

## POSIBILIDADES DE RECUPERACIÓN DEL MANGLAR EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA (COLOMBIA)

### REGENERATION OF MANGROVE FORESTS IN THE CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA (COLOMBIA)

Carola Elster<sup>1</sup> y Jaime Polanía<sup>2</sup>

#### Resumen

Debido a cambios antropogénicos en la hidrología del sistema deltaico de la Ciénaga Grande de Santa Marta, costa caribe de Colombia, 60% de las 51.000 hectáreas de bosques de manglar ha muerto. La mortalidad masiva fue causada principalmente por la hipersalinización, las crecientes tasas de sedimentación y la disminución del nivel del agua. Desde 1989 se han hecho esfuerzos para restablecer el bosque destruido mediante la reapertura de canales para introducir más agua dulce al área.

Se han ponderado las posibilidades de regeneración del manglar en diferentes sitios midiendo los factores ecológicos de importancia y la regeneración natural. Adicionalmente, se hicieron experimentos de reforestación con propágulos, plántulas (altura menor de 20 cm) y plantas (de aproximadamente 1 m), así como bajo condiciones controladas.

Los experimentos con *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* mostraron que la regeneración es posible en sitios con un sistema hidrológico restaurado. Tan pronto como la salinidad disminuye suficientemente, el manglar puede crecer nuevamente. La regeneración de propágulos y plántulas de *A. germinans* y *L. racemosa* fue inhibida por la inundación completa, el viento, las olas, la aridez y en suelos suaves. Debido al tamaño de los propágulos, estos factores ecológicos fueron menos importantes en *R. mangle*. Sin embargo, esta especie es muy sensible a los incrementos de salinidad. Las plantas de las tres especies fueron mucho menos sensibles a los factores descritos, con excepción de la alta salinidad. Se recomienda la reforestación parcial para acelerar el proceso de restauración, ya que la disponibilidad de propágulos es limitada, y en consecuencia, la regeneración natural es lenta. Las plántulas y las plantas destinadas a trasplante en el campo no deben ser mantenidas bajo condiciones de sombra, para aclimatarlas así al calor y a la insolación directa.

**Palabras clave:** Ciénaga Grande de Santa Marta, manglar, recuperación, reforestación, salinidad, sistema hídrico.

#### Abstract

Due to human induced changes in the hydrology of the deltaic system of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribbean coast of Colombia, 60% of the originally 51.000 hectares of mangrove forest have died. The mass mortality was mainly caused by hypersalinization, increased sedimentation rates, and lowering of the water level. Since 1989, efforts have been made to reestablish the destroyed forests by reopening obstructed channels to introduce more freshwater into the area.

Chances for mangrove regeneration at different sites were examined by measuring important ecological factors and the natural mangrove regrowth. Additionally, reforestation experiments with propagules, seedlings (height less than 20 cm), and saplings (height about 1 m) as well as experiments under controlled conditions were carried out.

The experiments with *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, and *Rhizophora mangle* showed that regeneration is possible at sites with a restored hydrological system. As soon as salinities decrease sufficiently, mangroves can regrow. In *A. germinans* and *L. racemosa*, regeneration of propagules and seedlings was inhibited by total flooding, wind, waves, drought, and in soft soils. Due to propagule size, these ecological factors were less important in *R. mangle*. However, this species is highly sensitive to increasing salinities. Saplings of all three species were much less sensitive to the described

Recibido: mayo de 1999; aprobado para publicación: agosto de 1999.

<sup>1</sup> Wiesenstr 7, D-57290 Neunkirchen, Alemania. E-mail: CarolaElster@online.de.

<sup>2</sup> Instituto de Estudios Caribeños, Universidad Nacional de Colombia, sede San Andrés, carretera circunvalar de San Luis, sector Free Town 52-44, San Andrés Isla, Colombia. E-mail: jhpolanv@bacata.usc.unal.edu.co.

factors, with the exception of high salinities. Partial reforestation is recommended to accelerate the restoration process, because propagule availability is limited and, therefore, natural regeneration is slow. Seedlings and saplings intended for transplantation into the field should be raised under unshaded conditions to acclimate them to heat and direct insolation.

*Key words:* Ciénaga Grande de Santa Marta, mangrove, recovery, reforestation, salinity, hydric system.

