

LA ECOLOGIA DE LOS MANGLARES

Por: L.K.Escobar(1)
A.Uribe de C.(2)
A.Urán(3)
L.S.Hoyos(4)

RESUMEN

Estudios recientes han demostrado la importancia de los manglares en el mantenimiento de las comunidades de los estuarios (ecosistema de aguas salobres en las costas, donde desemboca un río) por la materia orgánica que le suministra a los consumidores de este sistema acuático. Perturbaciones, tales como una explotación intensiva o no tecnificada de los manglares, traen como consecuencia directa la disminución en la diversidad y la densidad de especies de valor económico en el estuario.

INTRODUCCION

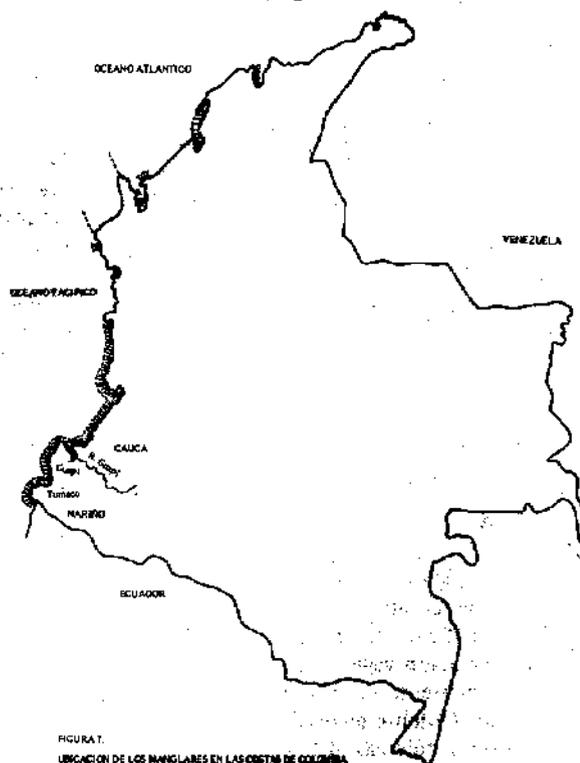
El siguiente artículo es el resultado de un trabajo efectuado en una zona de manglares en la costa Pacífica Colombiana cerca de Guapí, en el departamento del Cauca.

Un manglar es una formación vegetal localizada en la zona de mareas con especies arbóreas dominantes que tienen adaptaciones especiales que las capacitan para sobrevivir en suelos de alta salinidad y deficiencias periódicas de oxígeno a nivel de las raíces. Estas dos condiciones son el resultado de las inundaciones periódicas del mar.

Las zonas de manglares se encuentran localizadas en regiones tropicales y subtropicales, dominando aproximadamente el 75% de las costas entre 25°N y 25°S (Colley et al, 1962). Lugo y Snedaker (1974), reportan menos de 10 especies de mangles en los trópicos del nuevo mundo, de los cuales se coleccionaron en Guapí cuatro especies, a saber: *Rhizophora brevistyla*, (Salvoza) el mangle rojo o colorado; *Avicennia germinans*, (L.) Storn, mangle negro; *Laguncularia racemosa*, (L.) Gaertn, mangle blanco o bobo y *Pelliciera rhizophorae*, (Tr. & Pl.), el piñuelo.

A nivel mundial se encuentra un mayor número de especies de las cuales Waisel (1972) reporta 12 géneros agrupados en ocho diferentes familias. Así, el término mangle no se refiere a una unidad taxonómica, sino a un grupo de plantas halófitas que habitan las zonas costeras. En Colombia, las

zonas de manglares incluyen ambas costas, siendo más extensas en la Costa Pacífica (Fig.1).



(1), (2), (3) Profesores Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín.

(4) Profesora Facultad de Educación, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

La ecología de los manglares no ha recibido mucha atención en el pasado, debido a que para el hombre este tipo de ecosistema no ha reportado mayores beneficios económicos. La madera de estos árboles es utilizada por los habitantes de la región generalmente como leña, pero no sirve para la construcción de habitaciones o muebles, ya que al secarse, se tuerce y se raja. La mayor utilidad en Colombia es como fuente de taninos, extraídos de la corteza. Hoy día, el manglar como ecosistema recibe mayor atención debido a su importancia en el mantenimiento de la productividad de los estuarios: Criaderos de camarones, ostras, peces, etc., de valor comercial.

Un estuario o estero, es un ecosistema de costas en lugares donde un río desemboca al mar, formándose así una zona de salinidad intermedia (aguas salobres). Un manglar de alta productividad recibe materias orgánica e inorgánica de regiones más altas, y exporta energía en forma de materia orgánica e inorgánica a las aguas del estuario. Además, las aguas, por su continuo movimiento impulsado por las mareas, proporcionan una energía auxiliar al ecosistema (Odum, 1971), aumentando así la productividad del estuario.

Zonificación.

Según Lugo y Snedaker (1974), hay cinco tipos de comunidades de manglar clasificados según el drenaje superficial y los patrones locales de las mareas. De éstos, se estudiaron en nuestro trabajo solamente dos: Bosque francés, en la costa del Pacífico y bosque riverino en los bordes del río Guapí. (Figs.2 y 3). En general, tres de las especies encontradas presentaron una zonificación horizontal desde el agua hacia la tierra en el siguiente orden: *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*, aunque *Avicennia* puede ocupar la zona más cercana al agua, en aquellos casos en los cuales la costa está avanzando hacia el mar, como en el caso de la costa Pacífica de Colombia (West, 1956). *Pelliciera rhizophorae* fue observada en la zona costera en forma casual y por lo tanto, no pudo determinarse una zonificación característica de esta especie, aunque West (*op. cit.*), reporta que ocurre en comunidades pequeñas en lugares expuestos a la acción del mar o en sitios con suelos duros y arcillosos. Es de anotar la presencia de abundantes epífitas asociados con los árboles, contrario a lo encontrado por Golley et al (1962), en Puerto Rico.

Desde hace mucho tiempo son bien conocidas las adaptaciones de estas plantas a las condiciones adversas de su medio. *Rhizophora* presenta un tipo especial de raíces, llamadas fúlcreas o zancos (Fig.4) cuya función es el intercambio gaseoso con el aire, ya que durante las inundaciones periódicas, el sustrato en estas condiciones no puede suministrar el oxígeno que las raíces necesitan para su respiración. *Avicennia* y ocasionalmente *Laguncularia* (Instituto Forestal Latinoamericano, 1970), presentan modificaciones de las raíces llamadas neumatóforos o raíces terrífugas, (Fig.5),

con geotropismo negativo y de tejido aerénquima que cumplen la misma función de las raíces fúlcreas.

Además de presentar estas modificaciones de las raíces, se ha encontrado una asociación mutualística entre una especie de alga adherida a las raíces fúlcreas y los neumatóforos que aumenta el intercambio gaseoso, pues por medio de la fotosíntesis, el alga proporciona oxígeno a las raíces y los neumatóforos y éstas con su respiración suministran el CO₂ al alga (Snedaker, 1975 comunicación personal). La importancia del intercambio gaseoso se ve claramente cuando se considera el gran número de túneles (aprox.400/m²) con salida a la superficie, elaborados por cangrejos y que permiten la entrada del aire al sustrato. Si por una tempestad o por las actividades del hombre se obstruyen con lodo estos túneles, sobreviene la muerte de los árboles en estas comunidades (Snedaker, comunicación personal y Lugo y Snedaker, 1974).

