



ACTA CIENTIFICA

VOL. I - NUM. 1, 1987

ASOCIACION DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO



ASOCIACION DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO

Editor

Ariel E. Lugo

Editor Asociado

Helen A. Nunci

Revisores de esta edición

Elvira Cuevas

Ariel E. Lugo

ACTA CIENTIFICA es una revista multidisciplinaria que considera, para su publicación, trabajos originales en cualquier área de la ciencia, a saber, física, química, bioquímica, zoología, ecología, biomédica, medicina, ciencias terrestres, ciencias atmosféricas, psicología del comportamiento, tecnología farmacéutica, y matemáticas. Un *artículo* describe un estudio completo y definitivo. Una *nota* un proyecto completo, pero más corto, que se refiere a hallazgos originales o importantes modificaciones de técnicas ya descritas. Un *ensayo* trata aspectos relacionados con la ciencia pero no está basado en resultados experimentales originales. Una *revisión* es un artículo solicitado por invitación del editor y comenta la literatura más reciente sobre un tema especializado. Se enviarán instrucciones precisas y material necesario para la presentación definitiva del texto a los autores que los soliciten.

Los manuscritos deben ser enviados en triplicado al Editor, quien los someterá a revisión crítica del revisor a cargo del área de ciencia concernida. La aceptación de los manuscritos está basada sobre el contenido científico y sobre la presentación del material. Se aceptarán trabajos escritos en español e inglés. Los manuscritos enviados para publicación deben ser concisos y correctos en su estilo y en el uso de abreviaturas. El hecho de someter un trabajo implica que el mismo no es ni ha sido presentado a otra revista científica. Contribuciones a la revista deberán ser dirigidas al Editor.

Ariel E. Lugo
Editor Acta Científica
Instituto de Dasonomía Tropical
Call Box 25000
Río Piedras, Puerto Rico 00928-25000

Para asegurar la consideración de su manuscrito, se aconseja prepararlo de acuerdo a las siguientes **INSTRUCCIONES PARA AUTORES**.

-Los trabajos deben ir acompañados de un resumen en español y un "abstract" en inglés, escrito a doble espacio y en hojas separadas, encabezadas por el título completo del trabajo traducido al español y al inglés en cada caso. El título debe ser informativo y corto, generalmente no más de 12 palabras. El autor debe indicar un título más breve (no más de 40 letras), en el mismo idioma del trabajo, para ser utilizado como encabezamiento de cada página (running head).

-Las figuras y fotografías deben identificarse en el reverso a lápiz con el número que le corresponde, el nombre del primer autor y título del trabajo. Debe presentarse una lista de figuras junto con las leyendas de cada una, mecanografiadas a doble espacio en hojas separadas del artículo.

-Las tablas deben: mecanografiarse a doble espacio, presentarse cada tabla en hojas separadas, enumerarse consecutivamente, tener un título breve, y ser precisas. No deben repetir material en tablas y en figuras.

-Los autores deben usar el sistema métrico para sus medidas. Consúltese el Sistema Internacional de Unidades (SI) como guía en la conversión de sus medidas. Al redactar texto y preparar figuras, nótese que el sistema internacional de unidades requiere: 1) el uso de términos masa o fuerza en vez de peso; 2) cuando una unidad es expresada en denominador, se debe utilizar el sólido (e.g., g/m²); para dos o más unidades en un denominador, use exponentes negativos (e.g., g/m⁻² d⁻¹) y, 3) use la ortografía internacional de metro y litro y la "L" como el símbolo de litro.

-Compagine las partes de su manuscritos en este orden: página de título, abstracto, texto, agradecimiento, literatura citada, anejos, tablas, leyendas de figuras, y figuras. Enumere todas las páginas.

En general recomendamos a los autores acompañar el texto del trabajo con una lista de todos los anejos, figuras, fotografías, tablas, etc.

La Revista proveerá 25 separatas de cada artículo libre de costo. El autor principal recibirá las separatas y podrá ordenar copias adicionales al momento de devolver las pruebas de galera.

El editor es responsable de los comentarios y editoriales que aparezcan sin firma. Las opiniones expresadas no son necesariamente aquellas de la Asociación de Maestros de Ciencia de Puerto Rico, ni obligan a sus miembros. Los lectores están cordialmente invitados a expresar sus opiniones en la sección Cartas al Editor. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio económico alguno a su Editor.

PORTADA

Raíces de mangle rojo (Rhizophora mangle) en un manglar de borde como el que se estudió por autores de artículos en este número de Acta Científica. La abundancia de hojas amarillas es normal en estos manglares al igual que las aguas oscuras recargadas de materia orgánica. (Foto cortesía de D.J. Pool).

EDITORIAL

Acta Científica - Vol. I:

Con este número nace *Acta Científica*, la revista de la Asociación de Maestros de Ciencia de Puerto Rico. La Junta de Directores de la Asociación, bajo la presidencia de la Profesora Carmen Laura Pereles, autorizó los fondos necesarios para costear la publicación de *Acta Científica* y la membresía de la Asociación aprobó en su última asamblea anual las enmiendas necesarias al reglamento de la Asociación para permitir el establecimiento y operación de *Acta Científica*. Aunque este es el primer número de *Acta Científica*, la revista de la Asociación lleva muchos años de establecida. Tengo en mi poder por ejemplo, números publicados en los años 1971, 1972, 1974, 1976 y 1978. Sin embargo, la revista no se ha publicado sistemáticamente; es nuestra intención publicar *Acta Científica* tres veces al año. Este cometido será posible si los lectores apoyan a *Acta Científica* y someten para publicación artículos, notas, ensayos o revisiones (ver instrucción a autores para la definición de cada tipo de contribución).

La edición de *Acta Científica* es una labor voluntaria de parte de la Junta Editora. *Acta Científica* está dedicada a cubrir un vacío en la actividad científica y educativa de Puerto Rico. *Acta Científica* coleccionará los resultados del esfuerzo investigativo en Puerto Rico el cual entendemos esta tomando auge. La actividad científica culmina con la comunicación de los resultados del quehacer científico. Nuestro país auspicia mucha actividad científica oral pero la parte escrita esta rezagada. Se publican muy pocas revistas u obras científicas y casi nada de lo que se publica es de fácil acceso a los miles de maestros de ciencia en Puerto Rico. Estamos confiados que *Acta Científica* llenará el vacío existente y se convertirá en lectura obligada para los maestros de ciencia de Puerto Rico. Exhortamos a todos los científicos puertorriqueños a que utilicen a *Acta Científica* y que ayuden al desarrollo científico y educación en la isla por medio de la publicación de sus trabajos científicos en *Acta Científica*.

Ariel E. Lugo

Editor

TO START WITH IMPACT

Robert E. Yager
Science Education Center
The University of Iowa
Iowa City, Iowa 52242

Many are now calling for science teachers to plan their courses--perhaps whole curricula--around issues/problems. Such procedures would mean identifying local issues, regional problems, national controversies, global crises and using these as course titles, unit themes, organizers for school science planning.

Such a departure could be traumatic for many teachers since it represents a view of science and science study alien to their own experiences. And yet science teachers are among a real minority. They are part of the 3% of our citizenry to complete college with a major in science! As person in such a minority, it is difficult to identify with the interest, abilities, and perceptions of the 97%. And yet most now ascribe to the position that science education should be for all. NSTA has proclaimed that science is so important that should "be required every day for every student every day he/she is in school".

The Iowa Department of Public Instruction has produced curriculum tools in a variety of areas to help schools assess the effectiveness of their own programs. The science tool suggests attention to three dimensions of science, namely concepts, processes, and impact. The "addition" of the impact category reflects the new directions for science education which have been the major new focus for the past decade. Most leaders ascribe to the view that dealing with the applications of science is essential as we strive for general scientific/technological literacy for all. Such literacy is considered essential in a democracy where a citizenry is called to make decisions. And, in the current society, all major issues are rooted in science and technology.

The concept and process dimensions are traditional; they are generally accepted as desirable--perhaps even essential. Many grounded in the "new" programs of the 60's find an emphasis upon processes comfortable and a continuing need since such an emphasis never attained the prominence that many leaders sought during the past three decades.

Teachers have always thought in terms of basic content. And, it seems "in vogue" to think of content in terms of concepts (in place of isolated facts) that are the organizers for the various disciplines of science. Most curriculum efforts are merely a re-ordering of the concepts peculiar to a particular science.

Many science educators are content with defining science in content and process terms. It seems a pity that a debate concerning these two dimensions of science continues. It is counterproductive at best! But, what of process? Somehow the science processes identified became commandments--something to which everyone could ascribe and identify. And yet these considerations--when present at all--tended to be at a descriptive--information level--more material to be learned. Many became enamored with this new content and could get into great arguments over the number and definitions for these processes--the behaviours which characterize the action of scientists when they do science.

Perhaps the best known listing and treatment of science processes is the set posited by the AAAS scientists who structured an entire elementary school program around them, i. e., treatment valuable and fascinating, usually because it is so alien to their own experience with science and science study. Emphasizing science processes became a fad among "leading" science educators. Focus on procedures often separated scientists (who were into content *per se*) and educators (who are enamored with what scientists do).

Can the human enterprise called science be characterized either content (the products produced by current and past scientists) and the galvanized behaviours which permit scientists to procedure new understanding of the universe in which we find ourselves? Such a dual focus seems like music students concentrating solely on the compositions produced by the masters (the products of their work) and a careful analysis of the skills they possessed which enable them to create such work.

Science may be meaningful, important and approachable primarily through its impact on the daily lives of all people. Its applications for individuals may be the starting point, i.e., the place where interest can be generated, curiosity ignited, new experience encouraged. The impact of science illustrates current investigations, problems and issues, situations where decisions must be made by society as a whole.

Start with impact? Most science teachers react incredulously! How can any one consider the impact of science and technology without first knowing some basic science concepts and some of the processes scientists use? And yet how can research in the area of cognitive science be ignored? It seems clear that most successful students of science do not really understand or internalize anything they seem to learn in science courses. Most retain naive theories--those explanations derived from real world experiences--and reject the laws, theories, and ideas of science--including the processes so carefully taught.

Perhaps all real learning must start with impact--a real situation. From such a situation, processes can be used--perhaps those similar to a scientist who acts as an interested detective. Perhaps in following-up on problems, issues, real life situations, applications of science (i.e., IMPACT), a

better reason for learning basic science concepts emerges. When students really need to know, to understand a phenomenon, a problem, some impact of science/technology in their daily living, they will not need the teacher contention that "you first need to know" before you can hope to deal effectively with a problem.

Perhaps we need to engage students in problem resolution. If information and procedures are really important and necessary won't the students be the first to realize it? What a change! Students wanting "to know" and wanting to able

"to do"--in order to deal with a given issue, i.e., the impact of science/technology upon them.

Instead of impact being the added third category on the assessment instruments designed to study effective programs--they are where teachers report the most problems and the most questions--and the one most never quite get to--impact could be the starting point. Impact may be the best and obvious "organizer" for the curriculum--a starting point rather than an end point.

INTRODUCCION

Ariel E. Lugo
Instituto de Dasonomía Tropical
Departamento de Agricultura de
los Estados Unidos de América
Servicio Forestal
Call Box 25000
Río Piedras, Puerto Rico, 00928-25000

Durante el primer semestre del año académico 1984-1985 tuve la oportunidad de enseñar un curso graduado sobre la ecología del manglar en el Departamento de Biología de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras. Como es mi costumbre en todos los cursos de ciencia que enseño, le asigné a cada estudiante un trabajo de investigación. Cada estudiante llevó a cabo las medidas en el campo e hizo una presentación oral de los resultados al final del semestre. En este volumen se presentan los resultados de esos trabajos. La mayor parte de los estudiantes eran maestros de ciencias en escuelas secundarias del país.

Todos los estudios se llevaron a cabo en el Santuario Estuarino Nacional de Jobos conocido como JOBANES. Allí junto a otros colegas habíamos establecido un área de estudio a largo plazo de un manglar de franja (Lugo et al. 1987). Los estudios de los estudiantes del curso de manglares contribuyeron en la descripción del manglar de franja.

La Figura 1 es un mapa del área de estudio en el manglar. El área había sido cuadriculada con estacas de madera ubicadas cada 10 m. El mapa ilustra el transecto base de 0 a 190 m en dirección sur-suroeste. Los estudiantes ubicaron sus estaciones a lo largo de esta línea base y perpendicularmente al canal que delineaba la franja de árboles en ambos lados de sus orillas.

Los estudios tenían dos objetos principales: 1) describir cuantitativamente la estructura del manglar de franja, y 2) establecer la presencia o ausencia de gradientes o zonaciones a través de la franja (e.g., del canal a la parte trasera del rodal). Algunos trabajos también estudiaron la estratificación vertical del bosque al igual que los cambios temporales en sus condiciones ambientales.

Cada uno de los ocho trabajos presenta un aspecto muy específico del ecosistema manglar de franja. Tomados en conjunto los trabajos ilustran la complejidad del manglar y señalan detalles de su estructura que contrastan significativamente con las características de los manglares ribereños o de cuenca. De más importancia es el hecho de que es posible enseñar ciencia haciendo investigaciones sencillas que contribuyen a educar y a adelantar nuestros conocimientos sobre los sistemas naturales de Puerto Rico.

LITERATURA CITADA

Lugo, A.E., E.N. Laboy, y G. Cintrón. 1987. Structure and dynamics of fringe mangrove forests in Jobos Bay, Puerto Rico. Final Report to NOAA, Departamento de Recursos Naturales, San Juan, P.R. 27 p, 5 tablas y 24 Figuras.

