

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA ECOLOGIA
DE LOS MANGLARES DE LA LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO**

**CONTRIBUTION TO THE ECOLOGICAL KNOWLEDGE
OF THE MANGROVE FORESTS OF THE LAGUNA DE TERMINOS,
CAMPECHE, MEXICO**

Enrique J. Jardel ¹
Angela Saldaña A. ¹
María Teresa Barreiro G. ²

¹ Laboratorio Natural Las Joyas
Universidad de Guadalajara
Apdo. Postal 1-3933
Guadalajara, Jalisco, México

² Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco
Calzada del Hueso 1100
Coyoacán 04960, México, D.F.

Jardel, Enrique J., Saldaña A., A., Barreiro G., M.T. Contribución al conocimiento de la ecología de los manglares de la Laguna de Términos, Campeche, México. Contribution to the Ecological Knowledge of the Mangrove Forests of the Laguna de Términos, Campeche, Mexico. *Ciencias Marinas*, 13(3): 1-22, 1987

RESUMEN

La producción y descomposición de hojarasca en distintos tipos de manglares caracterizados por su fisonomía y las condiciones ambientales fueron estudiadas en tres zonas de la Laguna de Términos, Campeche. Dichas zonas, Estero de Bahamita, Laguna de los Negros e Isla Aguada, presentan condiciones diferentes de sustrato geológico y régimen hídrico debido a la influencia fluvial o marina. La producción de hojarasca fue estimada utilizando trampas de hojarasca y la descomposición con bolsas de detritus, observando los cambios en cantidad de detritus y su contenido de nitrógeno total y fósforo total. La tasa constante de descomposición fue calculada mediante el modelo Olson (1963).

La mayor producción de hojarasca se encontró en la Laguna de los Negros, zona de influencia fluvial, con 3.1g de peso seco/m²/día, seguida por la Isla Aguada y Bahamita con 2.3g peso seco/m²/día respectivamente. La tasa de descomposición fue mayor también en el área de los Negros y en la temporada lluviosa. Se observó un aumento del contenido de fósforo y nitrógeno del detritus. Se concluye que el aporte de hojarasca del manglar constituye un importante subsidio a la laguna.

ABSTRACT

The production and decomposition of dead leaves in different kinds of mangrove forests, characterized by their physiognomy and environmental conditions, were studied in three areas of Laguna de Términos, Campeche. These areas, Estero de Bahamita, Laguna de los Negros and Isla Aguada, show different geologic bed conditions and hydric regime due to the fluvial or marine influence. The production of dead leaves was estimated using dead leaves traps and the

decomposition was determined by observing the changes in the amount of detritus and the total of nitrogen and phosphorous content in detritus bags. The decomposition constant rate was calculated using the Olson model (1963).

The dead leaf production was greater for Laguna de los Negros, a fluvial influence area with 3.1g dry weight/m²/day, followed by Isla Aguada and Bahamita, with 2.3g dry weight/m²/day respectively. The decomposition was greater for the Laguna de los Negros area during the rainy season. An increase of phosphorous and nitrogen content was observed in the detritus. The provision of dead leaves from mangrove forests constitutes an important contribution to the lagoon.

INTRODUCCION

En general, los estudios realizados sobre la ecología de manglares en distintas partes del mundo indican que estos bosques a las orillas de los estuarios y lagunas costeras tropicales juegan un papel esencial en la dinámica ecológica de tales sistemas. Debido a esto, es conveniente insistir en la necesidad de su manejo racional y conservación.

Numerosos trabajos hacen patente la importancia de los manglares como áreas de cría o habitat permanente de numerosas especies de aves y organismos acuáticos (Walsh, 1974; Linden y Jernelov, 1980), estabilizadores de las costas (UNESCO, 1966) y como fuente de diversos recursos útiles al hombre (Watson, 1928; Walsh, 1977; Ong, 1982).

Así mismo, los manglares y otras comunidades vegetales de los pantanos costeros presentan altas tasas de productividad primaria neta, favorecidas por las condiciones ambientales y el subsidio de nutrientes aportados por las mareas y los escurrimientos de agua superficiales (Golley, *et al.*, 1962; Lugo y Snedaker, 1974). Gran parte de esta productividad genera un excedente que es exportado en forma de detritus a los ecosistemas acuáticos adyacentes, pasando así a las redes tróficas que sostienen la productividad de los recursos pesqueros (Lee *et al.*, 1975; Odum y Heald, 1975a, 1975b).

Actualmente, los manglares y en general los pantanos costeros sufren un fuerte impacto por las actividades humanas (Linden y Jernelov, 1980; Lugo *et al.*, 1981; Dubois, 1983), dando lugar a una pérdida irreparable de valiosos recursos naturales que adecuadamente manejados podrían ser altamente productivos.

INTRODUCTION

In general, the ecological studies about the mangrove swamps in various parts of the world indicate that those forests along the shores of tropical coastal estuaries and lagoons play a vital part in the ecological dynamics of such systems. That is why their rational management and conservation are essential.

Many works show the importance of the mangroves as hatching areas or permanent habitat for numerous species of birds and aquatic organisms (Walsh, 1974; Linden and Jernelov, 1980), as coasts stabilizers (UNESCO, 1966) and as a source of various resources useful to man (Watson, 1928, Walsh, 1977, Ong, 1982).

Furthermore, the mangroves and other vegetable communities of the coastal swamps present high levels of net primary productivity, increased by favorable environment and by nutrients brought by tides and run off waters (Golley *et al.*, 1962; Lugo and Snedaker, 1974). Most of this productivity brings a surplus which is transferred in the form of detritus to the adjacent aquatic ecosystems, passing this way to the trophic nets that constitute the basis of the fishing resources productivity (Lee *et al.*, 1975; Odum and Heald, 1975a, 1975b).

At present, the mangrove forests and the coastal swamps in general are highly affected by human activities (Linden and Jernelov, 1980; Lugo *et al.*, 1981; Dubois, 1983), causing an irreparable loss of valuable natural resources which could be highly productive if they were adequately managed.

In Mexico, one of the critical region of mangrove destruction is the coast of the Gulf

En México, una de las áreas críticas de destrucción de los manglares es la costa del Golfo de México (Jardel, 1985) debido a las presiones que genera la explotación petrolera, el crecimiento urbano, la industrialización y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera (Toledo, 1983).

La Laguna de Términos, ubicada en esta región, es uno de los sistemas lagunares costeros más grandes de México, y probablemente uno de los más productivos (Day y Yáñez-Arancibia, 1981; Day, *et al.*, 1981a).

Este trabajo tiene por objeto contribuir al conocimiento de la ecología de los manglares de la zona, a través de su caracterización fisonómica, y la estimación de valores de productividad de hojarasca y descomposición, considerando la importancia ecológica de estos procesos en la dinámica de los sistemas costeros.

Trabajos anteriores han sido realizados sobre la productividad primaria y descomposición de detritus en el área de estudio (Day, *et al.*, 1981a; Barreiro, 1983; Jardel, 1983).

En el presente se hace una integración desde la perspectiva de la caracterización de distintos tipos de manglares y la comparación de su productividad con las de otros sistemas de productores primarios en la Laguna de Términos.

Descripción del área de estudio

La Laguna de Términos se localiza en el suroeste del Estado de Campeche, entre la base de la Península de Yucatán y la llanura costera del Golfo de México (Fig. 1).

Está separada del mar por una estrecha barra arenosa que forma la Isla del Carmen y tiene una longitud de 70km en su parte más larga y 30km en su parte más ancha. La superficie del espejo de agua es de aproximadamente 250 000ha.

Varios ríos desembocan a sistemas asociados a Términos: el Palizada, efluente del Usumacinta en las Lagunas del Este y San

of California (Jardel, 1985) due to pressures generated by the oil exploitation, the urban growth, the industrialization and the expansion of the agricultural and cattle raising limits (Toledo, 1983).

Laguna de Términos situated in that region is one of the largest and probably one of the most productive coastal lagoon system in Mexico (Day and Yáñez-Arancibia, 1981, Day *et al.*, 1981a).

The objective of this paper is to contribute to the ecological knowledge of the mangrove swamps of the area, thanks to their physiognomic characterization and the estimate of the productivity values of dead leaves and decomposition, considering the ecological importance of these processes in the dynamics of the coastal systems.

Other works have already been carried out on the primary productivity and detritus decomposition in the study area (Day *et al.*, 1981a; Barreiro, 1983; Jardel, 1983).

This paper characterizes different types of mangrove swamps and compares their productivity with that of other systems of primary producers in the Laguna de Términos.

Description of the study area

The Laguna de Términos is located in the southwest of the State of Campeche, between the base of the Península of Yucatán and the coastal plain of the Gulf of Mexico (Fig. 1).