## INTRODUCCIÓN

### Muerte masiva del manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta

La Ciénaga Grande de Santa Marta, localizada en la costa Caribe (figura 1), es la laguna costera de mayor tamaño en Colombia (430 km<sup>2</sup>) y forma parte de un paisaje pantanoso y lagunar en el delta exterior oriental del río Magdalena, considerado extraordinariamente valioso desde el punto de vista ecológico (Pro-Ciénaga, 1993). Hasta los años sesenta la región contaba con 51.000 hectáreas de bosque de mangle (González, 1991) que garantizaban un importante aporte de materia orgánica a la laguna y al mar, y favorecían la existencia de numerosos organismos planctónicos, gran riqueza de peces, aves y otros organismos.

Desde entonces ha ocurrido una mortalidad de extensas áreas del bosque y actualmente se estima que, aproximadamente, el 60% murió, lo que equivale a unas 21.000 hectáreas de bosque superviviente. Los cálculos de González (1991) determinan que desde 1956 hasta 1968 se perdieron 174.5 ha/año, tasa que aumentó hasta 1987 a 984.5 ha/año, con un promedio global anual de 580. El centro de la destrucción se encuentra al occidente del sistema lagunar, en donde se ha conservado únicamente un borde angosto de vegetación a lo largo de las orillas de las ciénagas y caños. Al oriente y al suroriente de la Ciénaga Grande todavía no se han presentado daños notables.

Las principales causas de la mortalidad del manglar en la zona pueden encontrarse en los cambios en el funcionamiento hidrológico, producidos por el taponamiento y el desvío de caños de agua dulce entre el río Magdalena y la Ciénaga Grande, y de las comunicaciones con el

mar. Estas últimas fueron obstruidas por la construcción de la carretera Ciénaga-Barranquilla a partir del año 1956. Por esto el sistema se salinizó, disminuyó el nivel del agua y se acumularon sedimentos que ahogaron los árboles de mangle (Sánchez-Páez, 1988; Pro-Ciénaga, 1993).

### Proyectos para la recuperación

Con el propósito de restablecer las condiciones originales del sistema hídrico, el Proyecto de Cooperación Colombo-Alemania para la Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Pro-Ciénaga), ejecutado por Corpamag y la GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica), con cofinanciación del Banco Interamericano de Desarrollo (Sánchez-Páez y Álvarez-León, 1997), está reabriendo algunos caños que originalmente comunicaban el río Magdalena con la Ciénaga Grande (figura 1), a fin de suministrar agua dulce a esta última. Con ello se espera que la salinidad disminuya a valores que permitan la recuperación del ecosistema.

El restablecimiento del sistema hídrico es el primer paso para detener la muerte del bosque y propiciar la recuperación natural o artificial de las 30.000 hectáreas de manglar actualmente muertas. El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia de los factores ecológicos en la regeneración del bosque, así como las condiciones que permitirían su recuperación en áreas degradadas de la Ciénaga Grande (Elster, 1998).

