

Variación de cobertura de Mangle en el Antiguo Delta del Río Sinú-Caribe Colombiano entre 1980-2004 y cambios estacionales del índice de Vegetación

Alvaro Cabrera
Departamento de Ciencias Marinas
Universidad de Puerto Rico
P.O. Box 908, Lajas, P.R. 00667
acabrera@cima.uprm.edu

Resumen

En este trabajo se determina la actual cobertura de manglar para el área del Antiguo Delta del Río Sinú (ADRS), Caribe colombiano, así como la variación estacional del índice de vegetación. Se emplearon imágenes de los sensores ASTER y MODIS para estimar la cobertura de Manglar y la variación estacional del índice de vegetación para el ADRS. Los resultados muestran que el método de clasificación supervisado Paralelepípedo presentó los mejores resultados para el análisis de la cobertura de manglar. La cobertura actual del manglar en el área de ADRS presenta un aumento respecto a los años 1986 y 2000. El índice de vegetación para la zona de manglar, en el ADRS, no presenta diferencias significativas en su ciclo anual. Bajo la metodología empleada.

Keywords: Manglar, índice de vegetación, Aster, Modis

Introducción

Entre los sistemas acuáticos, las lagunas costeras se destacan por su potencial productivo, las facilidades para el desarrollo portuario, industrial y pesquero, así como por su papel ecológico en la biodiversidad y su belleza escénica. Por ello, es evidente que el mantenimiento de las funciones ecológicas de los complejos lagunares debe ser el objetivo central de las propuestas de investigación planteadas a nivel mundial.

La zona estuarina de Cispatá, antiguo delta del río Sinú, se incluye entre los cinco bosques de manglar más extensos y mejor desarrollados del litoral Caribe colombiano (Alvarez-León y Polanía, 1996), con una extensión de 80 km² (Olaya et al., 1987)

Los procesos dinámicos que allí se presentan, han determinado que la aptitud y tenencia de la tierra se modifique generando una problemática de índole ecológica, social y económica dada por los cambios de actividad humana. De este sistema dependen actualmente 350 pescadores y 104 familias de cortadores de mangle (CVS; 1996) además de una importante industria camaronera. El proyecto tiene como objetivo principal determinar la variación en la cobertura de manglar, comparando la imágenes aéreas y satelitales del ADRS. Además, determinar la variación anual del índice de vegetación, empleando imágenes del sensor MODIS.

1. Área de Estudio

El área estuarina del antiguo delta del río Sinú se encuentra localizada en el extremo sur del Golfo de Morrosquillo, entre los 75° 46' y 75° 56' de Oeste y en el paralelo 9° 26' de Latitud Norte, costa Atlántica colombiana. Tiene una superficie aproximada de 130 km² correspondiente a las jurisdicciones municipales de San Antero, San Bernardo del Viento y Lorica, departamento de Córdoba. Limita con el mar Caribe en su costado norte, en el Golfo de Morrosquillo, por el sur con la zona del Distrito de riego La Doctrina, por el este con las estribaciones de la loma Algarrobo y la Bahía de Cispatá, hasta playa blanca y por el oeste con el río Sinú (Fig. 1).

Es una zona influida por corrientes marinas y desbordes de aguas del río que conforman las llanuras litoral y deltáica actuales que han dado origen a marismas, manglares, ciénagas y diques a lo largo del antiguo cauce del río y de caños como Salado, Sicará, Grande, el Soldado y Remediapobres (CVS, 1989).