It is separated from the sea by a narrow sand bar which forms the Isla del Carmen and is 70km at its longest part and 30km at its widest part. The extension of the water is approximately 250 000ha.

Several rivers flow into systems associated with Términos: the Palizada river effluent of the Usumacinta in the Lagunas del Este and San Francisco; the Marentes river in the Laguna del Vapor, which joins the Laguna del Este, that in turn receives the waters from the Este river, the Chumpán river in Balchacá and the Candelaria and Mamantel rivers in Laguna

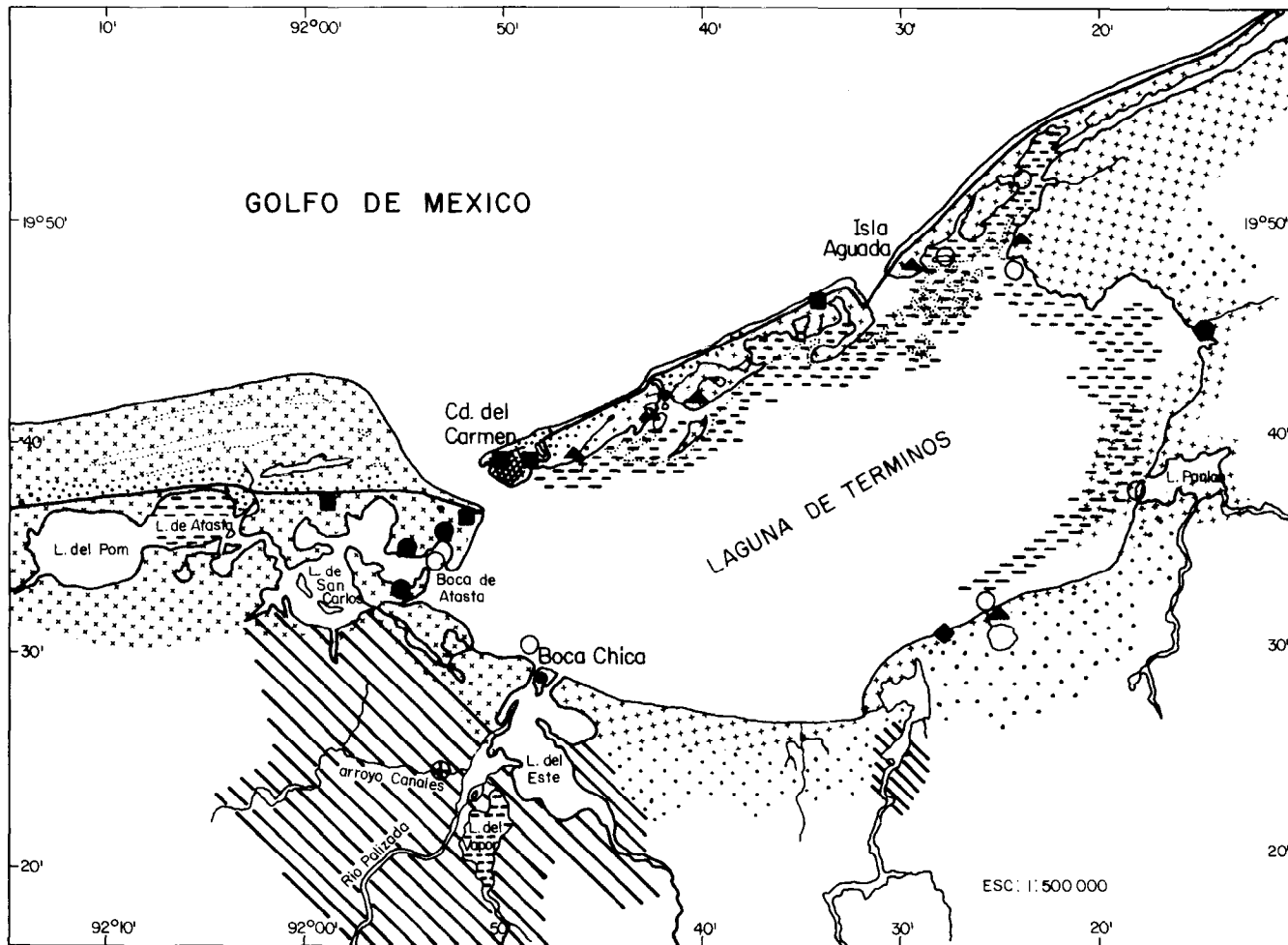


Figura 1. Tipos de vegetación del Complejo Lagunar de Términos.
 manglares :••••, pantanos de agua dulce //, cultivos y pastizales :••••, ceibadales ■■■■
 Tipos de manglar: I-●, II-▲, III-○, IV-◆, V-■, VI-⊕

Figure 1. Types of vegetation of the Términos lagoon complex
 mangrove forests :•••• freshwater swamps // , cultures and grazing areas :••••
 ceiba forests ■■■■
 Types of forest: I-●, II-▲, III-○, IV-◆, V-■, VI-⊕.

Francisco; el Marentes en la Laguna del Vapor, que se une a Laguna del Este, la cual también recibe las aguas del Río del Este; el Río Chumpán en Balchacá y los ríos Candelaria y Mamantel en Laguna de Panlao. Al Oeste se extienden varias lagunas que forman el sistema Pom-Atasta y al Noroeste se encuentra el Estero de Sabancuy que se prolonga en esa dirección unos 35km.

El clima es cálido-húmedo en la parte oeste de la zona y cálido-subhúmedo en la parte este, con una precipitación pluvial entre 1 300 y 1 500mm anuales y temperaturas medias anuales de 29°C (García, 1973; LIECA, 1983). Se diferencian tres estaciones en el año: lluviosa, de junio a octubre, de nortes o lluvias invernales de octubre a febrero, y seca de febrero a mayo.

Day and Yáñez-Arancibia (1980) han descrito los aspectos físicos e hidrobiológicos relacionados con los procesos biológicos en el área. La calidad del agua ha sido descrita por Botello (1978) y Botello y Mandelli (1975).

Las aguas son cálidas (24°-30°C) y la salinidad está influida por el patrón de lluvias, variando de 5 a 36°/oo según la estación del año y la ubicación respecto a las bocas, donde es mayor la influencia marina (LIECA, 1983; Botello y Mandelli, 1975).

La topografía del área es bastante plana, formada por material aluvial del Reciente en su porción oeste y sur, y por material calcáreo al este. La planicie inundable por las mareas, lluvias y crecientes de los ríos es muy extensa y favorece el desarrollo de manglares y vegetación de pantanos.

METODOLOGIA

El área de estudio fue recorrida y se hicieron observaciones sistemáticas sobre la composición de especies, apariencia, conformación y altura de los manglares, a fin de caracterizarlos fisonómicamente. Estas observaciones fueron relacionadas con los reportes de las condiciones ambientales de los sitios recorridos (LIECA, 1983; Day and Yáñez-Arancibia, 1981; Botello, 1978).

de Panlao. In the west, several lagoons from the Pom-Atasta system and in the northwest, the Sabancuy estuary continues some 35km in that direction.

The climate is warm and humid in the western part of the region and warm and subhumid in the eastern part, with annual rain precipitation between 1 300 and 1 500mm and average temperatures of 29°C (García, 1973, LIECA, 1983). There are three seasons in the year: rainy season, from June to October, "nortes" or winter rains from October to February and dry season from February to May.

Day and Yáñez-Arancibia (1980) have described the physical and hydrobiological aspects associated with the biological processes in the area. The quality of the water has been described by Botello (1978) and Botello and Mandelli (1975).

The waters are warm (24°-30°C) and the salinity is influenced by the rain pattern and varies from 5 to 36°/oo according to the season and to the location with relation to the months, where the marine influence is the greatest (LIECA, 1983; Botello and Mandelli, 1975).

The topography of the area, rather flat, is formed by alluvial material from the Reciente in the west and south and by calcareous material in the east. The plain, periodically flooded by tides, rains and swellings of rivers is very extensive and favorable to the mangrove and swamp vegetation development.

METHODOLOGY

The study area was gone through and systematic observations were made about the species decomposition, appearance, mangrove conformation and height, in order to characterize them physiognomically. These observations were related to the reports on the environmental conditions of these places (LIECA, 1983, Day and Yáñez-Arancibia, 1981, Botello, 1978).

Three zones representatives of the most characteristic conditions of climate, hydrology,

Se seleccionaron tres zonas representativas de las condiciones más características de clima, hidrología, substrato geológico y fisonomía de los manglares del área de estudio. En éstas se realizaron los trabajos sobre producción y descomposición de hojarasca con equipos de alumnos y pasantes de servicio social supervisados por los investigadores y siguiendo la misma metodología, en febrero-marzo y mayo-junio de 1981, febrero-marzo y agosto-noviembre de 1982.