Otra adaptación interesante de algunos manglares al medio, especialmente los que están ubicados en la zona de mayor influencia de las mareas, es la germinación de las semillas cuando aún se encuentran adheridas a la planta adulta. (Figs.6 y 7). Esto es muy notorio en *Rhizophora brevistyla* y *Pelliciera rhizophorae*. Este fenómeno es comparable a la viviparidad en los animales. La adaptación facilita el anclaje de la plántula al sustrato, lo que evita que sea arrastrada por la marea al mar; además conduce a un rápido crecimiento de las plantas para que las hojas sobresalgan del agua durante los períodos de inundación.

Como se mencionó anteriormente, las especies presentan zonificación, lo cual conlleva a que las plantas estén sometidas a diferentes concentraciones de salinidad. *Rhizophora* sobrevive en salinidades de 0,1 a 35 partes por mil de NaCl. *Avicennia* se encuentra en salinidades mayores, ya que a veces se forman depresiones atrás de la línea de las mareas diarias, y cuando se presentan las pujas (mareas más altas anuales), estas depresiones se llenan de agua de mar, la cual al evaporarse incrementa la salinidad.

Rhizophora y *Laguncularia* excluyen la sal a nivel de las membranas celulares en las células de las raíces, en contra de un gradiente de concentración, lo cual representa un gasto de energía para la planta. *Avicennia*, en cambio permite la entrada de sales, las cuales son transportadas a través de la planta y depositadas en la superficie de las hojas. (Scholander et al, 1966; Miller et al; 1975).

Influencia del Manglar Sobre la Ecología de los Estuarios.

Si se elabora una pirámide de energía para el ecosistema del estuario, ésta no presenta la forma conocida de base ancha, sino una pirámide de base reducida (Fig.8). Como la base de la pirámide representa la biomasa de los productores los cuales suministran la energía a los niveles tróficos superiores (consumidores), cabe preguntarse: ¿de dónde viene la energía suficiente para sostener poblaciones tan grandes de consumidores primarios?



Figura 2.
Bosque Francés en la Costa Pacífica, en zona aledaña a la desembocadura del Río Guapi, Cauca.



Figura 3.
Bosque Riverino, en las orillas del Río Guapi, Costa del Pacífico, Cauca.



Figura 4.
Raíces fúlcreas características del Mangle rojo *Rhizophora brevistyla* (Salvoza), Costa Pacífica, Guapi, Cauca.

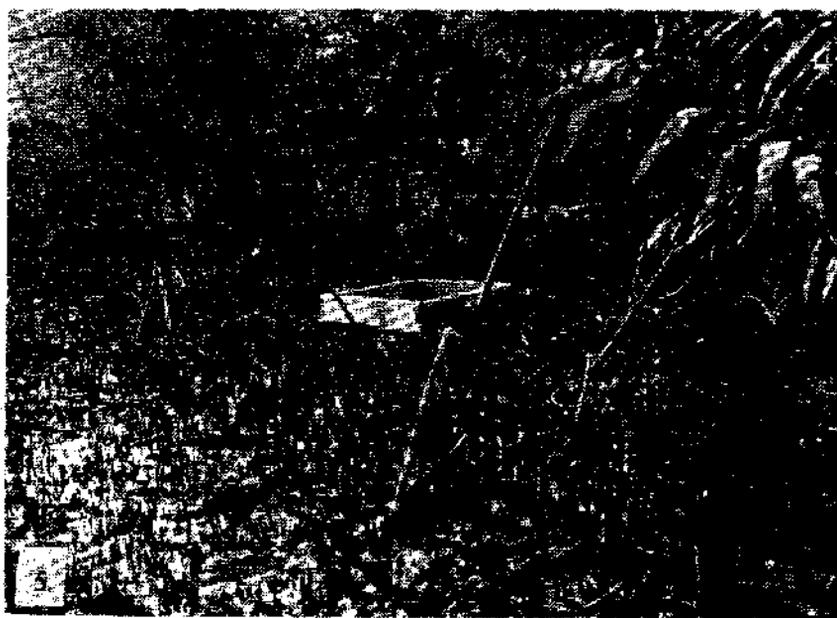


Figura 5.
Sobre el piso del Bosque se notan los neumatóforos o raíces terrífugas características de *Avicennia* y en ocasiones de *Laguncularia*. Estas modificaciones de raíz, presentan geotropismo negativo. Costa Pacífica, Guapi, Cauca.

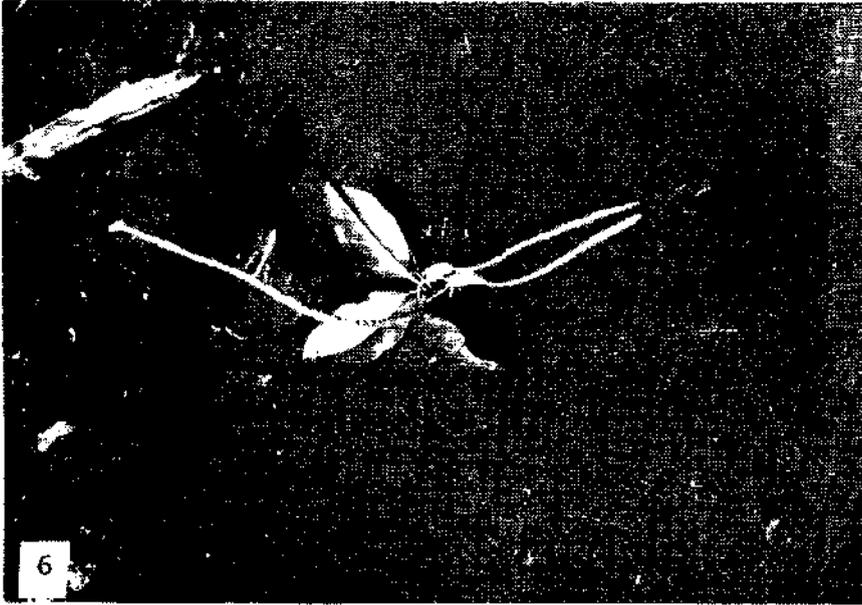


Figura 6.
Semillas germinadas de *Rhizophora brevistyla* adheridas aún a la rama, Costa Pacífica, Cauca.



Figura 7.
Semilla de *Pelliciera rhizophorae* coleccionada del árbol y abierta para mostrar germinación, Costa Pacífica, Guapi, Cauca.

Al analizar el ecosistema conjunto manglar-estuario, esta pregunta se resuelve al medir la cantidad de energía en forma de materia orgánica particulada y disuelta, proveniente de los bosques de mangle (Carter, 1973).

Las hojas del mangle rojo, que se encuentran al borde del estuario, caen durante todo el año al agua (Gill y Tomlinson, 1971), donde la acción de las olas y algunos invertebrados las reducen a partículas cada vez más pequeñas, facilitando así el proceso de descomposición por parte de los microorganismos. Con este mecanismo se exporta materia orgánica durante todo el año. Las partículas no son en realidad la fuente del alimento que utilizan los peces pequeños y camarones en el estuario (detritívoros). Los que verdaderamente cumplen esta función son las poblaciones de microorganismos que colonizan estas partículas (Odum, 1971). El mangle negro, que está ubicado en una zona más lejana de la costa donde no hay inundaciones, sino cuando ocurren pujas o tempestades, exporta materia orgánica en forma disuelta en estos períodos. Esta materia orgánica es el producto de un proceso de descomposición mucho más largo, dando tiempo así a que sea exportada y utilizada por bivalvos.

