación: Manglar de *R. harrisonii* y *L. racemosa*, Manglar de *L. racemosa* y *R. mangle* (puntos blancos).

**Bosques deciduos.** El Sistema Lagunar está delimitado al noreste por un sistema de colinas dominadas por vegetación de bosque deciduo. En estos bosques fueron establecidas parcelas que variaron desde 100 m<sup>2</sup> a 400 m<sup>2</sup>, en las cuales se identificaron los individuos, se midió el CAP y la altura de los árboles que conforman el dosel (Figura 20). Se observó que en el mes de abril, aproximadamente el 90% de los individuos estaban parcial o totalmente defoliados. El número de especies arbóreas y los atributos estructurales como densidad, área basal y altura de los bosques deciduos evalua-

dos en las tres lagunas difiere. Las familias dominantes en el estrato arbóreo de los bosques deciduos en posición de colinas son las Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Bignoniaceae y Capparaceae, y en el sotobosque la Bromeliaceae. El desarrollo estructural de estos bosques es bajo comparado con otros bosques deciduos de Venezuela. Uno de los factores determinantes en la complejidad estructural de la vegetación es el clima, y como ya fue mencionado anteriormente, el área de estudio presenta un clima seco, cuyo régimen anual de precipitación es marcadamente estacional.



**Figura 20.** Laguna La Salineta, al fondo bosque deciduo sobre colinas, y al frente albufera con herbazal de pantano.

**Bosques de manglar.** Están localizados en las partes inundables de las lagunas por efecto de la marea, donde las condiciones hidroedáficas y el hidroperíodo

permiten su establecimiento. Fueron reconocidos bosques dominados por *R. mangle* y como especie codominante *L. racemosa*, bosques dominados por *L.*

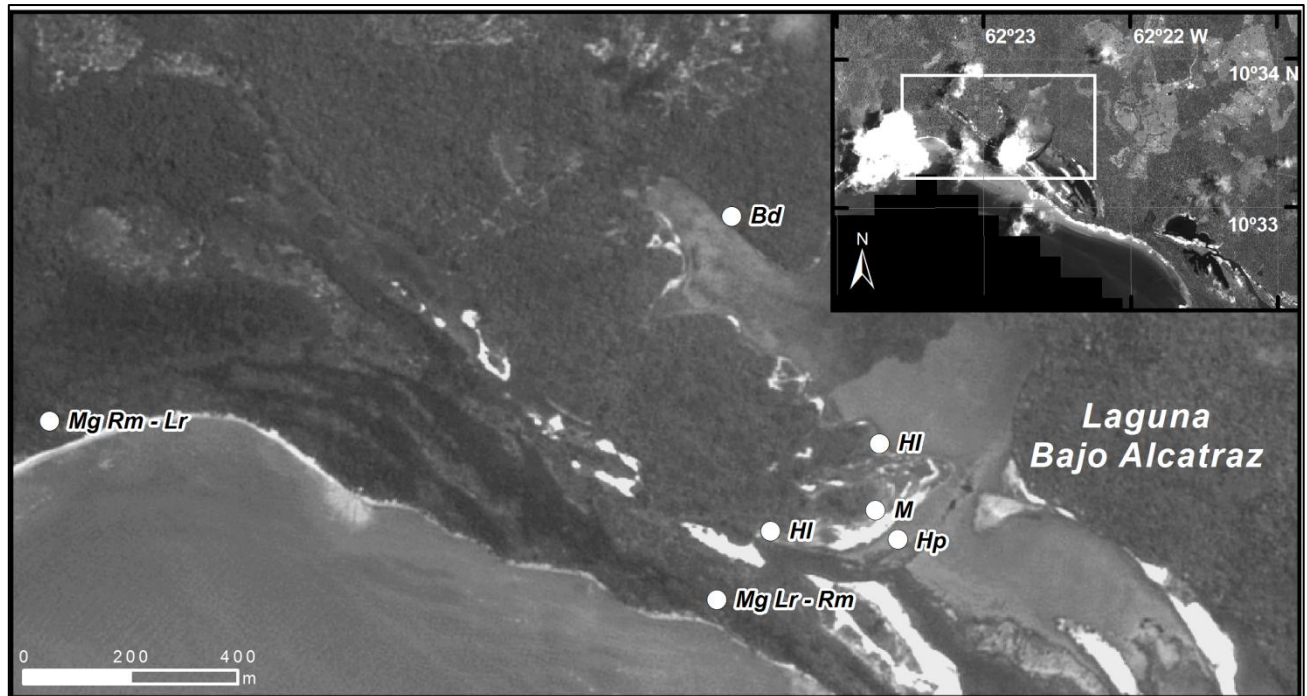
*racemosa*, bosques monoespecíficos de *R. harrisonii* y de *A. germinans*. Para cuantificar la estructura (diámetro, densidad y altura) se delimitaron parcelas de 100 m<sup>2</sup> a 225 m<sup>2</sup>. La densidad total de individuos osciló entre 400 y 6200 ind/ha, el área basal entre 20 y 109 m<sup>2</sup>/ha y la altura máxima medida fue de 25 m (Tabla 5). Los valores de los atributos estructurales son comparables a los obtenidos en los manglares del Golfo de Paria, Río San Juan y Delta del Orinoco (MARNR, 1986; Barreto y González, 1994), que corresponden a los bosques de manglar de mayor complejidad estructural en Venezuela.

Los bosques de *R. mangle*, *R. harrisonii* y *L. racemosa* crecen en suelos predominantemente orgánicos y los bosques de *A. germinans* (Figura 21) en suelos minerales con alto contenido de arcilla. De los

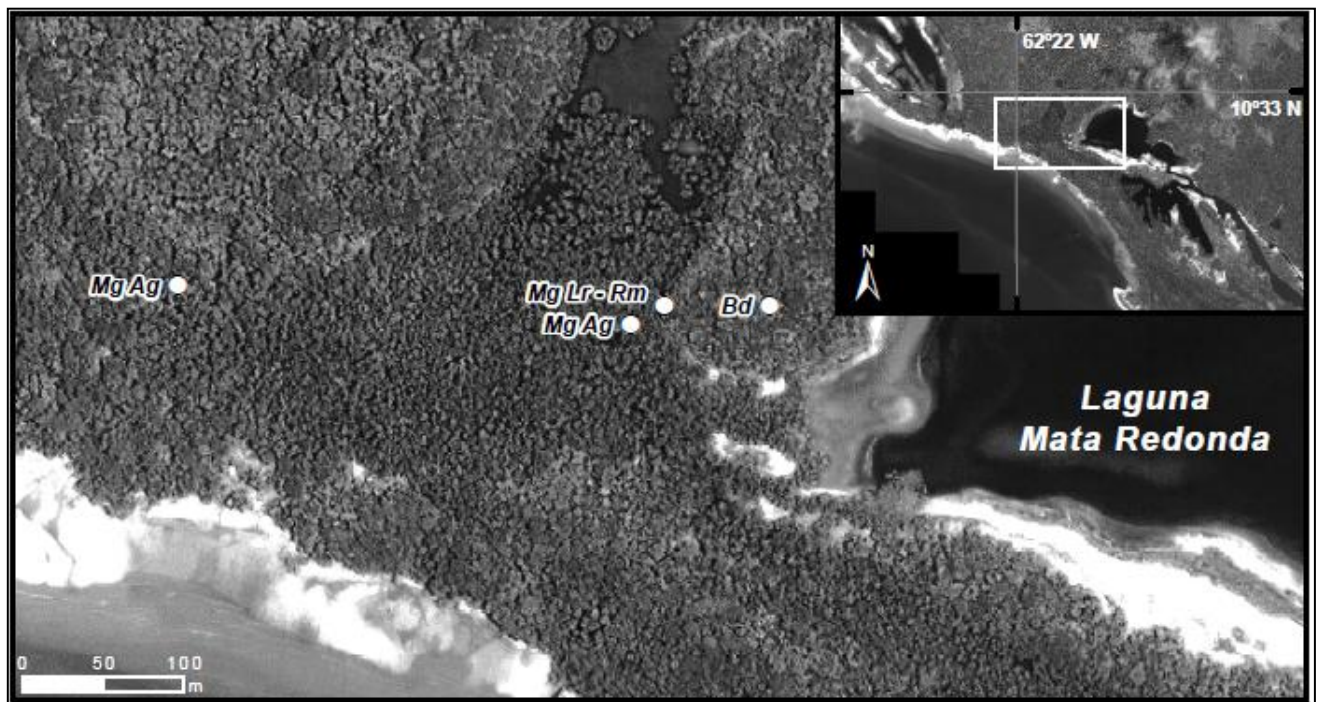
manglares evaluados, el de mayor área basal fue el de *R. harrisonii* (Laguna Bajo Alcatraz, Figura 19). El desarrollo estructural de estos manglares es variable, pero en todos los casos los valores de los atributos estructurales cuantificados se encuentran en el intervalo de valores más altos reportados para manglares del neotrópico. En los cordones litorales externos de las lagunas Bajo Alcatraz y Mata Redonda (desde Punta Bajo Alcatraz hasta Punta Mata Redonda), se observaron manglares con las 6 especies descritas para el país: *R. harrisonii*, *R. mangle*, *R. racemosa*, *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus*. Las características únicas del Sistema Lagunar explican la presencia de estos bosques de manglar donde en una localidad pueden estar presentes las 6 especies. En el estrato inferior abundan hierbas trepadoras como *Rhabdadenia biflora* y *Banisteriopsis* sp.



**Figura 21.** Laguna Mata Redonda, manglar de *Avicennia germinans*.



**Figura 22.** Laguna Bajo Alcatraz, localidades donde fue cuantificada la estructura de la vegetación: Manglar de *L. racemosa* y *R. mangle*, Bosque deciduo, Matorral, Herbazal de Pantano y Herbazal Litoral (puntos blancos).



**Figura 23.** Laguna Mata Redonda, localidades donde fue cuantificada la estructura de la vegetación: Manglar de *A. germinans*, Manglar de *L. racemosa* y *R. mangle* y Bosque deciduo (puntos blancos).

**Matorrales.** Los matorrales se encontraron localizados en las partes topográficamente más elevadas del cuerpo lagunar limitando con las siguientes unidades de vegetación: manglares y herbazales litorales, en algunos casos formando franjas y en otros un patrón tipo mosaico. En esta unidad fueron establecidas parcelas de 100 m<sup>2</sup> a 150 m<sup>2</sup>, con la finalidad de cuantificar la altura de las plantas que conforman el dosel, así como el diámetro y la densidad. Los matorrales constituyen el tipo de vegetación arbórea-arbustiva de menor desarrollo estructural (Figuras 12 y 22). Se caracterizan por la presencia de individuos con múltiples troncos ramificados desde la base, y es común observar individuos armados (con espinas). Las familias dominantes fueron las Mimosaceae, Capparaceae y Cactaceae.