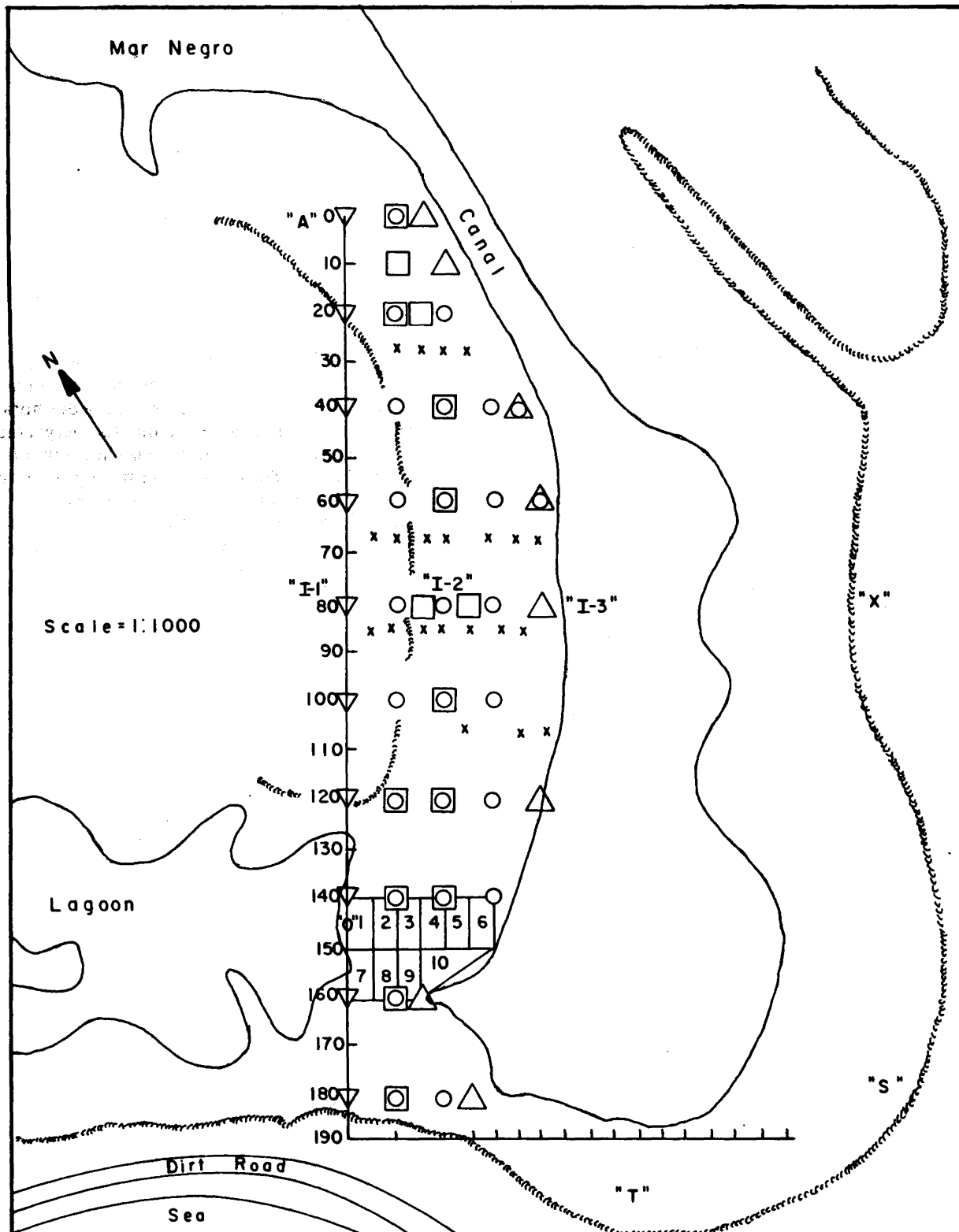


Figura 1. Área de estudio en el bosque de franja de Jobos. Los círculos representan las estaciones donde se midieron la densidad y altura de plántulas y pneumatóforos. La altura de pneumatóforos también se midió en las estaciones marcadas con una "x". La hojarasca se coleccionó en la zona de mortalidad de árboles (triángulos invertidos), en la orilla del

canal (triángulos) y adentro del bosque (cuadrados). Los cuadrantes numerados del 1-10 se utilizaron para medir y marcar árboles permanentemente. Parámetros ambientales se midieron en las estaciones marcadas: A, I-1, I-2, I-3, O, X, S, y T. Los límites del bosque vivo (la franja) se indican con la línea entrecortada.

CICLOS DIURNOS DE FACTORES AMBIENTALES EN UN MANGLAR DE FRANJA

Julio E. Montero y Luis R. Soler

EXTRACTO

Se describen cursos diurnos de temperatura y humedad relativa del aire, luz solar, temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto en el agua de un manglar de borde. Los resultados demuestran zonificaciones marcadas en el manglar de borde.

INTRODUCCION

Las características estructurales de los manglares de las costas norte y sur de Puerto Rico se explican mejor por las influencias directas del clima contrastante en cada costa (Lugo y Cintrón 1975). En la costa norte húmeda, donde la precipitación pluvial es alta (aproximadamente 1600 mm/año), los manglares poseen mayor área basal, altura y complejidad que aquellos de la costa sur árida donde la precipitación, el área basal, la altura y la complejidad son menores (Cintrón et al. 1978; Pool et al. 1977). El tipo de manglar predominante en la costa sur es el de franja o borde, caracterizado por inundaciones frecuentes por las mareas (Cintrón et al. 1978).

Esta investigación se llevó a cabo en un manglar de franja en el Santuario Nacional Estuarino de Jobos (JOBANES) en Las Mareas, Puerto Rico. El manglar se encuentra dentro de la zona subtropical seca, donde la evapotranspiración potencial excede la precipitación pluvial (Ewel y Whitmore 1973). El propósito principal fue el caracterizar el ambiente del manglar mediante la medición de varios de los factores ambientales más importantes. Estas medidas sirvieron de base para interpretar la estructura del manglar estudiada por otros investigadores en este volumen.

METODOS

El lugar de estudio se dividió en transectos de 10 m en dirección noreste a suroeste y se establecieron 8 estaciones a lo largo y ancho de la franja de manglar, según se ilustra en la introducción de este volumen. En una de ellas se introdujo en el suelo un tubo plástico PVC (72 x 12 cm) para aislar el agua del suelo de la superficial. Removimos el agua atra-

pada, las raíces y parte del suelo hasta la profundidad de 30 cm. Los tubos se taparon con bolsas plásticas para evitar la entrada de precipitación y hojarasca dentro de cada estación. Los muestreos se realizaron los días 15, 16, y 22 de septiembre; 30 y 31 de octubre; y 10 y 11 de noviembre de 1984. En estas ocasiones tomamos lecturas de temperatura de agua y aire, salinidad del suelo, energía radiante, pH y muestras de agua para determinar la concentración de oxígeno disuelto en el agua del suelo. Estos factores se estudiaron durante 24 horas consecutivas.

Para medir la salinidad del agua del suelo utilizamos un refractómetro de mano (American Optical modelo 10419). La temperatura del aire y del agua se determinó mediante lecturas con un termómetro calibrado en grados Celsius. La determinación del pH en las aguas se realizó con un metro Beckman. Las muestras se tomaron en botellas plásticas, se refrigeraron en el campo y se leyeron cada dos horas en una residencia cercana al lugar de estudio. La energía radiante se midió con un piranómetro durante las horas iluminadas del día (0600-1800 h). Se recolectaron muestras de agua para determinar la concentración de oxígeno disuelto, mediante el método de Winkler. Las botellas de cristal se introdujeron totalmente dentro del agua y se taparon, luego se fijaron inmediatamente. El análisis se hizo en Laboratorio de Investigaciones Científicas del Departamento de Recursos Naturales en San Juan, P.R.

RESULTADOS Y DISCUSION

Temperatura

La temperatura del aire (Fig. 1) y del agua (Fig. 2) fluctuaron diariamente unos 10.5 grados en el aire y alrededor de 14.0 grados en el agua. La estación A registró la mayor amplitud mientras que la I-3 resultó ser la más homogénea de todas. Las mayores temperaturas se registraron a mediodía y temprano en la tarde. Durante la noche las temperaturas en el manglar fueron más homogéneas que durante el día. En general las estaciones más expuestas al sol (A, I-1, X) registraron mayor temperatura de aire y agua que aquellas localizadas bajo sombra o lejos del canal (T, S). Las aguas del canal (I-3) fluctuaron con una amplitud de 6.5 grados (Fig. 2).

La temperatura del agua resultó ser mayor que la del aire (Figs. 1 y 2). Aquellas estaciones bajo sombra (I-2, S, T) reflejaron menores temperaturas de agua y aire que las iluminadas (A, X). Esto refleja la protección del dosel el cual amortigua el efecto de este factor ambiental. Las altas temperaturas en estaciones como la A e I-1, posiblemente afecten la razón de difusión de oxígeno en el agua.

Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno varió drásticamente entre las estaciones (Fig. 3). De las 8 estaciones sólo 3 (A, I-1, I-3) poseían oxígeno disuelto en las aguas del suelo. La estación I-3, la cual posee comunicación directa con el canal, tiene oxígeno disuelto en sus aguas durante todo el día, mientras

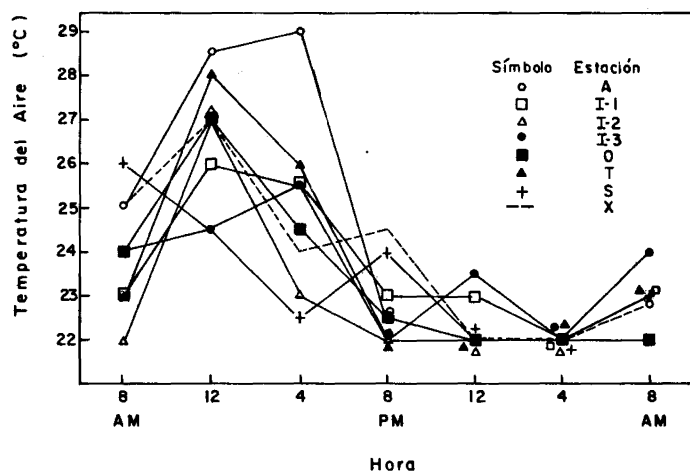
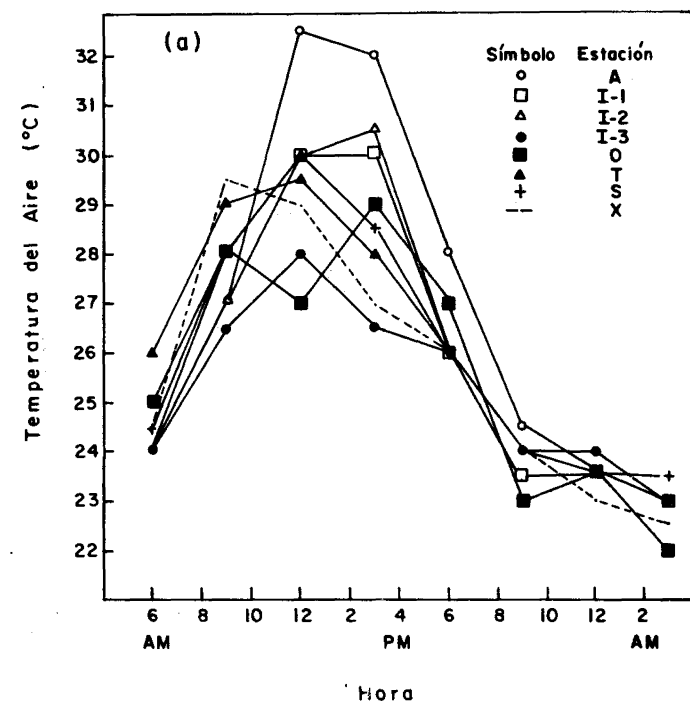


Figura 1. Curso diario de la temperatura del aire el 15 de septiembre de 1984 (a) y el 10 de noviembre de 1984 (b) en el manglar de Jobos. La ubicación exacta de las estaciones está indicada en la introducción.

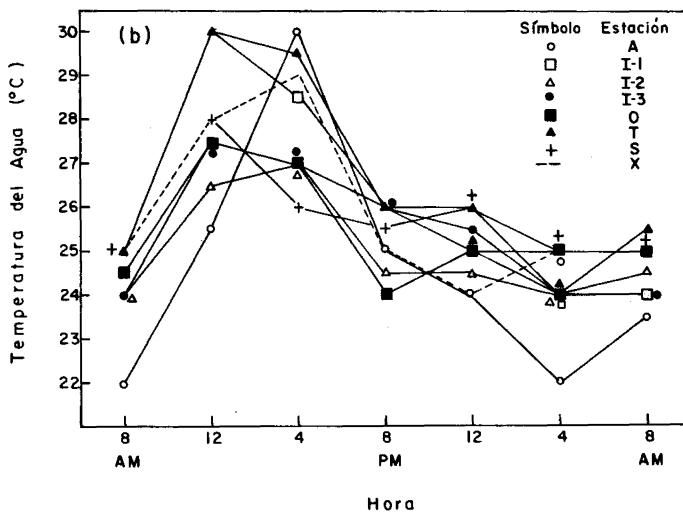
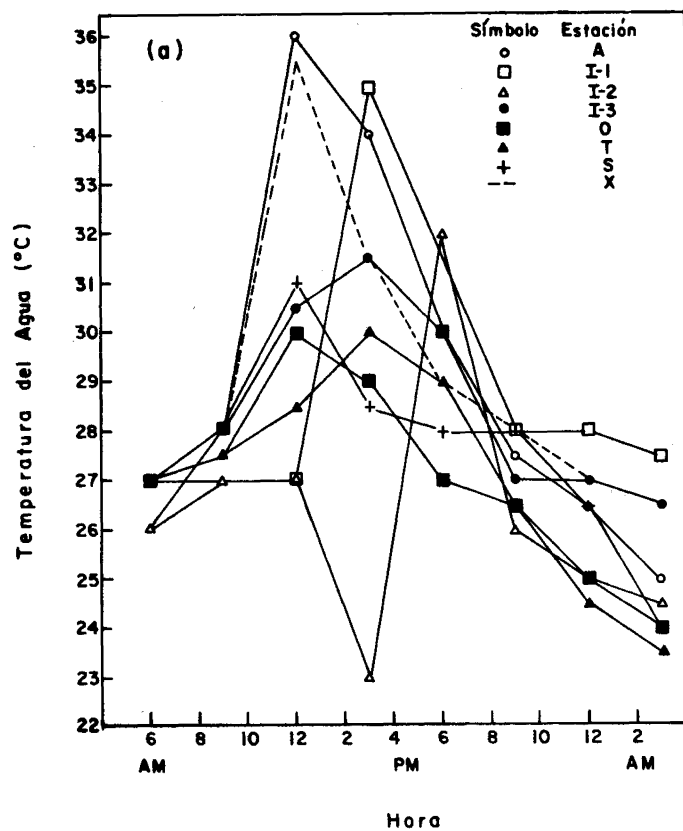


Figura 2. Curso diario de la temperatura del agua el 15 de septiembre de 1984 (a) y el 10 de noviembre de 1984 (b) en el manglar de Jobos. La ubicación exacta de las estaciones está indicada en la introducción a éste volumen.

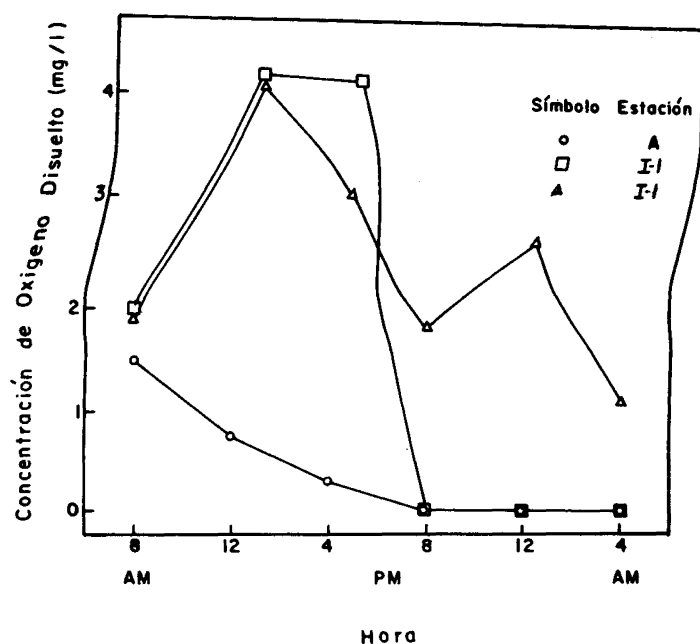


Figura 3. Curso diario de la concentración de oxígeno disuelto el 30 de octubre de 1984 en el manglar de Jobos. La ubicación exacta de las estaciones está indicada en la introducción a éste volumen.

que en las dos estaciones (A, I-1) la concentración de este gas llegó a cero durante las horas nocturnas.

El oxígeno disuelto resultó estar limitado a las estaciones de mayor iluminación (A, I-1, I-3) y expuestas al efecto de la marea. Aquellas estaciones con pobre circulación de agua (I-2, S, T) no poseen este gas, posiblemente debido a que la poca duración de la marea y el consumo animal y bacteriano lo agotan. Esto parece coincidir con la gran cantidad de crustáceos de los géneros *Callinectes* y *Uca* encontrados muertos sin aparentes daños a su exoesqueleto. Las mayores concentraciones de oxígeno se observaron durante las horas de mayor intensidad de luz.