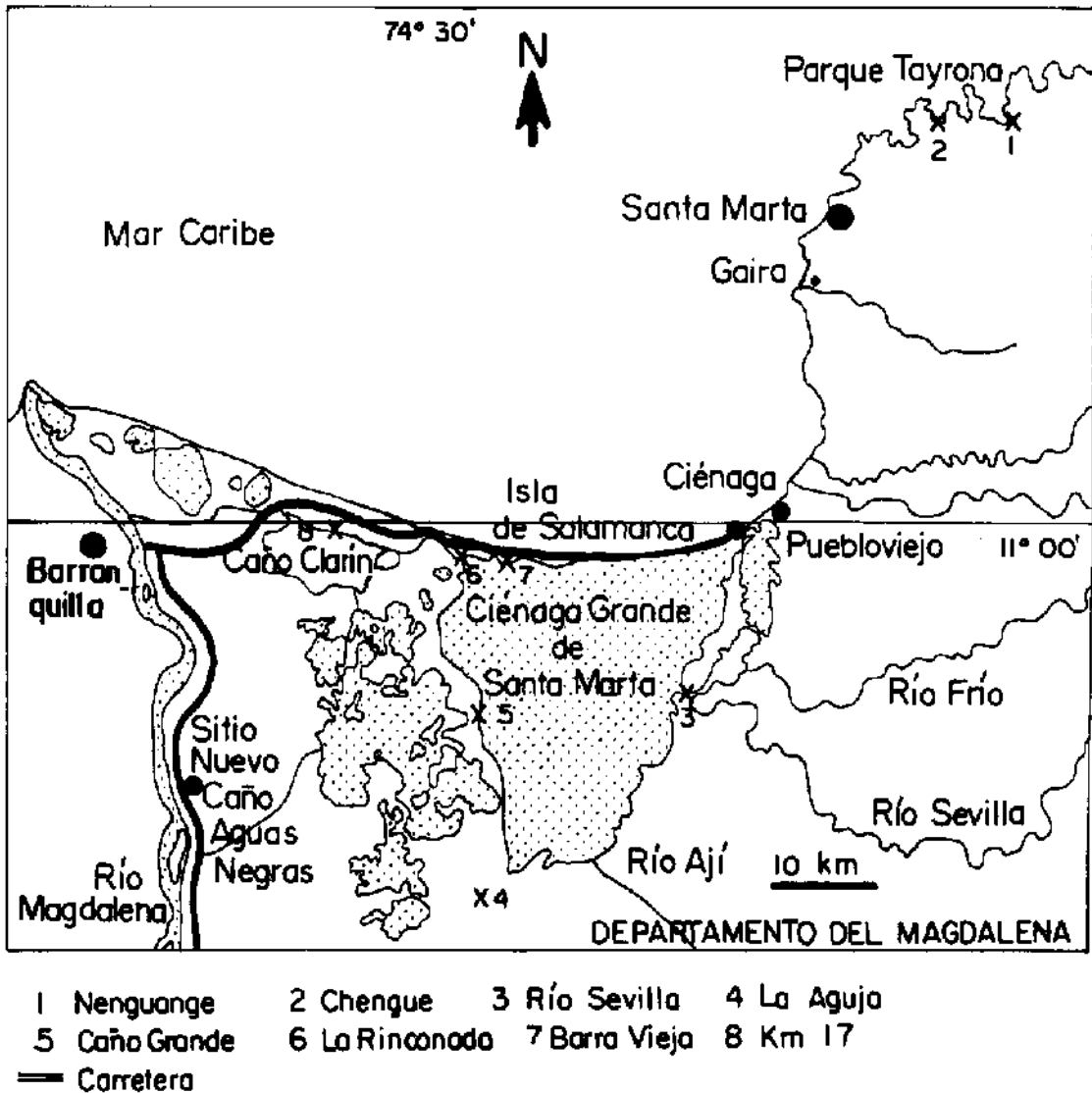


Figura 1. Localización del área y los sitios de estudio

**Estado actual de las condiciones ambientales**

A diferencia de manglares de zonas intermareales, en donde cambia el nivel del agua diariamente, los de la Ciénaga Grande se encuentran en un equilibrio más sensible: mientras que durante el denominado invierno (época lluviosa) se presenta una inundación prolongada, en el verano (época seca) el nivel del agua baja y la mayoría de las áreas se desecan por varios meses. Durante las épocas lluviosas la inundación ahoga muchas plántulas y, si adicionalmente se presentan brisas (vientos

alisios) y oleaje, los tallos de las plántulas, que son muy débiles, se parten. En las extensas áreas donde el manglar murió, los suelos se han compactado, han quedado sin cobertura y los primeros centímetros se sobrecalientan por la insolación.

Si, además, en la época seca los suelos se encuentran secos, la regeneración del manglar se dificulta, pues los propágulos (plantas en estado embrionario de las que ciertas especies de mangle se sirven como medio de propagación) se queman y las plántulas mueren, ya que sus raíces aún son

muy cortas y no alcanzan a llegar hasta el agua disponible en el nivel freático. El problema más grave en la zona es la alta salinidad de los suelos, que en áreas muy extensas sobrepasa los límites soportables por los árboles de mangle (Elster, 1997).

## METODOLOGÍA

En los bosques de la Ciénaga Grande y del Parque Nacional Natural Tayrona (figura 1) se midieron mensualmente algunos factores fisicoquímicos (salinidad, pH, temperatura, potencial redox, oxígeno, humedad del suelo, nivel de agua e intensidad de luz) y de la regeneración del manglar en sitios con diferentes niveles de estrés causado por los factores edáficos y en sitios en los cuales el manglar desapareció. De esta manera se pretendió hallar correlaciones entre las condiciones del suelo y la germinación, el crecimiento y la mortalidad de las plántulas en el bosque y en las áreas descubiertas, y hacer una comparación entre los diferentes sitios.