**Comunidades Herbáceas.** En estas formaciones vegetales se observaron Herbazales de Pantano y Herbazales Litorales. Los herbazales de pantano están localizados en terrenos topográficamente deprimidos, en cubetas con sedimentos de texturas arcillosas e inundables por los aportes de los drenajes ubicados en la zona y por las mareas. Estas comunidades están dominadas por plantas emergentes de la familia Cyperaceae, cuya cobertura fue mayor al 90%, estos herbazales limitan con vegetación de manglar y herbazales litorales (Figuras 20 y 22). Los herbazales

litorales se localizan en zonas que limitan con las siguientes unidades de vegetación: herbazales de pantano, bosques de manglar, bosques deciduos y matorral. La cobertura de esta unidad oscila entre 85 y 100%, con distintos patrones (franjas o mosaicos) y en algunos casos con árboles o arbustos dispersos. Por lo general crecen sobre suelos minerales con alto contenido de arena. Pero de acuerdo al porcentaje de arenas, limos y arcillas presentes en el suelo y de la posición topográfica, pueden observarse diferencias en la composición florística y el patrón de dominancia de las especies.

Con base en lo anterior fueron definidos dos tipos de herbazales litorales (Tabla 6, Figura 14 A y B). El primero (H1-1) asociado principalmente a sustratos con presencia de limos o arcillas, aunque en todos los casos la fracción dominante fueron las arenas. Estos herbazales estaban dominados por plantas de las familias Poaceae, Aizoaceae y Cyperaceae. Asociados a los cordones litorales arenosos más externos se observaron herbazales cuya composición florística y forma de vida dominante difiere del anterior. Estos herbazales denominados como H1-2, presentan plantas trepadoras perennes de las familias Convolvulaceae y Fabaceae, adaptadas a suelos de texturas medias a gruesas.

**Tabla 5.** Atributos estructurales de las formaciones vegetales arbóreas presentes en el Sistema Lagunar. Individuos de dap  $\geq$  2,5 cm.

Formación vegetal	Ubicación	N° especies	Densidad (Individuos/ha)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Altura promedio (m)	Altura máxima (m)
Bosque deciduo	Bajo Alcatraz	20	3050	20,3	6	12
Bosque deciduo	La Salineta	11	2270	30,6	7,5	15
Bosque deciduo	Mata Redonda	7	1200	11,5	5,4	8
Matorral	Mata Redonda	4	1000	9,6	3,8	4,5
Manglar <i>Rhizophora-Laguncularia</i>	Punta Mata Redonda	2	6200	76,3	9,8	16
Manglar <i>Rhizophora-Laguncularia</i>	Mata Redonda	2	3400	29,8	12,1	22
Manglar <i>Rhizophora mangle</i>	Bajo Alcatraz	2	1180	61,45	14,5	25
Manglar <i>Rhizophora harrisonii</i>	Bajo Alcatraz	2	1000	109,22	17,2	18
Manglar <i>Laguncularia</i>	La Salineta	2	3600	52	7,2	10
Manglar <i>Laguncularia</i>	Bajo Alcatraz	2	1700	42,74	12,8	24
Manglar <i>Avicennia</i>	Mata Redonda	1	2090	20,3	6,4	12
Manglar <i>Avicennia</i>	Mata Redonda	2	1250	33,72	17,7	22
Manglar <i>Avicennia</i>	La Salineta	1	400	48,19	10,4	12



**Tabla 6.** Características de las formaciones herbáceas presentes en el Sistema Lagunar.

Formación vegetal	Familias dominantes	Especies dominantes	Hábito dominante	Cobertura (%)
Herbazal litoral 1 (Bajo Alcatraz)	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Herbáceo	30-60%
	Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.		
		<i>Fimbristylis cymosa</i>		
	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>		
	Mimosaceae	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>		
Malvaceae	<i>Croton</i> sp. 1			
Herbazal litoral 1 (Mata Redonda)	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Graminoide	70-90%
	Cyperaceae	<i>Cyperacea</i> sp.2		
Herbazal litoral 2 (Bajo Alcatraz)	Fabaceae	<i>Canavalia maritima</i>	Hierbas rastreras	50-70%
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>		
	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>		
	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>		
	Malvaceae	<i>Thespesia populnea</i>		
Herbazal de pantano (Bajo Alcatraz)	Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp. 1	Graminoide	90-100%
		<i>Eleocharis</i> sp.		
Herbazal de pantano (Mata Redonda)	Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.1	Graminoide	90-100%
		<i>Cyperus</i> sp.2		
		<i>Cyperus articulatus</i>		
	Poaceae	<i>Paspalum distichum</i>		
Amaranthaceae	<i>Blutaparon vermiculare</i>			
Herbazal de pantano (La Salineta)	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	Graminoide	90-100%
	Poaceae	<i>Paspalum distichum</i>		

## FAUNA ACUÁTICA Y TERRESTRE

**Fauna Acuática.** En las lagunas y tributarios de agua dulce del área de estudio se identificaron en total 19 familias de peces: Albulidae, Ariidae, Atheronopsidae, Belonidae, Carangidae, Centropomidae, Characidae, Cichlidae, Cyprinodontidae, Elopidae, Gobiidae, Loricariidae, Megalopidae, Mugilidae, Nandidae, Poeciliidae, Rivulidae, Synbranchidae y Tetraodontidae; seis de estas familias (Carangidae, Centropomidae, Characidae, Megalopidae, Mugilidae y Rivulidae) fueron comunes a ambos ambientes (Tabla 7). El porcentaje de familias en cada laguna, en orden descendente fueron: La Salineta 69,2%, Bajo Alcatraz 53,8% y Mata Redonda 38,5%.

El total de especies identificadas fue 17, de las cuales 10 se muestrearon en La Salineta, 9 en Bajo Alcatraz y 7 en Mata Redonda (Tabla 7). La laguna La Salineta se destaca no solo por la presencia de un mayor número de especies, sino por la presencia de dos especies de peces de agua dulce primarios (*Astyanax* sp. y *Synbranchus marmoratus*). El número de ejemplares

por especie fue muy bajo para las especies eurihalinas (número total de ejemplares < 100); el mayor valor correspondió a la especie dulceacuícola *Astyanax* sp., capturada en la desembocadura de la Quebrada La Salineta (245 ejemplares).

**Laguna Bajo Alcatraz.** Se tomaron muestras en tres estaciones; en dos estaciones se utilizó el chinchorro de playa de malla fina y la atarraya, mientras que en una estación (por la poca profundidad) únicamente se empleó el chinchorro. Laguna muy seca, con profundidad máxima de 50 cm aproximadamente, fondo fangoso, temperatura del agua elevada, escasa vegetación acuática (juncuales); vegetación terrestre constituida principalmente mangle rojo y mangle negro. Las nueve especies colectadas en esta laguna pertenecen a las familias Elopidae (*Elops saurus*, vieja), Carangidae (*Eucinostomus* sp., mojarra), Centropomidae (*Centropomus ensiferus*, róbalo), Mugilidae (*Mugil* sp., lisa), Nandidae (*Polycentrus schomburgkii*, falso pez hoja), Rivulidae (*Rivulus* sp., rivulus) y Poeciliidae (*Poecilia vivipara*, *Poecilia* sp.1 y sp.2, guppies).

**Laguna Mata Redonda.** Se tomaron muestras de peces en cuatro estaciones dentro de la laguna, donde el espejo de agua lo permitió. En tres de ellas se utilizó el chinchorro de playa de malla fina y en una se pudo emplear además la atarraya. Esta laguna se encontró muy seca, con profundidad máxima de 50 cm aproximadamente, fondo fangoso, temperatura del agua elevada, vegetación acuática casi inexistente y vegetación terrestre principalmente mangle rojo y mangle negro. Las siete especies colectadas en esta laguna pertenecen a las familias Albulidae (*Albula vulpes*, macabí), Centropomidae (*Centropomus ensiferus*, róbalo), Gerreidae (*Diapterus* sp., *Eugerres* spp., mojarras), Megalopidae (*Megalops atlanticus*, sábalo), Poeciliidae (*Poecilia* sp. 1, *Poecilia* sp. 2, guppies).

**Laguna La Salineta.** Esta laguna está formada por tres cuerpos lagunares y un caño que conecta dos de estos cuerpos lagunares; aquí se realizaron cuatro estaciones, utilizándose el chinchorro de playa de malla fina como arte de pesca. Al igual que el resto de las lagunas muestreadas, La Salineta se observó muy seca con una profundidad máxima de 50 cm aproximadamente, fondo fangoso, temperatura del agua elevada y la vegetación acuática y terrestre formada principalmente por juncos. Las nueve especies colectadas en esta laguna corresponden a las familias: Centropomidae (*Centropomus ensiferus*, róbalo), Nandidae (*Polycentrus schomburgkii*, falso pez hoja), Gobiidae (una especie no identificada), Albulidae (*Albula vulpes*, macabí), Megalopidae (*Megalops atlanticus*) y Poeciliidae (*Poecilia* sp. 1 y *Poecilia* sp. 2, guppies). En la zona norte de la laguna, en un pozo formado por acumulación de agua de escorrentía (Figura 24), se colectó gran cantidad de ejemplares de la sardina de río, *Astyanax* sp. (Characidae) y un ejemplar de la anguila de río *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae), destacando por tratarse de especies estrictamente dulceacuícolas.

**Ríos adyacentes al Sistema Lagunar.** Se colectaron peces en tres ríos al norte del complejo lagunar: ríos Güaraguarita, Bautista (Figura 25) y Yoco. Los ríos se observaron muy secos, con profundidad promedio de 30 cm y moderada temperatura del agua; la vegetación terrestre presentó una cobertura entre 5 y 20%, aproximadamente. Incluyendo aquellas familias comunes con las del sistema lagunar, en los ríos se identificaron 12 familias de peces (Ariidae, Atheronopsidae, Belonidae, Carangidae, Centropomidae, Characidae, Cichlidae, Loricariidae, Megalopidae, Mugilidae, Rivulidae y Tetraodontidae), de las cuales seis (Ariidae, Atheronopsidae, Belonidae, Cichlidae, Loricariidae y Tetraodontidae) se hallaron exclusivamente en los ríos. El mayor número de familias se encontró en el río Yoco (66,7%), mientras que en los ríos

Bautista y Guaraguarita se encontraron tres (25,0%) familias en cada uno. En estos ríos se identificaron 18 especies (*Arius* sp. *Astyanax* sp. 1 *Astyanax* sp. 2 *Astyanax* sp. 3 *Centropomus ensiferus*, *Cichlasoma* sp., *Colomesus psitacus*, *Creagrutus* sp.1, *Creagrutus* sp. 2 *Eucinostomus* sp., *Hemibrycon* sp., *Hypostomus* sp., *Megalops atlanticus*, *Mugil liza*, *Rivulus* sp., *Spheroides maculatus*, *Strongylura marina*, *Xenomela-niris brasiliensis*, de las cuales nueve correspondieron al Río Yoco, seis al Río Bautista y cuatro al Río Guaraguarita. En el Río Yoco, más cercano a la laguna Bajo Alcatraz, cabe destacar la presencia de especies de aguas salobres que posiblemente se intercambian con esta laguna durante los ciclos de mareas. En los ríos Bautista y Guaraguarita, las especies encontradas son exclusivamente especies de agua dulce primarias.