MÉTODOS DE TRABAJO

En base a esta serie de interrelaciones entre los dos ecosistemas, manglar-estuario se describirán a continuación algunos métodos utilizados para su estudio. Los procesos analizados son los siguientes:

- A. Tasa de crecimiento de los mangles.
- B. Índice foliar y porcentaje de área consumida por herbívoros en las hojas de mangles.
- C. Tasa de caída de hojas del bosque.
- D. Descomposición en las zonas de manglar.
- E. Recolección de fauna en el estuario.
- F. Estratigrafía de suelos en el manglar.

DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A. Tasa de Crecimiento de los Manglares.

Para el análisis de este parámetro se recolectan ramas del árbol donde se asegure una buena iluminación. Se toma un mínimo de 25 ramas por árbol. A continuación se determina la longitud total promedio de las ramas (L) y se cuenta el número promedio de nudos (n). La longitud se divide por el número de nudos y este cálculo le da la longitud promedio entre nudos. Ahora se cuenta el número de hojas, se saca el promedio y éste se divide por dos (h), puesto que en estas especies sus hojas son opuestas y cada par representa un nudo. Multiplicando este dato por la longitud promedio de entrenudos, se obtiene el promedio de crecimiento por año. Este cálculo se basa en el hecho conocido de que, para *Rhizophora*, el número total de hojas se renueva aproximadamente cada año (Gill & Tomlinson, 1971). Así, la fórmula será: $(\frac{L}{n}) h$.

Estos cálculos se hicieron para *Rhizophora* y *Avicennia* localizados en la costa y a lo largo del río y para *Laguncularia* solamente en la costa (ver Tabla 1). A pesar de que no existen datos sobre el período de renovación de hojas en *Avicennia* y *Laguncularia*, asumimos que éste es similar al período anual de renovación que se conoce para *Rhizophora*. Esta suposición se puede verificar marcando las hojas de estas especies y anotando su caída y renovación durante un año.

Como se puede observar en la Tabla 1, el crecimiento en *Laguncularia* es mayor que en las otras dos especies analizadas. Este dato se confirma con lo encontrado por Marshall (1939). El valor de crecimiento algo mayor para *Rizophora* en el habitat menos salino (río), fue descrito también por Egler (1948). Así pues, *Rhizophora* crece mejor en aguas de salinidad baja, pero ocupa la zona entre las mareas, ya que en áreas menos salinas la competencia con otras especies adaptadas a estas condiciones podría incrementarse (West, *op cit*).

Del crecimiento promedio encontrado para las ramas, se puede extrapolar el crecimiento total de la planta. Así, se puede calcular la edad aproximada de un árbol, dividiendo la altura total de éste por el crecimiento anual. Si el bosque ha llegado al estado estable (climax), se puede estimar el tiempo que éste ha demorado en llegar al climax, dividiendo la altura pro-

TABLA 1

Datos del Crecimiento de Tres Especies de Mangles en la Vecindad de Guapl, Cauca

	Longitud promedio de las ramas (cm)	Número promedio de nudos por rama	Número promedio de hojas	Crecimiento promedio de ramas (cm/año)
<i>Rhizophora</i> Costa	25.05	20.64	6.64	4.03
<i>Rhizophora</i> Río	31.61	16.12	5.48	5.37
<i>Avicennia</i> Costa	20.23	12.88	7.12	5.48
<i>Avicennia</i> Río	6.43	3.76	6.12	5.23
<i>Laguncularia</i> Costa	22.82	7.16	9.72	15.48

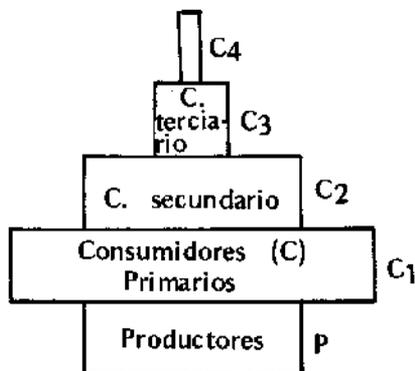


Figura 8.
Modelo de Pirámide Energética en el Ecosistema de estuario.

media de las especies dominantes, por el crecimiento anual. En este trabajo no se hizo esta estimación, pero (West, op. cit). Cuello y Borrero, (1965), Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (1970), reportan alturas promedias entre 20 y 30 m, lo cual da como resultado un tiempo entre 130 y 350 años.

Otra forma de calcular la edad del bosque fue empleada por Cuello y Borrero (*Op. cit.*) en el estudio de los manglares de la costa del Departamento de Cauca, en la cual utilizan clases diamétricas de los árboles. Utilizando cálculos de crecimiento anual de árboles en Malasia, estiman que se demorará unos 18 años para que los árboles pasen de una clase diamétrica a otra. Utilizan 10 clases diamétricas entre 0,05 – 1,04 m en el cuello de la raíz y así calculan que se necesitarían más de 180 años para obtener un bosque maduro de mangles en este medio.

B. Area Foliar y Area Consumida por Herbívoros.

Para este parámetro se utilizaron aproximadamente 200 hojas escogidas al azar y recolectadas de ramas expuestas al sol. A continuación se midió la longitud desde el ápice a la base de las hojas y se hicieron gráficas de barras mostrando su distribución en cuanto a esta dimensión (Figs.9,13).

Aquí se puede notar, que existen diferencias en el tamaño de las hojas de plantas localizadas en la costa y a lo largo del río. En este caso, ambos datos corresponden a lo encontrado en cuanto a la tasa de crecimiento.

Así, las hojas más grandes de *Rhizophora*, con su mayor tasa de crecimiento, corresponden al sitio de menor salinidad. En cambio, para *Avicennia*, que tolera salinidades más altas, presenta mayor crecimiento y hojas más grandes en la zona costera. Es de anotar que las hojas fueron coleccionadas de varios árboles y no de uno sólo.

El objetivo del análisis anterior es utilizar esos datos, para estimar posteriormente el área fotosintética como medida de productividad.

Utilizando los datos de longitud, anteriormente citados, se escogieron aproximadamente el 150/o de las hojas en cada intervalo y se determinó su área foliar. Este método consiste en dibujar las hojas sobre papel milimetrado y contar el número de cm^2 o mm^2 ocupados en el papel (Golley, 1962). También se puede saber el área de las hojas que ha sido consumida por herbívoros, completando sobre el papel, el área que faltaría a la hoja y calculando ésta (Fig. 14).

Al graficar los datos del área foliar con longitud de las hojas respectivas, se obtiene una curva standar (Figs.15,19), utilizable para hallar el área foliar teniendo como única medida la longitud de la hoja. Esto es ventajoso, ya que resultaría tedioso medir cada vez esta área por el método del papel milimetrado.

Los datos del área consumida se pueden emplear de varias formas. Primero, son útiles para saber cuales hojas, en cuanto a su tamaño, son preferencialmente consumidas por herbívoros. Segundo, se puede conocer en qué zonas (costa o río) son mayores los daños causados. Por último, se tiene una idea del producto fotosintético que pasa a través de la cadena alimenticia a los consumidores de primer orden en el bosque y también la que pasa a detritívoros y descomponedores dentro del mismo sistema o al estuario.

En el primer caso, no se notó un consumo preferencial por determinado tamaño de hojas ni en *Rhizophora* ni en *Laguncularia*. Parece que hay una ligera tendencia a aumentar el consumo en las hojas de *Avicennia* de la costa con edades mayores (Fig.17). No tenemos datos para *Avicennia* del río. Sería interesante hacer mas análisis del consumo de hojas de *Avicennia* para saber si esta tendencia es real y si es igual para los árboles localizados en el bosque riverino.

