

ESTADO DE LOS MANGLARES EN COLOMBIA AÑO 2000

Por: Oscar Casas-Monroy¹⁰

Los bosques de manglar están considerados como un ecosistema altamente productivo con una gran biodiversidad (Lugo y Snedaker, 1974; Sánchez-Páez et al., 2000). Son característicos de zonas tropicales y subtropicales, alcanzan su máximo desarrollo sobre la línea ecuatorial, en climas húmedos, dependen fuertemente de la dinámica topográfica y crecen en suelos de turbas o arcillo-limosos. También se desarrollan bosques vigorosos en ciénagas, esteros y bahías (Casas-Monroy, 1999). Su estructura y función están en relación con diferentes gradientes físicos y químicos, dentro de los cuales se pueden citar la magnitud, frecuencia y duración de las inundaciones, la salinidad del agua intersticial, la disponibilidad de nutrientes y la textura de los suelos sobre los que crecen.

Desde del punto de vista biótico, los manglares sirven de hábitat a diferentes grupos de organismos (crustáceos, moluscos, peces, aves, entre otros) para alimentación, protección y reproducción (Holland, 1996, En: Reyes-Forero, 2000). En el ámbito físico, los manglares suplen la atmósfera con grandes cantidades de humedad, ocasionando lluvias locales; sirven como trampa de sedimentos y de contaminantes, favoreciendo la calidad del agua de otros ecosistemas. Así mismo, protegen la zona costera de la erosión, fijando las playas y llegando a formar suelos maduros. Durante tormentas pueden disminuir la fuerza de los vientos y el oleaje, reduciendo daños en poblaciones costeras.

En Colombia los bosques de manglar cubren un área aproximada de 379.954 ha., de las cuales 87.230 ha. pertenecen a la costa Caribe (Fig. 12) (Sánchez-Páez et al., 2000). Sobre este litoral, los rodales se extienden desde el Golfo de Urabá (Antioquia) hasta Bahía Turkakas en la Alta Guajira; siendo los bosques de Córdoba los de mejor desarrollo, los del delta-exterior del Río Magdalena los de mayor extensión (Botero et al., 1996) y los del Archipiélago de San Andrés, los que cuentan con la menor cobertura (197,3 ha.). En la costa Pacífica hay 292.724 ha., su distribución va desde el río Mataje, en la frontera con Ecuador, hasta Cabo Corrientes (Chocó). Hacia

¹⁰ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS (INVEMAR) PROGRAMA CALIDAD AMBIENTAL MARINA (CAM)

el norte, los manglares se presentan sólo en sitios muy específicos como los Golfos de Utría y de Tribugá (Chocó) (Sánchez-Páez et al., 2000) (Fig. 13).

DIAGNÓSTICO

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos durante el año 2000, tendientes a conocer, rehabilitar, recuperar, conservar y mejorar el estado actual de los bosques de manglar en toda la costa colombiana.

CARIBE COLOMBIANO

DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

El departamento de La Guajira presenta los bosques de manglar con menos problemas en el país. Sus rodales se caracterizan por sus bajas alturas, desarrollo y densidades. En este sector, estudiantes de la Universidad de La Guajira, con el apoyo financiero de la Universidad Nacional, Sede San Andrés, COLCIENCIAS, IDEAM, y CORPOGUAJIRA adelantan varios proyectos entre los que se encuentra: "Estructura, fenología y demografía del manglar del Riito y el Valle de los Cangrejos, delta del Río Ranchería". Este proyecto estudió, durante el año 2000, los patrones de dispersión y reclutamiento de las especies dominantes en los manglares del delta del Río Ranchería, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, empleando propágulos marcados.

Como resultados, se encontraron relaciones significativas entre el número de propágulos anclados y la especie, el tiempo, la distancia al sitio de lanzamiento y los sitios de anclaje. Los propágulos de *A. germinans* y *L. racemosa* se perdieron del ecosistema antes de dos semanas, mientras que los de *R. mangle* permanecieron en mayor número y durante más tiempo en el ecosistema y lograron establecerse. La germinación de los propágulos de *A. germinans* y *L. racemosa* se vio afectada principalmente por el alto consumo por parte de ganado ovino y caprino presente en la zona. Los niveles de depredación no obedecieron al modelo dominancia - depredación. Además, se encontró un consumo del 30% de frutos de *A. germinans* en el árbol, por larvas de polillas de la familia Pyralidae. Los matorrales de *Batis maritima* resultaron las estructuras más efectivas en la retención de propágulos.

Otro de estos proyectos desarrollados por estas entidades durante el año 2000 es: "Estructura de los bosques de mangle del Valle de los Cangrejos y el Riito, delta del río Ranchería, Caribe colombiano", en el cual se evaluaron algunos parámetros estructurales de la vegetación en dos bosques de manglar. Durante este proyecto se registraron siete especies dentro del bosque: *A. germinans*, *L. racemosa*, *R. mangle*, *C. erecta*, *R. biflora*, *C. odoratissima* y *P. juliflora*. Lo más significativo en la dinámica actual del complejo de bosques de manglar es que *A. germinans*, representa cerca del 45% del índice de valor de importancia (IVI), mientras que *L. racemosa* es la más abundante. Así mismo, el desarrollo estructural es mayor en Brazo Riito que en Valle de Los Cangrejos, pero se trata en general de un bosque subocupado. Esto es evidente en el alcance diametral, que promedió 6,47 cm; el área basal alcanzó 8,99 m²/ha y el

árbol de área basal media 9,75 cm. En promedio, la población del bosque es de 1.518 individuos/ha., un valor pobre si se considera conjuntamente con el escaso desarrollo diametral.

La distribución diamétrica actual de las especies de manglar en la zona de estudio es marcadamente decreciente, presentando cerca del 70% de los individuos entre 2,5 y 5,0 cm. Los modelos ajustados fueron de tipo potencial y exponencial negativo simple. El desarrollo hipsométrico del bosque en general es muy bajo; *L. racemosa* y *R. mangle* son las especies con mayor potencial de crecimiento. Los individuos del manglar crecen con una moderada competencia aérea. Esta es media en términos laterales y prácticamente nula verticalmente. Alrededor del 10% de los individuos registrados crecen bajo condiciones de absoluta libertad de competencia y cerca del 65% presentan algún grado de competencia de copas. *R. mangle* es la especie con mayor alcance diametral en sus copas, así como los mejores niveles de posición y calidad. *C. erecta* y *A. germinans* presentaron los valores más bajos de estas cualidades.