Salinidad

Existe un gradiente de salinidad (Fig. 4) comenzando con una zona de baja salinidad en el canal que va en aumento hacia tierra. La salinidad del canal (I-3) era parecida a la del mar (40‰) sugiriendo que el canal no está aislado del mar. En la zona de árboles vivos (estación 12), la salinidad del suelo aumenta con relación al canal (50‰). La tercera estación (zona de árboles muertos inundada por agua de una laguna interior de poca profundidad), tenía las salinidades más altas (78‰). La salinidad no varió en el transecto paralelo al canal.

Un dato interesante que muestran los resultados es que la salinidad en la estación A es muy parecida a la estación

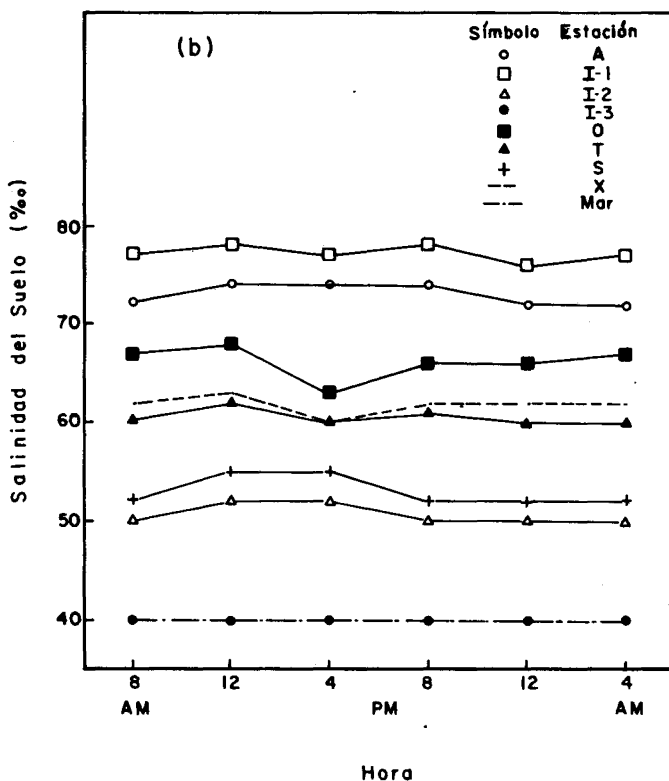
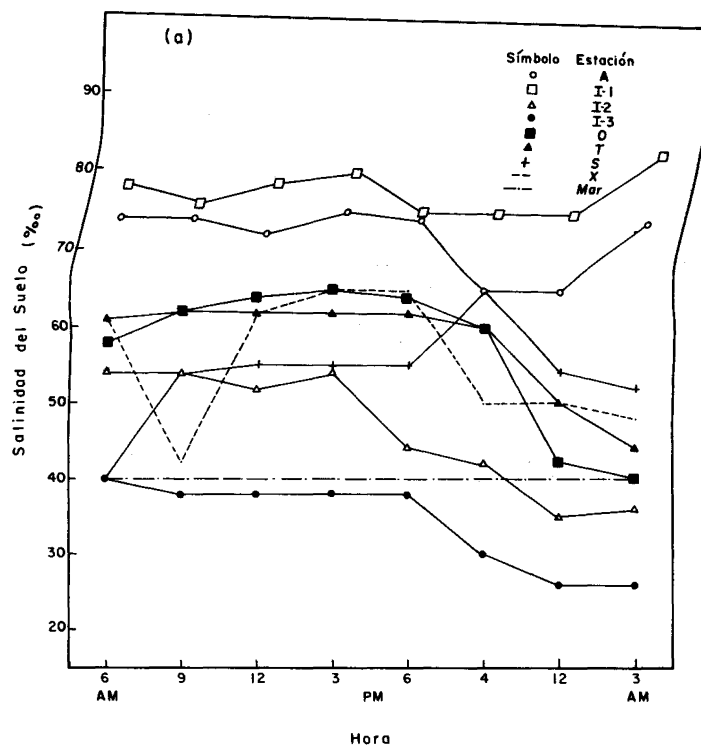


Figura 4. Curso diario de la salinidad del suelo del manglar de Jobos. Los datos se tomaron el 15 (a) y el 30 (b) de septiembre de 1984. La ubicación exacta de las estaciones está indicada en la introducción a éste volumen.

I-1. Esto no es sorprendente si se toma en cuenta que ambas estaciones se encuentran en el mismo transecto (paralelo al canal), sin embargo, la estación A se encuentra cercana al canal. Esto aparenta ser contradictorio debido a que se esperaría que la salinidad en la estación A fuera menor. Sin embargo, la topografía del lugar impide que la marea entre directamente por esa zona.

pH

Los suelos del área estudiada son ligeramente básicos (Fig. 5) y relativamente constantes en su pH. Los valores en la zona del canal (estación I-3) alcanzan un pH 7.5 similares a los valores obtenidos en el mar lo que sugiere nuevamente que el canal no está aislado del mar. El pH disminuye hacia tierra (6.7 en estación I-2) pero vuelve a aumentar al llegar a la zona de árboles muertos (pH 7.1).

El pH del suelo es función del contenido de humedad (Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983) y aumenta con la hume-

dad. Por lo tanto, el pH debe disminuir hacia tierra adentro debido a la fluctuación de marea (Sukardjo 1982). Los resultados confirman parcialmente esta tendencia. La excepción fue la estación I-1 con un pH mayor que estación I-2. Esto quizás se deba a que la estación I-1 se encuentra localizada en una cuenca llena de agua salada donde el hidróperiodo es más largo.

Energía radiante

La mayor intensidad de energía radiante se registró durante horas cercanas al mediodía (Fig. 6). La estación que mayor intensidad de luz recibió durante este período fue la I-1 debido a que ésta se encuentra completamente al descubierto en la zona de árboles muertos. La estación que menos intensidad de luz recibió durante el mismo período fue la I-2 debido a que se encuentra en la franja de vegetación viva, donde la densidad de árboles y hojas no permiten el paso directo de la energía radiante. Entre las estaciones I-1 e I-2 había una diferencia de 4500 ME/cm².seg. Esto es un 53% de energía radiante la cual se está absorbiendo por el ecosistema, se está reflejando por éste, o más probable aún, que sea una combinación de ambos factores.

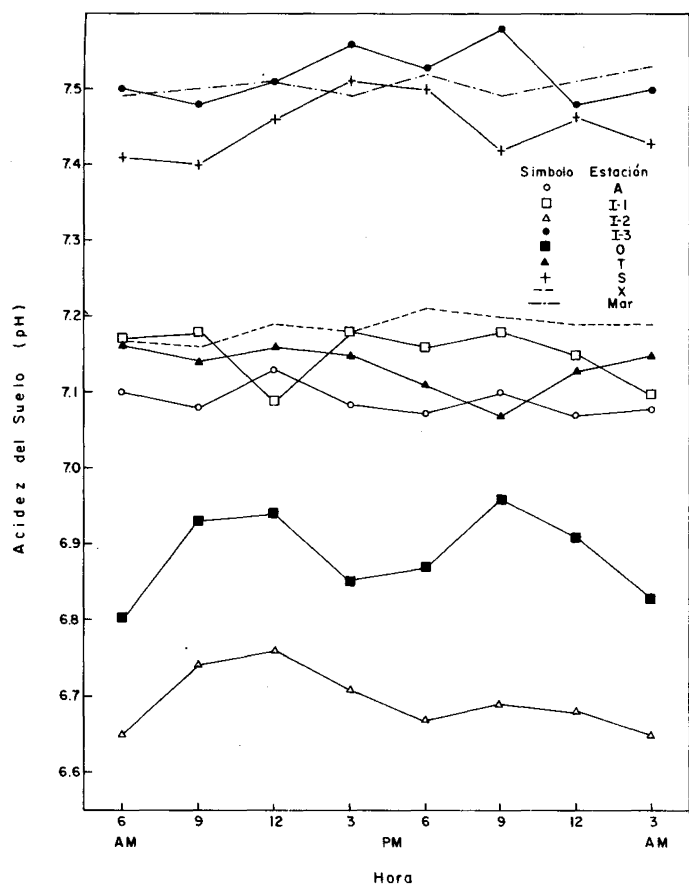


Figura 5. Curso diario de la acidez del suelo en el manglar de Jobos. Las medidas se tomaron el 22 de septiembre de 1984 y la ubicación exactas de las estaciones está indicada en la introducción a este volumen.

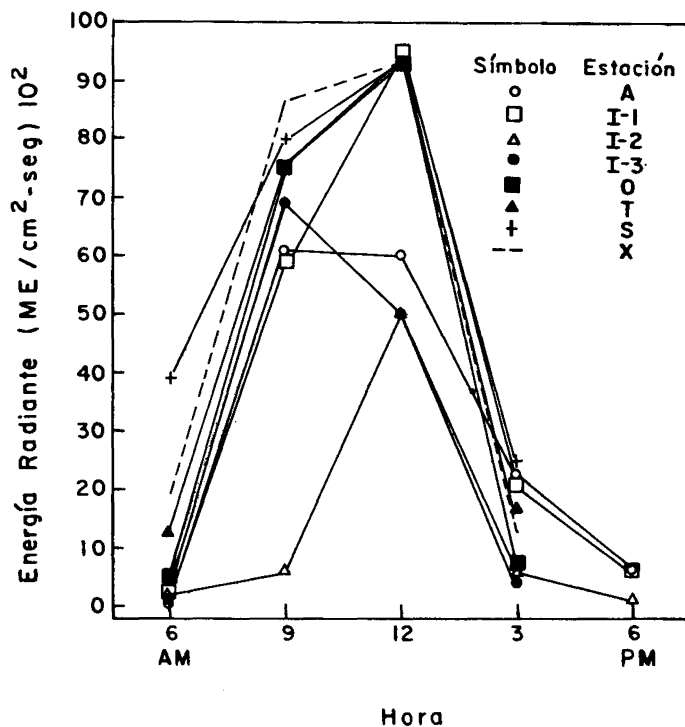


Figura 6. Curso diario de la energía radiante el 9 de septiembre de 1984 en el manglar de Jobos. La ubicación exacta de las estaciones está indicada en la introducción a este volumen.

CONCLUSION

A pesar de su aparente simplicidad el mangle de borde alberga una diversidad alta de ambientes. Donde las aguas están conectadas al mar las salinidades, temperatura, pH y oxígeno disuelto se mantienen constantes o con poca fluctuación. El oxígeno disuelto fluctúa diurnamente de acuerdo a la actividad biótica pero las concentraciones se mantienen altas durante las 24 horas. Dentro del mangle las salinidades aumentan, las temperaturas son moderadas porque no hay tanta iluminación y el suelo no tiene oxígeno disuelto. Es obvio que cerca del canal hay un efecto modificador por las mareas y que a medida que éstas se disipan, aumentan las salinidades debido a que hay menos lavado de sales. En lugares aislados del mar o de poca influencia directa del canal, las aguas y suelos se tornan hipersalinos, las temperaturas aumentan en intensidad y variación, los oxígenos disueltos son intermedios entre aquellos del canal y adentro del manglar y la iluminación es alta. Otros estudios en este volumen relacionan estos cambios ambientales con la estructura del manglar.

LITERATURA CITADA

- Cintrón G. y Y Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología. ROST-LAC. 109 p.
- Cintrón G., A.E. Lugo, D.J. Pool y G Morris. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10(2):110-121.
- Ewel, J.J. y J.L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Forest Service Research Paper ITF-18. Institute of Tropical Forestry. USDA Forest Service, Río Piedras, P.R. 72 p.
- Lugo, A.E. y G. Cintrón. 1975. The mangrove forests of Puerto Rico and their management. Páginas 825-846 en G.E. Walsh, S.C. Snedaker y H. Teas (editores). *Proceeding of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves*. IFAS, University of Florida, Gainesville, Florida.
- Pool, D.J., S.C. Snedaker y A.E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica *Biotropica* 9(3): 195-212.
- Sukardjo, S. 1982. Soil in the mangrove forest of the Cimanuk delta, West Java (Indonesia). *Biotrop. Spec. Publ. No. 17*: 191-201.

PERFILES DE VEGETACION EN FRANJAS DE MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle*)

Eva Nydia Dávila

Universidad Metropolitana

Fundación Educativa Ana G. Méndez

Río Piedras, P.R.

EXTRACTO

Se presentan tres perfiles a escala de la vegetación y topografía de un manglar de franja en Jobos. La estructura y composición de la vegetación varió de acuerdo al sector de la franja, la salinidad del suelo y la topografía.

INTRODUCCION

Los manglares de Puerto Rico se clasifican en dos categorías: manglares de costa norte y manglares de costa sur (Cintrón et al. 1978). Los manglares de costa norte tienen entrada de agua fresca por precipitación pluvial y escorrentías por detrás del manglar, lo cual tiende a mantener los niveles de salinidad bajos. Los manglares de costa sur no reciben lluvias ni escorrentías significativas. Además, están expuestos a temperaturas y tasas de evapotranspiración más altas. La salinidad del suelo es mayor en los manglares de la costa sur.

El objetivo de este estudio fue dibujar a escala tres perfiles de la vegetación de un mangle de franja en el manglar del Santuario Estuarino de Jobos en Las Mareas, del municipio de Salinas en Puerto Rico.

METODOS

El área de estudio está descrita en la introducción de éste volumen. Se estudiaron tres transectos transversales a los puntos 0 m (transecto A, 17.6 m), 90 m (transecto B, 50 m) y 180 m (transecto C, 28 m). En estos tres transectos se clasificaron y midieron todos los árboles, arbustos, plántulas y pneumatóforos que caían sobre una "línea transecto" a no más de 1 m de distancia de la misma. La altura de los árboles, arbustos y demás se midió utilizando un altímetro Haga, un poste métrico y/o un metro, según fuera más conveniente o preciso. El diámetro a la altura del pecho

(dap) se midió en aquellos árboles mayores de 2 m de altura, utilizando una cinta. Se tomaron las siguientes medidas: número de raíces fúlcneas o aéreas, altura y extensión de la raíz más alta y más baja, altura de la primera rama viva, altura de las plántulas y pneumatóforos cercanos a cada árbol o arbusto y la profundidad del agua ya que esta última indica indirectamente la topografía del terreno. Se determinó además la distancia entre árboles y/o arbustos y se clasificaron por especie. Finalmente, se hicieron esquemas a escala de cada árbol y arbusto. Esta nos da una idea "real" de la estructura del manglar y no una "idealizada" (Holdridge 1970).