En el segundo caso se puede notar un mayor consumo de hojas en *Avicennia* de la costa, la cual sufrió un 7.20/o de consumo del total de área de las hojas utilizadas. *Laguncularia* sufrió un 5.220/o y el menor porcentaje de daño se observó en *Rhizophora* de la costa, con un 2.250/o.

Por último, los datos de área foliar, de distribución longitudinal de las hojas y de número de hojas por rama, se pueden utilizar para calcular la materia orgánica producida en el bosque, la cual es la base energética de la cadena alimenticia.

Para estas estimaciones de productividad se utilizan otros métodos que incluyen la biomasa total del árbol en términos de peso seco. Para este método se corta el

árbol, separando hojas, ramas, tronco y raíces; luego se pesa cada conjunto y se totaliza. (Golley, *op. cit.*). Estos datos pueden ser convertidos en gramos de peso seco por metro cuadrado.

Tasa de Caída de Materia Orgánica en el Bosque y Exportación al Estuario.

Ahora que se tiene una aproximación de la producción de materia orgánica en el bosque, la tasa de exportación de ésta se calcula de la siguiente manera: En el interior del bosque se escogió una zona no perturbada y sobre trípodes a una altura aproximada de 50 cm del suelo, se colocaron 25 canastas con dimensiones de 50 cm x 50 cm x 10 cm (Fig.20). Se dejan en el bosque durante un año y se recolecta la materia orgánica que ha caído a las canastas por períodos de 15 días. Ya que una canasta tiene un área de 0.25 m², es importante que para obtener medidas de materia orgánica por metro cuadrado, se recolecten solamente aquellas partes vegetales que queden dentro de los límites de la canasta. Todo este material recolectado deberá secarse en el laboratorio y posteriormente se pesa, para obtener gramos de materia orgánica por metro cuadrado por año.

Lugo & Snedaker (1974), reportan una tasa de caída de hojarasca de 2 g/m²/día para la mayoría de los bosques de mangle. En nuestro estudio, los datos finales no se tienen todavía, ya que el estudio empezó en julio de 1975, pero será uno de los datos más importantes del trabajo, para compararlo con datos conocidos de Puerto Rico (Golley, 1962) y Florida (Heald, 1971) que reportan tasas de caída de 2.27 g/m²/día y 2.4 g/m²/día respectivamente. Los datos de este último indican que en promedio, el 40% de detritos encontrados en suspensión en las aguas del estuario, tuvieron como origen los mangles.

En el presente estudio, se hicieron algunas mediciones en un caño, que comunica el estuario con el bosque de mangle (Fig.21). En las Figuras 22 y 23 se puede apreciar el cambio en nivel de agua de éste con las mareas. Efectivamente, cuando la marea baja, arrastra consigo materia orgánica del manglar hacia el estuario. Al subir la marea, regresa parte de este material, pero parte queda en el estuario. Se puede medir esta exportación neta, colocando mallas de fitoplancton en la entrada del caño o también tomando un volumen conocido del agua que sale y otro de la que entra; éstas se filtran y se determina el peso seco de materia orgánica (Golley, 1962). También es importante que, en el momento de tomar las muestras, la velocidad de la marea entrante y saliente sea igual.

Para la ecología del estuario, que depende energéticamente del manglar, esta exportación es vital. Carter et al. (1973), estimaron que probablemente hasta el 80% de la energía disponible para los organismos de

dos bahías de Florida, provenía de los bosques de mangle.

De ahí se deduce la gran importancia de los mangles para el mantenimiento de la comunidad en el estuario. Cualquier perturbación en los mangles tendrá repercusiones directas sobre los organismos del estuario: tales como peces, bivalvos, camarones y otros crustáceos.

D. Tasa de Descomposición en la Zona de Manglar.

Como ya se ha mencionado, la materia orgánica proveniente de las zonas más interiores de mangles es ocasional y coincide con las mareas más altas. Así, esa materia orgánica estará en forma disuelta cuando llega a las aguas del estuario. Para obtener una estimación de la tasa de descomposición en esta área del bosque, se colocaron 10 bolsas de malla de plástico en las cuales se introdujeron 20 hojas de cada una de las diferentes especies de mangle, dando un total de 50 bolsas. Estas bolsas se marcaron para su posterior identificación y se colocaron en el piso del bosque amarradas a árboles (Fig.24).

Estas bolsas se recogen cada 15 días y se anotará su peso para determinar el porcentaje de descomposición. Esto se puede hacer para cada especie y en diferentes zonas. Los intervalos de tiempo escogidos para el análisis en este caso, se deben a la dificultad de acceso a la zona. Lo ideal es períodos más cortos para las primeras muestras y más largos al final del tiempo del muestreo.

Snedaker (no publicado) recomienda el siguiente horario de recolección y para el caso de tener 30 bolsas con igual contenido: Seis bolsas el día número 2, 5 bolsas en el día número 5, y cuatro bolsas en el día número 8, tres en el día 16, tres en el día 32, tres en el día 64, tres en el día 128, y tres en el día 256. Esto en vista de que la tasa de descomposición no es constante sino mayor al principio y más lenta a medida que progresa el proceso de descomposición.

Esta tasa de descomposición sirve para compararla con zonas más secas, por ejemplo, la Costa Atlántica, ya que los promedios anuales más que todo para precipitación, en la Costa Pacífica son bastante altos. Para Tumaco, el promedio anual de precipitación es aproximadamente 3000 mm y su temperatura promedio anual es de 25°C.

E. Recolección de Fauna en el Estuario.

En vista de la importancia del manglar en el mantenimiento de los consumidores del estuario, es necesario hacer un inventario de la fauna existente en este ecosistema.

El método utilizado fue hacer arrastres circulares con una red de pesca que toca la superficie del sustra-

to y sobresale del agua. Conociendo la profundidad y el área de arrastre se puede calcular la densidad de los organismos por volumen. Es importante mantener siempre la red en contacto con el fondo, para evitar que los organismos escapen. Además, el arrastre debe hacerse en forma de encierro con el mismo fin (Fig.25).

F. *Estratigrafía de los Suelos en el Manglar.*

En el mismo caño que se utilizó para estudiar exportación de materia orgánica del manglar al estuario, se hicieron análisis de perfiles del sustrato. El objetivo de este análisis era poder predecir la historia del bosque en el sentido de un retroceso de éste o un avance hacia el mar.

El método utilizado para esto se basó en la recolección de suelo, a profundidades de más o menos un metro. Las muestras se tomaron con la ayuda de tubos PVC de un diámetro aproximado de 5 cm los cuales se enterraban a distancias, uno de otro de un metro. Al sacar el tubo, se extrae una columna de suelo con las capas en el orden en que se encuentran.

Estos muestreos se hicieron a lo largo del caño, escogiendo aproximadamente cinco líneas de trayecto transversales (Fig.26). El suelo contenido en estos tubos se analizaba en cuanto a: Textura, color, olor y materia orgánica.

Se tomaron además muestras en dos sitios (playa y bosque) a mayor profundidad, utilizando un barrenos. Los resultados preliminares de estos análisis mostraban un avance del bosque hacia el mar, por el hecho de encontrar residuos de conchas de organismos marinos a una profundidad de 6-7 m, en el muestra tomada dentro del bosque.

También se tomaron las distancias de las líneas de trayecto al sustrato de metro en metro; esto con el fin de determinar la topografía del caño (Fig.27). Es importante que las líneas de trayecto sean perfectamente horizontales; esto se puede lograr por medio de un nivel común. El perfil topográfico del caño, es de utilidad para relacionarlo con el perfil estratigráfico, ya que si se encuentra una capa de mucha materia orgánica a los 40 cm de profundidad en el punto más hondo, implica que este mismo tipo de suelo se encontrará a mayor profundidad en los sitios más altos.