Las zonas estudiadas fueron:

- 1) La costa interior de la Isla del Carmen en su parte media que corresponde al Estero de Bahamita.
- 2) La boca de Atasta y Laguna de los Negros.
- 3) La costa interior de Isla Aguada.

El Estero de Bahamita es un área con influencia marina, con salinidades de 28-35‰ (LIECA, 1983), precipitación pluvial de 1 400mm y clima Aw₂ (x'), cálido sub-húmedo con lluvia en verano (García, 1973). Constituye un área de deposición de sedimentos recientes (West *et al.*, 1969). Se encuentran bancos de pastos marinos, predominando *Thalassia testudinum* y extensos manglares formados por *Rhizophora mangle* L.1753, *Avicennia germinana* L.1753, *Laguncularia racemosa* Gaertn 1807 y en menor abundancia *Conocarpus erectus* L.1753; *Rhizophora* forma islotes sobre los bajos.

Laguna de los Negros y la Boca de Atasta reciben la influencia dulceacuícola del sistema lagunar Pom-Atasta y del Río Palizada. Las aguas son turbias, ricas en materia orgánica y nutrientes (Day y Yáñez-Arancibia, 1980). La salinidad es de 10 a 20‰ (LIECA, 1983) y la precipitación pluvial de 1 600mm, con un clima Am (f), cálido húmedo con lluvia abundante en verano (García, 1973). Los manglares tienen la misma composición que en Bahamita, pero son más altos y desarrollados.

Isla Aguada es una zona similar a Bahamita, pero con una precipitación pluvial menor de 1 300mm y con un clima Awj cálido sub-húmedo con lluvia en verano, presentando

geological substrate and mangrove physiognomy of the study area were chosen. Works on dead leaf production and decomposition were carried out following the same methodology, with groups of students supervised by scientists, in February-March and May-June, 1981, February-March and August-November, 1982.

The study areas were:

- 1) The inner coast of the Isla del Carmen in its central part which corresponds to the Estero de Bahamita.
- 2) The mouth of Atasta and Laguna de los Negros.
- 3) The inner coast of Isla Aguada.

The Estero of Bahamita is an area influenced by the sea, with salinities of 28-35‰ (LIECA, 1983), rain precipitation of 1 400mm and climate Aw₂ (x'), warm and sub-humid with rains in summer (García, 1973). It constitutes an area of recent sediment deposition (West *et al.*, 1969). There are marine mudflats and *Thalassia testudinum* and extensive mangroves swamps mainly formed by *Rhizophora mangle* L. 1753, *Avicennia germinans* L. 1753, and *Laguncularia racemosa* Gaertn 1807 and *Conocarpus erectus* L. 1753 to a lesser extent. *Rhizophora* forms islets on the lowlands.

Laguna de los Negros and Boca de Atasta are under the influence of fresh water from Laguna Pom-Atasta and from the Palizada river. The waters are cloudy, rich in organic matter and nutrients (Day and Yáñez-Arancibia, 1980). The salinity is from 10 to 20 ‰ (LIECA, 1983) and the rain precipitation of 1 600mm, with a climatic Am (f), warm and humid with heavy rains in summer (García, 1973). The mangroves have the same composition than those in Bahamita, although they are higher and more developed.

Isla Aguada is a zone similar to Bahamita, but with a lower rain precipitation (1 300mm) and with a climate Awj, warm and sub-humid with rains in summer, which present dog days (García, 1973) and is drier than the previous ones. It is under the marine influence of Boca de Puerto Real and the salinity is from 15 to 35‰.

canículas (García, 1973) y es más seca que las anteriores. Recibe la influencia marina de la Boca de Puerto Real y la salinidad es de 15 a 35‰.

En cada zona se muestrearon seis cuadrantes de 100m² cada uno y se determinó la frecuencia de árboles por especie, altura y diámetro a la altura del pecho (DAP). En *Rhizophora mangle* el diámetro se midió arriba de la última raíz zancuda. Los valores de DAP fueron utilizados para calcular la biomasa de los árboles de acuerdo a la ecuación de regresión determinada por Day *et al.* (1982b) para las especies de mangle en dos zonas de Laguna de Términos.

La producción de hojarasca fue muestreada con trampas de malla de 1m² de superficie y 2mm de luz, distribuyendo al azar seis de éstas en cada cuadrante de 100m². El material colectado en las trampas se recogió cada cinco días en los primeros períodos de muestreo que fueron de 25 días en total. Para agosto-noviembre de 1982, se trabajó un período más largo, con colectas cada 23 días. Los datos fueron ajustados para obtener una producción de hojarasca como g/m²/día. El material colectado se llevó a peso seco y se obtuvo por separado la proporción para cada especie y el material no identificable.

Para determinar la tasa de descomposición, se utilizaron bolsas de malla de 20 x 20, con una luz de malla de 2mm, en las cuales se colocaron 10g de hojarasca seca recién caída. Las bolsas fueron colocadas en el agua a orillas del manglar, atadas a estacas. Se colectaron tres bolsas de material de cada especie a cada cinco días en los primeros períodos de muestreo, y de agosto a noviembre de 1982 las colectas se efectuaron cada 23 días. El tiempo total de observaciones fue de 69 días.

El material colectado se llevó a peso seco libre de cenizas para eliminar el peso representado por sedimento acumulado en las bolsas y trabajar con datos de materia orgánica. La tasa de descomposición fue calculada con base en la diferencia de peso en distintos tiempos de una cantidad de detritus X; es función de la entrada de detritus L, y de la tasa constante de descomposición K:

In each zone, six quadrants of 100m² each were sampled and the trees frequency by species, height and diameter at chest level (DCL) was determined. In *Rhizophora mangle*, the diameter was measured above the last long-legged root. The DCL values were used to calculate the tree biomass according to the regression equation established by Day *et al.* (1982b) for the mangrove species in two areas of Laguna de Términos.

The dead leaf production was sampled with net traps of 1m² surface and 2mm mesh, distributing six of them at random in each quadrant of 100m². The material in the traps was collected every five days in the first sampling periods that lasted 25 days. In August-November, 1982, we worked for a longer period, with a collection every 23 days. The data were adjusted to obtain a dead leaf production like g/m²/days. The collected material was lead to dry weight and the proportion for each species and the material which could not be identified was obtained separately.

To determine the decomposition rate, 20 x 20 bags provided with a net with 2mm mesh were used and 10g of recently fallen dry dead leaves was put into them. The bags were put into water on the edge of the mangrove forest, tied to stakes. Three bags of material of each species were collected every five days at the beginning of the sampling period and from August to November, 1982, the collection was carried out every 23 days. The total duration of the observations was 69 days.

The collected material was lead to dry weight, free of ash, to eliminate the weight represented by the sediments accumulated in the bags and work with data of organic material. The decomposition rate was calculated from the difference of weight in different times of an X quantity of detritus; it is a function of the detritus input L and of the constant rate of decomposition K:

$$\frac{DX}{DT} = L - KX$$

$$\frac{DX}{Dt} = L - KX$$

Utilizando una cantidad conocida de hojarasca en los experimentos con bolsas de malla, la cantidad de detritus en un tiempo X_t , dada la tasa constante de descomposición, K , pueden calcularse a partir de la fórmula siguiente (Olson, 1963):

$$X_t = X_o e^{-kt}$$

En submuestras del material de las bolsas de detritus en los distintos tiempos, se determinó nitrógeno total (métodos de Kjeldahl) y fósforo total (método Vanadato-molibdato).

RESULTADOS

A) Caracterización de los Manglares.

Los manglares cubren casi toda la ribera de la Laguna de Términos (Fig. 2) con una extensión aproximada de 130 000ha (Jardel, 1983). Se identificaron seis tipos de manglares, que en términos generales corresponden a la clasificación de Lugo y Snedaker (1974). Su descripción general se presenta en la Tabla I.

El manglar tipo I se encuentra en la desembocadura del Río Palizada y el sistema lagunar de Pom-Atasta. El tipo II corresponde a las barras arenosas como la Isla del Carmen e Isla Aguada. El tipo III está formado por colonizaciones recientes de *Rhizophora mangle* en bancos arenosos. El tipo IV se localiza al sur y este de Laguna de Términos, sobre depresiones del terreno con suelos de textura pesada, donde *Avicennis germinans* forma manchones monoespecíficos. El tipo V corresponde a sitios con condiciones de aridez, por la desecación provocada por la exposición del viento, aporte escaso de agua dulce, suelos arenosos y salinidades altas. Por último, el tipo VI se encuentra en la transición con los pantanos de agua dulce.