Todas las mediciones fueron hechas en horas de la mañana en marea baja. Esta zona estuvo sujeta a una precipitación pluvial y una pequeña tormenta (Klaus) en el transcurso del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Transecto A

En este transecto (Fig. 1), *Rhizophora mangle* (mangle rojo) fue la especie dominante, con una frecuencia de 85%. *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) representó el 15% restante de la población. El mangle rojo se extendió a lo largo del transecto, incluso a orillas de la laguna hipersalina donde la salinidad fluctuó entre 65⁰/00 y 75⁰/00 (Montero y Soler esté volumen). La altura promedio del mangle rojo fue de 3.7 m con una altura máxima de 5 m; para el mangle blanco la altura máxima fue de 10 m con un promedio de 6 m. En la zona cercana al canal, donde el agua es más profunda (33 cm), los árboles de mangle rojo crecían horizontales con relación al canal, creciendo lateralmente y extendiéndose por varios metros. Poseen una gran cantidad de raíces (zancos o fúlcneas), altas, gruesas, bien ramificadas y extensas. Estos árboles, de menor altura que los de los mangle blanco, tenían un diámetro entre 1.0 y 3.8 cm comparados con diámetros entre 2.1 y 9.9 cm para el mangle blanco. El diámetro de los árboles de mangle rojo se redujo entre el canal y la laguna hipersalina. Alejándose del canal el agua se hizo menos profunda (el terreno más alto) y el sistema de raíces se tornó menos imbricado (menos alta, más delgadas y de menor extensión). Cercano de la laguna había una franja densa de arbustos de mangle rojo que no excede 2 m (Fig. 1). En el perfil puede notarse una reducción en el tamaño (altura) de los árboles hacia la laguna hipersalina. Además, la población de arbustos y plántulas está asociada a la presencia de lomos en el terreno (Figs. 1 y 2).

La densidad y tamaño de las plántulas tenían un patrón similar al de los árboles, e.g. reducción en densidad y tamaño desde el canal hasta la laguna hipersalina (Fig. 2). En el canal, la profundidad del agua pudo haber sido el factor limitante, no había plántulas donde la profundidad del agua era mayor de 21 cm. La altura máxima de las

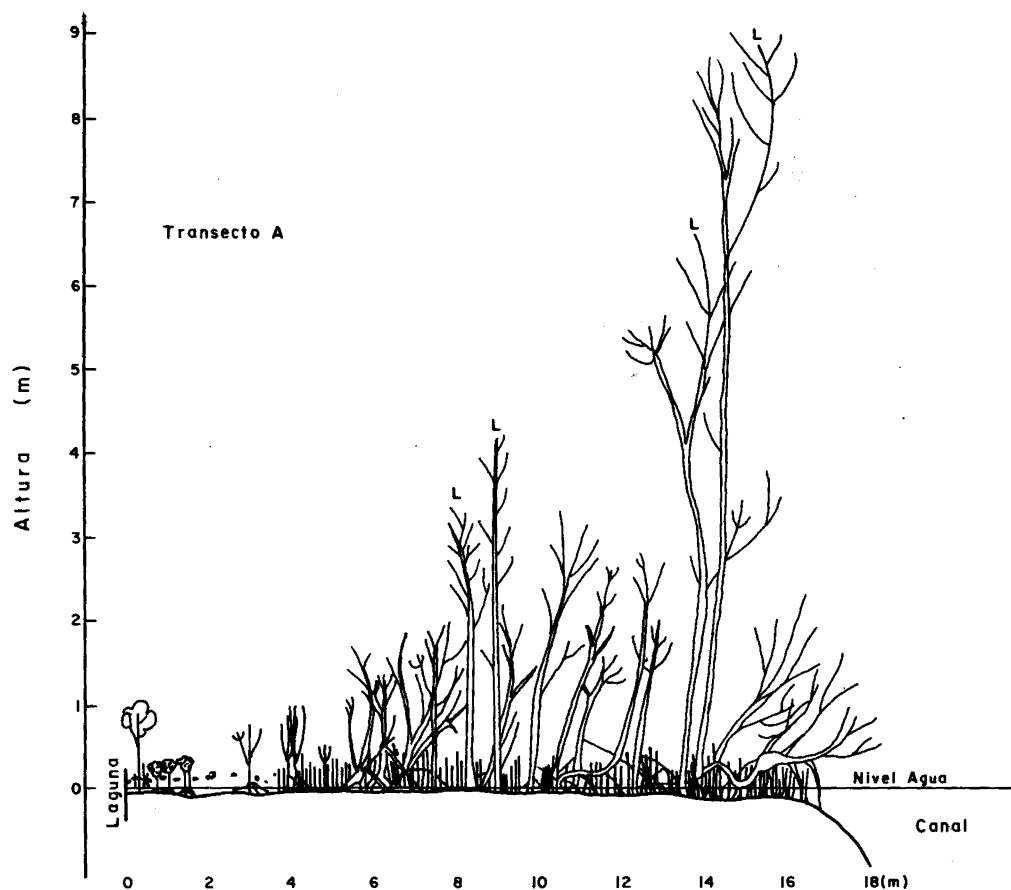


Figura 1. Perfil a escala del transecto "A" mostrando la altura de árboles y plántulas con relación a la profundidad del agua y la topografía del suelo. *Laguncularia racemosa* es

L, otros son *Rhizophora mangle*. Las plántulas están representadas con líneas verticales.

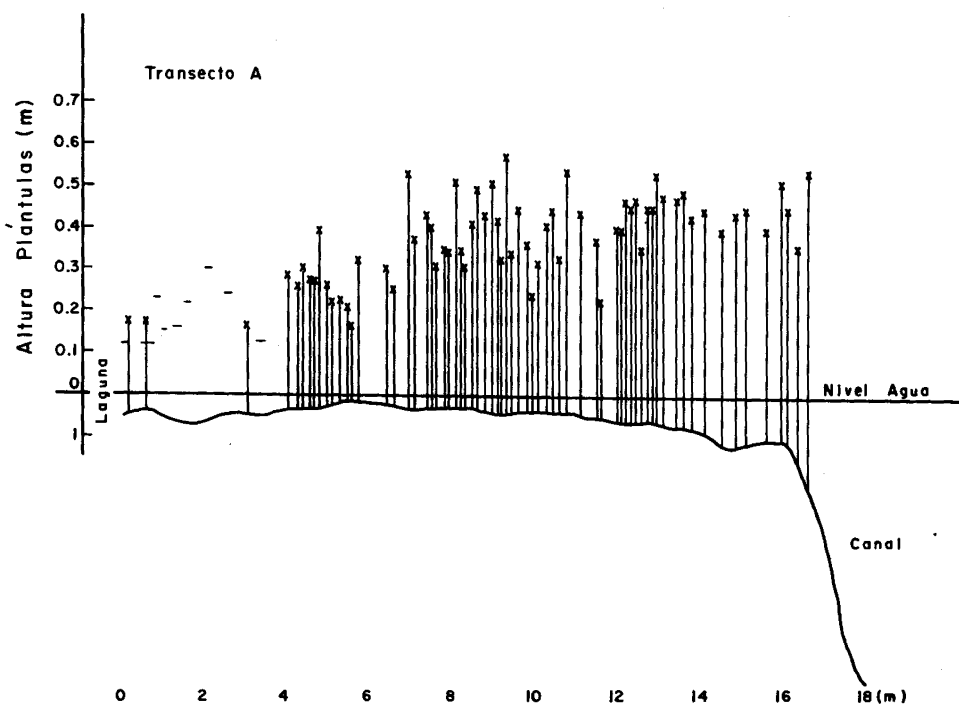


Figura 2. Altura de plántulas a lo largo del transecto "A" en relación a la profundidad del agua y la topografía del

terreno. La densidad y el tamaño disminuyen hacia la laguna hipersalina central.

TABLA I. ALTURA Y DIAMETRO DE *RHIZOPHORA MANGLE* EN MANGLARES DE PUERTO RICO

Localización	Tipo de mangle	Altura (m)	Diámetro (cm)	Autor
<i>Jobos</i>				
Transecto A	franja costa sur,	5*	1-3.8	Este estudio
B	protegido	7.5	3.7-9.8	
C		10	0.7-9	
Bahía Sucia	franja costa sur,	7	0.2	Cintrón et al. 1980
Isla de Mona	franja	15	-	Cintrón et al. 1980
La Parguera	franja (islote)	4	-	Cintrón et al. 1980
La Parguera	islote	8	-	Cintrón et al. 1980
Punta Viento, Patillas	ribereño	10-29	-	Castro et al. 1983

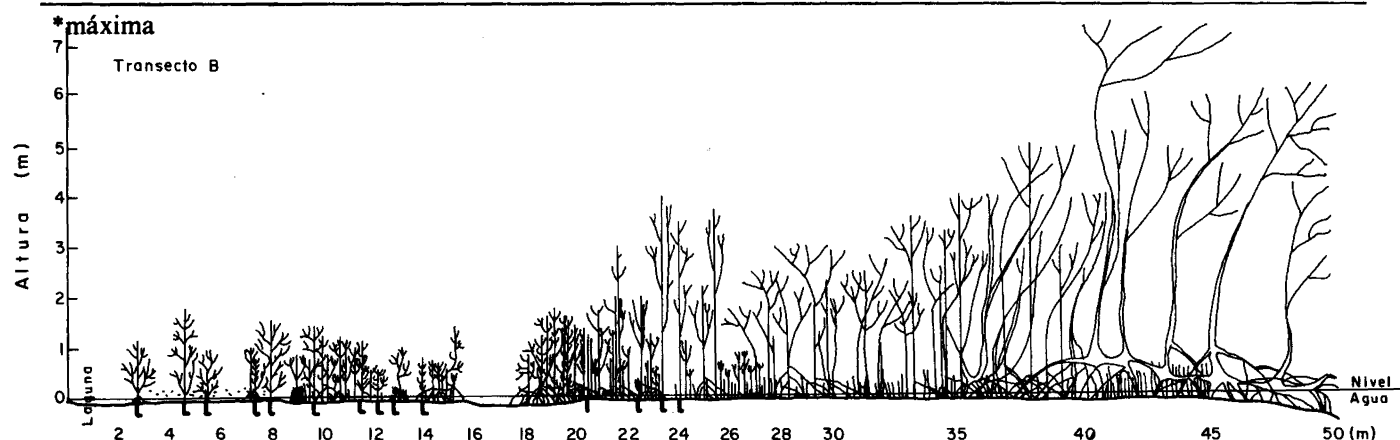
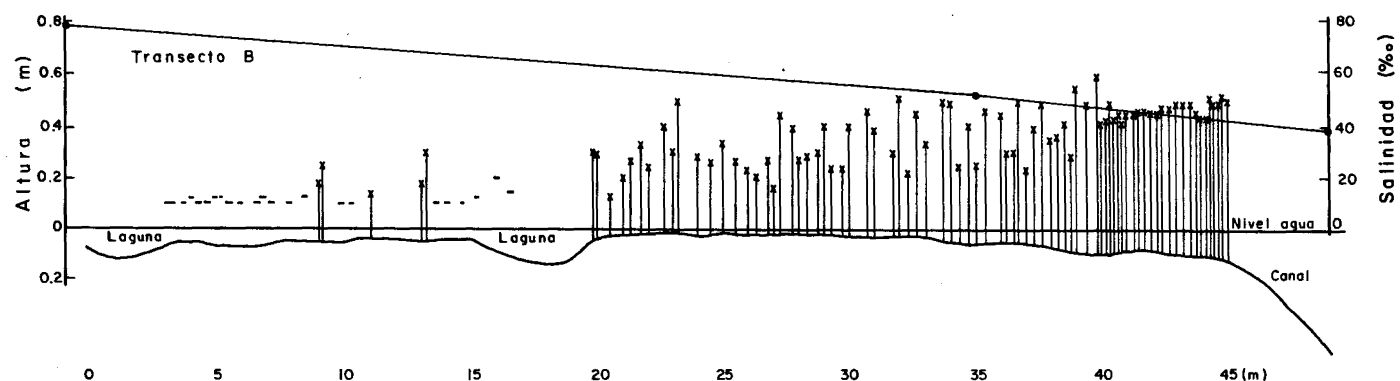


Figura 3. Perfil a escala del transecto "B" mostrando la altura de los árboles pneumatóforos y plántulas con relación a la profundidad del agua y la topografía del terreno. Lagun-

cularia recemosa es L, otros son *Rhizophora mangle*. Las plántulas se representan con líneas verticales y los pneumatóforos con líneas horizontales.

Figura 4. Perfil de plántulas de *Rhizophora mangle* a lo largo del transecto "B" en relación a la profundidad del

agua, topografía del terreno y salinidad.

plántulas fue de 57 cm, con un promedio de 37 cm. Todas eran de mangle rojo.

En la laguna había pneumatóforos de *Avicennia germinans* (mangle negro), con una altura máxima de 30 cm. En esta zona de pneumatóforos (área aproximada de 4 m), sólo había tres plántulas, todas de mangle rojo.

Transecto B

En este transecto la zonación fué muy marcada (Fig. 3). Un 85% de los árboles eran de mangle rojo, siendo esta la especie dominante con respecto al mangle blanco (15% de la población). La altura máxima del mangle rojo fué de 7.5 m y de 4 m para el mangle blanco. La franja de mangle cercana al canal estaba dominada por el mangle rojo con diámetros entre 3.7 y 9.8 cm. Su crecimiento era, igual que en el transecto A, paralelo al canal. Se distinguía esta zona por una gran cantidad de raíces aéreas, gruesas, altas (hasta 1 m de altura), bien ramificadas y de gran extensión (hasta 9 m). Estas características fueron más marcadas que en cualquiera de los otros dos transectos. En ocasiones un sólo tronco originaba varios tallos gruesos y ramificados. La profundidad del agua en esta zona era mayor que en los otros dos transectos (Fig. 4), lo que quizás podría explicar por que estas características morfológicas eran tan marcadas.

A unos 40 m del punto 0 del transecto se destacaba una zona de mangle rojo con altura y diámetro reducidos. Las raíces eran menos altas y de menor extensión, más delgadas y menos ramificadas que aquellas que en el margen del canal. Esto coincidió con una menor profundidad del agua y un terreno más alto (Fig. 3). Existe una relación directa entre el diámetro y la altura de los árboles: a mayor altura, generalmente el diámetro es mayor (Fig. 5).

Cerca de los 20 m del transecto (Figs. 3 y 4), había una pequeña laguna de unos 5 m de ancho. Desde su orilla externa (hacia el canal) comenzaba una zona de arbustos que no excedía los 2 m de altura, con un patrón imbricado de raíces, aunque bajas y de corta extensión. Se presume que estos árboles no eran maduros o no estaban sujetos a cambios drásticos en profundidad de agua. Estos arbustos estaban muy cercanos unos a otros. Había pneumatóforos de mangle negro con una altura máxima de 20 cm. En la zona de la laguna se encontró la mayoría del mangle blanco presente en el transecto. Estos eran achaparrados, bien ramificados y de abierto follaje. La laguna hipersalina representa la última zona, la de alta mortalidad, con árboles muertos, en su mayoría de mangle rojo.

La salinidad en el canal fluctuó entre 26‰/00 y 40‰/00. A mediados del transecto fluctuó entre 35‰/00 y 54‰/00, donde dominaba el mangle rojo y los árboles disminuyeron en altura y diámetro. En la laguna hipersalina la salinidad subió hasta 80‰/00 (Montero y Soler, este volumen) donde predominaba el mangle blanco achaparrado. La altura y diámetro de los árboles se redujo con un aumento en la

salinidad (Fig. 6). El mangle rojo dominó las zonas de menor salinidad mientras que el mangle blanco aumentó en número a salinidades más alta.

Igualmente, la densidad y tamaño de las plántulas disminuyó desde el canal hacia la laguna hipersalina (Fig. 4). Sólo una plántula era de mangle blanco y estaba precisamente en la laguna. La altura promedio de las plántulas fue de 35 cm, con una altura máxima de 62 cm. No se encontró relación aparente con la profundidad del agua.