Figura 24. Pozo de escorrentía, Quebrada La Salineta.



Figura 25. Captura de peces en el Río Bautista.

**Tabla 7.** Lista de especies de peces en el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta y ríos adyacentes. Hábitat: AA= Aguas abiertas sin cobertura vegetal; OJ= Orilla con juncuales; CM=Caño en el manglar; OM=Orilla de manglar; P= Pozo aguas escorrentía; C=Cauce.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT
<b>Mata Redonda</b>				
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp. 1	OJ
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp. 2	OJ
OSTEICHTHYES	Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	AA
OSTEICHTHYES	Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	AA
OSTEICHTHYES	Elopiformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	AA
OSTEICHTHYES	Perciformes	Carangidae	<i>Eugerres</i> sp	AA
OSTEICHTHYES	Perciformes	Carangidae	<i>Diapterus</i> sp	AA
<b>La Salineta</b>				
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp. 1	OJ
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp. 2	OJ
OSTEICHTHYES	Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	AA
OSTEICHTHYES	Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	CM
OSTEICHTHYES	Elopiformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	CM
OSTEICHTHYES	Perciformes	Nandidae	<i>Polycentrus schomburgkii</i>	CM-OJ
OSTEICHTHYES	Perciformes	Gobiidae	No identificada	CM
OSTEICHTHYES	Gadiformes	Cyprinodontidae	No identificada	CM
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.	P
OSTEICHTHYES	Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	P
<b>Bajo Alcatraz</b>				
OSTEICHTHYES	Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i> (juv.)	AA
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia vivipara</i>	OJ
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Rivulidae	<i>Rivulus</i> sp.	OJ
OSTEICHTHYES	Perciformes	Carangidae	<i>Eucinostomus</i> sp. (juv.)	AA
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp. 1	OJ
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp. 2	OJ
OSTEICHTHYES	Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	OJ
OSTEICHTHYES	Perciformes	Nandidae	<i>Polycentrus schomburgkii</i>	OM
OSTEICHTHYES	Perciformes	Mugilidae	<i>Mugil</i> sp.	OJ
<b>Río Yoco</b>				
OSTEICHTHYES	Siluriformes	Ariidae	<i>Arius</i> sp.	C
OSTEICHTHYES	Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	C
OSTEICHTHYES	Perciformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	C
OSTEICHTHYES	Perciformes	Carangidae	<i>Eucinostomus</i> sp. (juv.)	C
OSTEICHTHYES	Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	C
OSTEICHTHYES	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Colomesus psitacus</i>	C
OSTEICHTHYES	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Spheroides maculatus</i>	C
OSTEICHTHYES	Perciformes	Belonidae	<i>Strongylura marina</i>	C
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Atheronopsidae	<i>Xenomelaniris brasiliensis</i>	C
<b>Río Güaragüarita</b>				
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.1	C
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i> sp.1	C
OSTEICHTHYES	Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus</i> sp.	C
OSTEICHTHYES	Atheriniformes	Rivulidae	<i>Rivulus</i> sp.	C
<b>Río Bautista</b>				
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.2	C
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.3	C
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Creagrutus</i> sp.2	C
OSTEICHTHYES	Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.	C
OSTEICHTHYES	Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma</i> sp.	C
OSTEICHTHYES	Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus</i> sp.	C

En la Figura 26 se presenta un dendrograma de similitud de Jaccard entre las lagunas del Sistema y tres ríos adyacentes al mismo. Se observó la formación de dos agrupaciones, donde las tres lagunas [(Mata Redonda + La Salineta) + Bajo Alcatraz] son más afines entre sí (23,0%), y éstas a su vez con el río Yoco (5,8%); el otro grupo está conformado por los ríos Güaraguarita + Bautista, similares en un 11,0%.

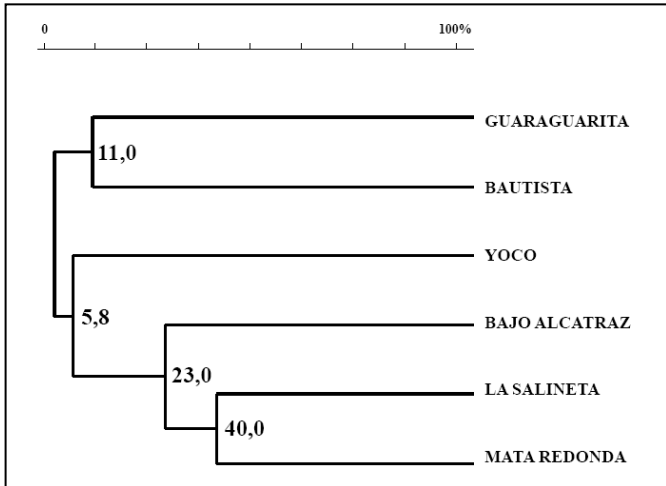


Figura 26. Dendrograma de similitud taxonómica de especies de peces del Sistema Lagunar. Índice de Jaccard.

**Características generales de la especies comerciales capturadas en el Sistema Lagunar.** A continuación se describen algunas características generales de las principales especies componentes de la ictiofauna de las lagunas del Sistema (Cervigón, 1986; 1991; 1993; 1996; Cervigón y Gómez, 1986; Cervigón y col., 1992; Cervigón y Alcalá, 1999).

Los macabíes (*Elops saurus*) son peces subtropicales con distribución mundial. Marinos o de aguas salobres, de cuerpo plateado, alargado y fusiforme, con aletas manchadas y la base de los pectorales de color amarillo. Alcanzan hasta 104 cm de longitud total. Habita en aguas costeras llanas, estuarios y bahías con fondos arenosos o fangosos. Tolerancia bajos contenidos de oxígeno. Tienen poca importancia comercial pues su carne no es apreciada, pero es un importante pez deportivo y puede ser usado como carnada.

Las lisas (*Mugil* spp.) son peces subtropicales con distribución que se extiende en el Atlántico occidental

desde Florida (USA), Bahamas y el Mar Caribe hasta Argentina. Habitan los fondos de ambientes de agua dulce, salobres y marinas y lagunas hipersalinas y estuarios. Pueden penetrar en aguas dulces de los ríos. Realizan migraciones tróficas a lo largo de las costas en cardumes de tamaño considerable. Se alimenta de detritus orgánico y algas filamentosas. Desovan en el mar y las larvas entran a las lagunas litorales para encontrar alimento y refugio. Son peces de importancia en pesquerías y acuicultura, alcanzando hasta 40 cm de longitud total; sus gónadas se comercializan saladas y secas y son consideradas una delicadeza.

Los guppies (*Poecilia* spp.) son peces tropicales con una distribución que se extiende en Sur América desde Venezuela a Brasil y Guyanas. También se encuentra en Barbados y Trinidad. No son peces migratorios y se encuentran en habitats muy variados, incluyendo en aguas turbias de lagunas, canales de irrigación y cursos de aguas muy limpios. Tolerancia un amplio rango de salinidades, intervalos de pH de 7-8 y requiere temperaturas entre 23-24°C. Se alimentan de zooplancton, insectos y detritus y alcanzan un tamaño máximo de 3,5 cm de longitud estándar. Sin importancia comercial aunque son muy populares con los acuaristas por sus coloridas variedades. Algunas especies se utilizan en investigaciones genéticas.

Los róbalo (*Centropomus* spp.) son peces de distribución subtropical en todo el océano Atlántico occidental desde Florida (USA) hasta Río de Janeiro (Brasil). Alcanzan un tamaño máximo de 36 cm de longitud total y habitan fondos suaves de aguas costaneras, estuarios y lagunas: penetra a aguas dulces. Se alimenta de peces pequeños (Engraulidae, Clupeidae, etc.) y crustáceos (camarones principalmente). Son de gran importancia pesquera.

*Polycentrus schomburgkii* es una especie de la división primaria, pequeños, de 6 a 8 cm de longitud estándar que habitan aguas dulces, claras o turbias, a menudo salobres, de los ríos costeros de la costa atlántica en América del Sur, Trinidad, Surinam, Guayana Francesa y Brasil. Prefieren un intervalo de pH entre 6-7. Los machos de presentan cuidado parental de los huevos y larvas. Los huevos son depositados bajo hojas de plantas acuáticas o en huecos. Se alimenta de gusanos, insectos y peces. Las especies del género presentan un estatus taxonómico incierto, pues puede haber más de una en cada uno de los dos géneros de la familia. Se comercializan principalmente como peces de acuario, por la característica forma de hoja que poseen.

Las mojarras (*Diapterus* spp., *Gerres*, otros) son peces subtropicales, demersales, marinos o de aguas salobres. Se distribuyen en el Atlántico Occidental, sur del Golfo de México, Las Antillas, Centro America y Brasil. Comunes en áreas de manglares, sobre fondos arenosos a lodosos. Alcanzan los 30 cm de longitud estándar y sus juveniles se encuentran en ambientes hipersalinos de las lagunas litorales. Se alimentan de pequeños invertebrados béticos. De importancia pesquera menor, ocasionalmente utilizado como carnada o para la elaboración de harina de pescado

Los sábalos (*Megalops atlanticus*) son una especie que habita las aguas costeras subtropicales, estuarios, lagunas costeras, con una talla promedio de 130 cm, pero pueden alcanzar hasta 250 cm de longitud total. Se encuentran en la desembocadura de los ríos y muchas veces entran en los mismos. Pueden respirar en aguas relativamente pobres en oxígeno y desovan en lagunas estuarinas separadas del mar. El mayor registro de peso para la especie es de 283 lb en el Lago de Maracaibo. Se distribuyen en el atlántico desde Carolina del Norte (USA), Golfo de México, Mar Caribe, hasta Brasil y Argentina. Su carne es muy apreciada y forman parte de un comercio como peces deportivos por sus espectaculares saltos.