EXPLOTACION DE MANGLARES

Se ha calculado que los bosques de mangle en Colombia cubren unos 500.000 Ha (Arango, 1971), pero como se dijo anteriormente, los mangles no son explotados por su madera, sino en forma ocasional, para polines y postes o para carbón de leña, ya que la madera es pesada y dura. Últimamente se han hecho pruebas para utilizar la madera en la

fabricación de madeflex (Octavio López, comunicación personal).

El valor económico de estas especies radica en la utilización de la corteza de la cual se extraen los taninos para curtir cueros. *Rhizophora* se prefiere para este fin, ya que su corteza contiene entre 20-45o/o de taninos, mientras que *Laguncularia*, solamente contiene 10-17o/o (Del Valle, 1970; Record, 1935). Los taninos extraídos de *Rhizophora*, a pesar de su mayor porcentaje, no son de alta calidad, debido a que imparten un color rojo al cuero. Para obtener mejores resultados, generalmente se utilizan mezclados con otros taninos (Record, *op cit*).

Los taninos también se pueden emplear en la industria del petróleo, como dispersante para regular la viscosidad del barro en la perforación de pozos (Cuello y Borrero, 1965). Ensayos para utilizar la madera de los manglares en pulpa para papel, no han resultado prometedores. En *Avicennia* por ejemplo, las fibras son cortas y el contenido de alfa celulosa es de sólo 69o/o (Vidal, 1934).

En el folclor de las zonas costeras se encuentran referencias sobre usos diversos, tales como: Elaboración de instrumentos musicales (Islas Filipinas); fuente de remedios caseiros, como reporta Pérez Arbeláez (1947) para *Rhizophora*: "Como medicinal se usa la misma corteza, después de pulverizarla pues es muy astringente y se tiene en ella un febrífugo de reconocida eficacia. Añaden que cura la lepra y la tuberculosis". Y para *Avicennia*: "Su tronco exuda goma que es eficaz para curar las enfermedades del pecho". Record (1935), cita que de las hojas y corteza de *Rhizophora* se pueden extraer colorantes.

La explotación de los manglares en la costa pacífica de Colombia, se hace en una forma no muy técnica, ya que los habitantes tumban los árboles para quitar la corteza y la madera se deja en el sitio de la tala, sin darle uso. Cuello y Borrero (*Op. cit.*), reportan que muchas veces, también se pierde la corteza que queda en contacto con el suelo, ya que éste es fangoso y los árboles son grandes y difíciles de mover. Además, reportan que en tiempo de la reproducción de *Rhizophora*, se dificulta el desprendimiento de la corteza y así, los habitantes prefieren tumbar otro árbol y dejar éste.

Los habitantes del Cauca venden la corteza a contratistas quienes sacan un 50o/o a 70o/o de ganancia, y ellos a su vez venden a la compañía transportadora que la lleva a Buenaventura y de ahí a Cali donde será revendida y procesada.

Los mangles preferidos por su corteza, son los que se encuentran más cerca a las costas y orillas de los ríos, ya que la corteza es llevada por los trabajadores a espaldas, desde el lugar de la tumba hasta sus canoas.

Esta explotación, poco tecnificada, ha conducido al rápido deterioro de grandes extensiones de bosques a lo largo de las costas. Además la regeneración de éstos se retarda por la

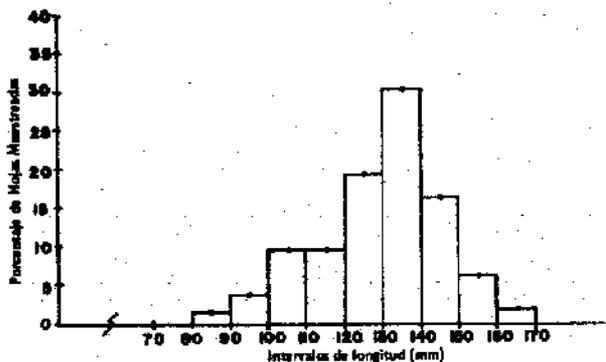


Figura 9. Distribución de tamaños de hojas en *Rhizophora* de la Costa. Número de hojas muestreadas 205. Guapi, Cauca.

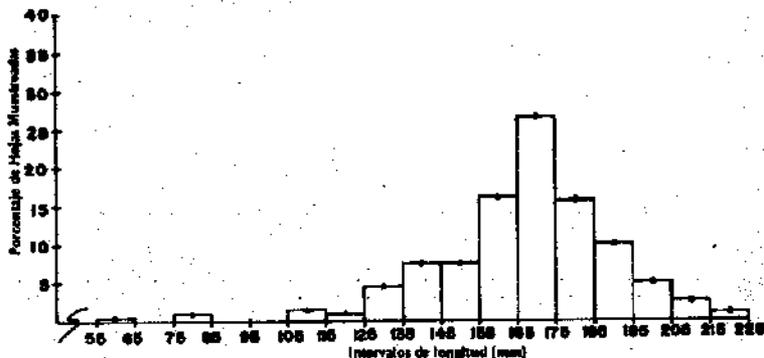


Figura 10. Distribución de tamaños de hojas en *Rhizophora* del Río Número de hojas utilizadas 200. Guapi, Cauca.

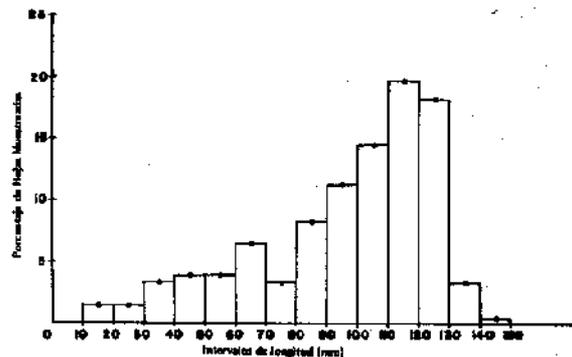


Figura 11. Distribución de tamaños de hojas en *Avicennia* de la Costa. Número de Hojas muestreadas 203.

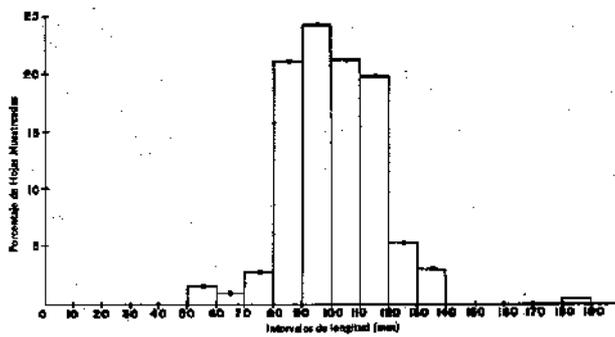


Figura 12. Distribución de tamaños de hojas en *Avicennia* del Río Número de hojas muestreadas 207.

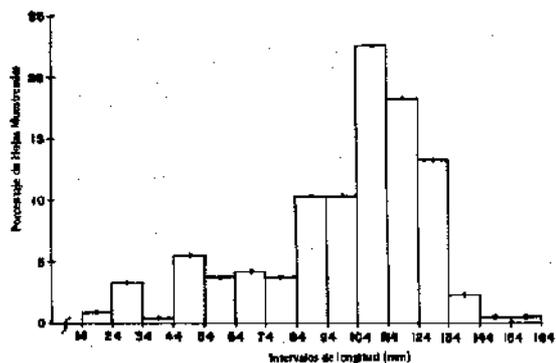


Figura 13. Distribución de tamaños de hojas en *Laguncularia* de la Costa. Número de hojas utilizadas 213. Guapi, Cauca.