La fuerte variación de todos los atributos estructurales es consecuente con el tamaño de las unidades de muestreo. Su composición específica y ubicación, los niveles de extracción de madera para leña y construcción por parte de pobladores aledaños, la variada gama de densidades en las que se presenta el bosque en general y las unidades de muestreo en particular, son respuesta a factores como la intrusión mareal, el aporte de aguas dulces, la temperatura del agua y el microrrelieve.

Un esquema de la zonación en los bosques de manglar del delta del río Ranchería, desde el borde del cauce hacia afuera podría ser el siguiente: a) Área reducida con individuos de *R. mangle* exhibiendo desarrollo variable, b) Zona de amplitud irregular con individuos de *L. racemosa* y *A. germinans* y excepcionalmente *C. erecta*, c) Presencia masiva de *A. germinans* de mediano y bajo porte y d) Presencia de *C. erecta* y predominantemente de *P. juliflora* y *C. odoratissima*.

Las posibilidades de evolución y desarrollo de los bosques de manglar del delta del río Ranchería son bajas, como corresponde a las fuertes limitaciones naturales de esta región. Ellas incluyen una precipitación menor a 600 mm/año, evapotranspiración alrededor de 2.000 mm/año, alta insolación que origina elevadas temperaturas del agua y salinización de los suelos. Adicionalmente, se presentan altas tensiones originadas por actividades humanas: Vertimientos domésticos de la ciudad de Riohacha, contaminación con basuras, compactación de suelos, residuos de la industria del carbón, tala en sectores localizados del bosque, etc.

Su mayor importancia no se sustenta en una potencial productividad maderera, radica más bien en sus bondades como patrimonio paisajístico y cultural urbano para la ciudad de Riohacha y en la función ecológica que cumple al convertirse en refugio clave para poblaciones de aves, insectos, peces, moluscos y crustáceos.

DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM)

En el departamento del Magdalena, dentro del marco del proyecto “Estructura y función de un ecosistema de manglar a lo largo de una trayectoria de restauración en diferentes niveles de perturbación”, se establecieron diferentes frentes de investigación en los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). En este proyecto instituciones como la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CORPAMAG, la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH y la Universidad del Magdalena se han sumado a los esfuerzos emprendidos por INVEMAR y la Universidad de Louisiana at Lafayette (ULL) tendientes a establecer los criterios necesarios que coadyuvaran al sistema a su recuperación. Conjuntamente se han desarrollado trabajos de investigación encaminados a profundizar el conocimiento y monitorear el comportamiento de las comunidades vegetales de la CGSM y de los indicadores ambientales que caracterizan el estado y evolución de su calidad ambiental.

De acuerdo con los resultados de este estudio, actualmente el desarrollo de la cobertura vegetal de los bosques de manglar y la regeneración natural en áreas perturbadas de la CGSM están directamente asociados a los cambios en la salinidad intersticial. Se encontró que las salinidades bajas se mantuvieron para el año 2000 aún en época seca, como consecuencia de la alta precipitación del año 1999 y a la extensión del período de inundación que afectó la hidrología local. Estos cambios en el hidropérido influyen en el mantenimiento de valores bajos de salinidad (<40 PSU) a largo plazo (Fig. 14).

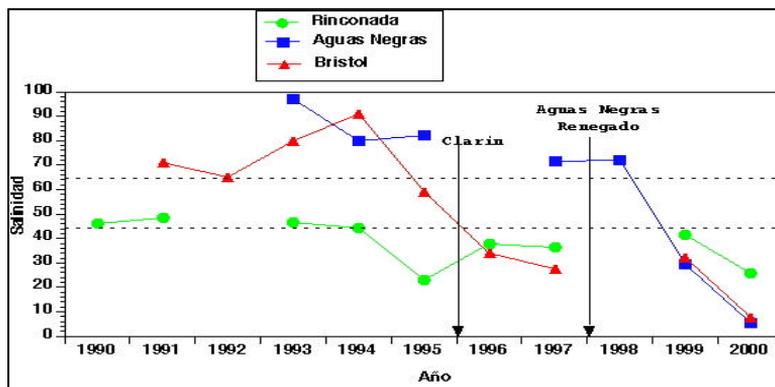
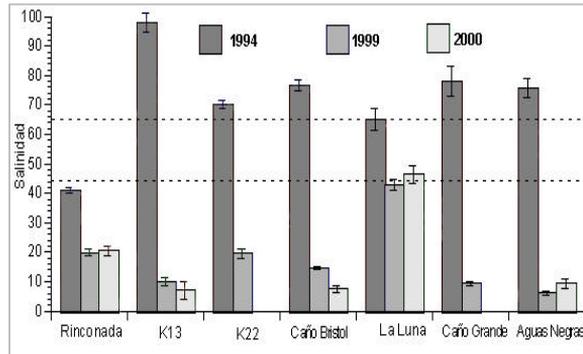


Figura 14. Curva de funcionamiento del valor medio de la salinidad intersticial (0.5 m) del suelo en tres estaciones de la CGSM en la época seca (Enero-Abril) durante el período 1990-2000. Las líneas punteadas (rango inferior) indican los valores óptimos de salinidad en bosques de manglar (0-45) y el límite a partir del cual esta representa un estrés fisiológico (65). Las flechas indican la apertura de los caños.

Se pudo determinar también que existe una diferencia significativa en las salinidades entre áreas de muestreo ($p < 0,05$), demostrando con estos resultados, una vez más, que la salinidad ha disminuido en años consecutivos a partir de la apertura de los caños y han tenido un impacto significativo en la región noroccidental de la CGSM

(Fig. 15). Así mismo, se evidencia por la proliferación de numerosas especies de macrófitas acuáticas flotantes y el arribo e implantación de propágulos a zonas antes



desprovistas de vegetación.

Figura 15. Media anual de la salinidad intersticial (0,5 m) en sedimentos de 7 estaciones de muestreo en la región noroccidental de la CGSM. Las líneas punteadas indican el rango normal de salinidad en bosques de manglar (0-45) y el valor a partir del cual representa un estrés fisiológico (65)

La mayor reducción en los valores de salinidad intersticial a 0,5 m se registró en la estación Km 13, Caño Clarín (extremo noroccidental) en donde la salinidad se redujo de 98 PSU en 1994 a 8,5 PSU en el año 2000. Otros cambios de magnitud similar se obtuvieron en las estaciones Caño Grande, Aguas Negras (sitios perturbados) y Km 22 en el Clarín (Fig. 15). La estación Luna presenta las menores tasas de cambio, con valores promedio de 65 PSU para el 1994 y de 46 PSU para el año 2000.