Para determinar cómo influyen ciertos factores en la germinación y el crecimiento de las plántulas se realizaron experimentos en un vivero, en los cuales se sembraron propágulos de las tres especies de mangle más importantes de la Ciénaga Grande: *Avicennia germinans* (L.) Stearn., Avicenniaceae, "mangle negro" o "mangle salado"; *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., Combretaceae, "mangle amarillo"; y *Rhizophora mangle* L., Rhizophoraceae, "mangle rojo" o "mangle colorado". Se emplearon propágulos de distintos sitios bajo condiciones diferentes de salinidad y nivel de agua para determinar la posible existencia de ecotipos resistentes a la concentración de sal. Todos los experimentos se repitieron en el sol y la sombra para evaluar cómo influye la insolación directa en la germinación y el crecimiento.

En sitios sin vegetación, donde las condiciones parecían apropiadas para una recuperación, se realizaron experimentos de siembra de propágulos y trasplantes de plántulas de diferentes edades y tamaños de las tres especies;

así se pudo comparar la regeneración artificial con la natural en los mismos sitios y en los bosques menos perturbados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Factores que más influyen en la regeneración del manglar

El manglar se regenera naturalmente a partir de los propágulos que se distribuyen con las corrientes del agua, pero en condiciones extremas puede ser necesario adoptar medidas para promover su regeneración (Polanía, 1998). En la Ciénaga Grande de Santa Marta es posible trasplantar plántulas de diferentes edades y tamaños, cultivadas en viveros, o sembrar propágulos, los cuales no tienen mayores inconvenientes con la exposición directa al sol ni con las altas temperaturas, siempre y cuando los sitios tengan suficiente humedad. La tabla 1 muestra los factores que más influyen sobre la regeneración del manglar en el área del estudio.

La tabla 2 muestra los resultados de experimentos de exposición de propágulos a diferentes concentraciones de sal y niveles de inundación, bajo los cuales presentan combinaciones óptimas de desarrollo con independencia de su origen. Es decir que no fue posible comprobar fehacientemente la existencia de ecotipos. Los experimentos indican que los propágulos de *R. mangle* sufren menor mortalidad que los de *A. germinans* y *L. racemosa*. Los propágulos de estas últimas no logran implantarse si la inundación es muy alta, pero aún menos cuando otros factores productores de alta energía, como el oleaje y la brisa, lo impiden. Al bajar el nivel del agua los propágulos se implantan y germinan rápidamente. Durante sequías prolongadas, la mayoría de los propágulos se desecan antes de iniciar la germinación.

El propágulo de *R. mangle*, de mayor tamaño, puede superar estos obstáculos y, además, su siembra artificial es sencilla. Propágulos y plántulas de *R. mangle* son muy resistentes a la

**Tabla 1.** Factores más importantes para la repoblación de la Ciénaga Grande de Santa Marta

Factor	Observaciones
Salinidad (época seca)	Mejor crecimiento < 35‰; sitios > 50‰ no son aconsejables
Nivel de inundación (época lluviosa)	Los propágulos no se implantan, las plántulas se ahogan
Oleaje, brisa (vientos alisios)	Los tallos de las plántulas se parten, los propágulos no se implantan
Algas o desechos arrastrados por corrientes	Los tallos de las plántulas se parten
Sequía	Los propágulos y las plántulas mueren en suelos secos
Alta temperatura	Mejor sobrevivencia < 50 °C
Insolación	Buen crecimiento en el sol (si los suelos no se secan ni calientan)
Consistencia del suelo	Las plántulas se sumergen en suelos demasiados blandos
Disponibilidad de propágulos	Hay muchos sitios donde no se encuentran suficientes propágulos
Cooperación de pescadores	Para plantar y cuidar los manglares

**Tabla 2.** Efectos del nivel de agua y de diferentes salinidades sobre la mortalidad de propágulos de tres especies de mangle bajo condiciones controladas

Nivel del agua		-5 cm			0 cm			+5 cm		
Salinidad		40‰	32‰	16‰	40‰	32‰	16‰	40‰	32‰	16‰
<i>A. germinans</i> (n = 1.350)	Prom	77.3	72.7	56.7	16.0	26.0	15.3	32.7	20.7	14.0
	S	10.6	21.1	14.6	6.2	15.5	12.2	16.1	10.6	12.1
<i>L. racemosa</i> (n = 1.575)	Prom	90.3	87.4	80.0	11.4	22.9	24.0	17.1	24.6	10.9
	S	11.0	12.1	20.0	11.2	8.6	10.1	5.5	10.7	9.7
<i>R. mangle</i> (n = 891)	Prom	2.1	2.1	0	1.1	0	0	1.1	1.1	1.1
	S	4.2	4.2	0	2.1	0	0	2.1	2.1	2.1

Prom: promedio en %.

n: número de propágulos.