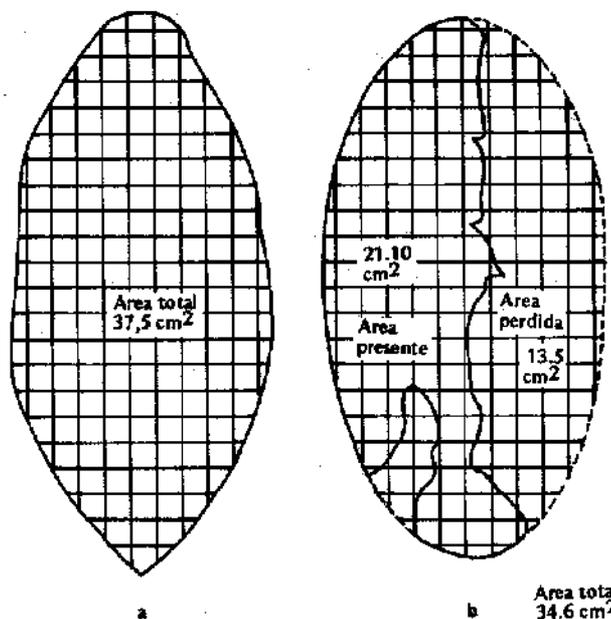


Figura 14. Hojas de *Laguncularia*. Mostrando el método para calcular área foliar y área consumida por herbívoros utilizando papel cuadrículado.

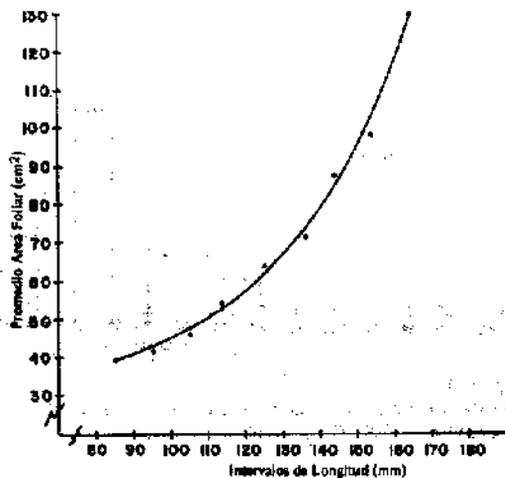


Figura 15.
Relación entre área foliar y longitud de hojas en *Rhizophora* de la Costa, Guapi, Cauca.

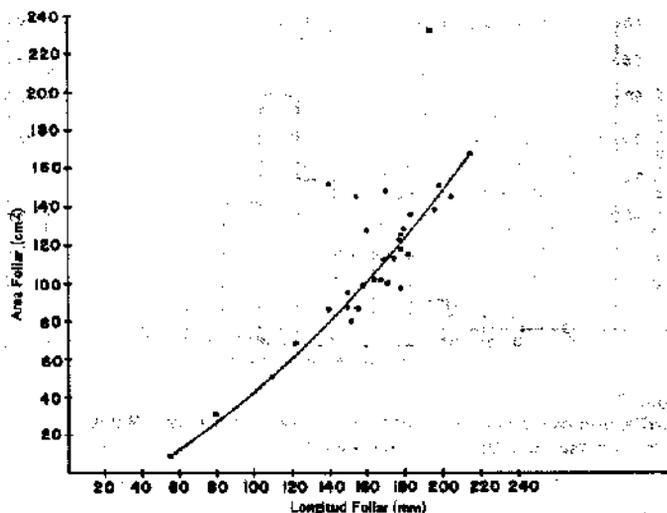


Figura 16.
Relación entre área foliar y longitud de hojas en *Rhizophora* del Río Guapi, Cauca.

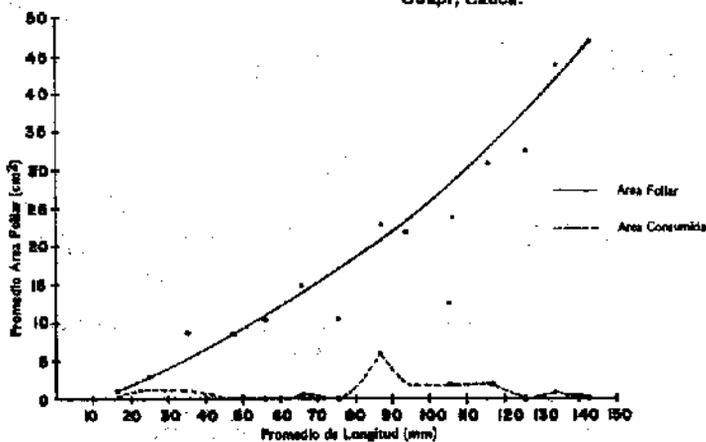


Figura 17.
Área foliar y área consumida por herbívoros, en relación con longitud de la hoja en *Avicennia* de la Costa, Guapi, Cauca.

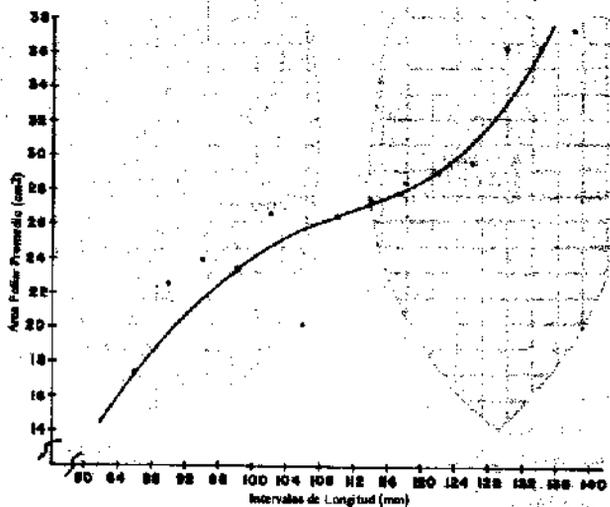


Figura 18.
Área foliar en relación con longitud de hojas en *Avicennia* del Río Guapi, Cauca.

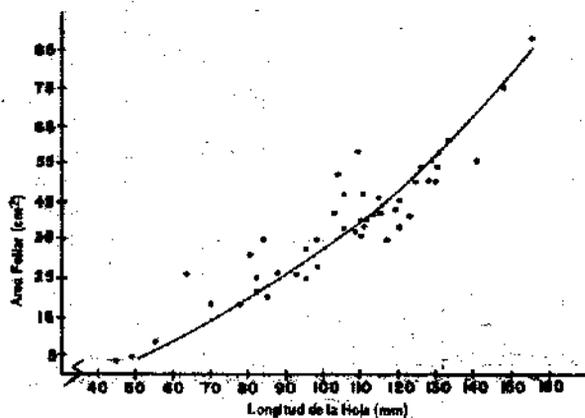


Figura 19.
Área foliar en relación con la longitud de las hojas en *Loguncularia* en la Costa.

rápida invasión de un helecho heliófilo arbustivo *Acrosty-
chium aureum* (Inst. Forestal Latinoamericano, 1970), que
les quita luz a las plántulas de los mangles.

Esta tala preferencial en orillas y costas contribuye a una
mayor erosión en estas áreas costeras, y por ende, las condi-
ciones cambian para los estuarios. Se han hecho ensayos de
cultivo de camarón en estanques artificiales construidos al
borde de los ríos cerca de Guapí y han resultado infructuo-
sos, ya que las construcciones se han hecho sobre los resi-
duos del bosque que ha sido talado. En estas condiciones,
los compuestos de fenoles y taninos más concentrados, re-
sultan tóxicos para los camarones.