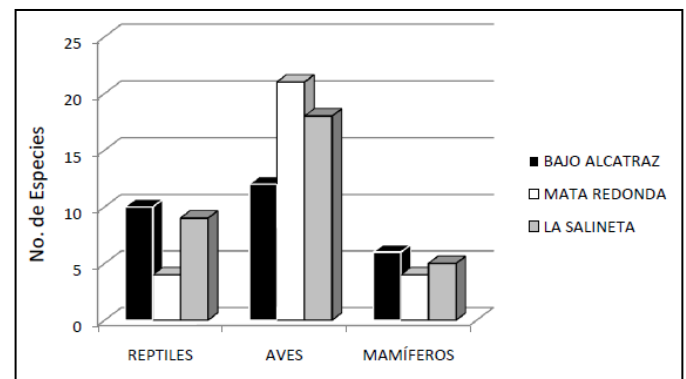
Los bagres (*Arius* spp., *Selenapsis* spp.) son peces tropicales, de una talla promedio de hasta 30 cm, que habitan los medios marinos, estuarinos y de agua dulce de la mayoría de los ríos y sistemas lagunares de America del Sur. Son muy tolerantes a los cambios de salinidad en el medio y se encuentran en los fondos fangosos de las lagunas, alrededor de las áreas de manglares, donde se alimentan de una gran variedad de organismos bentónicos. Las hembras ponen de 20 a 30 huevos, que son y incubados en la boca por los machos. Los bagres forman parte del consumo en la mayoría de las lagunas litorales del país, donde su pesca es mayormente de subsistencia.

Ninguna de las especies de este grupo está incluida en la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), ni presentan peligro alguno para los humanos; sin embargo, para algunos de los grupos de especies mencionadas (sábalo, macabie, mojarras) se han reportado casos de *ciguatera*. Esta condición es causada por toxinas producidas por dinoflagelados; consumidos por peces herbívoros, y que al ser depredados por especies situadas en el tope de la cadena alimentaria, se bioacumulan en estos últimos. Las toxinas que causan

la ciguatera son altamente resistentes al calor, por lo que la cocción de los peces que la presentan, no las elimina. Los síntomas de envenenamiento por ciguatera incluyen efectos gastrointestinales como vómitos y diarrea y neurotóxicos, como dolores de cabeza, alucinaciones, pérdida de control muscular y parestesia.

Para dos de los grupos arriba mencionados, también se han reportado ciertos efectos adversos: Las espinas de los bagres pueden causar dolorosas heridas y, en el caso de los guppies, por haber sido introducidos ampliamente para control de poblaciones de mosquitos, poseen el potencial de convertirse en una plaga, con efectos adversos sobre las poblaciones de peces nativos en áreas donde se han introducido. Muchas de las especies que se encuentran en el sistema lagunar soportan pesquerías artesanales de bajo rendimiento que son la base de sustento para muchos pobladores en las áreas aledañas. Adicionalmente, se extraen también camarones (*Penaeus schmitti*) y cangrejos (*Cardissoma* sp., jaibas).

**Fauna Terrestre.** Se identificaron 16 especies de reptiles, 33 de aves y 8 de mamíferos, siendo las aves las más representativas, seguido de reptiles y mamíferos (Figura 27; Tabla 8).



**Figura 27.** Número de especies de reptiles, aves y mamíferos del Sistema Lagunar.

**Laguna Bajo Alcatraz.** Se identificaron cinco familias de reptiles, 11 de aves y cuatro de mamíferos. Se observaron 10 especies de reptiles, 12 de aves y seis de mamíferos. Las familias de reptiles más representativas fueron Teiidae y Gekkonidae, mientras

que en el grupo de las aves todas las familias estuvieron representadas por una sola especie, salvo Ardeidae con dos especies. En mamíferos, se identificaron dos especies para cada una de las familias Felidae y Cervidae. Todas las especies registradas de reptiles se localizaron en el bosque deciduo, bosque semideciduo y en el matorral; adicionalmente, *Iguana iguana*, *Ameiva bifrontata*, *Ameiva ameiva* y *Cnemidophorus lemniscatus* también se encontraron en el manglar. El grupo de las aves utilizó diferencialmente todas las unidades de vegetación, mientras que todas las especies de mamíferos se localizaron en todas las formaciones vegetales, con excepción del herbazal litoral (Tabla 8).

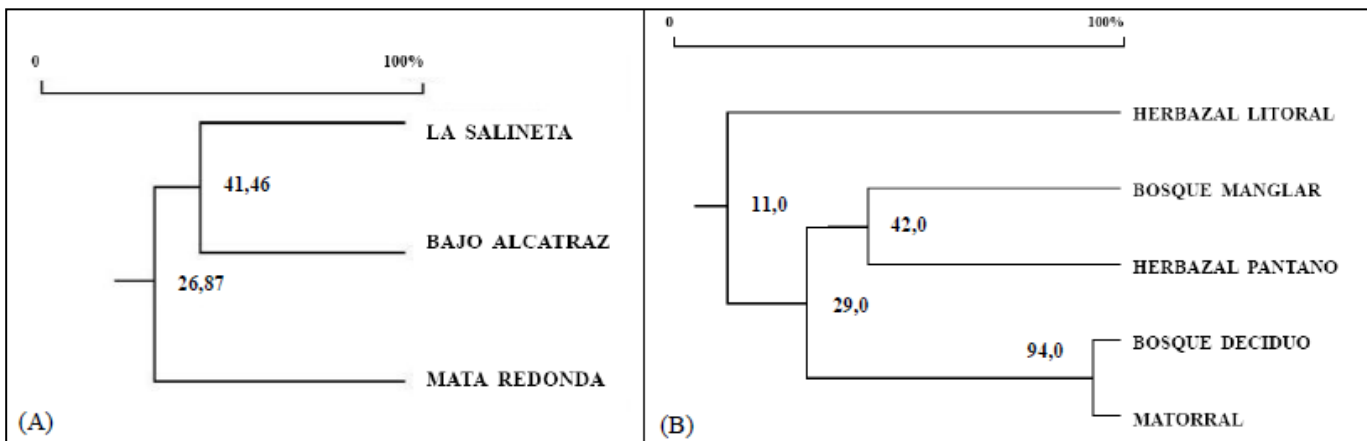
**Laguna Mata Redonda.** Se identificaron tres familias de reptiles, 17 de aves y cuatro de mamíferos. La familia de reptiles más representativa fue Teiidae. En aves, fueron Threskiornithidae, Emberizidae y Tyrannidae. En mamíferos cada familia estuvo representada por una especie. Fue registrada una especie de tortuga (*Kinosternon scorpioides scorpioides*) y tres especies de lagartos, 23 de aves y cuatro de mamíferos. Las lagartijas *Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus lemniscatus* se localizaron en el bosque deciduo, el bosque semideciduo, el bosque de manglar y en el matorral. *Kinosternon s. scorpioides* y *Gonatodes vittatus* se ubicaron únicamente en el herbazal de pantano y en el bosque semideciduo. Las aves, se registraron en las seis unidades de hábitat. Los mamíferos se localizaron en el bosque deciduo, bosque semideciduo, matorral, herbazal de pantano y bosque de manglar (Tabla 8).

**Laguna La Salineta.** Se registraron cinco familias de reptiles, 16 de aves y cinco de mamíferos. En reptiles

se identificaron siete lagartos y dos serpientes; también se observó un cocodrilo (*Caiman crocodylus*) en un pozo formado por el tapón de la Quebrada La Salineta. Se registraron 18 especies de aves y cinco de mamíferos. En aves, las familias Ardeidae y Threskiornithidae estuvieron representadas por dos especies cada una. En mamíferos se observó una especie por cada familia. El bosque deciduo, el bosque semideciduo y el matorral fueron las unidades de vegetación más utilizadas por los reptiles, mientras que sólo tres especies se localizaron en el bosque de manglar. Las aves se ubicaron en todas las unidades de hábitat. Con excepción del herbazal litoral, los mamíferos se encontraron en todas las hábitat asociados a la fauna terrestre (Tabla 8).

**Análisis comunitario.** La similitud taxonómica entre las diferentes lagunas presentes en el Sistema Lagunar, señala la formación de dos grupos: el primero formado por las lagunas La Salineta + Bajo Alcatraz, con un alto valor de similitud entre ellas de 41,46%; asociado al primer grupo está Mata Redonda con un valor de similitud de 26,87%, con respecto a las dos lagunas antes mencionadas (Figura 28 A).

El análisis de similitud taxonómica entre las diferentes unidades de hábitat presentes en el sistema lagunar, utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard, permitió separar tres grandes conjuntos (Figura 28 B): el primero conformado por el bosque deciduo + matorral (94%), seguido de bosque de manglar + herbazal de pantano (42%) y por último el herbazal litoral con un 11% de similitud con los dos grupos antes mencionados.



**Figura 28.** (A) Dendrograma de similitud taxonómica de vertebrados terrestres entre las tres lagunas de Sistema. (B) Dendrograma de similitud taxonómica entre las unidades de vegetación de todo el Sistema Lagunar. Índice de Jaccard.

**Tabla 8.** Inventario y hábitat de la fauna de vertebrados terrestres identificados para el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta. Hábitat: Bd=Bosques deciduos; Bm=Bosques de manglar; M=Matorral; Bs=Bosques semideciduos; Hp=Herbazal de pantano; HI=Herbazal litoral.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT
<b>Mata Redonda</b>				
REPTILIA	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon s. scorpioides</i>	Hp, Bs
REPTILIA	Squamata	Gekkonidae	<i>Gonatodes vittatus</i>	Hp, Bs
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i>	Bd,Bm,M,Bs
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Bd,Bm,M,Bs
AVES	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Bm
AVES	Pelecaniformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Bm
AVES	Ciconiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Bm, Hp,HI
AVES	Ciconiformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	Bm, Hp,HI
AVES	Ciconiformes	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Bm, Hp,HI
AVES	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Bm, Hp
AVES	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Bm, Hp
AVES	Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Hp
AVES	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Hp
AVES	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Bm, Hp
AVES	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Bd,M,Bs
AVES	Passeriformes	Emberizidae	<i>Tachyphonus rufus</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Passeriformes	Emberizidae	<i>Euphonia trinitatis</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Passeriformes	Emberizidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila lineola</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fumigatus</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Falconiformes	Accipitridae	<i>Chonderohierax uncinatus</i>	Bd,M,Bs,Hp
AVES	Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Bd,M,Bs,Hp
MAMMALIA	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Bd,M,Bs,Hp,Bm
MAMMALIA	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Bd,M,Bs,Hp,Bm
MAMMALIA	Xenarthra	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Bd,M,Bs
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Bd,M,Bs,Hp
<b>La Salineta</b>				
REPTILIA	Squamata	Gekkonidae	<i>Gonatodes vittatus</i>	Bd,M,Bs
REPTILIA	Squamata	Gekkonidae	<i>Phyllodactylus ventralis</i>	Bd,M,Bs
REPTILIA	Squamata	Scincidae	<i>Mabuya mabouya</i>	Bd,M,Bs
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i>	Bd,M,Bs,Bm
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Bd,M,Bs,Bm
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	Bd,M,Bs
REPTILIA	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Bd,M,Bs,Bm
REPTILIA	Squamata	Colubridae	<i>Chironius carinatus</i>	Bd,M,Bs
REPTILIA	Squamata	Colubridae	<i>Oxibelis aeneus</i>	Bd,M,Bs
AVES	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Bm
AVES	Pelecaniformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Bm
AVES	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis ruficauda</i>	Bd,M,Bs,Hp,Bm
AVES	Ciconiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Bm, Hp,HI
AVES	Ciconiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Bm, Hp,HI