De otra parte se debe tener en cuenta la influencia directa de los ríos de la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta sobre el cambio en los valores de salinidad, que no sólo repercuten en los cuerpos de agua, sino que también influyen en los suelos que inundan. Es así como han favorecido los procesos de regeneración natural de los bosques de manglar y la colonización de aguas y suelos por vegetación de agua dulce, especialmente en áreas deterioradas con gran cantidad de madera muerta en pie.

La madera muerta en pie y sobre el suelo desempeña un papel importante en el proceso de regeneración natural del manglar y en general en los procesos de sucesión natural de otras especies. Además, actúa como una fuente importante de nutrientes y energía a largo plazo; es un sitio para la fijación de nitrógeno, contribuye a modificar la estructura física del bosque, altera las corrientes de agua adyacentes y sirve como sustrato para la implantación de juveniles de manglar (Spies *et al.*, 1988).

Aplicando el IVI a los troncos muertos en pie, se observó que los sitios más degradados como Aguas Negras y Luna se encontraban dominados por *A. germinans* y en menor proporción por *L. racemosa* (Fig. 16). Mientras que en Rinconada (sitio de referencia) *L. racemosa* superó ampliamente a las otras dos especies.

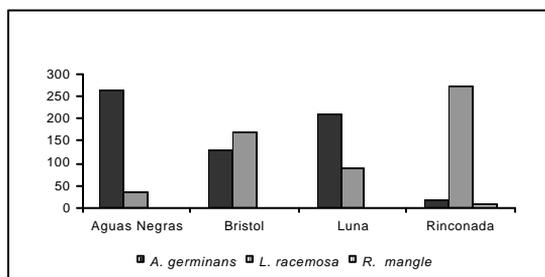


Figura 16. Índice de valor de importancia (IVI) para la madera muerta en pie de *A. germinans*, *L. racemosa*, y *R. mangle* en 4 áreas a lo largo de un gradiente de perturbación en la CGSM

El área basal mostró que en las áreas de estudio afectadas, *A. germinans* fue la especie dominante (Fig. 17). *L. racemosa* aportó en menor proporción al área basal en todas las estaciones, aunque presentó numerosos individuos, lo cual es quizá consecuencia de sus estrategias reproductivas, de desarrollo y de crecimiento, que le permiten competir exitosamente con otras especies de manglar y se caracteriza por su tolerancia a la radiación solar directa y por colonizar los espacios abiertos.

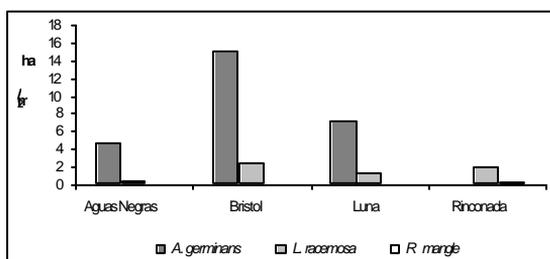


Figura 17. Área basal (m^2/ha) para la madera muerta en pie de *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle* en 4 áreas a lo largo de un gradiente de perturbación en la CGSM

Durante el 2000, también se pudo determinar que el área recuperada de manglar, en la CGSM fue de $11,95 \text{ km}^2 \text{ año}^{-1}$ para el período 1995-1997 y $19,83 \text{ km}^2 \text{ año}^{-1}$ para 1997-1999. Estos cálculos son el resultado de la aplicación de varios índices de vegetación durante el monitoreo, para obtener una estimación más exacta. Así, la variación de las estimaciones es de $\pm 17\%$. Con base en esta información se elaboró una **curva de funcionamiento** para evaluar los cambios en la extensión de los bosques de manglar a largo plazo (2010) en la CGSM (Fig. 18).

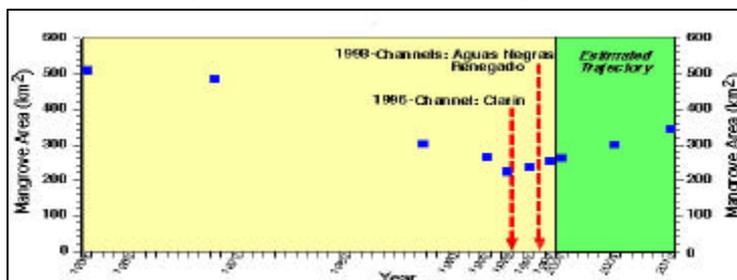


Figura 18. Cambios temporales en la cobertura de bosques de manglar en la CGSM en el período 1956-1999. Las flechas indican el inicio de la operación de las obras hidráulicas. Los valores a partir del año 2000 son valores predictivos con un modelo lineal basado en estimaciones entre 1995-1999 a partir de imágenes satelitales (SPOT - LANDSAT)

Se estima que si las tendencias en los cambios ambientales (salinidad e hidroperíodo) continúan, la extensión de los bosques de manglar en el año 2005 y 2010 será de 303,4 y 343,7 km², respectivamente. Alcanzar estas cifras dependerá de los mecanismos de competencia entre las diferentes especies de manglar y las tasas de dispersión de la vegetación de agua dulce.

La continuación de estudios experimentales sobre los mecanismos de control e interacción entre estas dos comunidades vegetales permitirá evaluar a corto plazo la exactitud de estas cifras. También es importante evaluar la relación entre los flujos de entrada de agua dulce a través de los caños y las tasas de regeneración (manglar) y dispersión (vegetación de agua dulce).

El análisis anual de las imágenes de satélite debe ser un componente permanente de los estudios ambientales en la CGSM (Fig. 19) para evaluar los cambios espaciales de la vegetación a largo plazo.

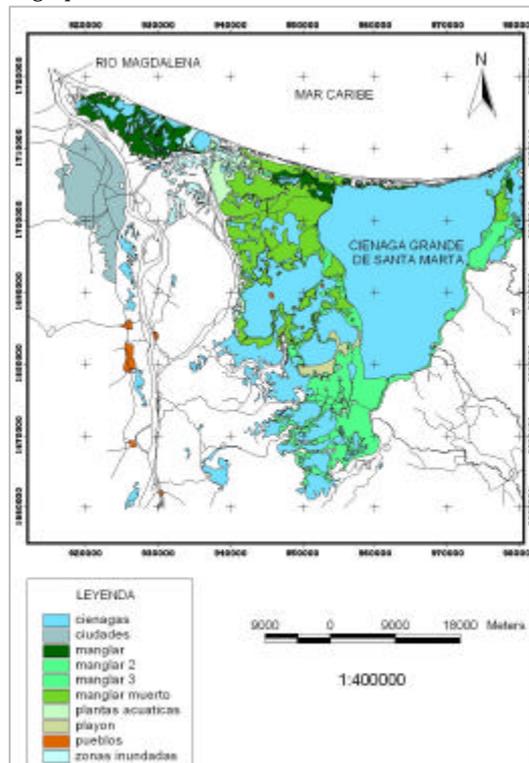


Figura 19. Cobertura vegetal de la Ciénaga Grande de Santa Marta, a partir de una imagen Landsat TM de 1999

En la actualidad, aunque se observa una regeneración natural relativamente alta en varias zonas de la CGSM (ej. Caño Dragado, Km13, Km 22), la mayor contribución

al área recuperada en el Complejo Pajarales se debe al desarrollo de follaje en árboles que se presumían muertos y están produciendo nuevas hojas. Este proceso tiene que ser considerado para evaluar, del área estimada de manglar, la que representa “nuevos” árboles (a través de la regeneración) y las que ya contaban con árboles establecidos.