CONCLUSIONES

Según lo expuesto anteriormente, se ve la necesidad de de-
sarrollar estudios para una mejor utilización de los produc-
tos del mangle y una explotación más racional del bosque,
de acuerdo con el efecto que tiene éste sobre la vida del
estuario.



Figura 20.
Canastas colocadas en el interior del bosque, utilizadas para recolec-
ción de materia orgánica que cae, Costa Pacífica, Guapí, Cauca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo fueron estudiantes becados al
curso que ofreció la Universidad del Valle a través del pro-
grama PNUD. El profesor de éste fue el doctor Samuel C.
Snedaker de la Universidad de Florida y los coordinadores
fueron los profesores Alfonso Hernández y Kevin Mullen.
Los datos fueron recolectados por todos los participantes a
dicho curso e incluyen los siguientes: Jairo Betancourt,
Germán A. Bolívar, Germán Bulla, Jaime Ricardo Cantera,
Guido Cerón, Carlos A. Cleves, Víctor Cortés, Ester Esca-
llón, Hugo Giraldo, Carlos López, Gustavo Manjarrés, Mi-
guel Mejía, Zulma Piñeros, Jorge E. Ramos, Raul Remolina
y Dámaris Rizzo. Las instalaciones en Guapí, fueron presta-
das por el Incora. Finalmente reconocemos la colaboración
prestada por el señor Paul W. Albert en la consecución de
material bibliográfico.



Figura 21.
Playa de los Obregones, Desembocadura de la Q. El Cocal, Costa Pa-
cífica, Guapí, Cauca.

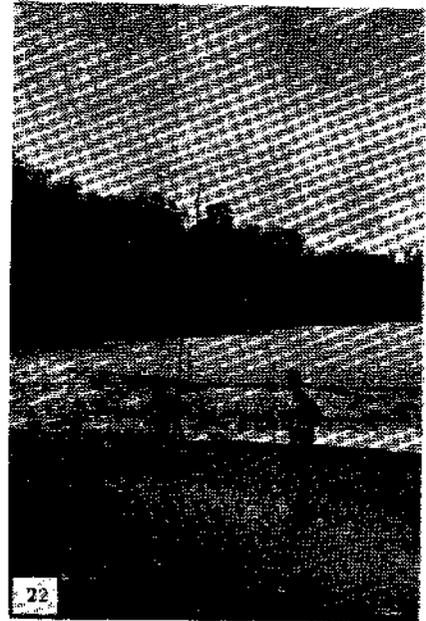


Figura 22.
Marea Baja, Costa Pacífica, Guapí, Cauca.

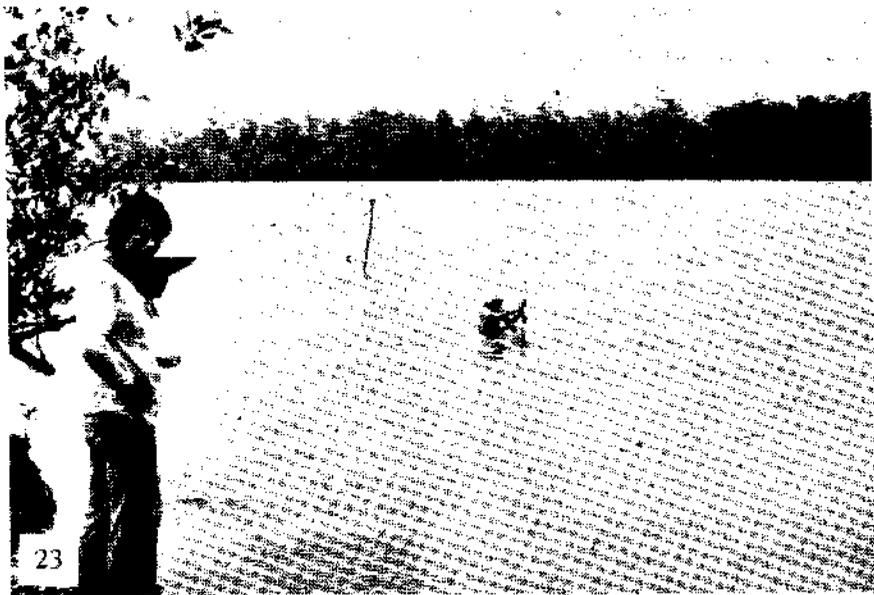


Figura 23.
Marea alta, Costa Pacífica, Guapi, Cauca.



Figura 24.
Nótese sobre el bosque las bolsas de malla plástica que contienen ho-
jas de las diferentes especies de mangle. Estas se utilizan para medir
la tasa de descomposición. Costa Pacífica, Guapi, Cauca.

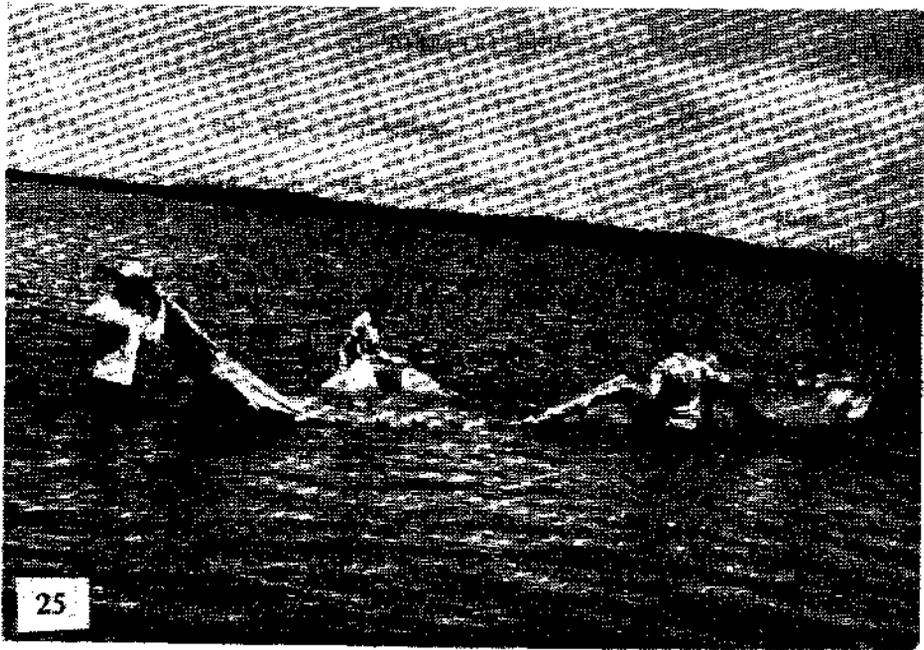


Figura 25.
Método de recolección de fauna en zona de estuarios, Costa Pacífica, Guapi, Cauca.

