

EVALUACION DE SUELOS DE MANGLAR EN DOS LOCALIDADES DE LA ENSENADA DE TUMACO, PACIFICO COLOMBIANO

Evaluation of mangrove soils in two localities of the Ensenada de Tumaco, Colombian Pacific

Liliana Figueroa-Del Castillo¹, Ricardo Álvarez-León²

RESUMEN

Esta investigación fue realizada en suelos de manglar de dos localidades de la Ensenada de Tumaco, Pacífico colombiano, denominadas: El Rompido (Localidad 1) y Asocarlet (Localidad 2). Se evaluaron las características físicas y químicas de cada suelo, los resultados mostraron rangos para densidad aparente entre 0.3 y 1 g/cm³, pH 3.4 y 4.7, materia orgánica 5.5 y 32.7%, nitrógeno total 0.25 y 0.82%, carbono orgánico 3.19 y 18.96%, capacidad de intercambio catiónico 13.6 y 46.6 meq/100g, calcio 4.4 y 27.8 meq/100g, magnesio 7.5 y 34.5 meq/100g, sodio 22.8 y 109.6 meq/100g, potasio 0.8 y 4.6 meq/100g, cobre 0.2 y 0.82 ppm, zinc 0.2 y 1.88 ppm, manganeso 2.2 y 18.4 ppm, hierro 114 y 218 ppm, aluminio 9 y 39 meq/100g, boro 0.27 y 5.9 ppm y fósforo 9 y 39 ppm, la textura en la localidad 1 fue arenosa y en la 2 limosa. Se concluyó que para la supervivencia de especies de mangle, los suelos de la localidad 1 presentaron condiciones menos apropiadas que en la 2, producto de los bajos valores de pH y de bases intercambiables, entre otros, al parecer por los diferentes tensores generalmente inducidos por el hombre.

Palabras-claves: suelos, mangle, características físicas, características químicas, bases intercambiables, pH, Ensenada de Tumaco, Pacífico Colombiano.

ABSTRACT

This investigation was realised in soils of mangrove of two localities of the Ensenada de Tumaco, Colombian Pacific, denominated: El Rompido (Locality 1) and Asocarlet (Locality 2). The physical and chemical characteristics of each soil were evaluated, the results showed ranks for apparent density between 0,3 and 1 g/cm³, pH 3,4 and 4,7, organic matter 5,5 and 32,7%, total nitrogen 0,25 and 0,82%, organic carbon 3,19 and 18,96%, cationic exchange capacity 13,6 and 46,6 meq/100g, calcium 4,4 and 27,8 meq/100g, magnesium 7,5 and 34,5 meq/100g, sodium 22,8 and 109,6 meq/100g, potassium 0,8 and 4,6 meq/100g, copper 0,2 and 0,82 ppm, zinc 0,2 and 1,88 ppm, manganese 2,2 and 18,4 ppm, iron 114 and 218 ppm, aluminum 9 and 39 meq/100g, borum 0,27 and 5,9 ppm and phosphorus 9 and 39 ppm, the texture in locality 1 was sandy and in 2 was silt. One concluded that for the survival of species of mangle, the soils of locality 1 presented/displayed conditions less appropriate than in the 2, product of the low values of pH and interchangeable bases, among others, apparently by the different tensors induced generally by the man.

Key words: soils, mangrove, physical characteristics, chemicals characteristics, interchangeable bases, pH, Ensenada de Tumaco, Colombian Pacific.

¹ Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia. E-mail: lif26@hotmail.com.

² Universidad de Manizales, Fundaciones Maguaré y Verdes Horizontes, Manizales (Caldas), Colombia. E-mail: alvarez_leon@yahoo.com.

INTRODUCCION

El Proyecto Manglares de Colombia MMA / OIMT, encontró para el Departamento de Nariño un área de 149.735 ha. de bosque de manglar, basándose en imágenes del radar INTERA de 1992, constituyéndose en la mayor extensión de la costa Pacífica y del país (Sánchez-Páez *et al.*, 1997).

Es de vital importancia la conservación de los bosques de manglar, ya que dentro de sus múltiples servicios ecosistémicos se encuentran: (1) funcionan como retenedores y acumuladores de sedimentos protegiendo a los ecosistemas interiores de la erosión del mar sobre el continente y a su vez actúan como barreras naturales, (2) es un ecosistema altamente productivo por su aporte de materia orgánica que se da en forma de hojas y otras partes del arbolado, y la energía producida es exportada a los ecosistemas vecinos ó aprovechada por las cadenas tróficas que sustenta, (3) algunos animales son residentes permanentes que pasan toda su vida en el estuario mientras que otros organismos son de origen marino que entran al estuario en sus etapas juveniles y usan estas áreas como criaderos.

Los manglares son plantas tolerantes a la sal, ocupan sustratos inestables, ácidos y pobres en oxígeno, con embriones capaces de flotar que se desarrollan preferiblemente en localidades estuarinas tropicales. Funciona como un sistema abierto que usa nutrientes traídos por aguas continentales y marinas para transformarlos, mediante la actividad fotosintética, en materia orgánica, la cual es un componente importante de la trama trófica. Este tipo de vegetación esta sujeta a inundaciones periódicas del agua de mar.