La reapertura de los caños también ha marcado el desplazamiento del pasto *Typha domingensis* desde el extremo noroccidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Km 13) hacia el sur (Bristol y La Luna) debido a la reducción de la salinidad intersticial causada por el lavado de los suelos. En la estación de La Luna fue donde se registró el mayor grado de deterioro, pero a medida que la salinidad se redujo *T. domingensis* logró rápidamente invadir el terreno por el eficiente mecanismo de reproducción sexual y vegetativa, que le confiere ventaja competitiva con respecto a las plantas de manglar. La dirección de la dispersión está relacionada con la apertura del Caño Clarín en 1996 y el Caño Aguas Negras en 1998.

En el año 2000 se encontraron 18 especies de plantas durante las cuatro estaciones climáticas. Las especies más frecuentes fueron *Paspalum repens*, *Ipomoea* sp y *Eichornia crassipes*, que aparecieron en todas las épocas climáticas, ya que su presencia depende básicamente de la disponibilidad de agua; otras como *Salvinia atrotuadifolia*, *Marsilia polycarpa* y *Polygonum acuminatum* presentaron variaciones en su frecuencia de aparición relacionadas con los cambios climáticos determinados por los niveles y calidad del agua en cada época climática.

En la CGSM, el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH, adelantó el proyecto “Aplicación de la modelación numérica a la solución de problemas ambientales en lagunas costeras del Caribe colombiano. Ciénaga Grande de Santa Marta”, el cual consistió en diseñar un modelo numérico de calidad de aguas para diagnosticar el estado de eutroficación de la CGSM y diseñar un modelo numérico que permita describir procesos de autodepuración en la CGSM y un software amigable bajo ambiente Windows que facilite la operación flexible del modelo numérico.

El estudio pudo concluir que, dependiendo de las sustancias contaminantes agrupadas de acuerdo con sus propiedades, se pueden presentar problemas críticos con sustancias como contaminantes conservativos y sustancias disueltas no conservativas del tipo “biológicamente duras” (grasas y aceites), cuyo ingreso a los diferentes cuerpos de agua de la CGSM ocurre en época húmeda y que eventualmente, durante esta misma época, podrían tener un efecto medianamente negativo en el cuerpo de agua las sustancias disueltas no conservativas del tipo “intermedio” (fenoles y detergentes).

También, se destaca la determinación de la materia orgánica muerta como un componente fundamental en el diseño de monitoreos ecológicos. El seguimiento de esta variable permite seguir el comportamiento de los componentes de los sólidos sus-

pendidos orgánicos y así medir de forma indirecta la dinámica de un sistema con una carga productiva muy alta.

El modelo logró reproducir el estado del ecosistema CGSM en la actualidad y durante los años ochenta, lo cual es certificado por la calibración y adecuación de la reflexión del modelo, en cuanto a las particularidades de la funcionalidad del ecosistema.

Las comunidades palafíticas y ribereñas que habitan la CGSM, tienen como actividad principal la pesca. El ecosistema en los diversos procesos de cambio, debido a factores externos de índole antropogénico, ha presentado variación en cuanto a ofertas y demandas de especies acuícolas. Por ejemplo, en los años ochenta, las condiciones de exceso de salinidad fueron propicias para cultivos de ostras (*Cassostrea* sp.), mientras que a mediados de los años noventa y después del dragado de los caños Clarín y Aguas Negras hubo un proceso de dulcificación que provocó la desaparición de estas poblaciones. Estos aspectos en una comunidad que vive de la pesca es un factor poco beneficioso y representa cambios en sus actividades económicas de subsistencia.

El modelo tiene diferentes aplicaciones, puede predecir posibles cambios en la productividad y en los valores de los indicadores químico-biológicos de la calidad de las aguas durante la variación antropogénica o natural de los flujos de sustancias y energía que convergen del exterior al ecosistema. También con la ayuda del modelo se puede encontrar el régimen de intercambio de aguas entre el Complejo Pajarales y la CGSM y en cada uno de ellos, se pueden observar las posibles diferencias de la calidad de sus aguas, para predecir la productividad del ecosistema y el grado de eutroficación. Basados en los pronósticos del contenido de las sustancias contaminantes de diferente naturaleza en los ríos, se puede controlar el nivel de contaminación en el cuerpo de agua CGSM.

Finalmente, el modelo también puede ser utilizado con fines investigativos, en verificación de hipótesis científicas y explicación de hechos registrados durante el monitoreo ecológico y en la determinación de los enlaces causa – efecto de los diferentes procesos y en fenómenos observados en el cuerpo de agua.

Bahía Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona)

En el marco del programa CARICOMP, el INVEMAR ha venido monitoreando desde 1993-1995 algunas variables fisicoquímicas, estructurales y funcionales del bosque de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), ubicado en la costa sur de la laguna sur de la Bahía. A continuación se presenta una síntesis de los datos obtenidos en el año 2000 frente a los valores promedio del período 1993-1999 (Garzón-Ferreira y Rodríguez-Ramírez, 2001b). Las variables fisicoquímicas evaluadas en el agua superficial de la laguna mostraron diferencias importantes en el 2000 frente a los promedios de los años anteriores (Tabla 7).

| Variables Físico-químicas | Promedio 1993-1999 | Promedio 2000 |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Temperatura superficial | 28,6°C | 28,0°C |
| Salinidad superficial | 37,5 | 38,5 |

Tabla 7. Variables físico-químicas en la estación del manglar

Por su parte, la salinidad mostró en la laguna una tendencia a ser más alta de lo normal en buena parte del año 2000 (Tabla 7). El mes de mayo por ejemplo, normalmente corresponde a una caída importante de la salinidad, pero en el 2000 ocurrió lo contrario, mientras que el pico de salinidad más bajo, que típicamente se observa en octubre, en el 2000 se presentó en septiembre, es decir, desfasado por un mes. El promedio anual de salinidad para el año 2000 en la estación de la laguna resultó en 38,5, exactamente una unidad por encima del promedio de 1993-1999 (37,5). Las razones de estas diferencias en el comportamiento de la salinidad en la laguna durante el 2000, podrían hallarse en el comportamiento de la precipitación pluvial en dicho año en la región.