AVES	Ciconiformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Ciconiformes	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Bd, M, Bs
AVES	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Bd, M, Bs
AVES	Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Bd, M, Bs, Hp
AVES	Falconiformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Bd, M, Bs, Hp
AVES	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Passeriformes	Formicariidae	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Bd, M, Bs
AVES	Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Bd, M, Bs
AVES	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Fluvicola pica</i>	Bd, M, Bs
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus mestruus</i>	Bd, M, Bs
AVES	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Bd, M, Bs
MAMMALIA	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
<b>Bajo Alcatraz</b>				
REPTILIA	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus mabouia</i>	Bd, M, Bs
REPTILIA	Squamata	Gekkonidae	<i>Gonatodes vittatus</i>	Bd, M, Bs
REPTILIA	Squamata	Gekkonidae	<i>Phyllodactylus ventralis</i>	Bd, M, Bs
REPTILIA	Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis nitens</i>	Bd, M, Bs
REPTILIA	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Bd, M, Bs, Bm
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i>	Bd, M, Bs, Bm
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Bd, M, Bs, Bm
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	Bd, M, Bs, Bm
REPTILIA	Squamata	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	Bd, M, Bs
REPTILIA	Squamata	Tropiduridae	<i>Plica plica</i>	Bd, M, Bs
AVES	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Bm
AVES	Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Bm, Hp
AVES	Ciconiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Ciconiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Ciconiformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Bd, M, Bs
AVES	Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Bd, M, Bs, Hp
AVES	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Bm, Hp, HI
AVES	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis ruficauda</i>	Bd, M, Bs
AVES	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Bd, M, Bs
AVES	Passeriformes	Formicariidae	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Bd, M, Bs
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Bd, M, Bs
MAMMALIA	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Bd, M, Bs, Hp, Bm





**Figura 29.** Foto superior: excrementos de *Procyon cancrivorus* avistados en la laguna Bajo Alcatraz. Foto inferior: El lagarto *Plica plica* en la Quebrada El Corozo, afluente intermitente de la Laguna Bajo Alcatraz.

## DISCUSIÓN

Las penínsulas generalmente constituyen un ensamblaje de paisajes y hábitats heterogéneos donde se observan similitudes de fauna y flora con la biota continental, pero con sus particularidades producto de las condiciones de semi-aislamiento geográfico (Riddle y *col.*, 2000). La Península de Paria, al noreste de Venezuela, encaja perfectamente con esta descripción, ya que es el producto de una historia geológica muy dinámica y de una constitución geomorfológica actual moldeada al norte por la influencia del ambiente caribeño y al sur, por la desembocadura del río Orinoco, que delimita la fachada atlántica del país.

Dentro de este mosaico de ambientes, resaltan las lagunas costeras, ya que son cuerpos de aguas someras de volúmenes variables dependiendo de los periodos de secas y de lluvia, con temperaturas elevadas, salinidades muy variables, fondos predominantemente fangosos, y características de topografía y superficie muy irregulares. Es posible entonces considerar a las lagunas costeras como un ambiente fluctuante tanto hidrodinámica como geomorfológicamente, donde parece poco apropiado hacer predicciones o pronósticos biológicos a largo plazo.

En el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta se presenta un ciclo regular anual de entrada periódica de agua de mar por la abertura de sus barras y el posterior cierre de las mismas por fenómenos hidrodinámicos y de circulación litoral. En relación a las entradas de agua dulce, cada laguna posee una quebrada aportante independiente, y divididas entre sí por la presencia de colinas o barreras topográficas que limitan o eliminan cualquier posibilidad de interacción entre las cuencas al nivel de las quebradas. Una vez alcanzada la cota de explayamiento al nivel de las lagunas, la topografía cambia totalmente, y la separación entre cada laguna se mantiene por la presencia de pequeñas elevaciones, producto de la evolución costera formada por sucesivos cordones litorales. Estas elevaciones son menores de 1 metro pero mantienen confinadas las lagunas, las cuales solo pueden drenar aguas hacia el mar en los meses que se encuentran abiertos los canales de marea.

Al norte del Sistema Lagunar se localizan algunos ríos importantes, tales como el Yoco, Güiría, Bautista y Guaraguarita; la evidencia geomorfológica indica que éstos no drenan directamente a ninguna de las tres lagunas. La evaluación hidráulica del río Yoco permitió

inferir que es muy poco probable que exista interacción entre éste y su laguna colindante (Bajo Alcatraz). Primeramente, por la existencia de una elevación lateral en el cauce del río lo suficientemente alta como para impedir el paso de las aguas, aún durante el tiempo en que la boca del río está cerrada, ya que la altura de agua requerida durante el tiempo del represamiento para poder drenar a la cuenca colindante, generaría necesariamente la apertura de la barra y su consecuente alivio hacia el mar mucho antes de que pudiese desbordarse lateralmente. El segundo indicio es la posición estable de descarga del Río Yoco, verificada en los planos cartográficos de 1979 y en las fotos del año 2002; de ser relativamente frecuente el desborde del río, aún en periodos interanuales, se evidenciaría en las fotos la migración de la posición de la descarga. No obstante, bajo una condición excepcional, con presencia de una barra litoral alta y la ocurrencia de una avenida extraordinaria (mayor de 50 años de período de retorno), es posible que mientras se desarrolla la apertura de la barra para la descarga, el agua represada puede generar un contra remanso aguas arriba, que eventualmente pudiera sobrepasar en algún punto el confinamiento lateral del cauce y aliviar lateralmente. Sólo en este caso, el agua aliviada no tendría ningún obstáculo para drenar sus aguas hacia la laguna Bajo Alcatraz, a través de los canales intercordinales.

En relación con la interacción directa entre las tres lagunas, el control topográfico que mantiene separados los espejos de agua de Bajo Alcatraz y Mata Redonda, y la ausencia de un área común de drenaje en los últimos canales intercordinales, permiten sugerir que no existe interconexión entre las mismas; sin embargo, durante eventos de mareas vivas con oleajes fuertes, el mar puede superar la altura del primer cordón litoral y llenar el espacio intercordinal, creando un continuo de agua entre las áreas de implantación de las lagunas. La laguna La Salineta se encuentra más confinada por la presencia de colinas de borde, por lo que su falta de conexión hidrológica con la laguna Mata Redonda es aún más evidente. La dinámica de estos fenómenos determina intervalos desde el agua dulce hasta ambientes hipersalinos, dependiendo además de las tasas de precipitación, evaporación y escurrimiento.

En el aspecto geomorfológico, el Sistema Lagunar está conformado por diversas geofomas que interaccionan de manera dinámica, tolerando fluctuaciones diarias y estacionales de los factores abióticos, tales como precipitación, temperatura, salinidad y mareas. Además de las estrechas relaciones

suelo-geomorfología, existe una relación directa entre éstos y el funcionamiento hidráulico del sistema, que fue comentado anteriormente. Estas interacciones hidrológicas y geomorfológicas condicionan, en última instancia, la distribución y diversidad de la flora y fauna de la zona.

Las observaciones de campo mostraron que los cordones litorales altos presentan predominantemente suelos arenosos, no se inundan durante la estación lluviosa y sus niveles freáticos están normalmente por debajo de los 40 cm; estas condiciones permiten el establecimiento de una vegetación caracterizada principalmente por bosques deciduos, arbustales y matorrales litorales.

En América del sur los bosques secos (incluidos los bosques deciduos) representan aproximadamente el 22% de las áreas forestales (Murphy y Lugo, 1986). Las superficies más extensas de este tipo de bosque se localizan al noreste de Brasil y en las zonas secas de Colombia y Venezuela (Sarmiento, 1975). Actualmente, los bosques secos neotropicales y los manglares están considerados como ecosistemas bajo amenaza, debido a que representan las comunidades forestales con la mayor tasa de destrucción y degradación (Stotz y col. 1996, Valiela y col., 2001). Por otro lado, es preocupante que la mayor tasa promedio anual mundial de desaparición de los manglares la exhibe el continente Americano (3.62 %) y los países con la mayor tasa de destrucción son México, Venezuela y Panamá (Valiela y col., 2001).

Otra de las geoformas predominantes en el Sistema Lagunar son los cordones litorales bajos, los cuales presentan suelos con texturas arenosas y franco arenosas, y niveles freáticos sobre los 40 cm; el estrés por deficiencia de agua es muy marcado durante la prolongada estación seca, debido a su poca retención de agua. Se observaron suelos sin cobertura vegetal en aquellas zonas donde la inundación era superior a los 20 cm, mientras que se observaron herbazales litorales donde la lámina de agua alcanzaba la superficie y el nivel freático estaba por sobre los 40 cm de profundidad.

En las zonas inundables de las lagunas por efecto de la marea, y donde las condiciones hidroedáficas y el hidroperíodo les son favorables, se han establecido los manglares. En el área de estudio se observó la presencia de manglares en las marismas, albuferas y depresiones intercordones. Se identificaron bosques dominados

por *R. mangle* y como especie codominante *L. racemosa*, bosques dominados por *L. racemosa*, bosques mono-específicos de *R. harrisonii* y de *A. germinans*. Los valores de los atributos estructurales determinados en los manglares analizados (densidad total de individuos, área basal y altura máxima) resultaron comparables con los obtenidos en los manglares del Golfo de Paria, Río San Juan y Delta del Orinoco (MARNR, 1986, Barreto y González, 1994). Los manglares de la planicie cenagosa del Golfo de Paria presentan un alto grado de complejidad estructural y están conformados por las especies *Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, *R. harrisonii*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* (MARNR, 1986).

Por lo antes expresado este Sistema Lagunar merece especial atención desde el punto de vista ecológico, no solo por las características de la vegetación (composición florística y patrón espacial de distribución), sino también por el alto grado de conservación del sistema.