En cuanto al suelo es una mezcla compleja de organismos vivos, materia orgánica, minerales, agua y aire (FAO, 1985), siendo el producto de la alteración química ó la desintegración mecánica de un macizo rocoso, el cual pudo haber sido expuesto a procesos de intemperismo; es un medio para el crecimiento de las plantas y para la actividad microbológica, en él se da lugar al almacenamiento de nutrientes y reciclaje de numerosos productos que podrían, de otra forma, acumularse como agentes venenosos ó contaminantes en el ambiente. Los suelos por factores como el transporte de agua, viento y hielo, son modificados, depositándose en ellos distintos componentes y formando diferentes estratos (Montenegro & Malagón, 1990).

Las características de los suelos en general, dependen de la textura y distribución por tamaño de partículas minerales, estructura ó modo en que están organizadas, clases de minerales arcillosos

presentes, tipo y cantidad de iones intercambiables absorbidos por ellos y finalmente de la cantidad de materia orgánica incorporada a la materia mineral.

Los suelos de manglar son sustratos lodosos que se caracterizan por el alto contenido de agua, sal, sulfuro de hidrógeno, bajo contenido de oxígeno y elevada proporción de humus (Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1983). Están influenciados por la amplitud de la marea la cual determina el grado de flujo y renovación de las aguas, factores que influyen sobre su estado de oxidación-reducción, salinidad, concentración de nutrientes y exportación de materia orgánica (Chapman, 1976).

Los suelos del Departamento de Nariño son muy variables debido a sus diferentes orígenes y a los distintos usos que se le han dado, ya que la amplia gama de velocidades de las corrientes de agua, induce a una gran variabilidad de las características granulométricas, predominando las fracciones finas y arcillas y limos, con pH entre 3.4 - 8.6. Dichos suelos contienen altas cantidades de materia orgánica proveniente del manglar y de animales ocasionalmente muertos creando un horizonte superficial orgánico, este actuara como coloide orgánico y se encargará de mantener y absorber las bases necesarias como calcio, potasio, magnesio, asegurando así la disponibilidad y asimilación de estos elementos para las plantas (Minotta, 1997).

La capacidad de la materia orgánica para retener las bases del suelo se manifiesta en la disposición para intercambiar cationes y aniones del suelo, determinada por medio de la capacidad de intercambio catiónico que presente. Estos suelos también contienen altas cantidades de agua. El intercambio de aguas de las mareas y los ríos es un factor muy importante que determina la sedimentación (Minotta, 1997).

Los indicadores químicos se tienen en cuenta para entender problemas como la disponibilidad de nutrientes, toxicidad de iones, necesidades de enmiendas en suelos sódicos o con relación al calcio - magnesio y para definir una correcta clasificación de suelos para un adecuado manejo (IGAC, 1990).

Los suelos de las localidades de estudio son de la clase de los Entisoles, con bajo grado evolutivo, por lo tanto hay poca diferenciación de horizontes condicionados a la topografía, material parental y clima entre otros. Presentan minerales primarios y fertilidad variable (IGAC, 1995).

Según Holdridge (1978) el área de Tumaco pertenece a la zona de vida bh-T, caracterizado por temperaturas mayores de 24°C y con una precipitación media anual entre 2000 y 4000 mm, facilitando de ésta forma una mayor biodiversidad,

crecimiento y mejor desarrollo de los bosques de mangle.

En cuanto al término tensor (stressor) se define como cualquier evento, condición ó situación que cause un incremento en los gastos de mantenimiento de un sistema. La pérdida de energía ocasionada por la operación del tensor se define como tensión (stress) (Lugo & Peterson-Zucca, 1978). Algunos tensores naturales e inducidos por el hombre en el área de estudio son: tsunamis, maremotos, Fenómenos del Niño y de la Niña, tala de mangle para carbón, leña y extracción rápida de piangua, turismo, establecimiento de cocotales, pastizales y piscinas de camarones, derrames de petróleo entre otros.

Hasta el momento son pocos los estudios que se han realizado sobre el estado del suelo de manglar en ésta región, debido a la complejidad del proceso de determinación de la calidad de los suelos manglárnicos, ya que no solo se trata de establecer las proporciones de los minerales presentes, sino también su influencia sobre la vegetación allí asentada.

Del Llano (1958) afirma que estos suelos por carecer de buen drenaje y estar afectados periódicamente por inundaciones de origen climático y regularmente por aguas saladas, no tienen uso agrícola, ni ganadero, pues son dificultades inmodificables las que presentan.

Con esta investigación se pretendió: (1) Evaluar las condiciones fisicoquímicas de los suelos de manglar en las dos localidades ubicadas en la Ensenada de Tumaco así, Localidad 1 (El Rompido) y Localidad 2 (Asocarlet), que presentaron diferente grado de intervención antrópica, y (2) Identificar los indicadores del suelo que permitan conocer su estado actual, con el fin de que en futuros proyectos exista una base para buscar alternativas de conservación de los bosques de mangle.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó la recolección de muestras de suelos de manglar en la época lluviosa del mes de Abril de 1999 que con la alta nubosidad dejó evidenciar la influencia de la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical, caracterizada por el choque de masas de aire con diferencias térmicas lo que ocasiona una banda nubosa). Las noches fueron aun más lluviosas, fenómeno ocasionado por las circulaciones locales en las que el aire más frío de las montañas fluye hacia los valles y planicies. Según el IGAC (1994), Tumaco corresponde a un área extensa de tierra plana ó ligeramente ondulada con escasos desniveles, en algunos sectores la erosión empieza a moldear su forma a relieve ondulado, denominada planicie. En

cuanto a las mareas fueron de quiebra, es decir, un rango mareal más estrecho que en puja donde las mareas son menos altas y menos bajas en influencia directa con las fases lunares (en este caso cuarto creciente).