Efectivamente, los datos de pluviosidad a lo largo del año 2000, frente a los promedios mensuales del período 1993-1999, en la estación de Punta de Betín (Santa Marta), muestran que a diferencia de lo normal, en el 2000 la cantidad de lluvia en el mes de mayo fue exigua y septiembre fue más lluvioso que octubre. Esto explica fácilmente las diferencias en los patrones de variación anual de la salinidad. Sin embargo, al tratar de explicar los valores de salinidad más altos en general en el 2000 en Chengue, se encontró que los datos de precipitación local resultan poco útiles, ya que el total de lluvia en el 2000 resultó superior al promedio del acumulado anual del período 1993-1999, es decir, el 2000 no fue un año seco. Una explicación alternativa para esto puede ser que en este último año la intensidad del fenómeno de surgencia haya sido excepcionalmente alta, lo cual generaría un aporte mayor de aguas profundas de salinidades altas a la zona costera de la región. Sobre esto existe alguna evidencia en datos complementarios de temperatura obtenidos en Chengue en la estación del arrecife a 10 m de profundidad, mediante sensores electrónicos de registro continuo, tomados desde 1994. Dichos datos muestran que valores de temperatura por debajo de 20°C se han dado únicamente en los años 2000 y 2001, lo que nos estaría indicando una intensidad mayor de la surgencia durante estos años.

Los datos de atributos estructurales evaluados en la franja de *Rhizophora mangle* desde 1995 (Fig. 20) indican claramente que este bosque de manglar no ha sufrido cambios importantes en los últimos 6 años. Esto implicaría que el bosque no ha sufrido alteraciones o procesos de deterioro, pero que tampoco ha crecido de forma apreciable. La única variable que ha mostrado una tendencia de incremento es el área basal, que ha cambiado de un promedio de menos de 43 m²/ha a comienzos del monitoreo hasta más de 44 m²/ha en el año 2000, pero las diferencias no serían estadísticamente significativas debido a la magnitud del error estándar. Sin embargo, por ser esta una de las variables de mayor precisión en su medida, que indica el crecimiento en grosor de los troncos, se podría considerar que el bosque efectivamente ha estado creciendo pero a un ritmo muy lento. El promedio anual del volumen del tronco ha variado irregularmente entre 3,6 y 4,0 m³, la biomasa del mismo modo entre 13,2 y 13,5 kg/m² según la ecuación de Golley *et al* (entre 19,4 y 20,7 kg/m² según la fórmula de Cintrón y Novelli) y el número de árboles se ha reducido de 34,7 a 33,3 en 100 m².

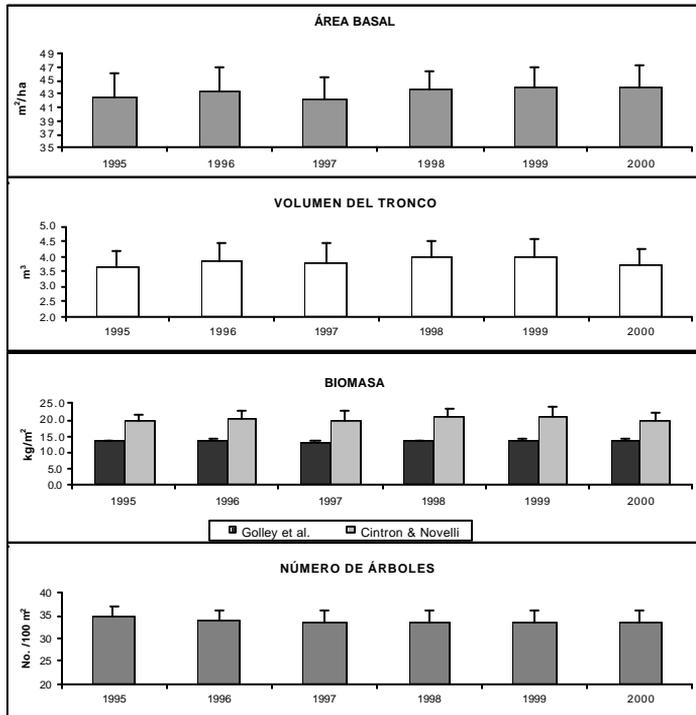


Figura 20. Variación de los promedios (y barra de error) de área basal, volumen del tronco, biomasa (Golley *et al* y Cintron & Novelli) y número de árboles por 100 m² en la estación de monitoreo del bosque de *Rhizophora mangle* de la Bahía de Changué, desde 1995 hasta el 2000

En cuanto a la productividad del bosque, expresada por la tasa de caída de hojarasca, los valores promedio estimados en el año 2000 (3,8 g/m²/día en octubre y 6,3 g/m²/día en noviembre) se hallan dentro del intervalo de variación registrado entre 1995 y 1999 para la formación monitoreada (Fig. 21). Ello indica que después del impacto causado por el huracán Lenny en noviembre de 1999, que elevó de forma excepcional la tasa a más del doble del valor máximo registrado anteriormente, debido a la remoción de grandes cantidades de hojas y otros materiales del follaje, los niveles de producción regresaron a la normalidad en el 2000.

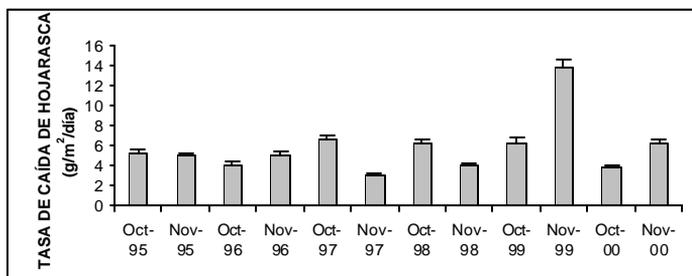


Figura 21. Variación de los promedios (y barra de error) de las estimaciones de la tasa de caída de hojarasca ($g/m^2/día$) en los meses de octubre y noviembre desde 1995 hasta el 2000 en la estación de monitoreo del bosque de *Rhizophora mangle* de la Bahía de Chengue

DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

El departamento del Atlántico, junto con el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, es uno de los que posee menor cobertura de manglar (1.148 ha.).