Las Figuras 2 y 3 muestran dos perfiles típicos de la zonación del manglar en el centro de la Isla del Carmen y entre Laguna de los Negros y los pantanos de agua dulce de

If a known quantity of dead leaves is used in the experiments with bags provided with net, the detritus quantity in a time X_t , given the constant decomposition rate K , can be calculated from the following formula (Olson, 1963):

$$X_t = X_o e^{-kt}$$

In the subsamples of the material in the detritus bags in different times, the total nitrogen (Kjeldahl method) and total phosphore (Vanadato-molibdato method) were determined.

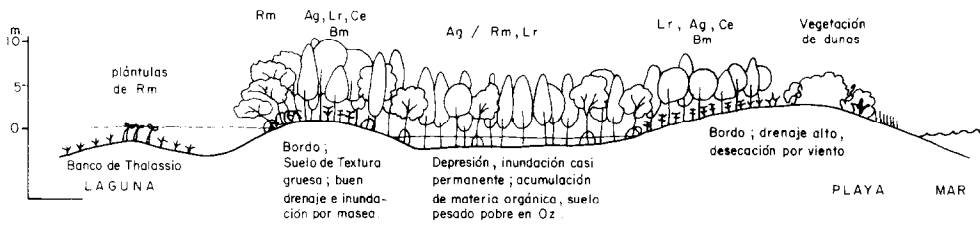
RESULTS

A) Characterization of the mangrove forests.

The mangroves cover nearly all the shore of the Laguna de Términos (Fig. 2) with an extension of approximately 130 000ha (Jardel, 1983). Six types of mangroves were identified and correspond generally to the Lugo and Snedaker classification (1974). Their general description is presented in Table I.

The type I mangrove forest is found in the mouth of the Palizada river and the Pom-Atasta lagoon system. Type II corresponds to the sandy bars such as the Isla del Carmen and Isla Aguada. Type III is formed by recent colonizations of *Rhizophora mangle* in sandy banks. Type IV is located in the south and in the east of Laguna de Términos, on terrain depressions with heavy texture soils, where *Avicennis germinans* forms monospecific stains. The type V corresponds to arid places which are dry because of their wind exposition, scarce fresh water input, sandy soils and high salinities. The type VI is located on the transition zone with the fresh water swamps.

Figures 2 and 3 show two typical profiles of the zonation on the center of the Isla del Carmen and between Laguna de los Negros and the fresh water swamps, according to the observations that were made. Figure 4 presents the results of relative frequency of the mangrove species in three sampled places. It appears that *A. germinans* is always the most



SIMBOLOGIA :









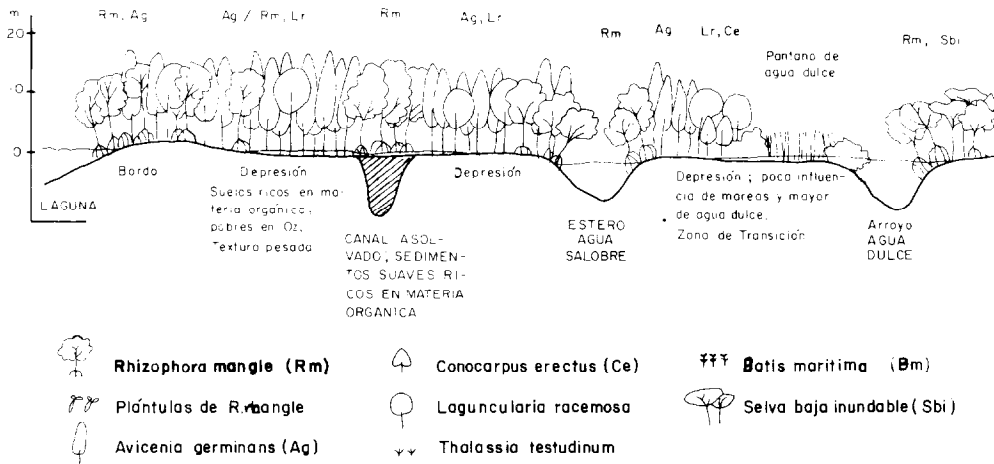
- | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------------------------|---|----------------------------|
|  | Rhizophora mangle (Rm) |  | Conocarpus erectus (Ce) |  | Batis maritima (Bm) |
|  | Plántulas de Rhizophora mangle |  | Laguncularia racemosa |  | Selva baja inundable (Sbi) |
|  | Avicenia germinans (Ag) |  | Thalassia testudinum | | |

Figura 2. Perfil de vegetación en el centro de la Isla del Carmen; su longitud es de unos 2.5km y se extiende desde la laguna a la costa del Golfo.

Figure 2. Profile of the vegetation in the center of the Isla del Carmen; its length is some 2.5km and it extends from the lagoon to the coast of the Gulf.











- | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------------------------|---|----------------------------|
|  | Rhizophora mangle (Rm) |  | Conocarpus erectus (Ce) |  | Batis maritima (Bm) |
|  | Plántulas de Rhizophora mangle |  | Laguncularia racemosa |  | Selva baja inundable (Sbi) |
|  | Avicenia germinans (Ag) |  | Thalassia testudinum | | |

Figura 3. Perfil de vegetación entre Laguna de los Negros y el área pantanosa tierra adentro; la dirección es de norte a sur y la extensión de unos cinco kilómetros. Se observa un gradiente de salinidad en la misma dirección.

Figure 3. Profile of the vegetation between Laguna de los Negros and the Inland swamps area; its direction is from the north to the south and its extension is some 5km. A salinity gradient can be observed in the same direction.

Tabla I. Tipos de manglares del complejo lagunar de Términos.

Tipo	Zonas representativas	Características generales	Correspondencia con la clasificación de Lugo y Snedaker (1974)
I	Boca Chica, Laguna y Estero de Lodazal, Laguna de los Negros	Orillas de esteros, ríos y lagunas interiores con aporte significativo de agua dulce y nutrientes; sobre sedimentos aluviales. Árboles altos (10-25m), bien desarrollados y con fustes rectos. <i>A. germinans</i> dominante y en segundo término <i>R. mangle</i> y <i>L. racemosa</i> .	Bosque ribereño
II	Estero Pargo, Estero de Bahamita, Isla Aguada, Boca de Sabancuy	Costa y riberas de lagunas y esteros con marcada influencia marina. Sedimentos de origen marino. Árboles de 5-8m de altura. <i>R. mangle</i> dominante en bordes y en el interior <i>A. germinans</i> .	Bosque costero
III	Bajos frente al Estero de Bahamita, Boca del Estero de Sabancuy, Boca de Atasta, Boca de Pargos	Islotes de <i>R. mangle</i> formados por la colonización de bancos poco profundos, muchas veces consolidados por <i>Thalassia testudinum</i> . Inundados permanentemente. Árboles menores a 5m de altura.	Bosque inundado
IV	Sur de la Laguna de Términos, entre Balchacah y Chacahito	Depresiones alejadas de ríos, con aporte de agua dulce por lluvias y escorrentía. Drenaje deficiente, suelos de textura pesada. <i>A. germinans</i> es dominante y aparece formando rodales monoespecíficos. Densidad baja y árboles menores a 10m.	Bosque de cuenca
V	Centro Isla del Carmen (transición con dunas costeras), canal de Cd. del Carmen	Manglares arbustivos, menores de 3m, formados por <i>A. germinans</i> , <i>R. mangle</i> . Suelos arenosos bien drenados, exposición a vientos fuertes, escaso aporte de agua dulce, dan lugar a condiciones de aridez.	Bosque achaparrado
VI	Arroyo Canales, Río Palizada	Transición del manglar con pantanos de agua dulce. <i>R. mangle</i> abundante, forma un bosque de galería mezclándose con especies arbóreas de selva baja inundable. Abundantes bromelias, orquídeas y lianas. Árboles de 5 a 10m y hasta 25m de altura.	Bosque ribereño

Table I. Types of mangrove forests of the Términos lagoon complex.