La diversidad florística y la estructura de los manglares del sistema lagunar son muy variables. Diversos estudios sugieren que la variación en la estructura y composición responde a la variación espacio-temporal de factores abióticos como la salinidad intersticial, textura, densidad aparente, composición química, y potencial redox, entre otras propiedades edáficas (Cintrón y col., 1978; McKee, 1993; Fromard y col., 1998). Son ecosistemas muy productivos, con reconocido valor como hábitat, sitios de reproducción y criadero de fauna silvestre, protección de la línea de costa y valor estético recreativo. Los manglares y la vegetación acuática o semiacuática asociada con las costas lagunares albergan diversos representantes de la fauna silvestre (López-Rojas, 1999; Pérez y Pauls, 1988), principalmente aquellos pertenecientes a los grupos de los peces y las aves. Los peces revisten especial atención, ya que constituyen un componente importante en la dieta de las comunidades aledañas a las lagunas.

Al igual que ocurre en otros ecosistemas parecidos a lo largo de nuestras costas, la ictiofauna de estas lagunas costeras está constituida por residentes permanentes que son especies eurihalinas y por especies temporales, mayormente especies marinas que penetran al sistema por su conexión con el mar en procura de sitios de desove, alimentación y refugio. A pesar de que los reportes son escasos, una comparación de las ictiofaunas del Refugio de Fauna Silvestre de Cuare

(López-Rojas y col., 1996), del complejo lagunar Píritu-Unare (Mago-Leccia, 1964), de la Laguna de Tacarigua (Weibezahn, 1949; Ródenas y López-Rojas, 1993) y trabajos en otras lagunas del país (Cervigón, 1986, 1991; Gómez, 1981; Cervigón y col., 1992; Ramírez, 1994a; Ramírez, 1994b) muestra muchas similitudes en cuanto a la composición de los principales componentes de la ictiofauna de las áreas lagunares: róbalo (*Centropomus ensiferus*, *C. undecimalis*), lisas (*Mugil curema*), lebranches (*Mugil liza*), bagres (*Selenapsis herzbergii*, *Arius spixii*) y mojarra (*Eugerres plumieri*, *Diapterus rhombeus*, *Gerres cinereus*, *Eucinostomus argenteus*, *E. pseudocula*) (Fisher, 1978; Fraser, 1978; Cervigón, 1991; Cervigón y col., 1992;). Este grupo de especies también conforman pesquerías artesanales que son la base de sustento para muchos pobladores en las áreas aledañas a las lagunas litorales.

Existe poca información sobre la biología de muchas de estas especies o el manejo pesquero de las mismas. Las lisas y lebranches cumplen un ciclo complejo en el cual los adultos salen al mar a desovar y los juveniles se crían en las lagunas al resguardo de las raíces de los mangles. Su alimentación está asociada con el fondo y es esencialmente detritívora. Los róbalo, al igual que las lisas y lebranches, cumplen su ciclo vital tanto en el mar donde desovan, como en la laguna donde se crían, pero a diferencia de ellos tienen una alimentación constituida por peces e invertebrados (Carvajal, 1965; Carvajal, 1972). La presencia de juveniles de peces que migran regularmente entre el mar y la zona de lagunas, evidencia el hecho ampliamente documentado en la bibliografía de la utilización de los sistemas lagunares costeros como áreas de desove, alimentación y refugio de peces, algunos de ellos de importancia comercial, tales como róbalo, sábalo y lisas. Las lisas y lebranches constituyen especies aptas para la piscicultura, de allí la importancia de resguardar el ecosistema lagunar.

En adición a los peces propios del espejo de agua de las lagunas, otras especies que fueron encontradas únicamente en caños dentro del manglar durante el muestreo de sequía, indican que existe una distribución temporal y espacial dependientes de la dinámica hidrológica particular de cada laguna, la cual se vería severamente alterada por intervenciones que afecten el régimen hidrológico. Por ejemplo, durante un recorrido realizado en la zona norte del Sistema, fue posible observar uno de los taponos colocados en el curso de uno de los canales principales de escorrentía que drenan las aguas de lluvias hacia la Laguna La Salineta.

Durante los muestreos se encontraron pruebas de la utilización de peces y crustáceos propias de las lagunas, por parte de los habitantes de los poblados aledaños.

En la determinación de la situación de aislamiento del Sistema Lagunar en estudio, en lo que a la presencia de especies de peces se refiere, la información geomorfológica y la biológica parecen estar en evidente contradicción. La primera sugiere que el Sistema Lagunar se encuentra hidrológicamente aislado, con entradas de agua dulce provenientes sólo de la escorrentía de las lluvias, mientras que la segunda indica la existencia aportes de agua dulce de estos tributarios al sistema lagunar, como se evidencia de la presencia de representantes de dos grupos de peces de agua dulce primarios: *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae, anguila de río) y *Astyanax* sp. (Characidae, sardina de río; Schultz, 1944), colectados tanto en los ríos Güaragüarita, Bautista y Yoco, así como en la zona norte de la Laguna La Salineta (tapón a la entrada). Los peces de agua dulce primarios o estrictamente dulceacuícolas, no soportan ni siquiera niveles bajos de salinidad, de manera que su presencia en esta zona no podría explicarse por invasiones desde zonas aledañas al Sistema Lagunar, provenientes del mar.

La evidencia que se desprende del análisis de los peces del sistema lagunar, aunque restringida, indica la presencia de un sistema ecológicamente poco intervenido, con un conjunto de especies que utilizan el sistema con propósitos de alimentación, refugio y desove. La presencia de especies de peces de agua dulce primarios en las lagunas, proveen una indicación de que el sistema probablemente no esté completamente aislado (o posee un aislamiento temporal), de los tributarios de la parte alta de la cuenca (Bautista, Yoco, Guaraguarita). Es importante entonces, para la conservación del sistema lagunar, que se mantengan estas relaciones entre los tributarios y las lagunas sin mayores alteraciones.

La ecología lagunar estuarina un extenso y multidisciplinario tópico que no es fácil de entender en términos ordinarios. Los ejemplos en los cuales se apoyan algunos de los principios mencionados son a menudo difíciles de describir cuantitativamente y con frecuencia son sólo de aplicación local. No obstante, y en términos generales, el estudio de los peces de las lagunas litorales puede ser enfocado, con relativo éxito, de acuerdo con varios aspectos y considerando el complejo ecológico en el sentido más amplio. Por las

características altamente productivas del ambiente lagunar estuarino, se recomienda enfatizar en los estudios ictiológicos desde un punto de vista sistemático, multidisciplinario e integral del ecosistema.

Las diferentes formaciones vegetales presentes en el área de estudio ofrecen una diversidad de hábitats para la fauna terrestre. Tanto el bosque decido como el matorral, caracterizado el primero por una vegetación mixta de cerca de diez metros de altura y el segundo constituido por especies de menor desarrollo estructural, brindan numerosos y diversos refugios para la fauna de la zona. Estas dos formaciones vegetales comparten un elevado porcentaje de fauna de vertebrados terrestres en común e igualmente presentaron el mayor número de especies (63 spp.), junto con el bosque semidecuido (65 spp.). El bosque de manglar, representando por una formación arbórea sobre suelos húmedos ubicado principalmente hacia los bordes de las lagunas y asociado con el herbazal de pantano, representan otras de las unidades de hábitat altamente utilizadas por la fauna de vertebrados terrestres (45 y 49 spp, respectivamente). Finalmente se encuentra el herbazal litoral, constituido por una vegetación herbácea escasa, y que representó la unidad de vegetación menos utilizada por la fauna terrestre de la zona (13 spp.). La obtención de estos datos preliminares sobre la abundancia ha permitido determinar que esta zona representa un reservorio de agua dulce al sureste de la península de Paria que ofrece refugio y protección a los vertebrados terrestre.

Entre los reptiles, destaca el grupo de los lagartos, localizados en todos los tipos de vegetación, menos en el herbazal litoral. En este sentido, es interesante la presencia constante de cuatro especies de lagartos, en los bosques de manglar de las tres lagunas: *Iguana iguana*, *Ameiva bifrontata*, *Ameiva ameiva* y *Cnemidophorus lemniscatus*. A pesar de que en el presente estudio sólo se identificó la tortuga *Kinosternon s. scorpioides* en el herbazal de pantano, Guada y Vernet (1989) y Guada y Vernet (1991) han reportado que las playas de la Península de Paria constituyen el principal sitio de anidación de cuatro especies de tortugas marinas: la tortuga verde (*Chelonia midas*), la Carey (*Eretmochelys imbricata*), la guaraguá (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga cardón (*Dermochelys coriacea*), así como del caimán de la costa (*Crocodylus acutus*).

En el caso de las aves, éstas dependen de las lagunas para su subsistencia, utilizándolas temporal o

permanentemente como áreas de alimentación, reproducción o descanso. Estas lagunas constituyen zonas donde las aves limícolas pueden descansar después de un largo viaje para anidar en estas latitudes, tal como en los casos de *Haematopus palliatus* (Caracolero), *Himantopus mexicanus* (Viudita patilarga) y *Catoptrophorus semipalmatus* (Playerito), mientras que otras aves están presentes durante todo el año. Los manglares de las lagunas costeras forman ecosistemas primordiales que son utilizados por una gran variedad de fauna silvestre; entre las especies que se pueden mencionar están el gavilán de manglar (*Buteogallus aequinoctialis*), el gavilán cangrejero (*B. anthracinus*) y el alcatraz (*Peli-canus occidentalis*); esta última especie utiliza como área de nidificación una extensión de manglar de aproximadamente 120 metros, en la línea de costa de Mata Redonda.

En Venezuela algunas garzas presentan migraciones locales entre la costa y los llanos, llegando a las lagunas costeras durante la época de sequía para aprovechar el agua presente en las lagunas durante todo el año. Dependiendo de cuan severa haya sido el período seco, estas aves podrían permanecer en las lagunas costeras hasta el mes de junio.

A pesar de que en los últimos cuarenta años los niveles poblacionales de la corocora roja (*Euducimus ruber*) han ido reduciéndose drásticamente, hasta el punto de que ya no se reproduce en la cercana Trinidad y Tobago, donde es el ave nacional, fue muy común observar esta especie en el Sistema Lagunar, lo cual podría ser un indicativo de que esta especie encuentra los requerimientos necesarios para su desarrollo y permitir que sus niveles poblacionales retornaran a su normalidad (Lentino y Bruni, 1994). La presencia del flamenco o tococo (*Phoenicopterus ruber*) en la laguna Mata Redonda, constituye un evento importante, ya que esta ave presenta un sofisticado comportamiento migratorio a lo largo de la costa caribeña de Venezuela. Desde 1983, el tamaño poblacional del flamenco ha mostrado un pequeño aumento (Lentino y Goodwin, 1991) y la disponibilidad de este tipo de lagunas es determinante en su distribución y migración (Morrison y col., 1985).