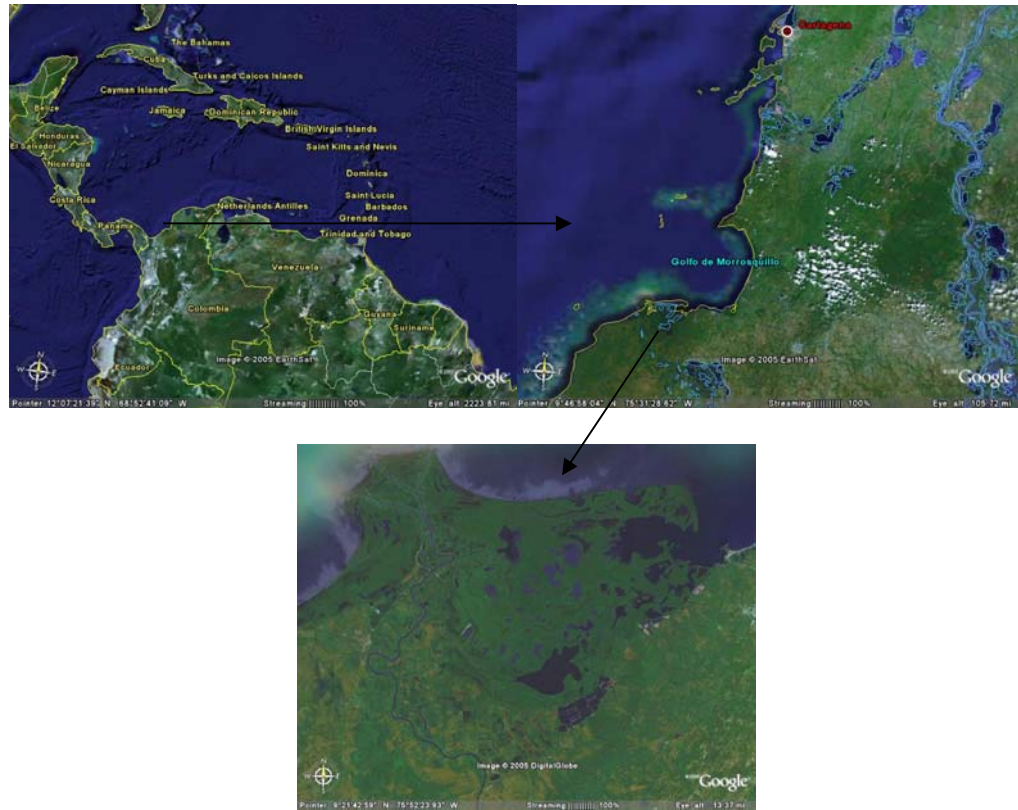


Figura 1. Ubicación geográfica Antigua delta del Río Sinú.(googleearth.com)

2. Climatología

El clima es subhúmedo seco, siendo la precipitación el factor climático más importante de la región; su distribución temporal está controlada por la Zona de Convergencia Intertropical y el régimen es unimodal, determinando una estación seca de diciembre hasta mediados de marzo, una estación intermedia a mediados de marzo hasta principios de abril y durante el mes de noviembre, y una estación húmeda de principio de abril hasta principios de noviembre. El mes más seco es febrero y el más húmedo agosto. En la planicie litoral se presentan zonas de baja pluviosidad (San Antero, San Bernardo del Viento), donde la precipitación media anual es inferior a 1.000mm. La escasez de agua en estas áreas es un obstáculo serio para las actividades económicas, pues las corrientes fluviales y depósitos de agua dulce son escasos (IGAC, 1993).

La temperatura promedio es de 27 °C aproximadamente y las diferencias diarias de temperatura exceden a las diferencias mensuales. Los vientos que predominan alternativamente son los vientos del suroeste y los del noreste, su velocidad media mensual es de 1.4m/s (ventolina) (Aguilera, 1986).

3. Relieve e Hidrografía

El complejo estuarino, orográficamente se ubica en el área plana del departamento de Córdoba (altura inferior a 100 m.s.n.m.), haciendo parte de la llanura Caribe. Hidrográficamente corresponde a la cuenca del río Sinú, que tiene una superficie aproximada de 13.700 km². Del área total de la cuenca, corresponde un 60% a la red fluvio-lacustre y al valle. El bajo Sinú comprende un terreno bajo y anegadizo correspondiente aproximadamente a las áreas municipales de San Pelayo, Lorica, Momil, Purísima, Chinú, San Antero y San Bernardo del Viento. En esta planicie fluvio-lacustre se observan diques naturales recientes y antiguos, cauces abandonados y depresiones parciales ó totalmente cubiertas de agua; además existen dos distritos de riego y drenaje: Montería – Cereté y la Doctrina (IGAC, 1993).