Los criterios de selección de las localidades de estudio fueron: (1) grado de intervención antrópica; (2) existencia de rodales significativos de manglar; (3) existencia de cuerpos de agua, ya que este factor condiciona el desarrollo de los manglares; (4) grado de devastación de los bosques de manglar; (5) existencia de poblaciones cercanas, que realicen actividades relacionadas con el manglar; (6) localidad afectadas por el derrame de crudo de 1998.

Las Localidades presentaron las siguientes características:

Localidad 1. El Rompido ($01^{\circ}48'26''N$ - $78^{\circ}51'15''W$), es un sector de Bocagrande, ubicado entre Candelillas del Mar y el Estero Guandarajo y en la parte posterior se encuentra el Estero Tabacal; ésta localidad se encuentra a una altura de 2 - 3 m.s.n.m y abarca aproximadamente 20 ha. Es una localidad de alto riesgo por erosión, amenaza sísmica y tsunamis. Se registran diferentes usos del suelo como el cultivo de coco, tala para carbón, construcción de hoteles y restaurantes por ser una localidad de afluencia turística.

El Rompido, se vió influenciado en 1998, por uno de los problemas más graves como son los derrames de hidrocarburos, causado esta vez por PETROECUADOR, en el Puerto de Esmeraldas (Ecuador) afectando fuertemente las poblaciones de Tabacal, Bajito Vaquería, Colombia Grande, El Polvorín, el Rompido y Bocagrande. La comunidad en dicha área recogió restos de hidrocarburo (breas), que llegaron hasta la playa, en costales y los tienen apilados en las orillas. Allí predominan los cultivos de coco, que han modificado considerablemente los suelos de manglar.

Localidad 2. Asocarlet ($01^{\circ}46'24''N$ - $78^{\circ}49'18''W$), se encuentra rodeado por los esteros Agua Clara, Guandarajo, Palmichal y Del Medio, también hay una bocana del río Mira; esta Localidad se encuentra a una altura de 0 - 1 m.s.n.m., en un terreno de 80 ha. Esta localidad presentó mayor grado de intervención antrópica que la primera localidad, debido a que se realizaban diferentes actividades como la tala de mangle para fabricar carbón e instalación de piscinas para camarones; cabe anotar que en el sector visitado hay unas parcelas de regeneración; y es continua la modificación del suelo. En cuanto al terreno ocupado por Asocarlet se trata de una localidad que presenta contrastes, de un lado está la camaronicultura con especies

nativas (*Litopenaeus stylirostris*, *L. vannamei*), y en el otro existen parcelas de regeneración de especies de mangle como *Rhizophora* spp., *Laguncularia racemosa* y *Pelliciera rhizophorae*.

Fase de campo

Debido a la diferencia en el número de hectáreas en cada localidad se establecieron para la localidad 1 dos estaciones, identificadas como A y B, y en la localidad 2 se evaluaron ocho estaciones, identificadas con los números 1,2,3,4,5,6,7,8; en ambas localidades se dividieron las estaciones en número equitativo a cada lado separado por el canal de drenaje, se comenzó a partir de la orilla del curso de agua donde se contabilizaron 100 m hacia el bosque y se realizaron las parcelas con un cabo delgado marcado con las medidas de la parcela, que fueron de 50 x 20 m, la distancia entre parcela y parcela fue de 100 m.

Se tomaron las muestras por cada 10 ha. una muestra de suelo, utilizando una pala plana, se cavó un hueco en forma de "V" de tamaño del ancho de la pala cortando una tajada de suelo, se eliminó un centímetro de la superficie, con el fin de desechar los residuos frescos de materia orgánica, cada muestra se colocó en el balde, previamente marcado para cada horizonte del suelo (A: 0 - 30 cm y B 30 - 50 cm).

Posteriormente se repitió la operación en 16 puntos diferentes de la parcela a manera de zig-zag hasta tomar la muestra completa. Por el difícil acceso a las localidades los baldes fueron marcados identificando cada horizonte y cuando estaba el balde lleno (con las 16 submuestras) se colocaba la muestra en la orilla de la localidad sobre una bolsa plástica, de ésta forma se homogenizó la muestra retirando piedras, estiércol y raíces grandes evitando contaminar las muestras.

Finalmente la muestra fue empacada en tarros plásticos con capacidad de 3 kg, de color blanco tupido para que no penetraran los rayos solares, los dos últimos días, en la localidad 2, fue necesario recoger doble cantidad de suelo porque la muestra era poco representativa debido a las condiciones de alta pluviosidad.

En total se recolectaron 20 muestras, posteriormente fueron tapadas herméticamente, etiquetadas (número de frasco, código del formato, fecha, hora, lugar, altura, tensores presentes, entre otros) y llevadas al Laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño, donde se les hizo un Análisis Completo (características físicas y químicas).