Transecto C

En este transecto (Fig. 7) el patrón se repite pero con ciertas diferencias. Este no estuvo sumergido como las dos anteriores pero era más pantanoso, menos firme. Existían tres doseles en lugar de dos: el dosel alto, con árboles de mangle rojo de 7 a 10 m de altura; un segundo dosel de arbustos de mangle rojo cuya altura no excedió de 1 m; y un tercero de plántulas de mangle rojo. La zona de mangle rojo cercana al canal era mucho más estrecha que en los otros dos transectos. Poseían menos raíces, de menor altura y extensión. La mayoría de los arbustos no presentó el patrón de raíces aéreas (Fig. 7). Cercano a la laguna había un grupo de mangle blanco, "interrumpiendo" el patrón del mangle rojo. En esta zona el tercer dosel estaba representado por pequeños arbustos de mangle blanco no más altos de 3.5 cm. Había muy pocas plántulas, todas de mangle rojo. Las plántulas estaban en densidades alternas, probablemente relacionadas a una alternación de lomos en el terreno, típicos de este tipo de manglar.

Estas franjas estrechas de mangle rojo pueden deberse a un gradiente pronunciado en salinidad, o a mejor frecuencia de colonización de zonas altas. En manglares donde el gradiente de salinidad es pronunciado, las franjas de mangle rojo tienden a ser estrechas; cuando el gradiente es menor, las franjas de mangle rojo son más anchas (Cintrón et al. 1978).

Al comparar este manglar con otros de la costa sur (Tabla 1), éste cae dentro de los límites de altura y diámetro reportados y de menor altura que uno ribereño. Los resultados generales del estudio coinciden con otros estudios realizados (Cintrón et al. 1978, 1980; Lugo y Snedaker 1974). El mangle rojo dominó la franja cercana al canal con los diámetros y alturas mayores que en el resto del transecto. El mangle rojo dominó las zonas de menor salinidad y el blanco las de mayor salinidad. Aunque en los transectos el mangle negro no se representa, si hay evidencia (pneumatóforos) de su presencia a altas salinidades (laguna hipersalina). La densidad y altura de las plántulas exhibió el mismo patrón de los árboles. Los factores determinantes o que afectaron la estructura del manglar fueron: salinidad, lomos o accidentes en el terreno y la protección que posee el manglar.

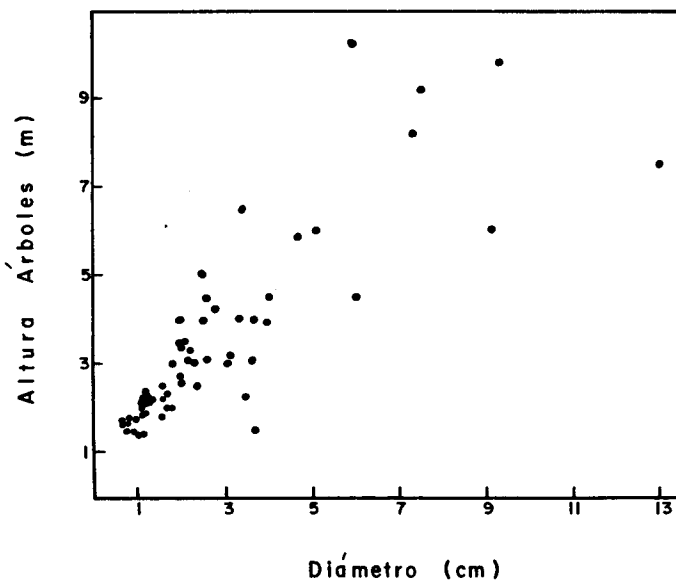


Figura 5. Relación entre altura y diámetro en *Rhizophora mangle*.

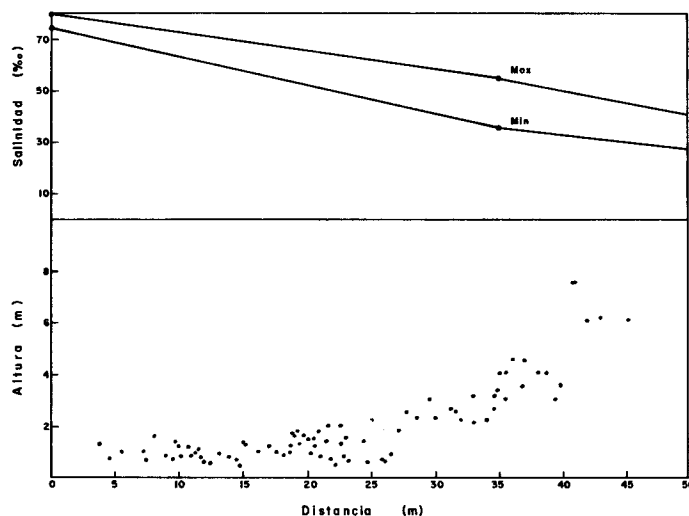


Figura 6. Relación entre salinidad y altura de árboles de *Rhizophora mangle* a lo largo del transecto "B".

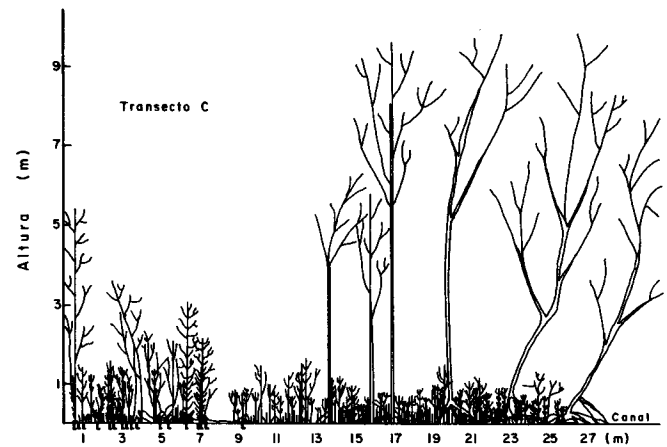


Figura 7. Perfil a escala del transecto "C" mostrando la altura de los árboles y plántulas. *Laguncularia racemosa* es L, otros son *Rhizophora mangle*. Las plántulas se representan con líneas verticales. Nótese los tres estratos: alto dosel, arbustos y plántulas.

LITERATURA CITADA

- Cintrón G., A.E. Lugo, D.J. Pool y G. Morris. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10 (2):110-12.
- Cintrón G., C. C. Goenaga y A. E. Lugo. 1980. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. Páginas 18-32 en *Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares*. UNESCO, Montevideo.
- Castro, O.M., V.E. Colón y E. Rodríguez. 1983. Estructura del manglar Punta Viento en Patillas. Páginas 309-321 en A.E. Lugo editor. *Los bosques de Puerto Rico*, Instituto de Dasonomía Tropical, Río Piedras, P.R.
- Holdridge, L.R. 1970. A system for representing structure in tropical rain forest associations. Capítulo B-12 en H.T. Odum y R.F. Pigeon, editores. *A tropical rain forest*. Division of Technical Information, U.S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge, Tenn.
- Lugo, A.E. y S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review Ecology Systematics* 5:39-64.

ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN MANGLAR DE FRANJA EN JOBOS, PUERTO RICO

Ramón Rivera González y Luis Quiñones Lafuente

EXTRACTO

Se presentan resultados de medidas del diametro y densidad de árboles de mangle en dos transectos en JOBANES. Los árboles fueron marcados para estudios futuros de crecimiento. La distribución de especies sugieren que las salinidades del lugar son bajas.

INTRODUCCION

Los estudios de manglares generalmente son de corta duración y como consecuencia no existen observaciones a largo plazo en un mismo rodal. Sin este tipo de observación no se pueden estudiar patrones de crecimiento y sucesión. Nuestros dos objetivos fueron establecer rodales experimentales de franja en la costa sur de Puerto Rico y analizar la estructura del rodal para que sirva de base a estudios posteriores sobre la dinámica del manglar. El área de estudio fue una franja de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el Santuario Estuarino de Jobos (JOBANES) en el Barrio Las Mareas de Salinas.

METODOS

La ubicación del área de estudio está indicada en la introducción a este volumen. El área de muestreo fue de 525 m² (nueve rodales de 10 m x 5 m y uno de 75 m²). Todos los árboles con diametro a la altura del pecho igual ó mayor de 2.5 cm se marcaron permanentemente con pintura fluorescente y etiqueta de aluminio. Los árboles seleccionados se identificaron por especie y se le midió el diametro. Los datos se utilizaron para calcular densidad y área basal de árboles y su diametro promedio por rodal, especie y se separaron árboles vivos y muertos.

RESULTADOS

Todos los datos del estudio están bajo la custodia del Instituto de Dasonomía Tropical en Río Piedras. La densidad de árboles disminuyó y el diametro promedio no presentó tendencias definidas en los transectos estudiados (Figs. 1 y 2).

Aunque el rodal número 6 contenía menos cantidad de árboles, éstos se caracterizaron por poseer troncos robustos y un sistema de raíces adventicias bien desarrolladas lo que los adaptaba adecuadamente a las condiciones inestables del suelo. El área basal disminuyó hacia el canal (Fig. 3), lo que refleja la relación entre el diametro y la densidad de los árboles. A mayor densidad de árboles obtuvimos un menor diametro promedio.

En el transecto 2 (rodales 7 al 10), específicamente en el rodal 8, encontramos un aumento en el área basal, debido a que en el rodal ocho se encontraban los árboles con mayor diametro del estudio.

El porciento de árboles muertos aumentó con la distancia del canal hacia el exterior del bosque. La densidad de árboles muertos fue mayor en los rodales uno, siete y ocho, lejos del canal (Fig. 4).

El mangle blanco, (*Laguncularia racemosa*) apareció en los rodales 2 al 6 del transecto uno, mientras que en el transecto dos apareció únicamente en el rodal 9 (Fig. 5).

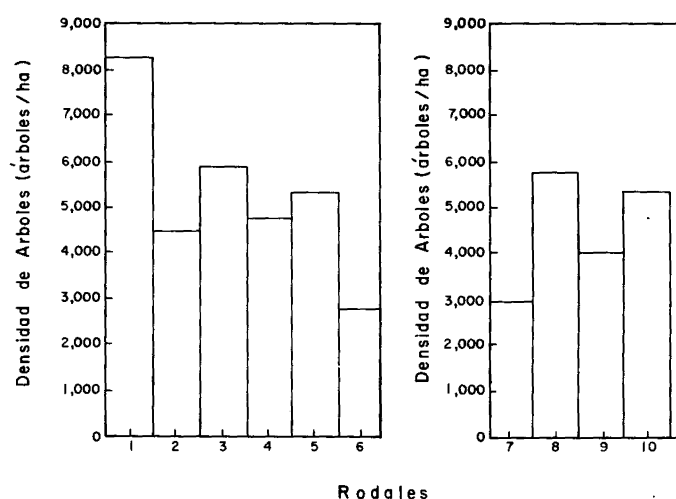


Figura 1. Densidad de árboles en dos transectos en el manglar de Jobos.

DISCUSION

La especie dominante en nuestra área de estudio fue el mangle rojo. Esta especie según Cintrón y Shaeffer-Novelli (1983) crece mejor en salinidades moderadas. No encontramos ejemplares de *Avicennia germinans* en ninguno de los rodales estudiados. Encontramos *L. racemosa* distribuida al azar y en cantidades pequeñas. Aparantemente las salinidades en el lugar de estudio son bajas y favorecen la presencia de *R. mangle*.

El manglar de Jobos tenía una estructura muy similar al de la Bahía Sucia (Tabla 1). Esto sugiere que los manglares

de franja en la costa sur mantienen características estructurales similares.

El tamaño de los árboles aumentó, aunque no significativamente en los lugares con menor salinidad en el borde del canal. Es posible que estos árboles sean los más viejos si el modelo de colonización propuesto por Cintrón et al. (1978) es correcto.

La mortalidad está relacionada también con la salinidad del suelo, ya que los mayores porcentos de árboles muertos fueron encontrados en los rodales uno, siete y ocho, los

cuales estaban alejados del canal en los lugares donde la salinidad es mayor (Montero y Soler, este volumen). Creemos que el factor que más afecta a los manglares de la costa sur de Puerto Rico es la salinidad. Las características estructurales consideradas demuestran cierto tipo de gradiente que podría estar relacionada con la salinidad.

El patrón de sucesión seguido por el manglar estudiado por nosotros aparentemente no sigue el patrón propuesto por Davis (1940). Haría falta un estudio más profundo para corroborar lo expuesto por nosotros aquí.

TABLA I RESUMEN DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN MANGLAR DE BORDE EN JOBOS. LOS RODALES ERAN DE 5 m X 10 m, EXCEPTO EL NUMERO 10 QUE ERA DE 75 m². LOS DATOS DE BAHIA SUCIA SE PRESENTAN COMO REFERENCIA.

Rodal	No. de árboles	Densidad (troncos/ha)	Diámetro promedio (cm ²)	Area basal (m ² /ha)	Arboles muertos (%)
1	41	8,200	5.5.	20.8	7.3
2	22	4,400	4.8	9.4	4.6
3	29	5,800	4.6	13.0	6.9
4	24	4,800	5.9	16.3	0
5	26	5,200	5.1	13.3	3.9
6	13	2,600	6.4	9.7	0
7	15	3,000	7.3	15.2	20
8	29	5,800	7.7	32.2	10.3
9	20	4,000	6.2	15.2	0
10	42	5,600	6.8	24.5	0
Todo el rodal	269	4,940	6.0	17.0	5.3
Bahía Sucia*	-	5,200	7.3	21.5	-

* Martínez et al. 1979.

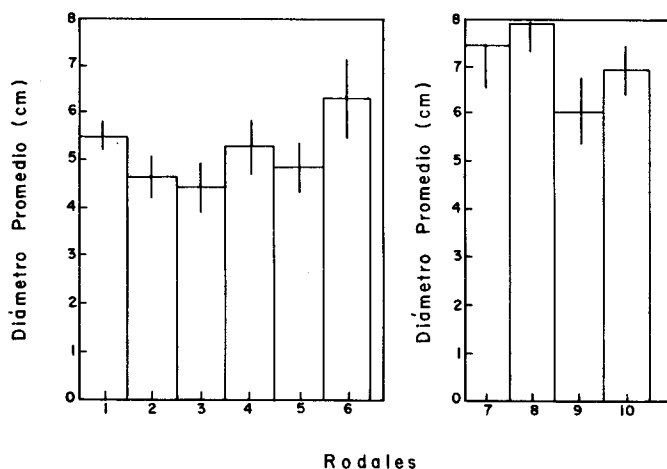


Figura 2. Diametro promedio a la altura del pecho en árboles en dos transecto en el manglar de Jobos.

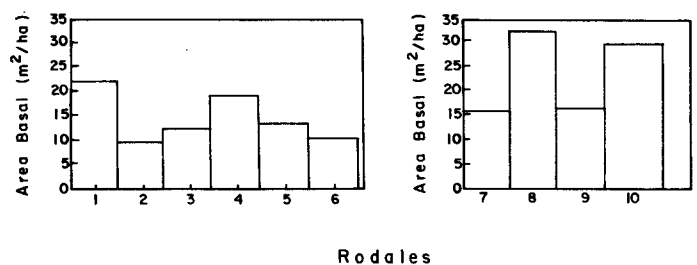


Figura 3. Area basal en dos transectos en el manglar de Jobos.