Entre 1999 y 2000 se llevó a cabo la fase II del proyecto PD 171/91 "Conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares de Colombia" con la participación del Ministerio del Medio Ambiente, a través del Proyecto Manglares de Colombia, ACOFORE (Asociación Colombiana de Reforestadores), OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales) y el apoyo de la C.R.A. (Corporación Regional del Atlántico), dentro del cual se visitaron mensualmente dos parcelas en las ciénagas de Mallorquín y de Balboa. En estos sectores se llevaron a cabo actividades enmarcadas en cinco líneas principales:

- Dinámica de crecimiento, regeneración natural y fenología
- Establecimiento de viveros
- Vegetalización y restauración de áreas degradadas
- Monitoreo de las aguas de los manglares
- Proyectos productivos piloto

A partir de los resultados de estas actividades se observó que el estado actual de los rodales de manglar en el Atlántico no difiere con la problemática registrada para los demás departamentos de la costa Caribe del país. Dado que las áreas más importantes por extensión y desarrollo de los bosques se encuentran cerca de centros urbanos (Barranquilla, Puerto Colombia, etc.) su función y estructura se hacen mucho más sensibles a cambios ambientales. Además, estas localidades se han desarrollado dentro del manglar, por tal razón, el relleno de los bosques para el desarrollo urbanístico y su apropiación ilegal son las principales causas de su deterioro.

Con miras a la recuperación de los sitios más deteriorados, se sembraron cuarenta mil (40.000) plántulas de mangle y se escogieron dos hectáreas de parcelas representativas para su seguimiento:

- El Chorro: playón amplio, ubicado al occidente de la Ciénaga de Mallorquín entre barrio la Playa y la Ciénaga de los Manatíes.
- Saco: ubicado entre la Ciénaga de Mallorquín y el barrio las Flores, detrás del Convento San Vicente.
- Ciénaga de Balboa: donde existen extensos playones en los cuales ha desaparecido el manglar y que al parecer tiene que ver con la deficiencia de agua.

Dentro de las recomendaciones, el proyecto hace énfasis en programas de educación ambiental, por medio de jornadas de sensibilización. Con el fin de concientizar a las comunidades que se benefician directa e indirectamente de dicho ecosistema.

Otro de los proyectos realizados conjuntamente se denominó "Restauración y enriquecimiento de las zonas costeras de mangles existentes a lo largo de la franja costeras del Departamento del Atlántico" el cual constó de tres fases: la fase I en la cual se recolectaron 3.600 kg de propágulos de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), en la fase II se obtuvieron en vivero 185.000 plántulas de *R. Mangle*, y durante la fase III se sembraron 150.000 árboles de mangle, con una cobertura de 148.9 ha, en la barra estabilizadora comprendida entre Las Flores y el corregimiento La Playa, Ciénaga de Mallorquín.

Como resultado principal de este proyecto se obtuvo la restauración de 75 ha de bosques de manglar y el enriquecimiento de 70 ha en la barra estabilizadora comprendida entre Las Flores y el corregimiento La Playa, Ciénaga de Mallorquín y se recomienda continuar con este tipo de actividades en cuatro puntos definidos para establecer y enriquecer estas franjas de manglar en la Ciénaga de Balboa, Arroyo Nisperal, Santa Verónica y Bocas de Tocino.

DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

El departamento de Bolívar cuenta en la actualidad con 5.713 ha de bosques de manglar, bajo la administración de CARDIQUE y DAMARENA. Los principales bosques de manglar dentro o en cercanías del Distrito Turístico, se encuentran en la zona norte de Cartagena, en su bahía, en la Ciénaga de Tesca o de la Virgen y Juan Polo. También existen rodales de manglar en la Bahía de Barbacoas y en los Archipiélagos del Rosario y San Bernardo. Pero sin lugar a dudas los bosques de manglar de mayor extensión se encuentran en límites con el departamento de Sucre. Cada uno de ellos presenta una problemática particular, siendo las más comunes las malas planificaciones urbanísticas, las actividades industriales, hoteleras, turísticas y comerciales, asociadas al desarrollo social y económico de la región (Sánchez-Páez *et al.*, 2000).

Las zonas de manglares deterioradas por actividades antrópicas se localizan en la Ciénaga de Tesca, Islas del Rosario, Archipiélago de San Bernardo, Isla de Barú, Bahía de Barbacoas y Bahía de Cartagena. Sin embargo, los casos más graves de deterioro se presentan en Punta Barbacoas y sectores del delta del Canal del Dique, en cercanía de los centros de desarrollo camaronero. De igual manera, los manglares de la zona norte de Cartagena, cerca de Arroyo Grande y Ciénaga de Juan Polo. En La Boquilla se presenta la mayor parte del arbolado muerto, principalmente, por la interrupción de los flujos hídricos y el exceso de salinidad para el establecimiento de estanques para piscicultura (Sánchez-Páez *et al.*, 2000).

Estos ecosistemas sufren alteraciones por su fragilidad, que se dan fuera o en cercanías de los bosques o por acciones directas de sobre-uso y explotación lo que pone en riesgo su función, adicionalmente, soportan alteraciones naturales como la acción erosiva de las olas y las corrientes marinas que debilitan su sistema de anclaje. Caso específico el reportado por el proyecto Manglares de Colombia, en el Archipiélago Islas del Rosario donde desapareció un islote de *Rhizophora mangle*, por la fuerza del

coletazo del huracán Joan, en la década de los años ochenta (Sánchez-Páez *et al.*, 2000).

El estado actual de los bosques de manglar en el departamento de Bolívar es preocupante, dado el desarrollo urbano, turístico e industrial, por lo que se deben establecer programas de conservación, vegetalización y restauración de las áreas intervenidas. Permitir la desaparición de áreas de manglar, disminuirá la productividad biológica, lo que repercutirá sobre la población humana que basa su economía en el sistema y que se ubican en las cercanías sus bosques (Sánchez-Páez *et al.*, 2000).

PACÍFICO COLOMBIANO

Al igual que en el litoral Caribe, en la costa Pacífica hay diferentes instituciones que realizan estudios sobre los bosques de manglar. Estos bosques se distribuyen en una banda continua, con algunos parches en puntos específicos hacia el norte y cuentan con una extensión de 279.724 ha.

Uno de los estudios que se llevaron a cabo por parte del Centro de Control de Contaminación del Pacífico (CCCP), se denominó "Determinación de la productividad primaria del manglar en Cabo Manglares, costa Pacífica colombiana", en el cual se observó que dicho sector se caracteriza por la presencia de bosques de manglar de ribera, bien desarrollados, donde predomina el mangle rojo, *Rhizophora spp.*

La medida de la productividad primaria que da el peso de la hojarasca colectada (10 Ton./Ha./año), muestra a los bosques de ribera de este sector como uno de los más productivos en la costa Pacífica nariñense.