Como ya se mencionó anteriormente, la fauna de la Península de Paria es muy variada (Sharpe, 1997), y en algunos casos el sistema lagunar se comporta como una extensión de hábitat para especies de mamíferos presentes en el Parque Nacional Península de Paria, tales como *Leopardus pardalis* (Cunaguaro), *Puma*

*yagouaroundi* (Onza), *Odocoileus virginianus* (Venado Caramerudo) y *Mazama americana* (Venado Matacán). Bisbal y col. (1994) y Bisbal (1998) señalan para la región algunas especies de mamíferos de hábitos nocturnos, tales como el jaguar (*Panthera onca*), la lapa (*Agouti paca*), el picure (*Dasyprocta leporina*), la rata casiragua común (*Proechymis trinitatis*), la rata montañera (*Oryzomys capito*), el murciélago lanceolado mayor (*Phyllostomus hastatus*) y el murciélago narizón (*Rynchonycteris naso*), que no fueron localizados en el presente trabajo pero que posiblemente estén en el área de estudio. Entre los felinos detectados se encuentran la onza (*Puma yagouaroundi*) y el cunaguaro (*Leopardus pardalis*), identificados mediante sus huellas, excremento y rastros de actividad depredadora.

El análisis preliminar integral de los aspectos bióticos y abióticos, permite concluir que el Sistema Lagunar Bajo Alcatraz-Mata Redonda-La Salineta presenta diversidad de ecosistemas y fauna de vertebrados acuáticos y terrestres, de gran valía para la región. Posiblemente, el análisis taxonómico más exhaustivo de algunas de las especies que no pudieron ser identificadas completamente, determine la presencia de nuevos registros para la ciencia. También es importante tener en cuenta la calidad del agua y

sedimentos determinada para el área en estudio; en líneas generales, el medio marino mostró mejores condiciones que las lagunas costeras, hecho que puede deberse a las corrientes marinas. En las localidades estudiadas del sistema lagunar, se detectaron altas concentraciones de fenoles y nitrógeno total, posiblemente como producto de la actividad agropecuaria de sus adyacencias y por la disposición de desechos de hidrocarburos.

Tomando en consideración los aportes documentales consultados y los resultados de la caracterización de los componentes del medio físico y biológico, consideramos que es menester mantener las rutas naturales de conexión o escorrentía de aguas de lluvia hacia las lagunas. Los caños de escorrentía que drenan las aguas de lluvia al sistema deben ser mantenidos abiertos y sin tapones, al igual que los caños de marea, que al proveer una comunicación entre el mar y las lagunas, permiten el intercambio de peces entre los dos ecosistemas. Debido a las numerosas especies de vertebrados acuáticos y terrestres asociados con los caños de manglares dentro del sistema lagunar, se sugiere su estudio más detallado y su preservación como componente clave para el desplazamiento de la fauna entre las diferentes geoformas o paisajes.

## AGRADECIMIENTOS

A PDVSA por el financiamiento de esta investigación. A la Fundación UCV. Al personal técnico que prestó

asistencia en el campo y en el laboratorio: Eduardo Barreto, Alberto Marcano, Ángel Rojas y Lennys Polanco. A los revisores por sus comentarios y mejoras al manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, N, C. Lodeiros, W. Senior y G. Martínez. 2002. Niveles de metales pesados en sedimentos superficiales en tres zonas litorales de Venezuela. *Interciencia*, vol 27 (12): 686-690.
- Almeida, P. y A. Lares, 1976. Descripción de las pesquerías del complejo Lagunas-Río (Unare-Píritu). Informe Técnico No 68, MAC, Oficina Nacional de Pesca: 15 pp.
- Ambioconsult. 2005. Evaluación ambiental del Medio Marino Costero en el área de influencia del Complejo Industrial Jose, PDVSA-Ambiocosult, C.A.
- Angeles, G., J. Lopez-Portillo y F. Ortega-Escalona. 2002. Functional anatomy of the secondary xylem of roots of the mangrove *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (Combretaceae). *Trees* 16:338-345.
- APHA (American Public Health Association). 2000. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. 20th edition. Washington D.C.
- Barreto, M. B. y V. González. 1994. Distribución, desarrollo estructural y ambientes geomorfológicos de los manglares de Venezuela. *Terra* 10(19):83-111.
- Bay, A. 1981. Análisis de sedimentos y sólidos en suspensión en la Laguna de Unare. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- BirdLife International. 2003. BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Disponible en internet: <http://www.birdlife.org>.
- Biord, H. 1999. Muestra faunística de la ensenada de Uquire Parque Nacional Península de Paria, estado Sucre. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 56:33-40.
- Bisbal, F., A. Ospino, P. Bermúdez, S. Bermúdez, R. Rivero y A. Ferrer. 1994. *Inventario Preliminar de la Fauna Silvestre del Parque Nacional Península de Paria, Estado Sucre, Venezuela*. PROFAUNA, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Maracay, Venezuela.
- Bisbal, F. 1998. Mamíferos de la Península de Paria, Estado Sucre, Venezuela y sus relaciones biogeográficas. *Interciencia* 23(3):176-181.
- Bonilla J., S. Aranda, C. Ramírez, J. Moya y A. Márquez. 2003. Calidad de los sedimentos superficiales de la Ensenada Grande del Obispo, Estado Sucre-Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* 42(1-2):3-27.
- Bulhosa, J. 1977. Alimentación del bagre marino *Selenaspis herzbergii* durante su desarrollo, en la Laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Carvajal, J. 1965. Estudio ecológico de las lagunas litorales vecinas a la ciudad de Cumaná, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* UDO 1(2):266-311.
- Carvajal, J. 1972. Contribución al conocimiento de la biología de las lagunas y ríos de Campoma y Buena Vista, Venezuela, especialmente del róbalo, *Centropomus parallelus* Poey. *Cuadernos Oceanográficos de la Universidad de Oriente*, 3:3-36.
- Cervigón, F.; R. Cipriani; W. Fisher; L. Garibaldi; M. Hendrickx; A.J. Lemus; R. Márquez; J.M. Poutiers; G. Robaina; B. Rodríguez. 1992. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. Fichas FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Roma, FAO.
- Cervigón, F. 1991. *Los Peces Marinos de Venezuela* Vol. I. 2da. Ed. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 1993. *Los Peces Marinos de Venezuela* Vol. II. 2da. Ed. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 1996. *Los Peces Marinos de Venezuela* Vol. I.V. 2da. Ed. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. y A. Alcalá. 1999. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. V. Ed. Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. y A. Gómez. 1986. *Las lagunas litorales de la Isla de Margarita. Sus recursos y conservación*. Fundación Científica Los Roques, Caracas.
- Cintrón, G., A. E. Lugo, D. J. Pool, y G. Morris. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10:110-121.
- Coyula, R. 1990. *Cluster Analysis version 4.0*. Facultad de Biología. Universidad de La Habana, Cuba.
- Davant, P. 1964. Invertebrados de la Laguna de Unare. En: *Contribución al Estudio de la Laguna de Unare*. Inst. Oceanogr. UDO, Tomo I:102-113.
- Eisenberg, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics, The northern Neotropics: Panamá, Colombia,

- Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Press.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1990. Test methods for evaluating solid waste physical-chemical methods proposed, Washington D.C.
- Fernández, A. y F. Michelangeli. 2003. Naturaleza entre Dos Mundos. Pp. 113-142, En: *Paria, Donde Amanece Venezuela*, Michelangeli, F. (ed). Gerencia de Asuntos Públicos de ExxonMobil de Venezuela S.A. Caracas.
- Fernández-Badillo, A., R., Guerrero, L., Rexford, y J. Ochoa. 1988. Mamíferos de Venezuela, lista y claves. Editado por el Instituto de Zoología Agrícola (MISA-UCV) Universidad Central de Venezuela. Maracay – Venezuela.
- Fisher, W. 1978. (Editor). *FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (Fishing area 31)*. Vols. 1-7. FAO, Rome.
- Fraser, T.H. 1978. Centropomidae. En: *FAO species identification sheets for fishery purposes, West Atlantic (Fishing Area 31)*. W. Fischer (ed.). FAO, Rome. Vol. 1-2.
- Fromard, F., H. Puig, E. Mougin, G. Marty, L. L. Betoulle, y C. Cadamuro. 1998. Structure, aboveground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia* 115:39-53.
- FundaUCV. (Castillo, M., I. Hernández, M. Soriano, M. Yallonardo, G. Mujica, E. Villamizar y colaboradores) 2005. Evaluación ambiental del medio marino-costero en el área de influencia del Condominio Industrial Jose. Campaña 2005. PDVSA-FUNDAUCV. En ejecución.
- Gamboa, B.R., A. García, J. Benítez y T. Okuda. 1971. Estudio de las condiciones hidrográficas y químicas de la Laguna de Tacarigua. *Bol. Inst. Oceanogr. Oriente*, 10 (2):55-72.
- Gamboa, B., J. Bonilla y G. Cedeño. 1986. Concentración de algunos metales pesados en sedimentos superficiales de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes, Edo. Anzoátegui, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 25(1-2):233-240.
- García, M. N. 1977. Variaciones en la composición y distribución del zooplancton en la Laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Gómez, A. 1981. Estudio sobre la comunidad de peces en dos localidades de la Laguna de la Restinga. *Bol. Inst. Oceanogr.* 20(1-2):91-112.
- González, C.J. 1987. Condiciones hidrogeoquímicas de la Laguna de Píritu, Venezuela. Tesis M.Sc., Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente.
- González de Juana, C., J. Iturralde de Arozena y X. Picard. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas*. Ediciones Fonives. Tomos I y II. Caracas.
- Gorzula, S. 1978a. Clave para los lagartos y Amphisbaenidae de Venezuela. Serie del Boletín Técnico MARNR. Caracas.
- Gorzula, S. 1978b. Clave para los ofidios de Venezuela. Serie Boletín Técnico MARNR. Caracas.
- Gorzula, S. 1979. *Los reptiles de Sucre*. División de Fauna, Dirección General de Investigación e Información del Ambiente, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, Venezuela.
- Gremone, C. y G. Capobianco. 1985. *Programa de conservación del patrimonio natural de Venezuela. Una primera aproximación al análisis ecológico de los centros endémicos de El Tamá, Aroa, Borboruta, Turimiquire, Paria*. Tomo 2. Fundación para la Defensa de la Naturaleza, Caracas, Venezuela.
- Guada, H. y P. Vernet. 1989. Informe Final del Proyecto Cipara. Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA). Caracas.
- Guada, H. y P. Vernet. 1991. New Nesting Localities for Sea Turtles in the Sucre State, Venezuela. *Marine Turtle Newsletter* 53:12-13.
- Guevara, S. 1979. *Pesquería artesanal continental de las Lagunas Píritu y Unare*: 122-129: Proy. VEN/78/006 MAC/PNUD/FAO, Tomo 3.
- Gutiérrez O., M. A., 1983. Variación estacional del Fitoplancton de la Laguna de Tacarigua (Estado Miranda). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Hammer, O., D. Harper y P. Ryan. 2001. Past: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1-9.
- Herrera, R., 1980. Aspectos sobre la alimentación de la Mojarra *Eugerres plumieri* (Cuvier), Gerreidae-Teleostei, en la Laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Hilty, S. 2002. *Birds of Venezuela*. Princeton University Press.