Type	Representative Zones	General Characteristics	Correspondance with Lugo & Snedaker (1974) Classification
I	Boca Chica, Laguna y Estero de Lodazal, Laguna de los Negros	Shores from estuaries, rivers and interior lagoons with a significant fresh water and nutrient input, on alluvial sediments. Tall trees (10-25m), well developed and with straight stands. Predominance of <i>A. germinans</i> followed by <i>R. mangle</i> and <i>L. racemosa</i> .	Riverine Forest
II	Estero Pargo, Estero de Bahamita, Isla Aguada, Boca de Sabancuy	Coast and lagoon banks and estuary shores with a considerable marine influence. Marine sediments. Trees 5-8m tall. Predominance of <i>R. mangle</i> on the edges and <i>A. germinans</i> inside.	Fringe forest
III	Bajos opposite to Estero de Bahamita, Boca del Estero de Sabancuy, Boca de Atasta, Boca de Pargos	<i>R. mangle</i> islets formed by shallow bank colonies, consolidated mostly by <i>Thalassia testudinum</i> . Permanently flooded. Trees less than 5m tall.	Overwash forest
IV	South of Laguna de Términos, between Balchacah y Chacahito	Depressions far away from rivers, with fresh water input from rain and run off waters. Poor drainage, heavy texture ground. Predominance of <i>A. germinans</i> forming monospecific(x). Low density and trees smaller than 10m.	Basin forest
V	Isla del Carmen center (transition with coastal dunes), Cd. del Carmen channel	Shrub mangroves, smaller than 3m, formed by <i>A. germinans</i> and <i>R. mangle</i> . Sandy grounds, well drained, exposed to strong winds, scarce fresh water input, cause dry conditions.	Dwarf forest
VI	Arroyo Canales, Río Palizada	Transition of the mangrove to fresh water swamps. Abundant <i>R. mangle</i> , forms a gallery forest, mixing with tree species of low overwash forest. Abundance of bromelias, orchids and lianas. Trees 5, 10 and even 25m tall.	Riverine forest

acuerdo a las observaciones hechas. La Figura 4 presenta los resultados de frecuencia relativa de las especies de mangle en tres sitios muestreados. Pueden observarse que *A. germi-nans* es siempre la especie más abundante, y que la composición de especies de los manglares es la misma.

B) Producción de hojarasca.

En la Tabla II se presentan datos del promedio de producción diaria de hojarasca en cinco períodos del año, calculados sobre datos de Barreiro (1983), Jardel (1983) y Day *et al.* (1981) y del presente trabajo para agosto-noviembre.

La mayor producción se observa en los manglares tipo II, ribereños (Boca de Atasta, Laguna de los Negros, Boca Chica), siendo en promedio 3.7 0.6g peso seco/m²/día. En los manglares tipo I, costeros, la producción diaria estimada fue de 2.1 8.7g peso seco/m²/día.

abundant species and that the composition of the mangrove species is constant.

B) Dead leaf production.

Table II shows data of the average of the daily production of dead leaves during five periods of the year, calculated from data of Barreiro (1983), Jardel (1983) and Day *et al.* (1981) as well as of the present work for August-November.

The greatest production occurs in the mangroves type II, adjacent to rivers (Boca de Atasta, Laguna de los Negros, Boca Chica), the average being 3.70 0.6g dry weight/m²/day. In the mangroves type I, which are coastal, the estimated daily production was of 2.1 8.7g dry weight/m²/day.

Table IV presents a comparison of the relative contribution of the mangrove to the production of the Laguna de Términos, with other primary productive systems, according to data of Day *et al.* (1981a) and to our estimation of the surface they cover.

Tabla II. Producción de hojarasca en manglares costeros y ribereños en distintos períodos del año (g peso seco/m²/día) y producción anual (ton peso seco/ha/año).

Table II. Dead leaf production in fringe and riverine mangrove forests in different periods of the year (g dry weight/m²/day) and annual production (dry weight/ha/year)

Tipo de manglar	feb-mar		may-jul		ago-sep		sep-oct		oct-nov		Producción anual
Manglar Costero	1.17	0.13	1.73	0.12	2.32	0.41	3.15	0.36	2.20	0.62	7.7 2.7
Manglar ribereño	2.01	0.26	3.40	0.22	3.58	1.06	5.80	1.19	3.71	1.20	13.5 4.9

*Manglar costero: Bahamita y Estero Pargo. Manglares ribereños: Boca de Atasta, Boca Chica, Laguna de los Negros. Para Estero Pargo y Boca Chica se incluyeron datos de Barreiro (1983) y Day *et al.* (1981a).

Tabla III. Condiciones ambientales, densidad, biomasa y producción de hojarasca de los manglares en tres zonas del complejo lagunar de Términos.

Table III. Environmental conditions, density, biomass and dead leaf production of the mangrove forests in three zones of the Términos lagoon complex.

Zona	Tipo de manglar*	Sustrato geológico	Condiciones Ambientales			Clima** y precipitación pluvial (mm)	Biomasa leñosa*** ton peso seco/ha	Producción de hojarasca ton/ha/año
			Salinidad (‰)	min	med			
Bahamita	II	Material calcoarenítico de origen marino.	15	25	38	Aw ₂ (x') 1300	141.27	8.03 2.6
Isla Aguada	II	Material calcoarenítico de origen marino.	15	25	38	Aw ₂ (x')	182.53	9.13 2.2
Laguna de los Negros	I	Sedimentos aluviales	5	10	20	Am (f) 1600	217.48	11.32 1.8

*I ribereño, II costero

**De acuerdo a García (1976)

***Incluye troncos, ramas y en *R. mangle* raíces sancudas.

Tabla IV. Producción de hojarasca por especie y por zona en el período agosto-noviembre (1982) gr peso/m²/día.

Table IV. Dead leaf production by species and by zone during the August-November period (1982) g dry weight/m²/day.

	Isla Aguada	Bahamita	Laguna de los Negros	X Especie
<i>Avicenia germinans</i>	1.00	0.62	0.90	0.84
<i>Rhizophora mangle</i>	0.66	0.48	0.70	0.61
<i>Laguncularia racemosa</i>	-	0.65	0.90	0.61
No identificado*	0.88	0.45	0.60	0.64
Total por zona	2.54	2.20	3.10	X de zonas

* fracciones de hojas.

La Tabla IV presenta una comparación de la contribución relativa del manglar a la productividad de la Laguna de Términos, frente a otros sistemas de productores primarios, de acuerdo a datos de Day *et al.* (1981a) y a nuestra estimación de las superficies que cubren.

C) Descomposición.

Los datos obtenidos de descomposición de hojarasca no abarcan todo el año más que para *R. mangle*. En febrero-marzo se observó una pérdida de 23% del material original en 20 días en el estero de Bahamita. En mayo-junio el porcentaje de pérdida fue más elevado y alcanzó el 27% en la misma zona y 30% para la Boca de Atasta. Para agosto-septiembre, el porcentaje de pérdida en 20 días fue de 32% para Bahamita, 31% para Isla Aguada y 29% para Los Negros (Fig. 5).

La Tabla VI presenta la constante y el tiempo estimado de descomposición para las tres especies y las tres zonas en el período agosto-noviembre. La descomposición es más rápida en el área de Los Negros y Bahamita e Isla Aguada presentan un comportamiento similar por especie. *A. germinans* tiene la tasa de descomposición más rápida en las tres zonas.

DISCUSION

Aunque la composición de especies del manglar no varía incluso en términos de abundancia relativa (Fig. 4), pueden diferenciarse tipos distintos de acuerdo a su fisonomía.

La caracterización fisonómica ha sido la base para clasificar los manglares (Lugo y Snedaker, 1974) y se ha determinado una relación entre la conformación de los manglares y características tales como su productividad y factores ambientales como la salinidad, patrones de drenaje y procesos geomorfológicos (Carter *et al.*, 1973, Cintrón *et al.*, 1978, Lebigre, 1983, Thom, 1967).

C) Decomposition.

The dead leaves decomposition data do not cover the whole year, except for *R. mangle*. In February-March, a loss of 23% of the original material was observed in 20 days in the Bahamita estuary. In May-June, the percentage of loss was higher and reached 27% in the same zone and 30% in the Boca de Atasta. In August-September, the percentage of loss in 20 days was 32% for Bahamita, 31% for Isla Aguada and 29% for Los Negros (Fig. 5).

Table VI shows the constant and the estimate decomposition time for the three species and the three zones in the August-November period. The decomposition is faster in Los Negros area and the same thing happens in Bahamita and Isla Aguada, by species. *A. germinans* has the fastest decomposition rate in the three zones.

DISCUSSION

Although the species composition of the mangrove does not vary even in terms of relative abundance (Fig. 4), different types can be observed according to their physiognomy.

The physiognomical characterization served as the basis for the mangrove classification (Lugo and Snedaker, 1974) and a relation has been determined between the mangrove forest conformation and the characteristics such as their productivity and environmental factors as salinity, run off waters patterns and geomorphological processes (Carter *et al.*, 1973, Cintrón *et al.*, 1978, Lebigre, 1983, Thom, 1967).