A pesar de que el valor de productividad encontrado no se puede considerar como bajo a escala mundial, se concluye que no es el óptimo, dadas las expectativas creadas por reportes previos sobre el desarrollo y estructura de los manglares de Nariño. Esto está condicionado por la fase en que los bosques se encuentran, que es de recuperación, después de un largo período de sobre-explotación a que fueron sometidos hasta 1968, para obtención de taninos de las cortezas del mangle rojo.

El estudio hace contribución a la ardua e indispensable tarea de conocer a fondo el ecosistema del manglar en el Pacífico colombiano. Esta labor debe ser continuada inmediatamente si se quiere llegar a un ordenamiento oportuno y adecuado de la explotación y manejo de este importante recurso natural, que permita su máximo aprovechamiento y mínimo deterioro. La tarea debe ser multidisciplinaria e interinstitucional ya que el manglar, por sus múltiples usos, involucra prácticamente a todos los sectores de la economía y del desarrollo de la región y del país.

Con base en el estudio "Estudio de la productividad primaria del ecosistema de manglar en la zona de Hojas Blancas, costa Pacífica nariñense". El sector de Hojas Blancas y en general el comprendido entre el municipio de Francisco Pizarro (Sa-

lahonda), se caracteriza por la presencia de un 75% de bosques mixtos de manglar de ribera, donde predomina el mangle rojo, *Rhizophora* spp., seguido por *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Mora megistosperma* (mangle nato). El 25% restante está ocupado por rodales poco desarrollados de *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo), que alternan con los primeros. Esta distribución específica indica la existencia en el área de terrenos consolidados, que favorecen el crecimiento y desarrollo del mangle piñuelo y del nato, siendo este último, además, favorecido por la influencia del agua dulce del río Patía.

La medida de la productividad primaria (peso seco de hojarasca) en los grupos del sector de Hojas Blancas (10.09 y 6.48 Ton./Ha./año), nos presenta a los bosques mixtos de ribera de este sector como uno de los más productivos en la costa Pacífica nariñense y a los rodales de mangle piñuelo, como los de menor productividad en toda la Costa Pacífica.

A pesar de que los valores de productividad encontrados no se pueden considerar como bajos a escala mundial, si se puede concluir que no son óptimos, dadas las expectativas creadas por reportes previos sobre el desarrollo y estructura de los manglares del Pacífico nariñense. Esto puede ser, particularmente, por la actual explotación industrial y artesanal para la obtención de madera. Caso contrario se presenta en la bocana del Río Rosario -Ensenada de Tumaco- que con sus 14.03 Ton./Ha./año, se constituye en el segundo valor más alto reportado para el Pacífico colombiano.

En atención a los resultados obtenidos en el sector del río Rosario se refuerza la necesidad de efectuar nuevos estudios en el área, tales como investigaciones sobre la estructura de los bosques, que ayudaría a establecer criterios sólidos para crear programas de conservación y obtener conclusiones precisas sobre la evolución del ecosistema de manglar, que permitan un manejo adecuado del recurso. Es así como las políticas de conservación del recurso en los últimos cinco años, a partir de estos estudios en el sector de la Ensenada de Tumaco, han permitido la recuperación paulatina de los bosques.

Dentro del marco del trabajo desarrollado por la C.C.C.P. "Producción de hojarasca y descomposición de materia orgánica de un manglar de ribera de nariño, costa Pacífica", se pone de manifiesto el alto valor de producción de hojarasca que el manglar de Pasacaballos y en general los manglares de la Costa Pacífica colombiana aportan a los ecosistemas adyacentes que, comparado con los reportados en otras zonas del mundo, se puede considerar como uno de los más productivos.

El proceso de descomposición de las hojas de *Rhizophora* sp. es más acelerado durante las dos primeras semanas y posteriormente las tasas de descomposición son más lentas hasta que concluye el proceso. La alta tasa de descomposición de las hojas de *Rhizophora* sp. en el manglar de Pasacaballos comparada con la de un manglar de La Flonda se atribuye a su ubicación ribereña con la gran influencia mareal propia del Océano Pacífico.

Este estudio definió las características de producción y descomposición de hojarasca del manglar de Pasacaballos. Una contribución importante para un mayor entendimiento de los procesos biológicos que ocurren en este ecosistema, que deben complementarse con estudios de estructura del bosque y características del suelo.

Finalmente, la C.C.C.P. realizó el estudio "Estructura del bosque y granulometría del suelo en un manglar de ribera de la costa Pacífica colombiana". Este trabajo concluyó que en Pasacaballos el bosque de manglar es mixto, representado por las especies *Rhizophora sp.* y *Mora megistosperma* y tiene un alto grado de desarrollo estructural, el cual se ve favorecido por condiciones óptimas de baja salinidad, alto contenido de materia orgánica y componentes texturales, enriquecidos con limos y arcillas. Este material fino crea un ambiente propicio para el desarrollo de *Rhizophora sp.*, mientras que partículas más gruesas favorecen la presencia de *Mora megistosperma*. La distribución de estas partículas está dada por un fuerte hidrodinamismo.

El desconocimiento actual sobre las características de los suelos (textura, química y geomorfología) y salinidad intersticial en la gran mayoría de los manglares de la costa Pacífica colombiana, dificulta el entendimiento de la zonación, sucesión y estructura de los manglares. En ese sentido, se hace un aporte con una base comparativa y se proporcionan elementos metodológicos, sencillos y reproducibles en cualquiera de los manglares de la zona para complementar los estudios descriptivos que se han realizado.

Por su parte, la Subdirección de Patrimonio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), adelantó durante el año 2000, estudios en los bosques de manglar, tendientes a controlar, mitigar y/o corregir impactos negativos sobre el ecosistema, a fin de procurar la conservación del recurso para un uso adecuado de los bosques y como objetivo principal, desarrolló monitoreos sobre un área de 52.000 ha, donde evaluó el estado de los bosques después de cinco años de veda. Estos programas permitieron una recuperación sensible del ecosistema, por lo que se sugiere continuarlos, ampliando a lapsos de tiempo mayores y establecer monitoreos permanentes.

Otro tema que trabajó la CVC fue la planificación y establecimiento de sistemas agroforestales de influencia costera. Para ello, se evaluaron 150.000 ha de bosques de manglar, se diseñaron modelos agroforestales, en los cuales se abordaron temas de selección y organización y se desarrollaron actividades de capacitación para usuarios. Estos modelos tuvieron una buena aceptación por parte de las comunidades que se encuentran en etapa de establecimiento. Lo que sugiere abrir programas similares y elaborar proyectos en los próximos años que implementen estos modelos, a fin de cubrir un mayor número de beneficiarios.