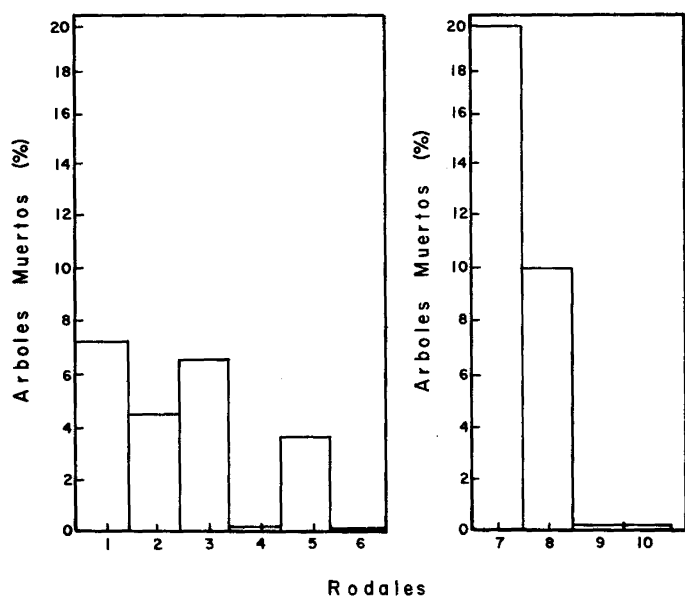


Figura 4. Porcentaje de árboles muertos en dos transectos en el manglar de Jobos.

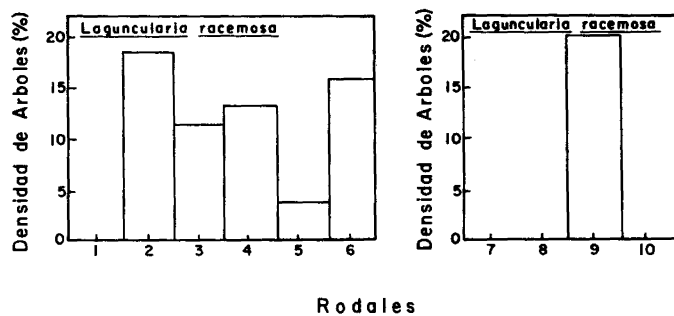


Figura 5. Distribución del mangle blanco en dos transectos en el mangle de Jobos.

LITERATURA CITADA

Cintrón G., A.E. Lugo, D.J. Pool y G. Morris. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10(2): 110-121.

Cintrón, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencias y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Montevideo. 109 p.

Davis, J.H. 1940. The ecology and geology role of mangroves in Florida. Papers from the Tortuga Laboratory, Volume 32. Carnegie Institute. Washington Publication 517: 303-412.

Martínez R., G. Cintrón y L.A. Encarnación. 1979. Mangroves in Puerto Rico: a structural inventory. Puerto Rico Department of Natural Resources, San Juan, P.R. 149 p.

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA COMPOSICION ARBOREA DEL MANGLAR DE BAHIA DE JOBOS

Aurea Berrios Saez y Carmen Varela

EXTRACTO

Se presentan datos de área basal en cinco rodales en un manglar de borde en el Santuario de Jobanes.

INTRODUCCION

El 18 de agosto de 1984 se realizó una visita al Santuario Estuarino Jobanes, en el sector Las Mareas y del Mar Negro, en el sur de Puerto Rico. El Santuario recibe la corriente marina ecuatorial la cual se dispersa por los cayos Caribe por el flujo de mareas. Consta de aproximadamente 500 ha (1210 cuerdas) distribuidas en la zona de vida seca subtropical (sensu Holdridge).

En este informe se hace énfasis en el estudio de las áreas basales mediante el uso del prisma (método que no requiere delimitar una parcela) y la cinta diamétrica. El objetivo principal fue hacer un estudio descriptivo sobre las áreas basales en diferentes áreas.

METODOLOGIA

Se seleccionaron al azar 5 parcelas a lo largo de un transecto desde el lado del camino (Rodal 1) hacia el canal (Rodal 5). En cada parcela se utilizó el prisma para determinar el área de muestreo. Se le midió el diámetro a la altura de pecho (dap) a todos los árboles que de acuerdo al prisma se incluían dentro de la parcela. Se utilizó la fórmula $\text{Area} = \pi r^2$ donde r es el radio, para determinar el área basal de cada árbol en el área de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

La especie dominante en las parcelas estudiadas lo fue *Rhizophora mangle* (Tabla 1). La otra especie fue *Laguncularia racemosa*.

A medida que nos movíamos de tierra (área del camino) hacia adentro (el canal), observamos una disminución en las áreas basales en ambas especies (Tabla 1). Aparentemente en el sector más cercano del camino debe haber unas condiciones más favorables para crecimiento de árboles de mayor diámetro.

TABLA I AREA BASAL POR ESPECIE EN LOS CINCO RODALES ESTUDIADOS

Rodal	<i>Rhizophora</i> <i>mangle</i>	<i>Laguncularia</i> <i>racemosa</i> (m ²)	Total
1	1,216	0	1,216
2	17	610	627
3	313	454	767
4	313	157	470
5	431	75	506

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y QUIMICAS DE LAS HOJAS DE *RHIZOPHORA MANGLE* EN UN BOSQUE DE FRANJA EN LAS MAREAS, PUERTO RICO

Honora Serrano e Inés Monefeldt

EXTRACTO

Las hojas de *Rhizophora mangle* de un bosque de franja exhibieron características esclerófilas. En 1500 hojas maduras estudiadas se obtuvo un largo promedio de 10.5 cm, un ancho de 4.3 cm y un área de 31.4 cm². El porcentaje de cenizas fue de 14.4 y el peso específico de las hojas de 19 mg/cm². La medida de peso específico caracteriza a la hoja como pesada. La concentración de P fue baja (0.083%) implicando un posible alto contenido de fibra. El porcentaje de N fue de 1.35, el de K de 0.58, y el de C fue de 37.9. Las razones C/N y N/P fueron de 29 y 16 respectivamente. Los resultados obtenidos no presentan diferencias significativas en las características morfológicas y químicas en la franja investigada, excepto una ligera variación al considerarse estas características por estratos.

INTRODUCCION

De las especies de manglares en el Nuevo Mundo, una de las más comunes es *Rhizophora mangle* (mangle rojo). Tiende a abundar en las partes externas y bordes de los canales en los sistemas de manglares. Se distingue por un sistema de raíces aéreas de naturaleza compleja. Sus hojas, con una longitud promedio de 8-10 cm y 4-5 cm de ancho son simples, opuestas y pecioladas (Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983). Se considera el tamaño de la hoja como índice de reflexión del vigor de la vegetación el cual varía de acuerdo a las condiciones ambientales.

Las cantidades de fósforo (P) y nitrógeno (N) son importantes en la determinación del tipo de hoja en cuanto a sus características estructurales. Las hojas esclerófilas se caracterizan por un bajo contenido de P y una razón alta de N/P mientras que hojas mesófilas exhiben una alta concentración de P y una razón de N/P baja (V.J. Chapman 1976; Loveless 1962).

Este estudio tuvo como propósito determinar las características morfológicas en las hojas de mangle rojo y su composición química en cuanto a las cantidades de los elementos P, K, N y C en una franja de un manglar de tipo borde en la costa sur de Puerto Rico.

DESCRIPCION DE LA ZONA

El estudio se realizó en el Santuario Estuarino Jobanes del sector Las Mareas, en la región árida sur central de

Puerto Rico. La introducción en este volumen presenta detalles del área de estudio.

MATERIALES Y METODOS

El área de muestreo consistió de cinco transectos orientados desde el canal hacia tierra adentro en los puntos 140, 150, 160, 170 y 180 m en la línea paralela al canal que corría de norte a sur. De cada región se obtuvieron tres muestras al azar de 100 hojas. Sólo se coleccionaron hojas maduras del segundo par de hojas opuestas en el punto de desarrollo. Cada muestra representó un estrato distinto: plántulas, dosel bajo y dosel alto. Las hojas se depositaron en bolsas de papel de estrasa y se mantuvieron en nevera el menor tiempo posible ante de someterse a análisis.

A todas las hojas se les determinó largo, ancho y área. Treinta hojas seleccionadas al azar de cada muestra se secaron a 105° C por 48 h y se pesaron. Las 70 hojas restantes se secaron a 70° por 96 h y se molieron. Luego se quemaron a 450° C por 4 h y las cenizas fueron sometidas a digestión ácida (S.B. Chapman 1976) y se refrigeraron por 24 h.

Se determinó la concentración de P mediante el método ascórbico ó colorimétrico, el K por el método de emisión de flama y el N por la digestión Kjeldahl (S.B. Chapman 1976). La concentración de C se obtuvo multiplicando el peso seco por 0.465 (Twilley 1982).

RESULTADOS

Las hojas exhibieron un largo promedio de 10.5 cm desviación estandar DE = 1.6), un ancho de 4.3 cm (DE = 0.7), un área promedio de 31.4 cm², un peso seco de 0.59 g y un peso específico de 19 mg/cm² (Tabla 1). P presentó un porcentaje de 0.083, el K de 0.58 y el N de 1.35 (Tabla 2). La razón C/N obtenida fué de 19 y la de N/P fué de 16 (Tabla 2).

Los resultados por estratos (Tabla 1) en las cinco regiones presentaron una reducción no significativa en el largo de hojas de plántulas a hojas de dosel alto, de 10.9 cm (DE = 2.0) hasta 10.0 cm (DE = 1.2). El ancho de las hojas tampoco varió significativamente entre las plántulas (4.0 cm; DE = 0.7) y en dosel alto (4.4 cm; DE = 0.5). El área por estrato presenta el mismo patrón que en las medidas de ancho.

El peso seco reflejó un patrón similar a los de las características del ancho y el área. Por otro lado el peso específico aumentó levemente desde la plántulas a dosel alto, 17 mg/cm², 19 mg/cm² y 20 mg/cm² respectivamente (Tabla 1).

El porcentaje de cenizas total por estratos disminuyó de plántulas a dosel bajo y dosel alto: 15.1%, 14.3% y 13.8% respectivamente. La materia orgánica reflejó un patrón similar al descrito en ancho, área y peso seco: 85.1%, 86.5% y 86.2% respectivamente (Tabla 2).

Sobre las características de la composición química (Tabla 2 y Fig. 1) no se observó gradiente alguno en la concentración de P. La concentración de K disminuyó en el

TABLA I. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL SEGUNDO PAR DE HOJAS OPUESTAS DE *RHIZOPHORA MANGLE*. LAS REGIONES ESTABAN UBICADAS CADA TRES METROS COMENZANDO EN EL CANAL. CADA REGION PRESENTA DATOS SOBRE PLÁNTULAS (P), DOSEL BAJO (DB) Y DOSEL ALTO (DA). LA DESVIACION "STANDARD" ESTA EN PARENTESIS

Regiones y tipo de muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Peso seco (g)	Peso específico (mg/cm ²)
Transecto I					
P	13.0 (3)	4.6 (0.9)	37.8 (12)	0.5441	14
DB	11.1 (2)	4.5 (1)	32.4 (10)	0.5963	18
DA	11.2 (0.9)	4.6 (0.4)	33.7 (5)	0.6659	20
Transecto II					
P	11.3 (2)	3.9 (0.7)	29.2 (10)	0.5243	18
DB	12.3 (2)	5.0 (0.8)	40.6 (12)	0.7498	18
DA	10.0 (2)	4.5 (0.7)	31.9 (10)	0.6424	20
Transecto III					
P	9.9 (2)	3.7 (0.8)	27.3 (10)	0.5433	20
DB	9.7 (1)	4.2 (0.6)	30.4 (7)	0.5671	19
DA	9.8 (1)	4.3 (0.4)	28.8 (6)	0.5987	21
Transecto IV					
P	10.5 (2)	4.0 (0.7)	31.3 (9)	0.5672	18
DB	9.5 (1)	4.6 (0.8)	32.0 (9)	0.6130	19
DA	9.9 (1)	4.3 (0.6)	30.8 (7)	0.6207	20
Transecto V					
P	10.1 (2)	3.9 (0.6)	29.4 (8)	0.4903	17
DB	9.4 (2)	4.3 (0.6)	29.3 (9)	0.5682	19
DA	9.0 (1)	4.1 (0.5)	26.5 (7)	0.5653	21
Estratos					
P	10.9 (2)	4.0 (0.7)	31.0 (10)	0.5338	17
DB	10.4 (2)	4.5 (0.8)	32.9 (9)	0.6189	19
DA	10.0 (1)	4.4 (0.5)	30.3 (7)	0.6186	20
Todas	10.5 (2)	4.3 (0.7)	31.4 (9)	0.5904	19

dosel alto relativo a las plántulas (0.66% a 0.44%). La concentración de N ascendió de plántulas (1.12%) a dosel bajo (1.51%) disminuyendo en el dosel alto (1.42%). La concentración de C cambio en formas similar al N (34.4%, 39.7% y 39.6%).

La relación C/N en los estratos por cada región exhibió un gradiente descendiente de plántulas (33) a dosel bajo (26) y tendió a estabilizarse en el dosel alto (28). Se observó un aumento de la relación N/P de plántulas (13) a dosel bajo (18) y valores similares entre ambos doseles (18; Tabla 2; Fig. 2).

DISCUSION

Loveless (1962) y V.J. Chapman (1976), señalaron dos posibles explicaciones para el desarrollo de hojas esclerófilas y mesófilas. Sostuvieron además que las características de las hojas del manglar no son exclusivas de este sistema. Loveless definió la esclerofila como una expansión de un mecanismo metabólico en las plantas que poseen capacidad para tolerar bajo niveles de fosfato. La respuesta que se produce en la planta mediante la acción de este es una disminución en el nivel proteico y un aumento en la cantidad de fibra en el tejido. Como conssecuencia disminuye a su vez la

TABLA II CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SEGUNDO PAR DE HOJAS OPUESTAS DE *RHIZOPHORA MANGLE*. LAS REGIONES ESTABAN UBICADAS CADA TRES METROS COMENZANDO EN EL CANAL. CADA REGION PRESENTA DATOS SOBRE PLANTULAS (P), DOSEL (DB) Y DOSEL ALTO (DA)

Regiones	P	L	N (%)	C	Ceniza	C/N	N/P
Transecto I							
P	0.085	0.59	1.09	39.2	14.6	36	13
DB	0.086	0.87	1.47	41.0	12.7	27	17
DA	0.084	0.70	1.36	40.4	11.9	30	16
Transecto II							
P	0.085	0.98	1.08	38.9	15.2	36	13
DB	0.077	0.50	1.51	39.7	17.6	26	20
DA	0.075	0.26	1.42	40.5	11.7	29	19
Transecto III							
P	0.089	0.74	1.04	38.7	15.9	37	12
DB	0.088	0.65	1.59	40.5	11.8	25	18
DA	0.084	0.23	1.46	39.0	15.1	27	17
Transecto IV							
P	0.079	0.20	0.89	39.4	14.2	44	11
DB	0.081	0.52	1.41	39.7	13.6	28	17
DA	0.077	0.50	1.36	38.2	16.7	28	17
Transecto V							
P	0.087	0.79	1.51	15.9	15.3	11	17
DB	0.085	0.60	1.55	38.7	15.7	25	18
DA	0.080	0.50	1.52	39.6	13.8	26	19
Todas	0.083	0.58	1.35	37.9	14.4	28	16

producción de materia orgánica y la utilización del N. Para producirse este cuadro, el nivel de P debe estar por debajo del 0.3% en cualquier sistema.