Fase de procesamiento de muestras

A continuación, en la figura 1 se muestra un diagrama de flujo donde se registra cada indicador

evaluado y el método utilizado por el Laboratorio de la Universidad de Nariño:

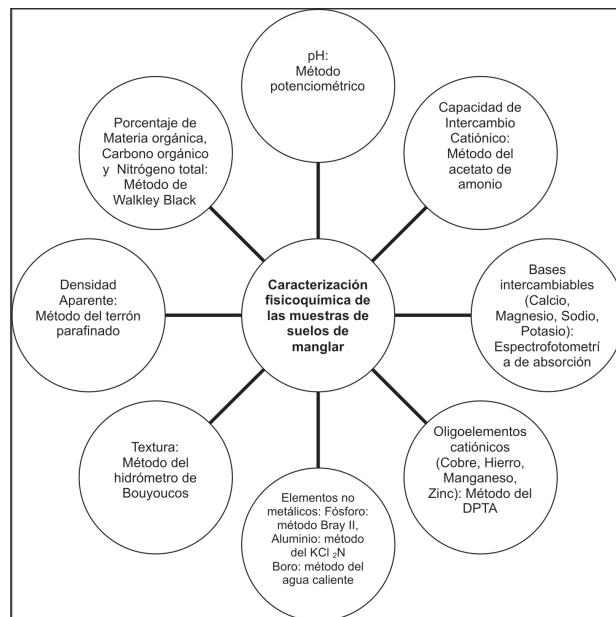


Figura 1 - Diagrama de flujo de la metodología utilizada en la caracterización fisicoquímica de las muestras de suelos de manglar en el Laboratorio de Suelos Universidad de Nariño. Aplicando los métodos sugeridos por CENICAFE (1992,1997), ICA (1993) e IGAC (1990)

Fase de análisis

Finalmente para la elaboración de tablas y figuras se agruparon los resultados de los elementos analizados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Nariño, según sus características físicas y químicas, diferenciando las respectivas localidades de estudio, estaciones y horizontes A y B, según sea el caso.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis físicos y químicos, se agruparon entre si, con el fin de dar información sobre el estado actual de los suelos muestreados de las dos localidades evaluadas.

Análisis físicos

Olor. En ambas localidades de estudio se percibió un fuerte olor a ácido sulfhídrico, originado por la descomposición de los organismos en el fango, pobre en oxígeno que al combinarse con la actividad de bacterias anaerobias aumenta el hidrógeno sulfatado dando origen al olor característico del suelo de manglar (Guerrero & Guerrero, 1969). En la Localidad 1 también se percibió un fuerte olor a hidrocarburo debido a que en vísperas del muestreo ocurrió un derrame de petróleo en Esmeraldas (Ecuador).

Color. En ambas localidades de estudio el color es gris, posiblemente a procesos de gleyzación. En la Localidad 2 se observaron también una gama de negros sobretodo en el horizonte A debido al aumento del contenido de materia orgánica y visos rojos pertenecientes al Terciario Superior.

Textura. En la Localidad 1 es de tipo Arenoso por estar más expuesta a la acción del oleaje presentando alto riesgo de erosión. Este tipo de suelo procede de minerales resistentes y pobres en micronutrientes. El movimiento de agua es más rápido al igual que la pérdida de nutrientes. En cuanto a la Localidad 2 es de tipo Limoso por las bajas corrientes de agua, siendo suelos derivados de minerales de fácil descomposición los cuales son las principales fuentes de micronutrientes.

Densidad Aparente. En el horizonte A de la Localidad 1 el valor promedio fue de 1, mientras que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 0.7 g/cm³ igual ocurrió en el horizonte B para ambas localidades de estudio. En ambas localidades y horizontes los valores correspondientes a la densidad aparente fueron menores a 1.6 g/cm³ indicando que no tiende a compactarse sino a ser suelos constantemente inundados.

Sin embargo en la localidad 2 (Asocarlet), se observo la alta incidencia de piscinas para camarones (tensor provocado por el hombre), es aquí donde los suelos de los manglares son altamente saturados constituyendo una cámara esponjosa de suelo, agua y aire, a través de la cual se presenta aireación y cambios de flujo permanente. Entonces con el volumen de agua depositada en las piscinas, para criadero de camarones, se sobrecargan la capacidad de resistencia de los suelos causando una ruptura de la bolsa esponjosa, a futuro se podrían registrar la presencia de suelos compactos en dicha localidad.

Estos suelos compactados cambian su composición física y química, entre la más notoria es la disminución de la permeabilidad del aumento del suelo. En dichos suelos no es posible que se establezcan las especies de manglar, sino que son aptos para la invasión de ranconchal (*Acrostichum aureum*). En otras palabras, los suelos de manglar no sirven para camaronerías y a largo plazo esta actividad desemboca en un fracaso económico y ecológico (Hubele, 1989).

Análisis químicos

En las figuras 2a y 2b se observa la relación existente entre los parámetros químicos Capacidad