Un tema importante al momento de definir políticas para el manejo de los manglares, fue la zonificación de los bosques que cobijó 52.000 ha. El mapa de zonificación del uso actual y potencial del mangle y el plan preliminar de ordenación fueron

los principales resultados. Se espera que esta zonificación permita la conservación, restauración y manejo sostenible del ecosistema.

CONCLUSIONES

CARIBE COLOMBIANO

Las posibilidades de evolución y desarrollo de los bosques de manglar del delta del río Ranchería son bajas, como consecuencia de limitaciones naturales y por actividades humanas.

Los estudios realizados en el departamento de La Guajira mostraron que los propágulos de *R. Mangle*, son más resistentes, ya que permanecen durante más tiempo en el ecosistema logrando establecerse. La herbivoría es el principal limitante en la germinación de los propágulos de *A. germinans* y *L. racemosa*.

Aunque la distribución diamétrica de las especies de manglar en la zona es decreciente, *L. racemosa* y *R. mangle* tienen gran potencial de crecimiento.

La variación de los atributos estructurales de los bosques de mangle, la composición específica y los usos, son respuesta a factores como la intrusión mareal, el aporte de aguas dulces, la temperatura del agua y el microrrelieve.

En la CGSM la salinidad ha disminuido en años consecutivos a partir de la apertura de los caños y ha tenido un impacto significativo en la región noroccidental de la CGSM, evidente por la proliferación de numerosas especies de macrófitas acuáticas flotantes y el arribo e implantación de propágulos en zonas antes desprovistas de vegetación.

En la CGSM, *A. germinans* fue la especie dominante y en menor proporción *L. racemosa*, en los sitios más degradados como Aguas Negras y Luna, mientras que en Rinconada (sitio de referencia) lo era *L. racemosa*.

El área recuperada de manglar, en la CGSM fue de 11,95 km² año⁻¹ para el período 1995-1997 y 19,83 km² año⁻¹ para 1997-1999 y se estima que en el 2005 y 2010 sea de 303,4 y 343,7 km², respectivamente.

T. dominguensis ha marcado el desplazamiento desde el extremo noroccidental de la CGSM (Km 13) hacia el sur (Bristol y La Luna) debido a la reducción de la salinidad intersticial causada por el lavado de los suelos como consecuencia de la reapertura del Caño Clarín.

En la CGSM el estudio de modelación pudo concluir que se pueden presentar problemas críticos con sustancias como contaminantes conservativos y con sustancias disueltas no conservativas del tipo “biológicamente duras” (grasas y aceites).

La determinación de la materia orgánica muerta es un componente fundamental en el diseño de monitoreos ecológicos porque permite seguir el comportamiento de los componentes del seston orgánico y así medir de forma indirecta la dinámica de un sistema con una carga productiva muy alta.

En los departamentos del Atlántico y Bolívar, las malas planificaciones urbanísticas, la apropiación ilegal, las actividades industriales, hoteleras, turísticas y comerciales, asociadas al desarrollo social y económico de la región son los problemas comunes que enfrentan los bosques de manglar y son las principales causas de su deterioro.

PACÍFICO COLOMBIANO

Según los estudios desarrollados en los bosques de manglar en el Pacífico colombiano, particularmente en la zona de Bocagrande, no se encontró una época definida de mayor o menor productividad de los bosques, pero se determinó que existe relación directa entre la productividad y el porcentaje de materia orgánica de los suelos, al igual que con los parámetros climatológicos de precipitación y temperatura.

El manglar de Cabo Manglares, se caracteriza por estar bien desarrollados, con predominio de *Rhizophora* spp y su productividad primaria los define como uno de los más productivos de la Costa Pacífica nariñense.

El manglar en la zona de Hojas Blancas, Costa Pacífica nariñense está constituido predominantemente por *Rhizophora* spp. y los bajos valores de productividad encontrados se deben a la actual explotación industrial y artesanal para la obtención de madera.

La estructura del bosque del manglar de Pasacaballos es mixta, formada por *Rhizophora* sp. y *M. megistosperma*, con un alto grado de desarrollo, debido a la baja salinidad, el alto contenido de materia orgánica y componentes texturales, enriquecidos con limos y arcillas.

Los trabajos de la Subdirección de Patrimonio Ambiental de la CVC demostraron que los programas de veda permiten una recuperación sensible del ecosistema lo que sugiere continuar con programas de lapsos de tiempo mayores, estableciendo monitoreos permanentes.

RECOMENDACIONES

Los estudios en la CGSM recomiendan la continuación de trabajos experimentales sobre los mecanismos de control e interacción entre las comunidades vegetales, para evaluar a corto plazo la exactitud de la recuperación de los bosques de manglar. También es importante evaluar la relación entre los flujos de entrada de agua dulce a través de los caños y las tasas de regeneración (manglar) y dispersión (vegetación de agua dulce). También, se debe considerar el análisis anual de las imágenes de satélite como un componente permanente de los estudios ambientales en la CGSM para evaluar los cambios espaciales de la vegetación a largo plazo.

Se debe hacer énfasis en diseñar e implementar programas de educación ambiental y jornadas de sensibilización para concientizar a las comunidades que se benefician directa e indirectamente de dicho ecosistema.

Se debe continuar con programas de reforestación para establecer y enriquecer las franjas de manglar, particularmente, en Ciénagas como la de Balboa, Arroyo Nisperal, Santa Verónica y Bocas de Tocino, en el departamento del Atlántico, así como en los bosques del departamento de Bolívar.

Conocer a fondo el ecosistema del manglar en el Pacífico Colombiano debe ser una labor continua e inmediata si se quiere llegar a un ordenamiento oportuno y adecuado de la explotación y manejo de este importante recurso natural, que permita su máximo aprovechamiento y mínimo deterioro.

Es sólo en los últimos años que países como Colombia se han percatado de la importancia que representan sus áreas litorales. Por ello han venido trabajando en la necesidad de utilizar sus recursos marinos como posible solución a los problemas socioeconómicos. Despierta entonces un positivo interés el estudio de los ecosistemas costeros, reconociendo que en ellos existen riquezas incalculables y desaprovechadas pero también, existen graves problemas ocasionados por el desconocimiento del medio y el mal manejo de los recursos disponibles.

Por todo lo anterior, se recomienda establecer contacto con entidades gubernamentales regionales, dando a conocer los resultados de las investigaciones ejecutadas y advirtiendo de los riesgos potenciales ante el mal manejo del medio ambiente marino, para incentivar el planteamiento de políticas tendientes a la protección de los recursos y su aprovechamiento racional.