In general terms, the typology made for the mangroves in the Laguna de Términos coincides with that of Lugo and Snedaker (1974). The riverine forests (Type I) appear to be the most developed physiognomically and their dead leaf production is higher than that of the fringe forests (Type II). Although data are insufficient, basin forests (Type IV), that are more open and with lower trees, and the

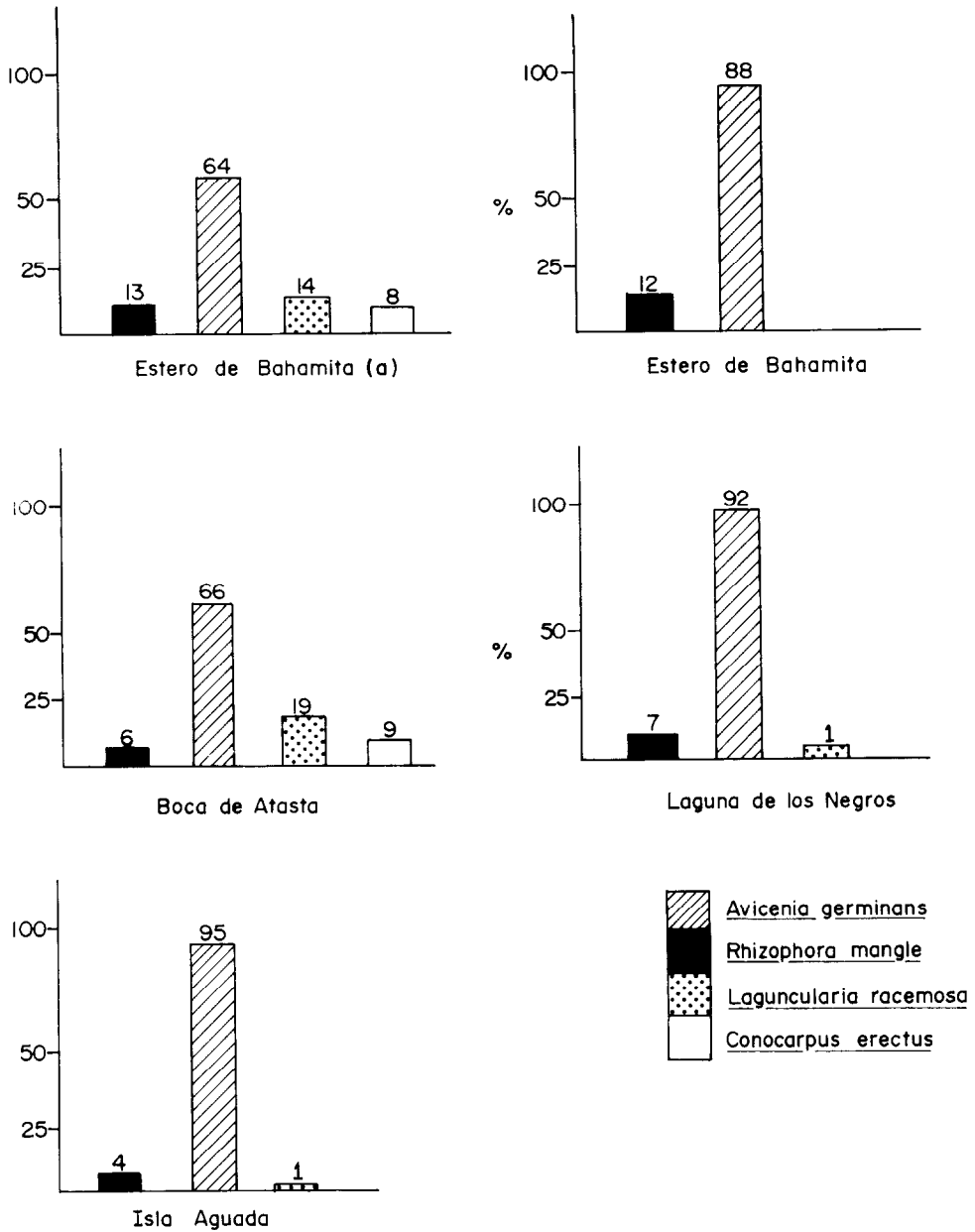


Figura 4. Frecuencia relativa de las especies de mangle en distintas zonas del Complejo Lagunar de Términos.

Figure 4. Relative frequency of mangrove species in different zones of the Términos lagoon complex.

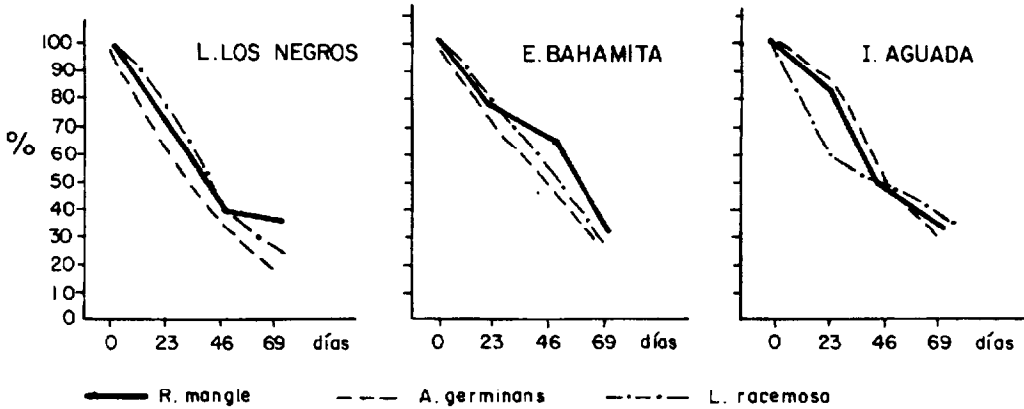


Figura 5. Porcentaje de pérdida de materia orgánica en las bolsas de detritus.
 Figure 5. Percentage of loss of organic matter in the bags with detritus.

Tabla V. Comparación de la productividad primaria neta de los principales sistemas de productores primarios del complejo lagunar de Términos.*

Table V. Comparison of the net primary productivity of the main systems of primary producers of the Términos lagoon complex.

Sistema	Area** (has)	Productividad g C/m ² /día	Producción ton C/ha/año	Total anual ton C/año	% del total anual
Fitoplancton	250,000	1.2	4.38	1,095,000	55
Ceibadales***	30,000	2.6	9.49	284,700	14
Manglares	130,000	1.3	4.74	616,200	31

* Sobre datos de Day *et al.* (1981a)

** Calculado sobre fotografía aérea y recorridos de campo.

*** Bancos de *Thalassia testudinum* y de *Halodule wrightii*.

Tabla VI. Constante de descomposición y tiempo estimado de descomposición por zona y por especie (ago-nov, 1982).

Table VI. Constant of decomposition and estimated time of decomposition by zone and by species (August-November 1982).

Zona	<i>R. mangle</i>	<i>A. germinans</i>	<i>L. racemosa</i>
L. de los Negros	.0168 135 Días	.0228 98 Días	.0214 111 Días
E. Bahamita	.0188 125 Días	.0213 111 Días	.0207 115 Días
Isla Aguada	.0179 130 Días	.0216 109 Días	.0172 130 Días

En términos generales, la tipología hecha de los manglares de Laguna de Términos, coincide con la de Lugo y Snedaker (1974). Los manglares ribereños o de tipo I aparecen fisonómicamente como los más desarrollados, y su producción de hojarasca es mayor que los de tipo II o costeros. Aunque se carece de datos, puede esperarse que los manglares de cuenca (tipo IV), que son más abiertos y con arbolado más bajo, y los inundados (tipo III), presentarán valores de producción intermedios, mientras que los manglares achaparrados (tipo V), que se encuentran en sitios donde el bajo aporte de agua dulce y la desecación por viento son factores limitantes, serían los menos productivos. Los del tipo VI corresponden a una formación vegetal de transición con las comunidades de agua dulce, donde los manglares estarán limitados en su crecimiento por la competencia con otras plantas.

Los manglares tipo I se localizan en sitios con salinidades intermedias, mientras que en los de tipo II la salinidad es más elevada. Sin embargo, se mantiene dentro del rango de salinidades intermedias para la distribución de los manglares y en ambos se observan valores relativamente altos de producción de hojarasca, si los comparamos con los de otros manglares del mundo (Golley *et al.*, 1962, Lugo y Snedaker, 1974) y del Golfo de México (Rico, 1979; López Portillo y Ezcurra, 1985).

Las afirmaciones anteriores pueden apoyarse en la literatura. Carter *et al.* (1973) encontraron que la productividad neta del manglar es óptima en salinidades intermedias y, aunque por ejemplo *Rhizophora mangle* crece en agua dulce, otras plantas lo desplazan por competencia.

La salinidad es otro factor limitante. Cintrón *et al.* (1978) muestran que la altura de los árboles es inversamente proporcional a la salinidad del suelo, y cuando es muy alta (65‰) aumenta la proporción de árboles muertos. No se encuentran reportes de manglares creciendo a salinidades del suelo mayores a 90‰.

overwash forests (type III) are expected to have an intermediate production whereas the dwarf forests (Type V), because they are located in places where the low fresh water input and the wind dryness are limitative factors, would be less productive. Those of type VI correspond to a vegetable formation of transition with the fresh water communities, where the mangrove will be limited in their growth by the competence with other plants.