S: desviación estándar.

Nivel de agua: con relación a la superficie del sustrato.

sequía, sobresalen por encima del nivel máximo de inundación y el oleaje o las brisas no los desprenden con facilidad.

Cuando la repoblación se realiza con plántulas (altura menor de 20 cm), *L. racemosa* y *A. germinans*

resultan muy débiles y se parten fácilmente con la brisa o el oleaje fuertes, tapetes de algas y otros desechos acarreados por aquéllos, o mueren cuando no sobresalen del nivel de inundación. En suelos blandos las plántulas se vuelcan y sumergen en el sedimento y la aridez

también ocasiona problemas, ya que sus raíces no son suficientemente profundas para alcanzar el nivel freático. Los trasplantes de plantas más grandes (1 m aproximadamente) resultan ser mucho más resistentes a estos factores que los de plántulas pequeñas.

Tanto para propágulos como para plántulas y plantas el problema más grave es la alta salinidad que se presenta en la mayoría de los sitios en la Ciénaga Grande. La especie más sensible es *R. mangle* y *A. germinans* la más resistente.

### Recomendaciones para plantar

No todos los sitios de la Ciénaga Grande producen suficientes propágulos para esperar completa regeneración natural. Polanía (1998) ha señalado algunas acciones de manejo generales para la restauración de manglares y particularmente en la Ciénaga Grande es aconsejable facilitar la regeneración distribuyendo propágulos o sembrando plántulas.

La especie más fácil para plantar, por su resistencia a muchos de los factores críticos, es *R. mangle*. Es más aconsejable plantar propágulos que plántulas, puesto que su manipulación es más fácil, crecen más rápido sembrados directamente en el campo, y su supervivencia es más alta. Además resulta más económico, ya que se ahorra la fase de vivero. Esta especie es ideal siempre que los sitios que se van a repoblar tengan baja salinidad.

En la Ciénaga Grande son escasos los sitios con baja salinidad, por lo cual deben sembrarse preferiblemente *L. racemosa* o, mejor, *A. germinans*, dada su alta resistencia a salinidades elevadas. Para disminuir los problemas derivados del estrés causado por el trasplante, hay que acostumbrar las plántulas a las condiciones del sitio definitivo, como por ejemplo a temperaturas y salinidades altas. Dado que los tallos de *A. germinans* y *L. racemosa* son muy débiles, es aconsejable trasplantar las plantas de un año de edad, cuando son más fuertes y sobreviven mucho mejor.

Aunque las plantas más grandes son, por lo general, más resistentes que las pequeñas, resulta muy costoso mantenerlas en vivero. Sin embargo, vale la pena usarlas ya que, además de que son muy resistentes, se pueden sembrar en sitios inundados y al poco tiempo empiezan a reproducirse. Este aspecto es relevante, considerando el costo de replantar toda el área descubierta y que el acceso a ciertas partes es imposible.

Por esta razón sería una buena alternativa plantar "parches" de plantas grandes en aquellos sitios donde resulte difícil emplear plántulas, o sembrar propágulos allí donde no lleguen naturalmente. Así, en poco tiempo las plantas de tales "parches" empezarán a reproducirse, generando nuevos propágulos que permitirán la regeneración natural de la zona circundante.

Es recomendable sembrar al final de la época lluviosa, periodo en el cual los suelos están húmedos, lavados, con baja salinidad y las plántulas tienen mucho tiempo para crecer y sobresalir del agua hasta el siguiente invierno.

Los habitantes de la Ciénaga Grande, por ejemplo los pescadores, pueden ayudar en los programas de reforestación, como ha ocurrido en el pasado reciente. Con ello se obtienen dos ventajas: los participantes pueden ganar una bonificación, pero también tendrán la posibilidad de generar un sentido de pertenencia hacia los manglares, y así protegerán tanto el bosque como sus recursos y se sentarán las bases para un aprovechamiento sostenible.