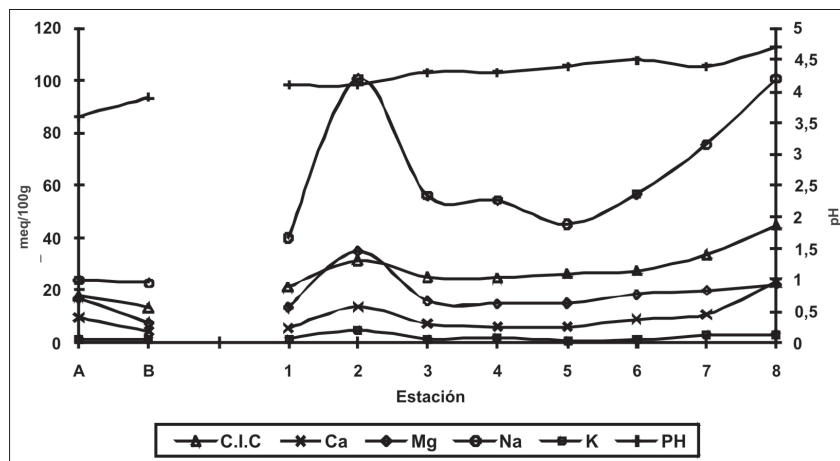
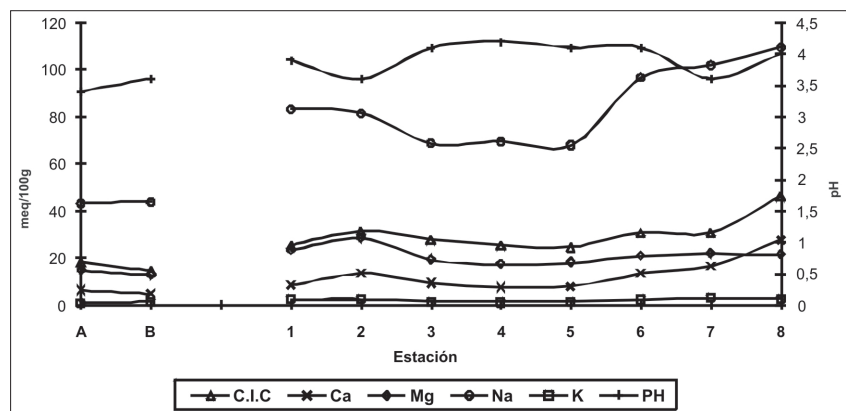


Figura 2a - C.I.C, Bases intercambiables y pH de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte A.

Figura 2b - C.I.C, Bases intercambiables y pH de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte B.



de intercambio catiónico, Bases intercambiables y pH, para las dos localidades muestreadas y en ambos horizontes.

En las anteriores figuras se observa que la *Capacidad de intercambio catiónico* en el horizonte A de la localidad 1 se obtuvo un valor promedio de 15 mientras que en la localidad 2 fue 29 meq/100g; en el horizonte B en la localidad 1 el valor promedio fue de 16 y en la localidad 2 fue de 30 meq/100g.

Dentro del grupo de las *Bases intercambiables* están los elementos calcio, magnesio, sodio y potasio, donde el calcio en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 7 mientras que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 10 meq/100g, en tanto que en el horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 6 y en la Localidad 2 fue de 13 meq/100g. El magnesio en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 12, mientras que en la Localidad 2 fue de 19; mientras que en el horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 14 mientras que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 21 meq/100g. El sodio en el horizonte A presentó un valor promedio de 23 mientras que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 66 meq/100g, mientras que en el horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 43 y en la Localidad 2 fue de 82 meq/100g.

El potasio en el horizonte A de la Localidad 1 el valor promedio fue de 1 mientras que en la Localidad 2 fue de 2 meq/100g igual ocurrió en el horizonte B. En la Localidad 1 el tipo de minerales presentan poca capacidad magnética, entonces las bases intercambiables son removidas más fácilmente. En la Localidad 2 hay altas concentraciones de bases intercambiables por la escasa pérdida de estas y por la riqueza inicial de dichos elementos de sedimentos a partir de los cuales se desarrollaron los suelos.

Finalmente los valores de pH en el horizonte A de la Localidad 1 el valor promedio fue 3.7, mientras que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 4.3 en tanto que en el horizonte B de la Localidad 1 el valor promedio fue de 3.5 y en la Localidad 2 fue de 3.9. Los valores de pH en las localidades de estudio son bajos, indicando que son suelos ácidos, probablemente debido a los procesos de oxidación que son más lentos y al tipo de clima presente en la región, el cual acelera los procesos de alteración y mineralización, causando pérdida por lavado de elementos químicos; también se relaciona con la baja disponibilidad de fósforo, potasio, calcio, magnesio, nitrógeno. Igualmente el pH es bajo por la liberación de ácido sulfúrico durante la transformación de materia orgánica por parte de las bacterias anaerobias y facultativas.

En las figuras 3a y 3b se observa la relación existente entre los parámetros químicos Materia Orgánica (M.O), Carbono Orgánico (C.O) y Nitrógeno Total (N.T) para las dos localidades muestreadas y en ambos horizontes.

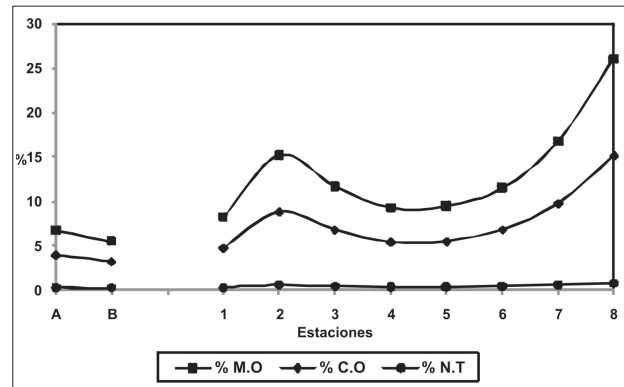


Figura 3a - Porcentaje de materia orgánica (M.O), carbono orgánico (C.O) y Nitrógeno Total (N.T) de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte A.