4. Aspectos geomorfológicos e hidrodinámicos

La avulsión (cambio de cauce del río) del delta del Sinú, iniciada en 1938, se cumplió en forma más rápida con la diversión casi total de las aguas en 1957 seguido por la salinización del antiguo delta de Cispatá (Robertson, 1987). Desde La Doctrina se desarrolló el ambiente deltáico propiamente dicho, con multitud de geformas correspondientes a los procesos fluviales y marinos incluyendo cauces abandonados, barras de playas, restingas y marismas pobladas por mangle (CIAF, 1985). Hacia la parte occidental y central de la costa, se conservan varios deltas

antiguos, los cuales corresponden a un nivel medio de terrazas marinas. El nuevo delta ha mantenido un crecimiento continuo desde 1945 de aproximadamente 0.50 km²/año, incluyendo pequeñas ciénagas y áreas con mangle. Se prevé que mantendrá su posición actual durante un largo período, presentando nuevas perspectivas de colonización para agricultores, mientras que el antiguo delta perdió su influencia fluvial natural, favoreciendo el desarrollo del sistema estuarino actual (Robertson 1989).

En la actualidad solamente llegan al estuario los aportes continentales de agua dulce por la ciénaga de Soledad al desembocar en ésta los caños Sicará, el canal de desagüe del sistema de riego de La Doctrina y por escorrentía de la Cuchilla de Cispatá. La ciénaga de Soledad constituye la cabecera del estuario, receptáculo en su parte oeste de los aportes sedimentarios continentales que están causándole la pérdida de fondo en esta área, siendo su profundidad promedio de 2 m mientras allí escasamente llega a los 50cm (Aguilera, 1986).

La mayoría de peces marinos que tienen grandes poblaciones, presentan un amplio potencial de dispersión. En consecuencia detectar diferenciación genética en estas poblaciones es inusual.

Materiales y Métodos

La cobertura de la vegetación de manglar fue realizada mediante clasificaciones supervisado y no supervisado de la imagen del sensor ASTER (15m) “Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer” AST_L1B #00303092004153529 (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/aster>), empleando el programa ENVI.

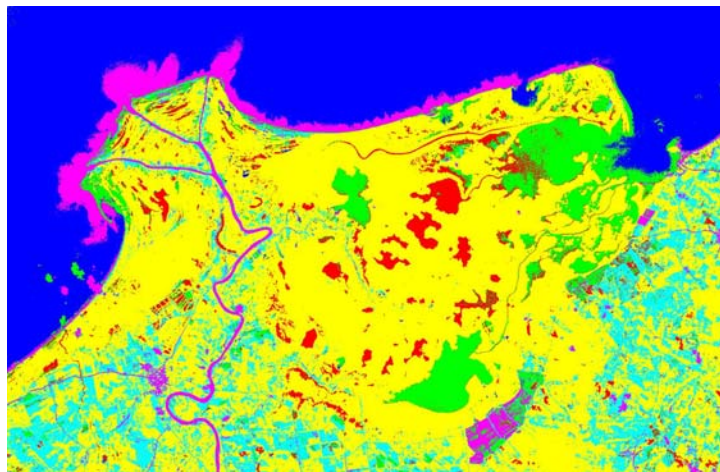
Para el análisis de variación temporal en el índice de vegetación, se analizaron 20 puntos geográficos del Índice de Vegetación normalizando, calculado en el programa ENVI. Esta

imágenes fueron obtenida de las bandas 1 y 2 (648 y 856 nm) del sensor MODIS (“Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer”). El producto empleado fue MODO09Q1: Modis Terra Surface Reflectancia 8-días L3 Global (250m). Este producto posee la corrección atmosférica, y los píxeles con nubes son eliminados. (<http://edcimswww.cr.usgs.gov>)