Chapman argumentó sobre las dos explicaciones clásicas del escleromorfismo y mesofilismo en las hojas del manglar específicamente. La primera sostiene que las características esclerófilas surgen en su defensa o como respuesta a la dificultad del tejido vegetal para absorber agua en un ambiente salino. La segunda explicación sostiene que éstas se deben al exceso del sal en la savia celular ó a un factor de la naturaleza genética y no a limitaciones en la absorción de agua.

El bajo contenido de P en las hojas investigadas sugiere la posibilidad de un alto contenido de fibra lo cual explica el alto peso específico obtenido al relacionar el área y el peso

seco promedio. Esto último indica que las hojas son pesadas y pueden compararse con las medidas obtenidas por Odum (1970) en la especie *Inga fagifolia* del bosque tropical lluvioso. Es notable también que las hojas del dosel alto presenten un peso específico mayor que las demás regiones. Esta medida es intermedia a las obtenidas por Odum (1970) en el bosque lluvioso para las especies *Didymopanax morototoni* e *I. fagifolia*.

Esto permite inferir que estas hojas exhiben características de esclerofila aunque queda por determinarse si estas responden a la dificultad para absorber agua en el ambiente altamente salino, a la presencia de exceso de sal en la savia celular, ó a un factor genético.

Al comparar el largo y ancho por estrato, las hojas del dosel alto son más pequeñas en el largo pero no el ancho

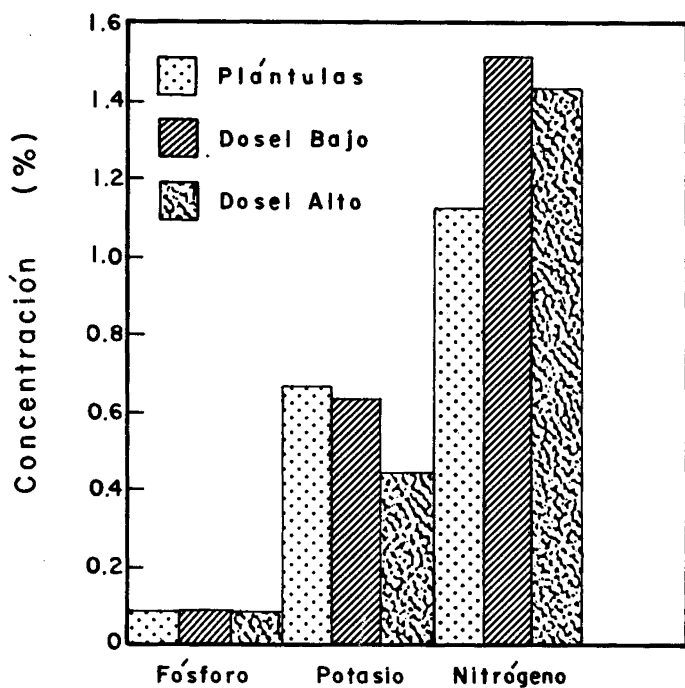


Figura 1. Concentración de nutrientes en hojas plántulas y árboles de mangle rojo. (*Rhizophora mangle*) en Jobos.

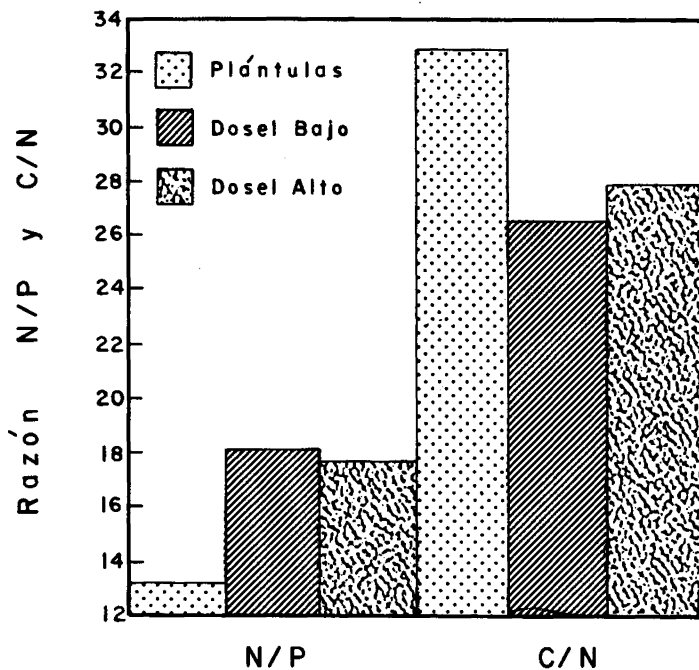


Figura 2. Relación N/P y C/N en hojas plántulas y árboles de mangle rojo, (*Rhizophora mangle*) en Jobos.

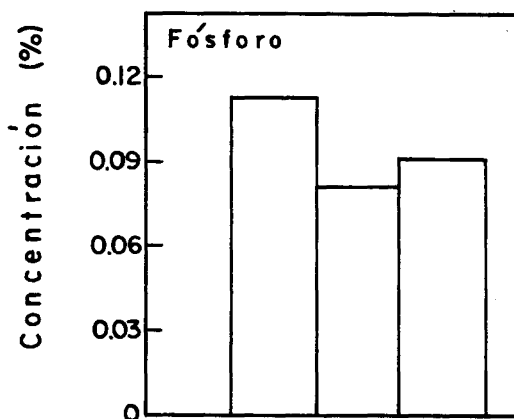
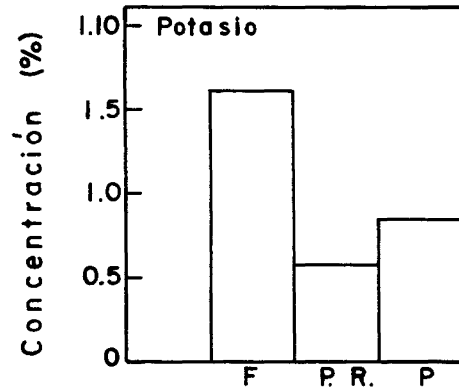
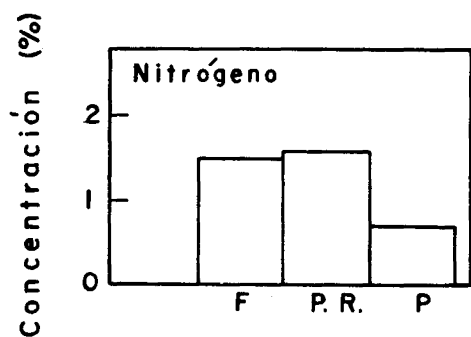


Figura 3. Concentración de nutrientes en hojas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), en varios manglares. Florida es F. Puerto Rico es P.R. y Panamá es P. Los datos de Florida y Panamá los recopiló A. Lugo.

promedio. Estas características podrían responder al hecho de que estas hojas reciben la luz solar directamente. Por el contrario, las hojas de las plántulas son más largas en respuesta a la necesidad de luz solar y esto amplía la cantidad de superficie expuesta.

Los resultados generales sobre las características morfológicas y físicas de hojas no presentan diferencias significativas en la zona. Al considerar los resultados generales sobre los componentes químicos se encuentran a un nivel porcentual levemente alto de P, K y N en hojas de las regiones cercanas a las lagunas el cual decrece en las hojas de regiones intermedias en general. Esta situación podría responder a condiciones como el movimiento mayor de agua en la primera que en la segunda laguna y a los cambios con salinidad que esto genera.

El contenido de P mayor por peso en las plántulas puede explicarse en base a que hay una mayor concentración de P con respecto a los componentes de pared celular. El que este nutriente disminuya en el dosel implica un aumento mayor de otros componentes tales como celulosa, lignina, hemicelulosa con respecto a la cantidad de P.

Cuando se comparan nuestros resultados con los obtenidos en estudios similares llevados a cabo en manglares de Florida y Panamá, se encuentra que *R. mangle* en P.R. tiene valores intermedios de N y valores menores de P y K (Fig. 3).

El estudio realizado demuestra la plasticidad de las hojas maduras de *R. mangle* ante las condiciones ambientales prevaletientes en la franja del manglar investigado.

RECONOCIMIENTO

Damos las gracias a las siguientes personas por su valiosa aportación a esta investigación: Mary J. Sánchez, Química del Servicio Forestal; Alberto Rodríguez, Técnico del Servicio Forestal; Roger Reichard, Ingeniero Eléctrico Intel Puerto Rico y muy en especial al Dr. Ariel E. Lugo por las ideas y orientación que hicieron posible la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Cintrón, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO, Montevideo, Uruguay. 109 p.
- Chapman, S.B. 1976. Methods in plant ecology. John Wiley & Sons, New York, p. 412-463.
- Chapman, V.J. 1976. Mangrove vegetation. J. Cramer, Germany. p. 275-290.
- Loveless, A.R. 1962. Further evidence to support a nutritional interpretation of sclerophylly. *Annals of Botany* (n.s.) 26 (4). 551-561.
- Odum H.T. 1970. Summary, an emerging view of the ecological system at El Verde. Chapter 1-10 en H.T. Odum y R.F. Pigeon (editores). A tropical rain forest: a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. U.S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge, Tennessee.
- Twilley, R.R. 1982. Litter dynamics and organic carbon exchange in black mangrove (*Avicennia germinans*) basin forests in a southwest Florida estuary. Dissertation. University of Florida, Gainesville, Florida.

MATERIA ORGANICA Y NUTRIENTES EN LA HOJARASCA DE UN MANGLAR DE FRANJA

Carmen E. Varela y Aurea Berrios

EXTRACTO

Se comparó la acumulación de materia orgánica y nutrientes en la hojarasca de tres zonas del manglar de franja en Jobos, Las Mareas. Se encontró una acumulación total de hojarasca de 4,400 kg/ha y no hubo diferencias significativas dentro del manglar en la zona del canal y la parte trasera de la franja (zona de alta mortalidad de árboles) en términos de hojarasca total. Sin embargo, cerca del canal habían más hojas y plántulas y menos madera que en la zona de alta mortalidad. Los almacenajes totales de fósforo (P), nitrógeno (N) y potasio (K) fueron de 1.3, 40.4 y 8.3 kg/ha, respectivamente. Se encontró una concentración mayor de N en las hojas (1.17%) y más baja en la madera (0.83%). La concentración mayor de K también se encontró en las hojas (0.29%), mientras que en la madera solamente se encontró un 0.14%. El patrón de P fue similar. Las concentraciones de estos nutrientes fueron más alta en las hojas y en orden descendente le siguieron las plántulas y la madera. Al comparar los nutrientes de las hojas vivas de *Rhizophora mangle* con respecto a las muertas, se encontró que todos se redujeron a la mitad de las últimas. Es posible que esto se deba a una combinación de retranslocación para algunos nutrientes como el N y P antes de la caída y la pérdida de nutrientes después de la caída.

INTRODUCCION

Los manglares de franja están expuestos a frecuencias mayores de inundaciones por mareas. Es posible que estas inundaciones aporten o remuevan la hojarasca del manglar. Esto puede causar condiciones especiales para la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en estos sistemas. Nuestro objetivo fue estudiar la distribución de hojarasca en un manglar de franja para determinar la existencia de grandes acumulaciones o variaciones especiales dentro de la franja. Además se quería establecer cual era la cantidad de nutrientes almacenados en la hojarasca de las diferentes zonas del manglar. Estudios de esta naturaleza son necesarios para entender eventualmente si el reciclaje de nutrientes en los manglares de franja estan limitados o favorecidos por el transporte de hojarasca por las mareas.

METODOS

El trabajo se realizó en Jobos, Las Mareas. Se dividió el área en tres zonas: A) zona de alta mortalidad de árboles en la parte posterior de la franja; B) la franja del manglar en el centro y C) el borde del canal que drena el bosque (ver descripción en la introducción a este volumen). Se tomaron 33 muestras de hojarasca de 0.25 m² cada una (10 en la zona de alta mortalidad, dentro de la franja y 8 en el borde del

canal. Las muestras se secaron durante tres días a 70°C, se separaron en hojas, plántulas y misceláneas y luego se pesaron.

Para los análisis de N, P, y K se seleccionaron nueve muestras al azar en cada tejido. Estas muestras se molieron y se incineraron a 450°C por cuatro horas para obtener el peso de cenizas. Las cenizas se disolvieron en HCl 1N. El P se determinó colorimétricamente con el método de ácido ascórbico (American Health Association et al. 1976). El N fue medido con el método Kjeldhal (Black 1965) y el K fue determinado con un fotómetro de flama (Page et al. 1982).

RESULTADOS Y DISCUSION

La masa promedio de toda la hojarasca del manglar fue de 440 g/m² y no se encontraron diferencias significativas entre las tres áreas de muestreo (Fig. 1), a pesar de que el centro de la franja tenía mayor cantidad de hojarasca acumulada. Se puede inferir que las inundaciones por las mareas mantienen una distribución homogénea en la hojarasca de este manglar de franja. La tendencia a la acumulación en el centro de la franja se puede deber a una mayor producción de hojarasca o a su entrapamiento en las raíces del manglar.

Hojas

La cantidad de hojas en la hojarasca de la zona de alta mortalidad (A), franja del manglar (B) y borde del canal (C) respectivamente fue 38.4, 51.2 y 75.6 g/m² respectivamente (Fig. 2). Se encontraron diferencias significativas entre la acumulación de las hojas en el borde del canal y de la zona de mortalidad.

Plántulas

La masa en plántulas caídas aumentó de la parte de afuera del manglar de franja hacia el canal. Hubo un aumento de 77.6 g/m² entre la zona A y la zona C (Fig. 2).

Madera

La masa de madera caída en las zona A, B y C fue de 247, 321 y 180 g/m² respectivamente (Fig. 2). Se puede inferir que la mayor acumulación de madera caída en el centro del manglar se debe a que esta parte esta menos expuesta a las corrientes de agua.

Misceláneas

La masa total de miscelánea caída que se encontró en las zonas A, B y C fue de 44, 52 y 28 g/m². La mayor parte de las misceláneas estaba compuesta de fragmentos de hojas. Los totales de misceláneas fueron similares a los de las hojas, aunque el patrón de distribución fue diferente. El borde del canal tenía menos miscelánea que las otras dos zona. Cintrón y Schaeffer-Novelli (1983) dice que la escorrentía o inundación es un factor importante que contribuye a la exportación de materia orgánica particulada en el manglar.

TABLA I. CONCENTRACION DE NUTRIENTES, CARBONO Y CENIZAS EN LA HOJARASCA DE UN MANGLAR DE BORDE. EL ERROR "STANDARD" ESTA EN PARENTESIS (n = 3).

Compartimientos	N	K	C (%)	P	Cenizas
Hojas	1.17 (0.11)	0.29 (0.02)	38.2 (0.5)	0.04 (0.003)	17.2 (0.8)
Plántulas	0.86 (0.07)	0.26 (0.03)	42.6 (0.8)	0.05 (0.004)	9.3 (0.7)
Madera	0.83 (0.08)	0.14 (0.01)	40.0 (0.5)	0.02 (0.004)	12.3 (0.05)
Misceláneas	1.27 (0.09)	0.24 (0.01)	37.8 (0.4)	0.04 (0.003)	16.5 (1.1)

TABLA II. ALMACENAJE DE MASA, NUTRIENTES Y CENIZAS EN LA HOJARASCA DE UN MANGLAR DE FRANJA. EL ERROR "STANDARD" ESTA EN PARENTESIS (n = 33)

Compartimientos	Masa	N	P (kg/ha)	K	Cenizas
Hojas	534 (7)	6.2	0.21	1.6	92
Plántulas	779 (14)	6.7	0.39	2.0	72
Madera	2651 (31)	22.0	0.53	3.7	326
Misceláneas	433 (6)	5.5	0.17	1.0	72
Total	4397	40.4	1.30	8.3	562

NUTRIENTES

Nitrógeno

La concentración mayor de N se encontró en las hojas y misceláneas (Tabla 1). En las plántulas y madera se encontró una concentración menor a las hojas pero similar entre si. Inferimos que la concentración mayor de N en las hojas y misceláneas se debe a su composición. La madera es mayormente celulosa y lignina mientras que las hojas y misceláneas contienen proteínas y carbohidratos. El almacenaje de N fue mayor en la madera y menor en misceláneas (Tabla 2). La madera almacenaba la mitad de N en la hojarasca.