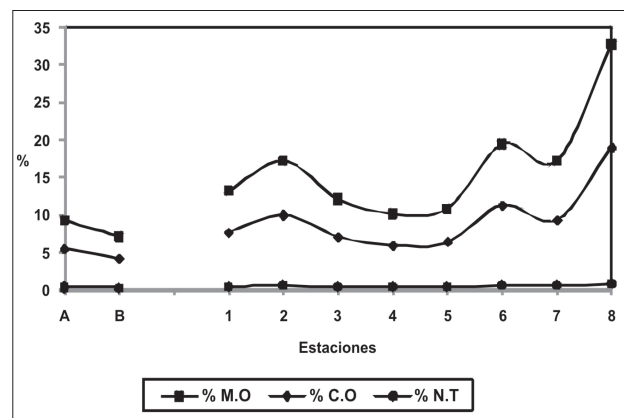


Figura 3b - Porcentaje de Materia orgánica (M.O), carbono orgánico (C.O) y Nitrógeno Total (N.T) de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte B.

En las figuras anteriores se observa que el porcentaje de *Materia orgánica* en el horizonte A de la Localidad 1 obtuvo un valor promedio de 6.1, en tanto que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 13, mientras que en el horizonte B de la Localidad 1 el valor promedio fue de 8.2 en tanto que en la Localidad 2 fue de 16.

El porcentaje de *Materia orgánica* es alto, y a medida que el perfil desciende es aproximadamente el doble, encargándose de mantener y absorber las bases intercambiables, y de esta forma asegura la disponibilidad y asimilación de estos elementos para las plantas (como ocurre en las estaciones 2 y 8 del horizonte A y 2, 6, 8 del horizonte B).

El porcentaje de *Carbono orgánico* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor

promedio de 3 y en la Localidad 2 fue de 8; mientras que en el horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 4 y en la Localidad 2 el valor promedio fue de 9. Estos valores más los de la materia orgánica hacen que halla una relación muy favorable para las características físicas del suelo. En ambas Localidades los valores fueron menores de 10 indicando alta presencia de materia orgánica y buen suministro de nitrógeno, fósforo, azufre. La última estación de la Localidad 2 presentó un valor mayor de 12 indicando alta concentración del porcentaje de carbono orgánico por la lenta descomposición de materia orgánica por ser suelos ácidos y pobres en oxígeno. El nitrógeno total y fósforo disponible son pobres por las altas tasas de denitrificación.

El porcentaje de *Nitrógeno total* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 0.27, mientras que en la Localidad 2 el valor promedio fue de 0.49%, en tanto en el horizonte B el valor promedio en la Localidad 1 fue de 0.34 y en la Localidad 2 fue de 0.56%, siendo valores bajos posiblemente por ser suelos volcánicos, están desarrollados sobre sedimentos meteorizados, sus bajos niveles están afectados por el pH, entre más bajo es el pH menos nitrógeno disponible habrá.

En las figuras 4a y 4b se observa el resultado del análisis de algunos oligoelementos catiónicos como son el Manganeso, Cobre y Zinc para las dos localidades muestreadas y en ambos horizontes.

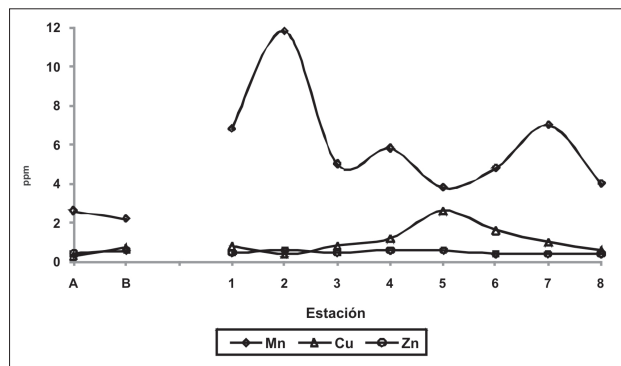


Figura 4a - Análisis de Manganeso (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte A.

El *Manganeso* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 2 y en la Localidad 2 de 6 ppm, mientras que en el horizonte B en la Localidad 1 fue de 7.5 en tanto que en la Localidad 2 fue de 18 ppm.

El *Cobre* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 0.5; mientras que en la Localidad 2 fue de 1, mientras que en el horizonte

B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 0.1 y en la Localidad 2 de 0.3 ppm.

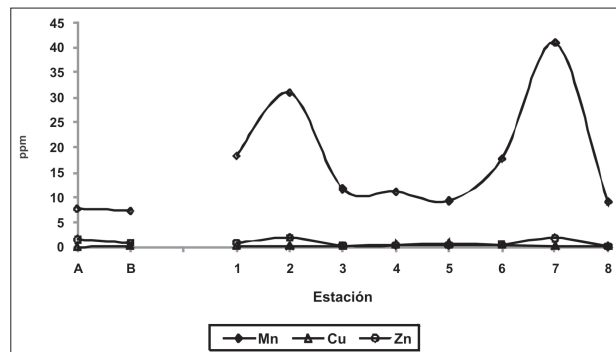


Figura 4b - Análisis de Manganeso (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte B.

El *Zinc* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 0.4 mientras que en la Localidad 2 fue de 0.4 ppm, mientras que en el horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 1.2 y de 0.8 ppm en la Localidad 2. El bajo pH de las Localidades hace que disminuya la concentración de hierro disponible. El cobre y el zinc son solubles en estos suelos facilitándose por el pH ácido se ve algún grado de retención por parte de la materia orgánica en la Localidad 2.