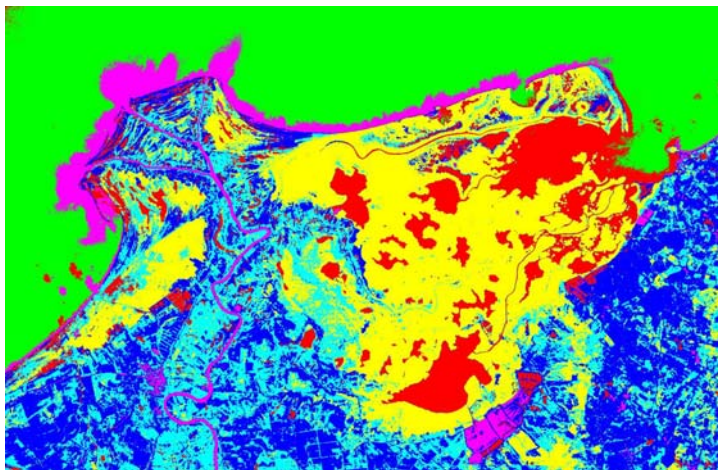
Resultados

Análisis de clasificación

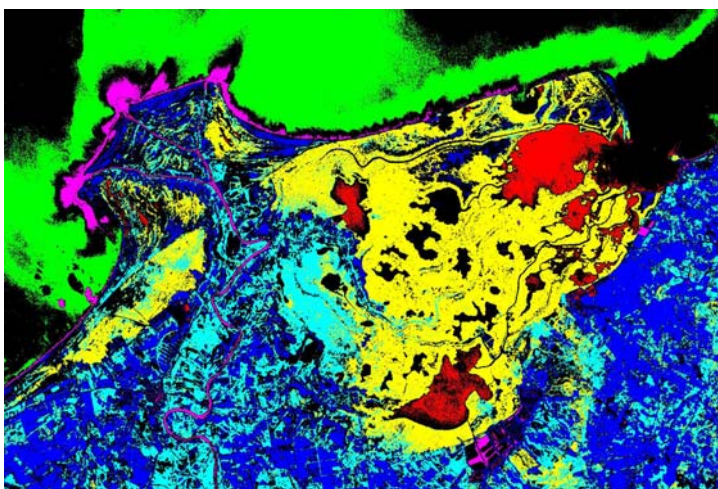
Los análisis de clasificación para el área se muestran en la figura 2. Para el método No Supervisada método K- media se emplearon 10 iteraciones, para el método Supervisado Paralelepípedo y Distancia Mínima se desarrollaron 7 áreas de interés. Los resultados de estas clasificaciones muestran un área de 732.6 Hectáreas para el primer método, 461.9 y 595.1 hectáreas respectivamente para los dos siguientes.



a. K- media



b. Paralelepípedo



c. Distancia Mínima

Figura 2. análisis de clasificación , método No Supervisada método a. K- media Supervisada métodos b. Paralelepípedo c. Distancia Mínima. El área de manglar color amarillo.

El método de clasificación supervisado presento el área más discreta para el Manglar y fue empleada como mejor resultado de clasificación. Debido que no presento zonas de clasificación lejanas al área de interés. Además una mascara fue emplea para delimitar con mayor exactitud el área y se calculo nuevamente la cobertura de manglar arrojando un resultado de 456 hectáreas. (Fig. 4). La comparación con resultados anteriores

de los años 1986 y 2000 muestran un aumento de aproximadamente del 22% en la cobertura del Manglar (Fig 5).