The mangrove forests type I are located in sites with intermediate salinities, whereas the type II ones are found in places where the salinity is higher. The latter, however, is still within the range of intermediate salinity for the salinity distribution and relatively high figures of dead leaves are found in both of them, if compared with those of other mangrove forests in the world (Golley *et al.*, 1962, Lugo and Snedaker, 1974) and in the Gulf of Mexico (Rico, 1979, López-Portillo and Ezcurra, 1985).

The above statements can be backed by literature. Carter *et al.* (1973) found that the mangrove forest net yield is optimum in intermediate salinities and, although *Rhizophora mangle* for example grows in fresh water, other plants replace it by competition.

Salinity is another limitative factor. Cintrón *et al.* (1978) show that the height of the trees is inversely proportional to the salinity of the soil, and when it is very high (65‰) the proportion of dead trees increases. There are no reports of mangroves growing with soil salinities higher than 90‰.

The net yield decreases and the respiration increases with the salinity (Carter *et al.*, 1973, Cintrón *et al.*, 1978, Lugo *et al.*, 1975), as a response to the physiological work made in salty environments.

The seasonal variations of the dead leaf production are important. This production is higher during the rainy season than during the dry one, according to our data (Table II, Fig. 5) and to the previous works (Day *et al.*, 1981a). Little influence of the local rain was observed on the dead leaf production of the mangrove (López-Portillo and Ezcurra, 1985),

La productividad neta disminuye y la respiración aumenta con la salinidad (Carter *et al.*, 1973; Cintrón *et al.*, 1978; Lugo *et al.*, 1975), como respuesta al trabajo fisiológico realizado en ambientes salinos.

Las variaciones estacionales de la producción de hojarasca son importantes. Esta es mayor en la temporada lluviosa que en la seca de acuerdo a nuestros datos (Tabla II, Fig. 5) y los trabajos anteriores (Day *et al.*, 1981a). Se ha encontrado poca influencia de la lluvia local en la producción de hojarasca del manglar (López-Portillo y Ezcurra, 1985), pero la temporada lluviosa coincide con el incremento del aporte de agua de las cuencas, que disminuye la salinidad y acarrea importantes cantidades de nutrientes (Day y Yáñez-Arancibia, 1980) y fertiliza el manglar.

Las diferencias en productividad, como en otros bosques también pueden ser influidos por el estado sucesional del manglar (Bormann y Likens, 1979). Algunas porciones de éste en el centro de la Isla del Carmen se desarrollan sobre áreas de sedimentación reciente, y aparentemente son más jóvenes que los de Los Negros o Boca Chica (Day *et al.*, 1981b). Los primeros presentan una mayor densidad de tallos y como ocurre en otros bosques, se espera una alta competencia por el espacio que conduzca a una reducción del número de plantas individuales y a la redistribución de la biomasa en menos individuos pero más grandes (Pett y Christensen, 1980, White, 1981). Day *et al.*, (1981b) encontraron que en Estero Pargo, en manglares más jóvenes, la producción de madera era mayor que en los de Boca Chica (4.8 ton/ha/año contra 3.9 ton/ha/año). Es posible que en los primeros se asigne mayor energía a competencia y crecimiento de tallos, respecto a la producción de hojarasca.

Respecto a la descomposición, ésta es ligeramente mayor en la zona de influencia fluvial. Day *et al.*, (1981a) encontraron una diferencia más significativa. Las tasas de descomposición observadas fueron también mayores en la temporada lluviosa. En ésta, grandes cantidades de detritus son aportados no sólo por el manglar, sino también por los

but the rainy season coincides with the increase of the water input coming from the basins, which diminishes the salinity, brings great quantities of nutrients (Day and Yáñez-Arancibia, 1980) and fertilizes the mangrove forest.

The productivity differences, as in other forests, may also be influenced by the successional state of the mangrove (Bormann and Likens, 1979). Some of its portions in the center of the Isla del Carmen develop on recent sedimentation areas, and are apparently younger than those of Los Negros or Boca Chica (Day *et al.*, 1981b). The first ones present a higher density of stem and as it occurs in other forests, a strong competition for the space is expected, which causes a decrease in the number of individual plants and a biomass redistribution into less but taller individuals (Pett and Christensen, 1980, White, 1981). Day *et al.* (1981b) found that in the Estero Pargo in younger mangrove forest, the wood production was greater than that in the Boca Chica forests (4.8 t/ha/year vs. 3.9 t/ha/year). It is possible that more energy is assigned to competence and stem growth in relation to the dead leaf production.

As far as the decomposition is concerned, it is slightly superior to the river influenced area. Day *et al.* (1981a) found a more significant difference. The decomposition rates observed were also higher during the rainy season, when great quantities of detritus are brought not only by the forest itself but also by the adjacent fresh water swamps and constitute a considerable organic matter and nutrient input to the bodies of water.

The production and decomposition of the swamps have not been evaluated yet but works conducted in similar systems in other parts of the Gulf (Hopkinson *et al.*, 1978) let us believe that they are high.

Heald (1971) found that 40% of the detritus material in bodies of water adjacent to the mangrove forests came from these. Snedaker and Lugo (1973) calculated that 25% of the dead leaves produced in a *A.*

panstano de agua dulce adyacentes, y representan un importante subsidio de materia orgánica y nutrientes a los cuerpos de agua.

La producción y descomposición de los pantanos no ha sido aún evaluada, pero trabajos realizados en sistemas similares en otras partes del Golfo (Hopkinson *et al.*, 1978) hacen suponer que sean altos.

Heald (1971) encontró que 40% del material detrítico en cuerpos de agua adyacentes a los manglares, provenía de éstos. Snedaker y Lugo (1973) calcularon que el 25% de la hojarasca producida en un bosque de *A. germinans* es exportado, aumentando la proporción en época de lluvias. Estos valores dan una idea de la importancia de los manglares por su contribución a la fertilidad de las aguas costeras.

Day *et al.* (1981a) calcularon que el manglar representa el 44% de la producción de los sistemas de productores primarios de Laguna de Términos. Sus datos subestiman la extensión de los bancos de pastos marinos, que de acuerdo a nuestras observaciones en campo se extienden en unas 30 000ha, por lo cual la proporción de la producción primaria del área de estudio representada por los manglares debe de ser alrededor del 30%.

CONCLUSIONES

Los manglares pueden ser clasificados en tipos distintos, de acuerdo a sus características fisiológicas. Estos tipos de manglares están determinados por factores ambientales. De acuerdo a diversos trabajos, la salinidad del agua y el suelo, los patrones de drenaje, los procesos geomorfológicos y la topografía, son determinantes de las características de los manglares (Thom, 1967; Lebigre, 1983; Cintrón *et al.* 1978; Lugo y Snedaker, 1974).

La producción de hojarasca resultó más alta en los manglares ribereños (tipo I) que en los costeros tipo II.

La mayor producción de hojarasca se observó al fin de la temporada lluviosa.

germinans are exported and the proportion increases during the rainy season. These figures give an idea of the importance of the mangrove forests as to their contribution to the coastal water fertility.

Day *et al.* (1981a) calculated that the mangrove forest represents 44% of the production of the primary productive systems of the Laguna de Términos. Their data underestimate the extension of the seagrass mudflats that, according to our field observations, extend over some 30 000ha. That is why the proportion of the primary production of the study area represented by the mangrove forests must be around 30%.

CONCLUSIONS

The mangrove forests may be classified into different types according to their physiognomic characteristics. These types of mangrove forests are determined by environmental factors. According to various works, the water and land salinity, the run off waters patterns, the geomorphological processes and the topography are determinant for the mangrove forest characteristics (Thom, 1967; Lebigre, 1983; Cintrón *et al.* 1978, Lugo and Snedaker, 1974).

The dead leaf production proved to be higher in the riverine forests (Type I) than in the fringe forests Type II.

The greatest dead leaf production was observed at the end of the rainy season.

The dead leaf decomposition rates are high and this represents an input of organic matter and nutrients to the bodies of water. Compared with the production of other primary productive systems of the Laguna de Términos, that of the mangrove forest is an important proportion.

It is important to insist on the importance of conserving the mangrove forests due to their function in the ecological dynamics and in the production of coastal ecosystems.

Las tasas de descomposición de la hojarasca son altas, y esto representa un aporte de materia orgánica y nutrientes a los cuerpos de agua. Comparando con la producción de otros sistemas de productores primarios de la Laguna de Términos, la de los manglares es una proporción importante.