En las figuras 5a y 5b relación entre hierro y aluminio para las dos localidades muestreadas y en ambos horizontes.

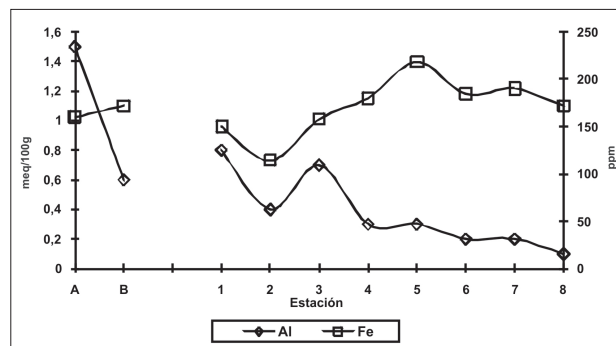


Fig.5a Análisis entre Hierro y Aluminio de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte A.

Dentro de los indicadores evaluados se establece que los valores de pH, en ambas localidades fueron inferiores a 5.5 se presentó mayor asociación con el hierro y el aluminio, típicos de las localidades de manglar por las complejas reacciones de oxidación-reducción.

En el horizonte A en la Localidad 1 el *Hierro* presentó un valor promedio de 166 mientras que en

la Localidad 2 fue de 170 ppm, en cuanto al horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 144 y en la Localidad 2 fue de 159 ppm.

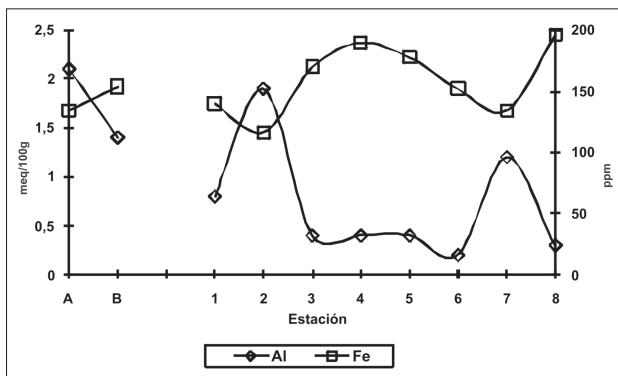


Figura 5b - Análisis entre Hierro y Aluminio de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte B.

El *Aluminio* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 1 y en la Localidad 2 de 0.3 meq/100g, mientras que el horizonte B en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 1.7 y de 0.7 meq/100g.

Finalmente el análisis de los elementos *Fosforo* y *Boro* se observa en las figuras 6a y 6b para las dos localidades muestreadas y en ambos horizontes:

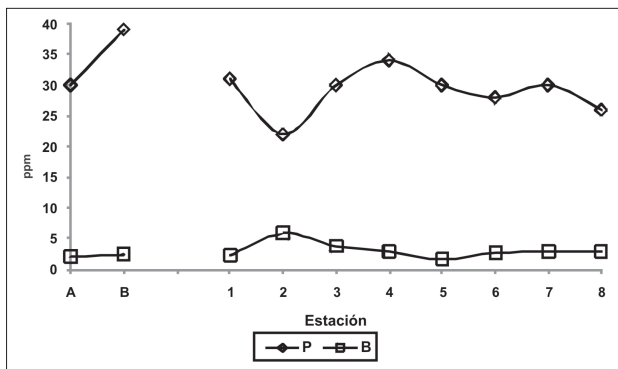


Figura 6a - Análisis entre Fosforo y Boro de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte A.

Finalmente el *Boro* presenta valores promedio en el horizonte A de 2.2 en la Localidad 1 y en la Localidad 2 de 3 ppm, mientras que en la Localidad 1 en el horizonte B, los valores promedio fueron de 3.5 y en la Localidad 2 de 4 ppm. Es evidente que presenta bajas cantidades donde hay suelos con textura gruesa como en la Localidad 1 depende también del pH si baja, aumentará la disponibilidad de boro.

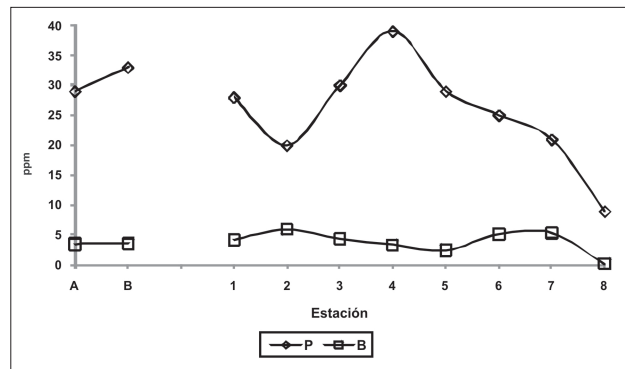


Figura 6b - Análisis entre Fosforo y Boro de los suelos manglar en las estaciones de las localidades muestreadas en el Horizonte B.

El *Fósforo* en el horizonte A en la Localidad 1 presentó un valor promedio de 34 y en la Localidad 2 fue de 28 ppm, mientras que en el horizonte B en la Localidad 1 el valor promedio fue de 31 y en la Localidad 2 de 25 ppm. Estos son valores medios, generalmente los suelos de manglar son pobres en fósforo, por lo tanto es evidente que existe un cambio que se puede atribuir por factores antrópicos. El fósforo es relacionado con el contenido de material fino (limo y arcilla) que reacciona con este elemento reteniéndolo y evitando su percolación a niveles inferiores de los suelos (Cardona, 1991). A mayor fósforo mayor será el porcentaje de boro obteniendo una mejor absorción de las plantas.