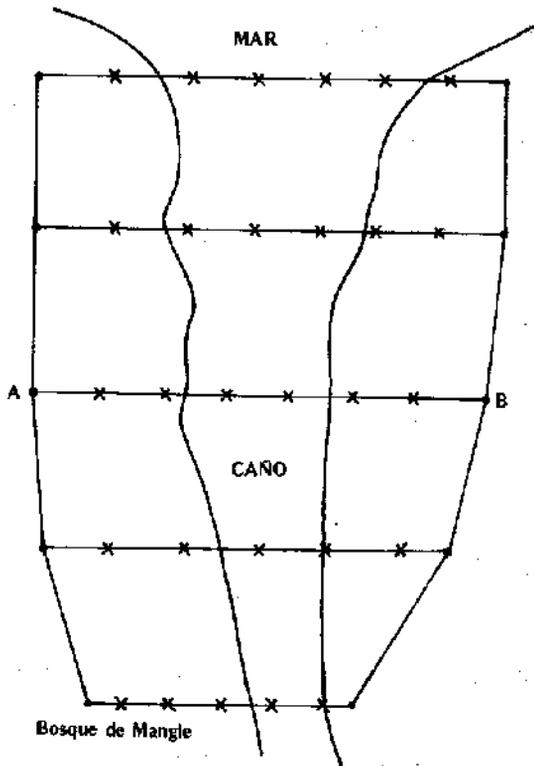


Figura 26.
Mapa mostrando el área donde se tomaron las muestras de suelos. Las x representan los puntos donde éstas fueron tomadas. Los puntos A y B son los extremos de una de las líneas de trayectoria donde se midió la profundidad del caño.

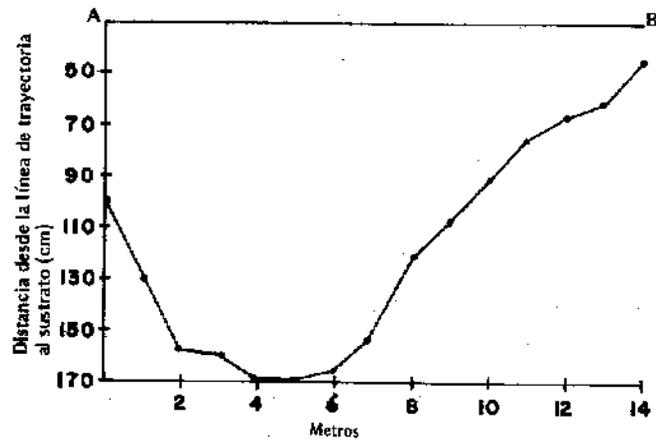


Figura 27.
Perfil topográfico de la línea de trayectoria A-B.

BIBLIOGRAFIA

- Arango, Gerardo. *La Industria Forestal en Colombia*. Revista Trimestral. 12:68-109, 1971.
- Carter, M.R. et al., Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and Estuaries". Athens Ga. USEPA. En imprenta 1973. en: Lugo, Ariel E., Samuel C. Snedaker, "The ecology of Mangroves". *Ann. Rev. of Ecology and Systematics*. Ed. Richard F. Johnston, Peter W. Frank y Charles D. Michner pp. 39-64, 1974.
- Corporación Venezolana de Fomento. Manglares de la Reserva Forestal de Guarapiche. 26 p. 1974.
- Cuello, Genaro M., y Eduardo Borrero Pulido. Estudio preliminar de los Manglares de la Costa del Cauca, Colombia. Tesis de grado. Univ. Dist. Fco. José de Caldas Bogotá, 1965.
- Del Valle A. Jorge Ignacio. Introducción a la Dendrología de Colombia. Centro de publicaciones, Universidad Nacional, Medellín 351p. 1972.
- Egler Frank E. "The Dispersal and Establishment of Red Mangrove *Rhizophora* in Florida". *The Caribbean Forester*. Vol. IX pp. 299-310, 1948, en: West, Robert C., "Mangrove Swamps of the Pacific Coasts of Colombia *Ann. Ass. An. Am. Geogr.* 46:98-121, 1956.
- Espinal T., L. Sigifredo y E. Montenegro, *Formaciones Vegetales de Colombia*. Imp. Canal Ramírez. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1963.
- Gill, A.M. and P.B. Tomlinson. "Studies on the Growth of Red Mangrove (*Rhizophora mangle* L.). "Phenology of the shoot". *Biotropica*3(2)109-124, 1971.
- Golley, Frank et al. "The structure and Metabolism of a Puerto Rican Red Mangrove Forest in May". *Ecology*, Vol.43(1):9-19, 1962.
- Heald E. "The Production of Organic Detritus in a South Florida Estuary". Univ. Miami *Sea Grant Tech. Bull.* 6:110 pp 1971 en Lugo y Snedaker. "The Ecology of Mangroves". *Ann. Rev. of Ecol. and Syst.* Ed. Richard F. Johnston; Peter W. Frank & Charles D. Michner. pp.39-64, 1974.
- Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. "Los Manglares en América". Boletín informativo Divulgativo No. 5, 52 p. 1970".
- Lugo, Ariel E., y Samuel C. Snedaker. "The Ecology of Mangroves". *Ann. Rev. of Ecol. and Syst.* Ed. Richard F. Johnston, Peter W. Frank & Charles D. Michner Vol. 5, 39-64, 1974.
- Marshall R. C. "The Silviculture of the Trees of Trinidad and Tobago. London 1939. en Inst. Forestal Latinoamericano de Investigación y capacitación. "Los Manglares en América". Boletín informativo divulgativo No.5, 1970.
- Miller, P. C. "Bioclimate, Leaf Temperature and Primary Production in Red Mangrove Canopies in South Florida". *Ecology* 53, No.1, 22-45, 1972.
- Miller, Philip C., "Simulations of Water Relations and Net Photosintesis in Mangroves in South Florida". *Proc. of Int. Symp. on Mangroves Biol. and Management* (en imprenta), 1975.
- Miller, P.C., J. Hom and D.J.Poole. "Water Relations of Three Mangrove Species in South Florida". *Oecol. Plant.* 10(3)331-343, 1975.
- Moldenke, Harold. "Materials Toward a Monography of the Genus *Avicennia* I *Phytología*. Vol. 7(3): 123-168, 1960.
- . "Materials Toward a Monography of the Genus *Avicennia*" *Phytología*. II. Vol. 7(4): 179-232, 1960.
- Moore R.T., P.C.Miller, D. Albright and L.L.Tiaszen. "Comparative Gas Exchange Characteristics of Three Mangrove Species During the Winter". *Photosynthetica* 6(4):387-393, 1972.

—, Miller, J. Ehleringer and W. Lawrence. "Seasonal Trends in Gas Exchange Characteristics of Three Mangrove Species". *Photosynthetica* 7(4):387-394, 1973.

Odum, Eugene P. *Fundamentals of Ecology*. 3a. Ed. W.B. Saunders Company, 1971, 574 p.

Pérez Arbeláez. "Plantas útiles de Colombia. Sección de Publicaciones de la Contraloría General de la República, Imprenta Nacional. Bogotá.

Record, Samuel J. "Systematic Anatomy of the Woods of the Rhizophoraceae". *Tropical Woods*. 44:1-20, 1935.

Scholander, P.F., H.T. Hammel, E. Hemmingsen & W. Garey. "Salt Balance in Mangroves", *Plant Physiology* 37:722-29, 1962.

—, Edda D. Bradstreet, H.T. Hammel and E.A. Hemmingsen. "Sap Concentrations in Halophytes and Some other Plants". *Plant Physiol.* 41:529-532, 1966.

Thom, Bruce G. "Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology: Tabasco, México". *J. Ecol.* 55:301-43, 1967.

Vidal, L., "Essai de fabrication de papier avec le bois dit paletuvier blanc de Guyane". *Rev. Int. y Prod. Col.* 103(104):255-259, 1934.

Waisel, Y. *Biology of Halophytes*. New York, Academic Press, 1972. Ed. Lugo y Snedaker. *The Ecology of Mangroves*. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:39-64, 1974.

West, Robert C. "Mangrove Swamps of the Pacific Coast of Colombia". *Ann. Ass. An. Am. Geogr.* 46:98-121, 1956.