Debe insistirse en la importancia de conservar los manglares debido a su función en la dinámica ecológica y productividad de los ecosistemas costeros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al apoyo brindado por Horacio Liedo y el personal del Laboratorio de Información Ecológica para Acuicultura y Contaminación Acuática (LIECA) de la Delegación Federal de Pesca de Campeche. Gabriela Pastor y Gabriela Morales participaron en el proyecto como parte de su servicio social. Agradecemos a Angel Rueda y su esposa Socorro por haber proporcionado gentilmente alojamiento a los miembros del equipo. Enrique Martínez de la Estación Oceanográfica de la Secretaría de Marina de Campeche nos apoyó en el trabajo de campo, así como Zenón Hernández, pescador de la región.

LITERATURA CITADA

Barreiro, M.T. (1983) Avances en el conocimiento de las comunidades de productores primarios en la Laguna de Términos, Campeche. Reportes de Investigación No. 32, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM.- Xochimilco. México, DF 21 p.

Bormann y Likens, G.E. (1979) Patterns and Process in a Forested Ecosystem. Springer Verlag. Nueva York.

Botello, A.V. (1978) Variación de los parámetros hidrobiológicos en las épocas de sequía y lluvia (mayo y noviembre de 1974) en la Laguna de Términos, Campeche, México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnología, UNAM, 5(1):160-175.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to express their gratitude to Horacio Liedo and to the personnel of the Laboratorio de Información Ecológica para Acuicultura y Contaminación Acuática (LIECA) of the Delegación Federal de Pesca in Campeche. Gabriela Pastor and Gabriela Morales participated in the project as part of their social service. Our thanks also go to Angel Rueda and his wife Socorro who kindly offered housing to the members of the team. Enrique Martínez of the oceanographic station of the Secretaría de Marina in Campeche helped us in the field work as well as Zenón Hernández, fisherman of the zone. Katarzyna Michejda translated this paper into English.

Botello, A.V. y Mandelli, E. (1975) A Study of Variables Related to the Water Quality of Términos Lagoon and Adjacent Coastal Areas Campeche, México. Final Report Project GU 853, Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM (inédito, 92p.).

Carter, M.R., Burns, L.A., Cavinder, T.R., Dugger, K.R., Fore, P.L., Hicks, D.B., Revels, H.L. y Schmidt, T.W. (1973) Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and Estuaries. US Environmental Protection Agency. Region N, Atlanta, Georgia. EPA 904 / 0-74-002.

Cintrón, G., Lugo, A.E., Pool, D.J. y Morris, G. (1978) Mangroves of Arid Environments in Puerto Rico and Adjacent Islands. *Biotropica* 10(2):110-121.

Day, J.W. y Yáñez-Arancibia, A. (1981) Coupling of Physical and Biological Process in the Laguna de Términos, Campeche, Mexico. *Oceanol. Acta. SCOR/IABO/UNESCO*, Bordeaux p. 269-276.

Day, J.W., Day, R.H., Barreiro, M.T. y Ley-Lou, F. (1981a) Primary Production in the Laguna de Términos, a Tropical Estuary in the Southern Gulf of Mexico. *Oceanol. Acta. SCOR/IABO/UNESCO*, Bordeaux p. 269-272.

Day, J.W., Day, R.H., Ley-Lou, F. y Conner, W.H. (1981b) Ecology of Mangrove Forest in a Mexican Tropical Lagoon. (Inédito, 32p.)

Du Bois, R. (1983) Tropical Coastal Areas: Production vs. Exploitations. *Parks* 8(1):15-7.

García, E. (1973) Modificación a la clasificación climática de Koeppen para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. México. 252 p.

Golley, F., Odum, H.T. y Wilson, R.F. (1962) The Structure and Metabolism of a Puerto Rican Red Mangrove Forest in May. *Ecology* 43:9-19.

Heald, E.J. (1971) The Production of Organic Detritus in a South Florida Estuary. Tesis Ph.D. University of Miami. Miami, Flo.

Hopkinson, C.S., Gosselink, J.G. y Parrondo, R.R. (1978) Aboveground Production of Seven Marsh Plant Species in Coastal Louisiana. *Ecology* 59(4):760-769.

Jardel, E.J. (1983) Avances en el conocimiento de la producción y descomposición de detritus de macrofitas en el Complejo Lagunar de Términos, Campeche. Reportes de Investigación No. 33. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM.-Xochimilco, México, DF 24 p.

Jardel, E.J. (1985) Importancia de los pantanos costeros del sur del Golfo de México y conservación de la fauna silvestre, Memorias del 1er. Simposio Internacional de Fauna Silvestre. The Wildlife Society de México - IX Congreso Forestal Mundial. México, DF (en prensa, 12 p.).

Leigre, J.M. (1983) Les mangroves des riais du littoral gabonais. Bois et forêts des tropiques. 194: 3-28.

Lee, G.F., Bentley, E. y Amundson, R. (1975) Effects of Marshes on Water Quality. In: Hasler, A.D. (ED.) Coupling Land and Water Systems. Springer Verlag, Nueva York-Heidelberg-Berlin pp. 105-117.

LIECA (Laboratorio de Información Ecológica para Acuicultura y Contaminación Acuática) (1983) Reportes Internos. Delegación Federal de Pesca en Campeche. Cd. del Carmen, Camp.

Linden, O. y Jernelov, A. (1980) The Mangrove Swamp, an Ecosystem in Danger. *Ambio* 9 (2): 81-88.

López-Portillo, J. y Ezcurra, E. (1985) Litter Fall of *Avicennia germinans* L. in One-Year Cycle in a Mudflat at the Laguna de Meoacán, Tabasco, México. *Biotropica* 17(3): 186-190.

Lugo, A.E. y Snedaker, S.C. (1974) The Ecology of Mangroves, *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 39-64.

Lugo, A.E., Evink, G., Brinson, M.N., Broce, A. y Snedaker, S.C. (1975) Diurnal Rates of Photosynthesis, Respiration and Transpiration in Mangrove Forests of South Florida. In: Golley, F.B. y Medina, E. (Eds.) Tropical Ecological Systems. Springer Verlag, Nueva York. p. 335-350.

Lugo, A.R., Cintrón, G. y Goenaga, C. (1981) Mangrove Ecosystems Under Stress. In: Barret, G.W. y Rosenberg, R. (Eds.) Stress Effects on Natural Ecosystems. John Wiley, Nueva York. p.129-152.

Mann, K.H. (1982) Ecology of Coastal Waters: a System Approach. Blackwell, Oxford. 322p.

Odum, W.E. y Heald, E.J. (1975a) The Detritus-Based Food Web of an Estuarine Mangrove Community, In: Cronin, A.J. (Eds.) Estuarine Systems. Academic Press, New York, p. 265-284.

Odum, W.H. y Heald, E.J. (1975b) Mangrove Forest and Aquatic Productivity. In: Golley, F.B. y Medina, F. (Eds.) Tropical Ecological Systems. New York, Springer Verlag, p. 121-136.

Olson, J.S. (1963) Energy Storage and the Balance of Producers and Decomposers in Ecological Systems. *Ecology* 44(2): 322-331.

Ong, J.E. (1963, 1983) Mangroves and Aquaculture in Malaysia. *Ambio* 11(5): 252-257.

Peet, R.K. y Christensen, N.L. (1980) Succession: a Population Process. *Vegetation* 43: 131-140.

Rico, V. (1979) El manglar de la Laguna de la Mancha, Ver. Estructura y productividad neta. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM, 32p.

Scholander, P.F., Hammel, H.T., Hemingsen, F. y Carey, W. (1962) Salt Balance in Mangroves. *Plant Physiol* 37: 722-129.

Snedaker, S. y Lugo, A.E. (1973) The Role of Mangrove Ecosystems in the Maintenance of Environmental Quality and a High Productivity of Desirable Fisheries. US Bureau of Sport, Fisheries and Wildlife. Atlanta, Ga.

Toledo, A. (1983) Como destruir el paraíso. Ed. Oceano-Centro de Ecodesarrollo. México, 151 p.

Thom, B.G. (1967) Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology, Tabasco, Mexico. *J. Ecol.* 55(2): 301-343.

UNESCO (1966) Scientific Problems of the Humid Tropical Zone Deltas and their Implications. Proceeding of the Dacca Symposium Paris.

Walsh, G.E. (1974) Mangroves: a Review. In: Reimold, R.J. y Queen, W.H. (Eds.). *The Ecology of Halophytes*. Academic Press, New York. p. 51-174.

Watson, J.G. (1928) Mangrove Forests of the Malay Peninsula. *Malayan Forest Records* No. 6. Frase and Neave, Singapur.

West, R.C., Psuty, N.P. y Thom, R.G. (1969) *The Tabasco Lowlands of Southeastern Mexico*. Louisiana State University Press, Baton Rouge, La. 193 p.

White, J. (1981) Demographic Factors in Populations of Plants. In: Solbrig, O.T. (Eds.) *Demography and Evolution in Plant Populations*. Blackwell, London. p. 197-229.