Dentro de las observaciones en campo están los rodales de manglar (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*) y en ambas localidades se observó la presencia de la ranchocha (*Acrostichum aureum*), el cual forma extensos manchones invadiendo terrenos cercanos a cultivos de coco, localidades con actividad camaronera ó en sitios donde los bosques de manglar están sobre-explotados.

En la Localidad 2 (Asocarlet) se presentó la mayor proporción de manglar afectado por la acción antrópica, que va desde la intervención intensiva de los rodales de mangle bajo, hasta la degradación total del ecosistema en donde los manglares han perdido su capacidad potencial y real de producción. Situación que pone en peligro la sobre-vivencia tanto del ecosistema, como de las comunidades que apoyan su subsistencia en los recursos extraídos del manglar. Otro tensor que se puede mencionar se encontró en la Localidad 1 (El Rompido), la cual ha sido una de las localidades más afectadas por el derrame de crudo de 1998, pues los manglares son extremadamente susceptibles a la contaminación por petróleo y breas, debido a que estos tienden a depositarse y recubren la región de intercambio de gases.

Un fuerte recubrimiento en las lenticelas ó en los neumatóforos inevitablemente causa la muerte de los árboles. Además de actuar como una barrera que entorpece el intercambio de gases, algunos componentes ó fracciones del petróleo poseen propiedades tóxicas. Estos productos pueden ser nocivos a las raíces ó a la comunidad microbiana del suelo (Fernández-Rodríguez y Pión-Verbel, 1986).

Recapitulando, los suelos de la Localidad 1 presentan condiciones menos apropiadas que en la Localidad 2, para la supervivencia de comunidades vegetales y animales. En la Localidad 1 se presenta baja disponibilidad de nutrientes por la textura del suelo y esta más afectado por tensores. En ambas localidades el porcentaje de materia orgánica da un buen suministro de nitrógeno y fósforo. Los valores de pH en la Localidad 1 fueron más bajos que en la Localidad 2 indicando que la solubilidad de los componentes es menor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardona, P. *Características de los suelos de manglar del costado noroccidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta y su relación con algunos atributos de la vegetación*. M.Sc. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad de Antioquia, 110 p. 1991.
- CENICAFE. *Guía para el servicio regional de análisis de suelos*. Chinchiná, 82 p., 1992.
- CENICAFE. *Guía para el servicio regional de análisis de suelos*. Chinchiná, 87 p., 1997.
- Cintrón-Molero, G. & Schaeffer-Novelli, Y. *Introducción a la ecología del manglar*. UNESCO, 99 p., Montevideo, 1983.
- Chapman, V.J. *Mangrove vegetation*. Vaduz J. Cramer, 16 p., 1976.
- Del Llano, M. El complejo problema de la agricultura en la selva fluvial del litoral del Pacífico. *Suelos Ecuatoriales*, v.1, n.3/4, p.139-158, 1958.
- FAO. *Métodos sencillos para la acuicultura*. Roma Vol. 6, 1985.
- Fernández-Rodríguez, T. & Pión-Verbel, A. Programa de caracterización y vigilancia de la contaminación marina a partir de fuentes domésticas, agrícolas, industriales y mineras en áreas ecológicamente sensibles del Pacífico sudeste. *INDERENA Inf. Técnico*, 1986.
- Guerrero, O. & Guerrero, H. *Observaciones ecológicas, existencias de corteza y aprovechamiento de mangle en la localidad del Charco-Nariño*. Tesis Profesional, Facultad de Ing. Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 67 p., 1969.
- Holdridge, L. *Ecología basada en zonas de vida*. Editorial IICA, 159 p., San José, 1978.
- Hubele, M. *Estado actual y manejo ambiental de los manglares en la costa Nariñense*. Proy. CORPONARIÑO/GTZ, Inf. Técnico, Tumaco, 78 p., 1989.
- ICA. *Manual de análisis de suelos. Plantas y aguas para riego*. Instituto Colombiano Agropecuario, 236 p., Santafé de Bogotá D.C., 1993.
- IGAC. *Método de análisis de laboratorio de suelos*. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, 502 p., Bogotá, 1990.
- IGAC. *Mapa de suelos de Colombia*. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, 57 p., Bogotá, 1994.
- IGAC. *Suelos de Colombia*. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, 775 p., Bogotá, 1995.
- Lugo, A.E. & Petterson-Zucca, C. The impact of low temperature stress on mangrove structure and growth. *Trop. Ecol.*, v.18, p.149-161, 1978.
- Minotta, S. *Actualización del diagnóstico de los componentes físico-bióticos del manglar de la Bahía de Tumaco-Nariño, Parte I*. SOPRAM/ MINAMBIENTE/ CORPONARIÑO, Inf. Técnico, 223 p., San Andrés de Tumaco, 1997.
- Montenegro, H. & Malagón, D. *Propiedades físicas de los suelos*. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, IGAC, Bogotá, 1990.
- Sánchez-Páez, H.; Álvarez-León, R.; Guevara-Mancera, O.A.; Zamora-Guzmán, A.; Rodríguez-Cruz, H. & Bravo-Pazmiño, H.E. *Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Pacífico colombiano*. Proy. PD 171/91. Rev.2, Fase I, Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, 343 p., Santafé de Bogotá. D.C., 1997.