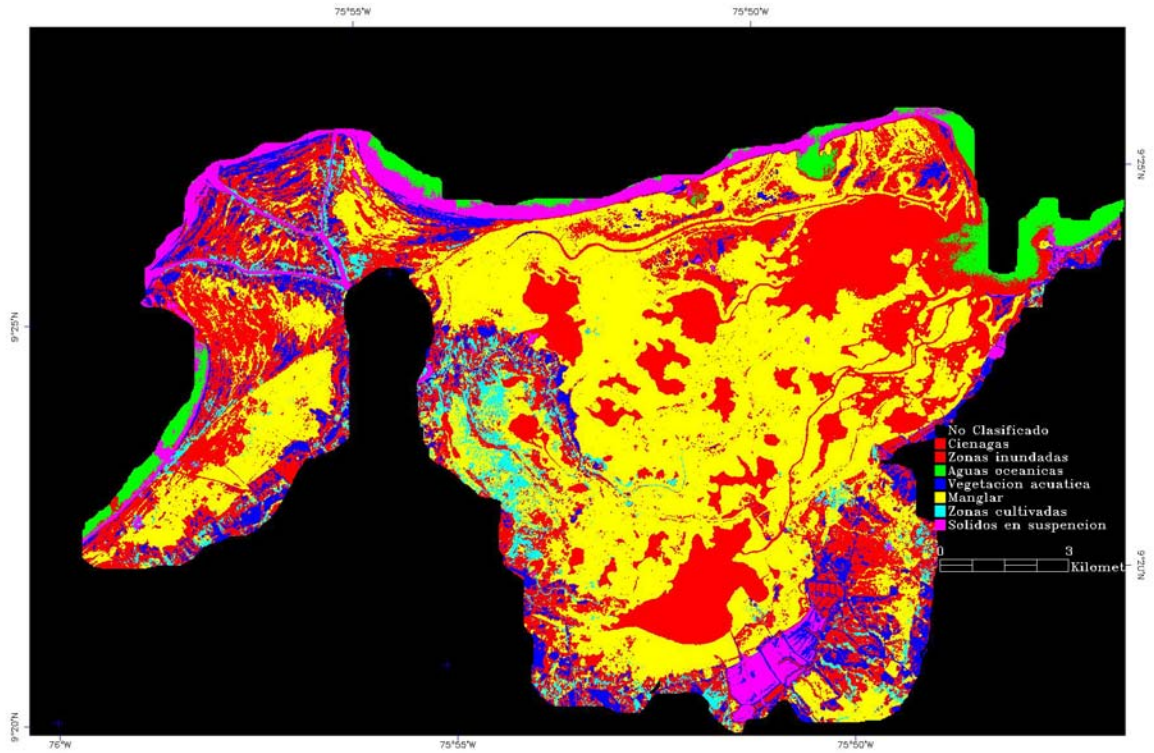


Figura 3. Clasificación supervisada método mínima distancia. Zona oscura representa la Mascara .

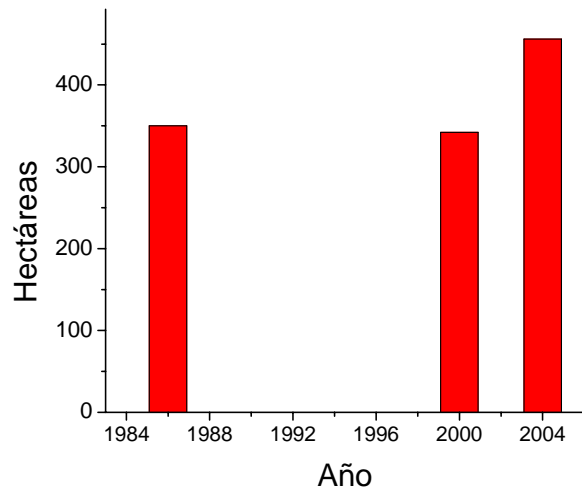


Figura 4. comparación entre la cobertura de Manglar para ADRS

Para el Análisis temporal del índice de vegetación se emplearon 54 imágenes, entre enero 2000 a noviembre 2003, de estas solo el 62 % (32 imágenes) fueron empleadas por poseer datos. Los resultados del valor medio y la variación de los 20 puntos obtenidos para cada imagen se muestran en la figura 5. Los resultados no presentan variación estacional y una variación no significativa para las imágenes analizadas.

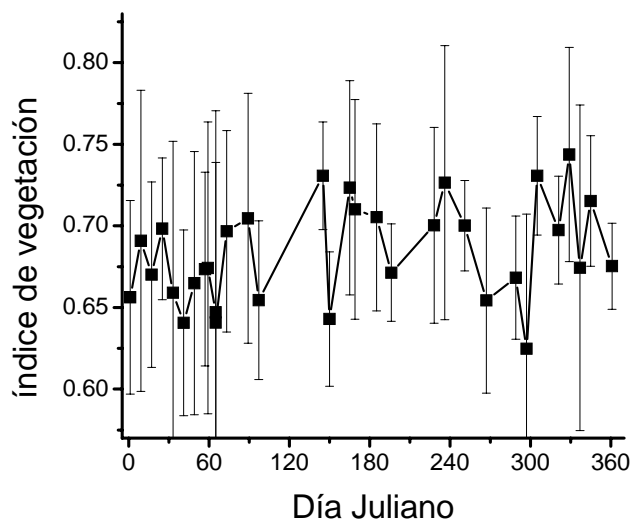


Figura 5. variación del índice de vegetación para el ADRS

Discusión

La imagen del sensor ASTER presenta excelentes características para determinar la cobertura de manglar. Su alta resolución espacial (15m), así como la presencia de las bandas roja e infrarroja, permiten resaltar las características del Mangle. Los análisis de clasificación, empleando las tres bandas (550, 661, y 807 nm), permiten diferenciar los diferentes tipos de vegetación en el área. El aumento en la cobertura puede deberse a diferentes factores entre ellos el manejo sustentable del recurso así como la ganancia de terreno por parte del manglar.

Los factores climáticos de la zona no están afectando el índice de vegetación del manglar, con un promedio anual de 0.68 es superior a los cálculos reportados. La buena disponibilidad de agua dulce durante todo el año puede ser la causa de este efecto. Sin embargo es importante seguir analizando este índice, así como la variación del mismo a una escala menor, ejemplo las zonas mas internas con poco suministro de agua.