- Huber, O. y C. Alarcón. 1988. Mapa de la Vegetación de Venezuela. M.A.R.N.R. – BIOMA –The Nature Conservancy. Todtmann Editores. Caracas.
- Khandker, N.A. y L. B. Lares, 1964. La pesca de camarones en la Laguna de Unare, Venezuela. En: *Contribución al Estudio de la Laguna de Unare*. Inst. Oceanogr. UDO, Tomo I: 148–161.
- La Marca, E. 1992. Catálogo taxonómico, biogeográfico y bibliográfico de las ranas de Venezuela. Universidad de Los Andes. *Cuadernos Geográficos* 9:1-97.
- Lancini, A. 1986. *Serpientes de Venezuela*. Ernesto Armitano.
- Lasso, C.A., D. Lew, D. Taphorn, C. DoNascimento, O. Lasso-Alcalá, F. Provenzano y A. Machado-Allison. 2004. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuenca. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 159-160:105-195.
- Legare, H. 1964. Investigaciones sobre el zooplancton en la Laguna de Unare, *Pub. esp. Inst. Oceanogr.*, U.D.O., Tomo I :121-125.
- Lentino, M y A. R. Bruni 1994. *Humedales costeros de Venezuela: Situación ambiental*. Sociedad conservacionista AUDUBON de Venezuela. Primera edición.
- Lentino, M. y M. Goodwin. 1991. *Lista de las aves del Parque Nacional Morrocoy Refugio de Fauna Silvestre de Cuare y áreas aledañas, estado Falcón, Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas.
- Linares, O. 1998. *Mamíferos de Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela y British Petroleum. Caracas.
- López-Rojas, H. 1999. Problems of Fisheries in Protected Areas: Cuare Wildlife Refuge, Falcón, Venezuela. *Oceanides*, Vol. 13 (2):47-57.
- López-Rójas, H., C. Marcano y O. Brull. 1996. Los Peces del Refugio de Fauna Silvestre Cuare (Falcón) y Zonas Adyacentes. *Acta Biologica Venezuelica* 16(2):27-34.
- López-Rojas, H. y R. Ródenas. 1992. Los Peces del Parque Nacional Laguna de Tacarigua. Informe Final. Conicit.
- Llamoza S., R. Duno, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber y R. Ortiz. 2003. *Libro Rojo de la Flora Venezolana*. Provita, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela.
- Macsoy, O., V. Vivas-Gómez y M. Gil. 2009. Historia geológica del Golfo y la Fosa de Cariaco, Venezuela Nororiental. Evolución de la anoxia. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 48:89-108.
- Mago, F. 1964. Contribución a la sistemática ecológica de los peces de la Laguna de Unare. En: *Contribución al Estudio de la Laguna de Unare*. Inst. Oceanogr. UDO, Tomo I: 7–101.
- Mago-Leccia, F. 1965. Contribución a la sistemática y ecología de los peces de la Laguna de Unare, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 15: 274-330.
- Mago-Leccia, F. 1970. *Lista de los peces de Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría Oficina Nacional de Pesca.
- MARNR. 1982. *Sistemas Ambientales Venezolanos, Región Península de Paria*. Caracas.
- MARNR. 1986. Conservación y manejo de los manglares costeros de Venezuela y Trinidad-Tobago (Síntesis). Serie de Informes Técnicos. DGSIIA/IT/259.
- MARNR. 1994. Inventario preliminar de la fauna silvestre del Parque Nacional Península de Paria. Informe Técnico. Profauna, Caracas.
- MARN. 2006. Datos Climáticos de Güiria. División de Hidrología. Mimeo.
- Martínez, E.R. 1964. Ecología de *Bittium caraboboense* Weisbord, 1962, gastrópodo Prosobranchia béntico de la Laguna de Unare. En: *Contribución al Estudio de la Laguna de Unare*, Inst. Oceanogr. UDO, Tomo I: 126-147.
- McKee, K. L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution-reciprocal effects? *J. Ecol.* 81:477-487.
- Medina-Cuervo, G. y Rengel, R. 1979. *Inventario de las aves del estado Sucre*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, Venezuela.
- Morrison, R., R., Ross, P., Canevari, P., de Tarso Zunquin Antas, P., de Jong, B., Ramdial, F., Espinoza, M., Madriz y J. Mago de Pérez. 1985. Aerial surveys of shorebirds and other wildlife in South America: some preliminary results. *Canadian Wildlife Service Progress Notes* 148:1-28.
- Murphy, P. G. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:67–88.
- Ocando, L. 1992. Distribución y evaluación espacio-temporal de parámetros físico-químicos y materia orgánica en la Laguna de Unare desde noviembre de 1988 a julio de 1989. Trabajo de Grado, M.Sc. en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, U.D.O.

- Okuda, T. 1968. Estudio comparativo de las condiciones hidrográficas de las Lagunas de Unare y Tacarigua. *Laguna* (17-18): 15-24.
- Okuda, T., J. R. Gómez, J. Benítez y A. García. 1964. Condiciones hidrográficas de la Laguna y Río Unare. En: *Contribución al estudio de la Laguna de Unare*, Tomo II:227-275. Universidad de Oriente. Venezuela.
- Pagavino, M. 1983. Condición actual de las pesquerías de las lagunas costeras de Tacarigua, Unare y Píritu, Venezuela. Trabajo de Grado, Licenciatura en Biología, Universidad de Oriente.
- Pérez N. H. y M.S. Pauls. 1988. Actualización de los conocimientos y formulaciones de estrategias de manejo de lagunas costeras para pesca y acuicultura en Venezuela. Punto B del anexo II del convenio: Información básica sobre las lagunas costeras de Venezuela. Instituto de Tecnología y Ciencias Marinas (INTECMAR). Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- Pérez-Hernández, R., D. Lew y P. Soriano. 1994. *Marsupiales de Venezuela*. Cuadernos Lagoven. Caracas.
- Peters, J. y R. Donoso-Barros. 1970. Catalogue of the Neotropical Squamata. Part. II: Lizards and Amphisbaenians. *Bull.U.S. Nat. Mus.* 297:viii+293.
- Phelps, W. y W. Phelps Jr. 1948. The discovery of the habitat of Gould's Humminbird, *Hylonympha macrocerca*. *Auk* 65(1):62-66.
- Phelps, W. y W. Phelps Jr. 1949. Eight new birds from the tropical zone of the Paria Peninsula, Venezuela. *Proceedings of Biological Society of Washington* 62:33-44.
- Phelps, W. H. y R. Meyer-De Schauensee. 1978. *Una Guía de las Aves de Venezuela*. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, EUA.
- Ramírez, P. 1994a. Estructura de las comunidades de peces de la Laguna La Raya, Isla de Margarita, Venezuela. *Ciencias Marinas*, 20(1):1-16.
- Ramírez, P. 1994b. Estructura de las comunidades de peces de la Laguna de Punta de Mangle, Isla de Margarita, Venezuela. *Ecotrópicos*, 7(1):13-29.
- Ramírez, P. 1996. *Lagunas costeras venezolanas*. Editorial Benavente & Martínez, C. A. (BEMA). Primera edición. Porlamar, Venezuela.
- Ramírez de A., I., M. F. Huq, B. Parra y M. Pagavino. 1986. Observaciones acerca de la pesquería artesanal de las lagunas costeras de Tacarigua, Unare y Píritu, Venezuela. Actas de la Conferencia Internacional sobre la pesca artesanal y el desarrollo económico. Rimousky-CANADA, pp. 755-767.
- República de Venezuela. 1995. Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Gaceta Oficial. No 5.021. Extraordinario.
- Riddle, B.R., D.J. Hafner, L.F. Alexander y J.R. Jaeger. 2000. Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsular Desert biota. *PNAS* 97(26): 14438-14443.
- Roa Morales, P. y I. Ramírez. 1993. El caso de Venezuela. II Taller Regional sobre Manejo y Aprovechamiento de Lagunas Costeras con fines Acuícolas. Ciudad de México, México.
- Roa, P. y A. Bay. 1981. Parámetros fisicoquímicos de la Laguna de Unare. Abstracts, Simposium Internacional de Lagunas Costeras, UNESCO, Bordeaux, Francia.
- Ródenas, R. y H. López-Rojas. 1993. Ictiofauna de la Laguna de Tacarigua: Resultados Preliminares. *Acta Biologica Venezuelica* 14(2):71-75.
- Rodríguez, A. R. (Comp.) 1999. *Conservación de humedales en Venezuela: Inventario, diagnóstico ambiental*. Comité venezolano de la UICN. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, G. 1977. Distribución espacial del zooplankton, en pequeña escala, en la Laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Rodríguez, J. y F. Rojas-Suarez. 1999. *Libro rojo de la fauna venezolana*. 2º ed. PROVITA. Fundación Polar. Caracas.
- Salaya, J.J. 1968. Contribución al estudio de la ictiofauna de los manglares de la Isla de Margarita-Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *J. Biogeogr.* 2:233-251.
- Sharpe, C. 1997. *Lista de aves del Parque Nacional Paria, Estado Sucre, Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas.
- Schultz, L. P. 1944. The fishes of the family Characinidae from Venezuela, with descriptions of seventeen new forms. *Proceedings of the United States National Museum* 95 (3181): 235-367.
- Spiniello, P. 1982. Composición, variaciones espaciales y análisis de sucesión del Fitoplancton de la Laguna de Unare (Edo. Anzoátegui). Trabajo

- Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Stotz, D. F., J. Fitzpatrick, T.A. Parker III. y D. Moskovitz. 1996. *Neotropical Birds: ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Subero, S. 1991. Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton de la Laguna de Unare y Píritu, Edo. Anzoátegui, Venezuela. Trabajo de Grado, Licenciatura en Biología, Universidad de Oriente.
- Valiela I., J. L. Bowen y J. K. York. 2001. Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments. *BioScience* 51: 807–15.
- Weibezahn, F. 1949. Contribución al estudio de la fauna ictiológica de la Laguna de Tacarigua. *Mem. Soc. Ven. Cienc. Nat. La Salle* 2(29): 178–179.
- Yáñez-Arancibia, A. 1978. *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces de las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. Centro Cien. Mar. Limnol. UNAM, Publ. Esp.
- Zacarías, D.T. 1981. Algunos aspectos del ciclo de vida de *Oithona hebes* Giensbrecht (Copepoda: Cyclopoida) en la Laguna de Tacarigua. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- Zoppi de Roa, E. 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las lagunas costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 13(1–2):120-146.