### Recomendaciones para mantener un vivero

La reforestación con plántulas o plantas más grandes exige que sean producidas en vivero. Es aconsejable entonces sembrar los propágulos y mantener después las plántulas al sol, de tal manera que, cuando se haga el trasplante, las plantas estén más fuertes, acostumbradas a la alta irradiación y a temperaturas elevadas. Los propágulos expuestos al sol tienen una tasa de germinación mayor que en la sombra y después

del trasplante la resistencia que desarrollan se manifiesta en tasas más altas de supervivencia. Si por algún motivo no es posible mantenerlas en el sol, antes de trasplantarlas deben ser sometidas por lo menos a un periodo de aclimatación, exponiéndolas directamente al sol y a altas temperaturas. Si han sido cultivadas a bajas salinidades para obtener mayores tasas de germinación y crecimiento, es importante acostumbrarlas después a niveles de salinidad similares a los de los sitios en los cuales serán trasplantadas.

### Conclusión y perspectivas para el futuro

Es claro que existen muchos inconvenientes en la regeneración de las áreas des pobladas de mangle de la Ciénaga Grande y que el proceso va a tardar mucho tiempo. Hasta ahora numerosos sitios sin cobertura poseen salinidades muy elevadas, por lo cual no es probable que el proceso de regeneración natural del manglar sea viable, pero tampoco que la regeneración artificial tenga éxito.

Debería esperarse entonces hasta que la apertura de los caños entre el río Magdalena y la Ciénaga Grande y de los caños secundarios hayan lavado los suelos y se haya establecido un balance hídrico que permita la regeneración del manglar. Una vez las condiciones edáficas sean menos adversas para la supervivencia del manglar, dado que las áreas sin cobertura vegetal son extremadamente grandes y algunas son inexpugnables para los propágulos,

sería aconsejable adelantar plantaciones para acelerar la recuperación del bosque del sistema. Los monitoreos para determinar en qué momento se darán las condiciones para la repoblación continúan y se siguen investigando las especies que componen el bosque para, en su momento, colaborar con la repoblación de las áreas que ahora se encuentran sin cobertura.

El proceso de la repoblación (natural o artificial) también debe estudiarse sistemáticamente para determinar el éxito de la regeneración de la Ciénaga Grande. Esto es especialmente importante en esta área porque en años secos el sistema se saliniza más, mientras que en los lluviosos las salinidades bajan naturalmente (Wiedemann, 1973; Elster, 1997). Estos cambios en la salinidad influyen, además, sobre la supervivencia y el crecimiento del manglar (Cintrón *et al.*, 1978). Diferentes actividades para el seguimiento de estos factores pueden consultarse en Field (1998).

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Laura Perdomo, Juan Manuel Díaz y Camilo García por sus comentarios al texto y a la GTZ (Programa TÖB) por la financiación. Invermar y Pro-Ciénaga colaboraron con su infraestructura.

### REFERENCIAS

- Cintrón G, Lugo AE, Pool DJ, Morris G. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10(2):110-121.
- Elster C. 1997. Beziehung zwischen ökologischen Faktoren und der Regeneration dreier Mangrovenarten im Gebiet der Ciénaga Grande de Santa Marta, Kolumbien. Tesis doctoral, Justus-Liebig-Universität Giessen, 220 p.
- Elster C. 1998. Regenerationsmöglichkeiten der Mangrove im Gebiet der Ciénaga Grande de Santa Marta (Kolumbien). *Ökologie Tropischer Waldsysteme* GTZ, Eschborn, 58 p.
- Field C. 1998. Rationales and practices of mangrove afforestation. *Mar Freshwater Res* 49:353-358.
- González E. 1991. El manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta: Ecosistema en peligro de extinción. *En: Colombia, sus gentes y sus regiones*. IGAC 21:2-21.
- Polanía J. 1998. Manejo de ecosistemas de manglar. *En: Icfes, ed. Memorias del curso Manejo de Ecosistemas de Manglar y Arrecifes de Coral*. Bogotá, pp. 153-168.

**Pro-Ciénaga.** 1993. Plan de recuperación del complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe final, DNP, Corpamag, GTZ, Santa Marta. (sin publicar) 59 p.

**Sánchez-Páez H.** 1988. Hacia la salvación del Parque Nacional Natural Isla de Salamanca. *TRINEA (Act Cient Tecn Inderena)* 2:505-527.

**Sánchez-Páez H, Álvarez-León R.** 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, OIMT, Bogotá, 511 p.

**Wiedemann HU.** 1973. Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: Physical parameters and geological history. *Mitt Inst Colombo-Alemán Invest Cient* 7:85-119.