El método de clasificación supervisado Paralelepípedo presento los mejores resultados para el análisis de la cobertura de manglar, en las imágenes del sensor satelital ASTER. La cobertura actual del manglar en el área de ADRS, presenta un aumento respecto a los años 1986 y 2000. El índice de vegetación para a zona de manglar, en el antiguo Delta del Río Sinú, no presenta diferencias significativas en su ciclo anual. Bajo la metodología empleada.

Literatura Citada

- Aguilera, Q.J. 1986. Clasificación del estuario antiguo cause del río Sinú. Trabajo de tesis para optar por el título de oceanógrafo físico. Escuela Naval “ALMIRANTE PADILLA”, Cartagena. 108 p.
- Aguirre, N. 1994. Mosphodynamic analysis of the northern Sinu river basin. An Approach to a Flood Hazard Assessment. A thesis presented to the Department of Earth Resources Surveys International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (I.T.C.). The Netherlands. Holanda. 131p.
- Aguirre, N. 1995. Análisis morfodinámico de la cuenca hidrográfica del río Sinú: una base para el estudio de amenazas por inundación. Revista divulgativa del proyecto SIG-PAFC.

- Alvaréz-León y J. Polanía. 1996. Los manglares del Caribe colombiano: Síntesis de su conocimiento. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol. XX. No. 78. P 447 – 464.
- CIAF, 1985. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Estudio básico para el Plan de ocupación de la cuenca del río Sinú. Informe Técnico. Pág. varias, fotografías
- C.P.E. Tinajones. 1973. Publicación del Centro Popular de Estudios. Montería, Córdoba. 47 p.
- CVS. 1996. Reapertura y mantenimiento de caños para la conservación, manejo y uso sostenible del estuario y ecosistema de manglar del Antiguo Delta del Río Sinú. Montería. 22p.
- CVS. 1992. Evaluación financiera, económica, social y ecológica del proyecto sobre conservación y manejo de humedales en el Antiguo Delta del Río Sinú, Departamento de Córdoba. 70 p.
- CVS. 1989. Plan de ordenamiento y manejo de la zona de manglar Antiguo delta del Río Sinú. Informe final Vol. II. INCCO Ltda. Bogotá. 421 p.
- CVS. 1985. Proyecto de investigación, fomento y desarrollo de la maricultura en el ecosistema de manglar del delta del río Sinú. Departamento Nacional de Planeación. República de Colombia. 28 p.
- González A. y A. Cortés. Estudio general de suelos de los municipios que conforman la parte media y baja de la cuenca del río Sinú (Departamento de Córdoba). Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Guerrero F.; A. Martínez; R. Ganem; L. Berrocal; A. Coronado; M. Navarro; M. Sánchez; L. Reyes. 1992. Conservación, manejo de los humedales en el antiguo delta del Río Sinú en los municipios de San Bernardo y San Antero. Córdoba. CVS. 90 p.
- IGAC. 1993. Características geográficas de Córdoba. 121p.
- IVEMAR, 2000, Informe sobre estencion de ecosistemas Marinos Del Caribe Colombiano. Conciencias.
- INGEOMINAS. 1993. Mapa de terrenos geológicos de Colombia. Inst. Nal. de Inves. Geológicas y Mineras. Publicaciones Geológicas Especiales. Bogotá. No. 14-1:1-254.
- León P. J. 1992. Aplicación del sistema automatizado para la evaluación de tierras-ales, en el sector de la cuenca del río Sinú (Córdoba). *Revista CIAF*. Santafé de Bogotá. Vol. 13. No. 1. p 19-42.
- Olaya H.; D. Centerano; I. Leguízamo y F. Pineda. 1987. Los bosque de mangle del antiguo delta del río Sinú (Córdoba-Colombia). Estudio de la vegetación y aprovechamiento. ICFES-Universidad de Córdoba.30 p.

Robertson, K. 1987. Avulsión, cambios del curso y delta del río Sinú, Colombia. Segundo Simposio Latinoamericano de Sensores Remotos, IGAC - SCF. Bogotá, Colombia. Bogotá. 237 - 249.

Robertson, K. 1989. Evolución reciente del río Sinú, Colombia. Bull. Inst. Goel. Aquitaine, No. 45: 305-312. Bordeaux, France.

Vélez E.,F. Ltda. CVS. 1990. Identificación de rodales en el bosque de manglar de la zona del antiguo delta del Río Sinú.