Potasio

La madera tenía la menor concentración de K. En las hojas, plántulas y misceláneas se encontró un porcentaje similar que fluctuaba entre 0.24% a 0.29% (Tabla 1). El K es un nutriente muy móvil el cual se lava fácilmente, sin embargo, la madera tiene una concentración baja debido a su alto contenido de celulosa. El almacenaje de K en la madera fue el más alto en la hojarasca seguido por las plántulas (Tabla 2).

TABLA III. COMPARACION DE NUTRIENTES PRESENTES EN LAS HOJAS VIVAS Y MUERTAS DE UN MANGLAR DE BORDE

Nutrientes	Vivas* (%)	Muertas (%)
Nitrógeno	1.35	1.17
Potasio	0.58	0.29
Fósforo	0.08	0.04
Carbono	37.89	38.23
N/P	16	29
C/N	28	33

* corresponden a *Rhizophora mangle* (Serrano y Monefeldt, este volumen)

TABLA IV. ALMACENAJE DE NUTRIENTES EN LA HOJARASCA DE ECOSISTEMAS DE MANGLARES

Ecosistema de manglar y localización	Caída de hojas (t/ha. año)	Recambio anual (año ⁻¹)	Biomasa (kg/ha)	Fuente
Florida				
Zonación monoespecífica	3.15	3.6	875	Twilley 1982
<i>Avicennia germinans</i>	2.82		783	Twilley 1982
<i>Rhizophora mangle</i>	0.33		91	Twilley 1982
Area monoespecífica	3.95	6.3	627	Twilley 1982
<i>Avicennia germinans</i>	3.34		530	Twilley 1982
<i>Rhizophora mangle</i>	0.61		97	Twilley 1982
Area mixta	5.75	1.9	3026	Twilley 1982
<i>Avicennia germinans</i>	2.60		1368	Twilley 1982
<i>Rhizophora mangle</i>	3.15		1657	Twilley 1982
Puerto Rico				
Laguna Joyuda	9.45	1.9	4973	Levine 1981
Bahía de Jobos			534	Este estudio 1984
Malasia				
<i>Rhizophora apiculata</i>				
5 años	6.18	5	1236	Ong. et al. 1980
10 años	8.09	9	8988	Ong. et al. 1980
15 años	8.02	4	2005	Ong et al. 1980
20 años	8.08	5	1616	Ong et al. 1980
30 años	8.44	5	1688	Ong et al. 1980
Virgen	5.76	4	144	Ong et al. 1980
<i>Rhizophora - bruguiera</i>	8.00	24	3333	Ong et al. 1980

Fósforo

La concentración de P fue mínima en todos los compartimientos. De estas, el de las plántulas tenía la concentración mayor (0.05%). El P es uno de los nutrientes más limitantes al funcionamiento de los ecosistemas y por eso su concentración en tejidos es generalmente baja. La madera y las plántulas almacenaban casi todo el P en la hojarasca.

Cenizas

Las plántulas tenían la menor concentración de cenizas y las hojas la mayor (Tabla 2). El mayor almacenaje estaba en

la madera (326 kg/ha), seguido por las hojas, plántulas y por último, las misceláneas (72 kg/ha, Tabla 2).

La concentración de P y K se redujeron en un 50% al comparar las hojas de *Rhizophora mangle* vivas con las muertas (Tabla 3). Es posible que esto se deba a la retranslocación del P y la fácil lixiviación o lavado del K ante la caída y la pérdida de nutrientes después de la caída de la hojarasca. El N no disminuyó tanto en la hojarasca. Sin embargo, las razones C/N y N/P aumentaron reflejando reducciones en la calidad de las hojas al morir.

Figura 1. Almacenaje de hojarasca en tres zonas del manglar de Jobos. La altura de la barra es el promedio y las líneas verticales son el error estándar de la muestra.

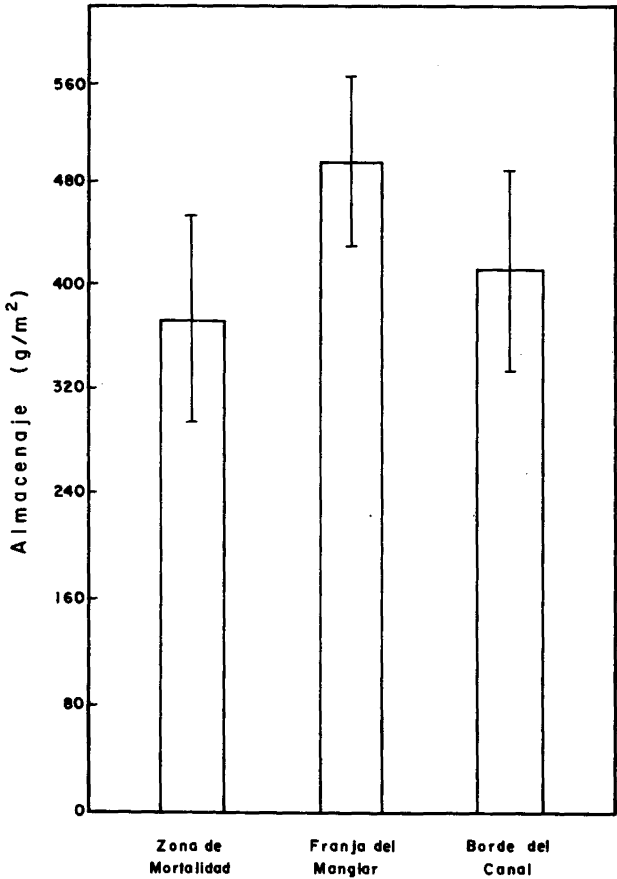
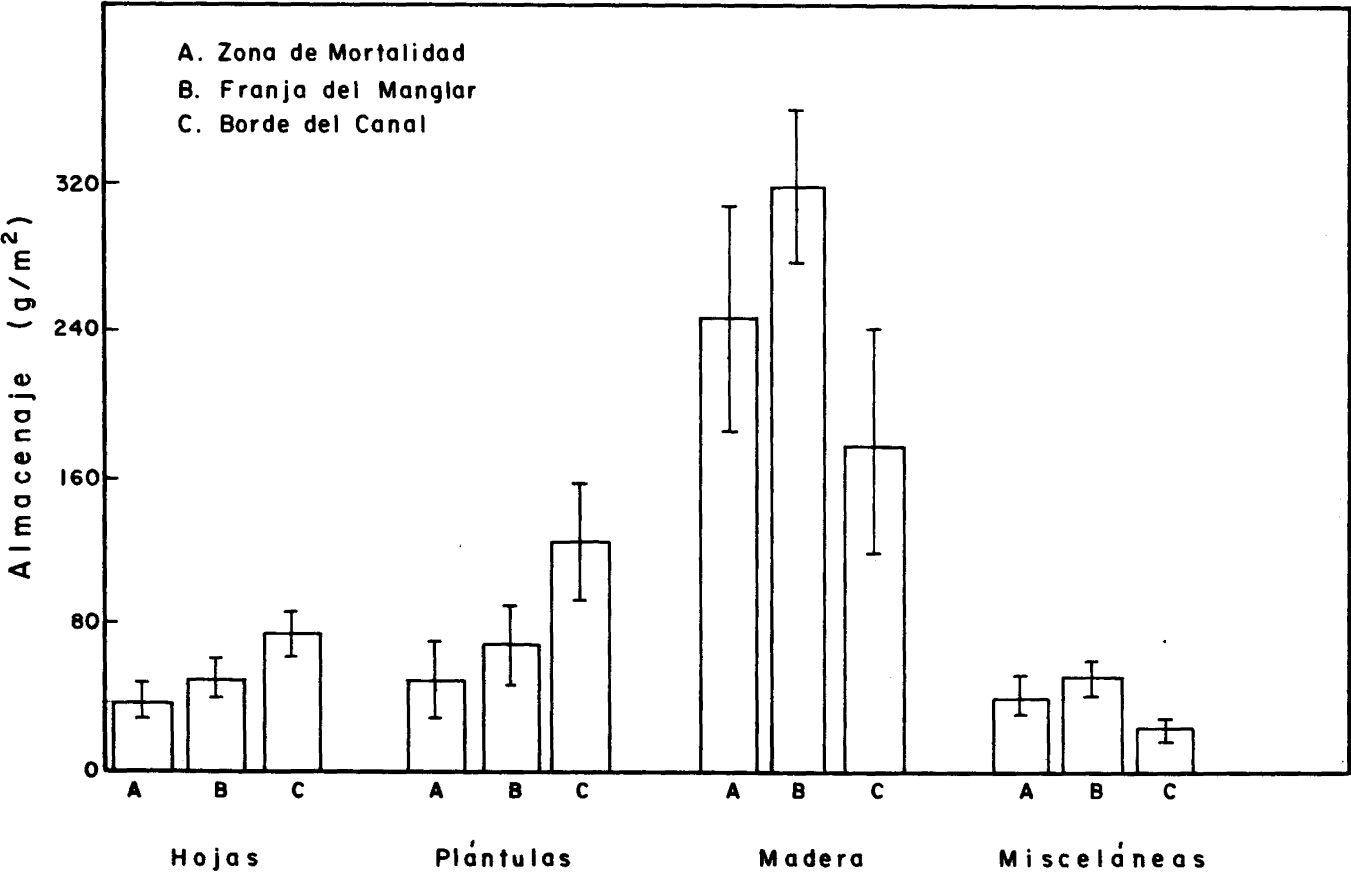


Figura 2. Distribución de hojarasca de acuerdo a su procedencia (hojas, plántulas, madera o miscelánea) en tres zonas del manglar de Jobos (A = zona de alta mortalidad, B = dentro de la franja y C = borde del canal). La altura de la barra es el promedio y las líneas verticales son el error estándar.



Al comparar los resultados de la acumulación de hojas en la hojarasca en el manglar de Jobos con la de otros países como la Florida y Malasia, observamos que los datos encontrados en este manglar de franja son más parecidos a los encontrados por Twilley (1982) en la Florida, (Tabla 4). Es posible que la tasa de recambio anual de hojarasca en Jobos sea igualmente alta a las medidas en Florida y Malasia y más alta que en Joyuda, donde se observaron acumulaciones altas de hojas (Levine 1981).

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a las siguientes personas su ayuda en las distintas etapas de este trabajo: Mary J. Sánchez, Sanya Reyes y Edwin López del Laboratorio del Instituto de Dasonomía Tropical, a la Profesora Lucy Gaspar de la Escuela de la Universidad de Puerto Rico y por último al Dr. Ariel E. Lugo, profesor del Curso Seminario Sobre Manglares, por su paciencia con nosotros que tenemos genuino interés en superarnos. Profesores como el son los que honran la educación puertorriqueña.

LITERATURA CITADA

American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. 1976. Standard methods for the examination of water and waste water. 14th edition. Washington, D.C.

Black, C.A. (editor). 1965. Methods of soil analysis. Agronomy A, Part 2. American Society of Agronomy V Inc. and American Madison, Wisconsin.

Cintrón, G y Y. Shaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO, Montevideo, Uruguay.

Levine, E.A. 1981. Nitrogen cycling by the red mangrove *Rhizophora mangle* L. in Joyuda on the west coast of Puerto Rico.

Ong, J.E., W.K. Gong y C.H. Wong. 1980. Studies on organic productivity and mineral cycling in a mangrove forest. School of Biological Sciences, University Sains Malaysia, Penang, Malaysia. 48 p.

Page, A.L., R.H. Miller y D.R. Keeney (editores). 1982. Methods of soil analysis. Agronomy No. 9 part 2, 2da edition. American Society of Agronomy Inc. and Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.

Twilley, R.R. 1982. Litter dynamics and organic carbon exchange in black mangrove (*Avicennia germinans*) basin forest in a southwest Florida estuary. Dissertation. University of Florida, Gainesville, Florida.

RELACION ENTRE LA ALTURA Y DENSIDAD DE LENTICELAS Y PNEUMATÓFOROS Y EL NIVEL DE AGUA EN UNA FRANJA DE MANGLE ROJO.

Casilda Otero Barbosa

EXTRACTO

La altura y densidad de lenticelas y pneumatóforos aparenta responder a los niveles de agua en el manglar. Los pneumatóforos están claramente zonificados de acuerdo a la especie. Las lenticelas tienen una amplitud más extensa en su distribución vertical.

INTRODUCCION

El propósito de esta investigación fue determinar si existe relación entre el nivel del agua y el tamaño de los pneumatóforos y la posición y densidad de lenticelas. La hipótesis fue: los pneumatóforos y lenticelas están sobre el nivel del agua debido a su función en el intercambio gaseoso.

METODOLOGIA

Realicé las mediciones de pneumatóforos en cuatro transectos, desde la laguna hipersalina hasta el canal. El área está descrita en la introducción de este volumen. Ubique los transectos a 30, 70, 90, y 110 m. Escogí áreas que no habían sido pisadas donde los pneumatóforos estaban en buenas condiciones. Medí los pneumatóforos de *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco).

Para el estudio de las lenticelas de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), utilicé cuatro transectos a 40, 60, 90 y 110 m y en cada raíz elegí tres regiones de 10 cm de ancho para el conteo de lenticelas. Medí además la circunferencia de la raíz y los niveles de agua. En los casos en que la raíz se hallaba en una zona seca, la primera medida se hizo desde el piso del bosque hasta 10 cm de altura. Las próximas mediciones las hice desde los 25 cm a 35 cm y desde los 50 a 60 cm. Cuando las raíces estaban sumergidas, la primera medida comenzaba en el lugar más bajo donde se podían ver las lenticelas. En cada sector de la raíz calculé el área y determiné el número de lenticelas por unidad de área.

TABLA I. DISTRIBUCION DE LAS LENTICELAS EN LA RAIZ DE *RHIZOPHORA MANGLE*. LOS TRANSECTOS FUERON UBICADOS DE ACUERDO A LA FIGURA 1 EN LA INTRODUCCION A ESTE VOLUMEN. EL NIVEL DE AGUA SE MIDIO EL 12 DE NOVIEMBRE DE 1984

Transecto	Nivel de agua (cm)	Altura de lenticelas (cm)	
		máxima	mínima
40	Seco	70	1
	2.5	15	3
	3.0	30	3
	Seco	100	4
	3.5	50	8
	60	3.0	27
	8.0	58	4
	100.0*	140	92
	35.0*	115	27
	83.0*	163	75
90	10.0	30	5
	3.0	27	0
	Seco	90	0
	Seco	91	0
	2.5	200	0
	1.0	30	0
	4.0	40	0
	2.5	30	10
	4.0	62	4
	3.8	150	0
100	25.0*	105	21
	Seco	19	2
	Seco	30	0
	Seco	25	0
	Seco	27	1
	Seco	30	0
	Seco	30	0
	Seco	56	0
	Seco	86	0
	23.0*	27	5

* raíces sumergidas.

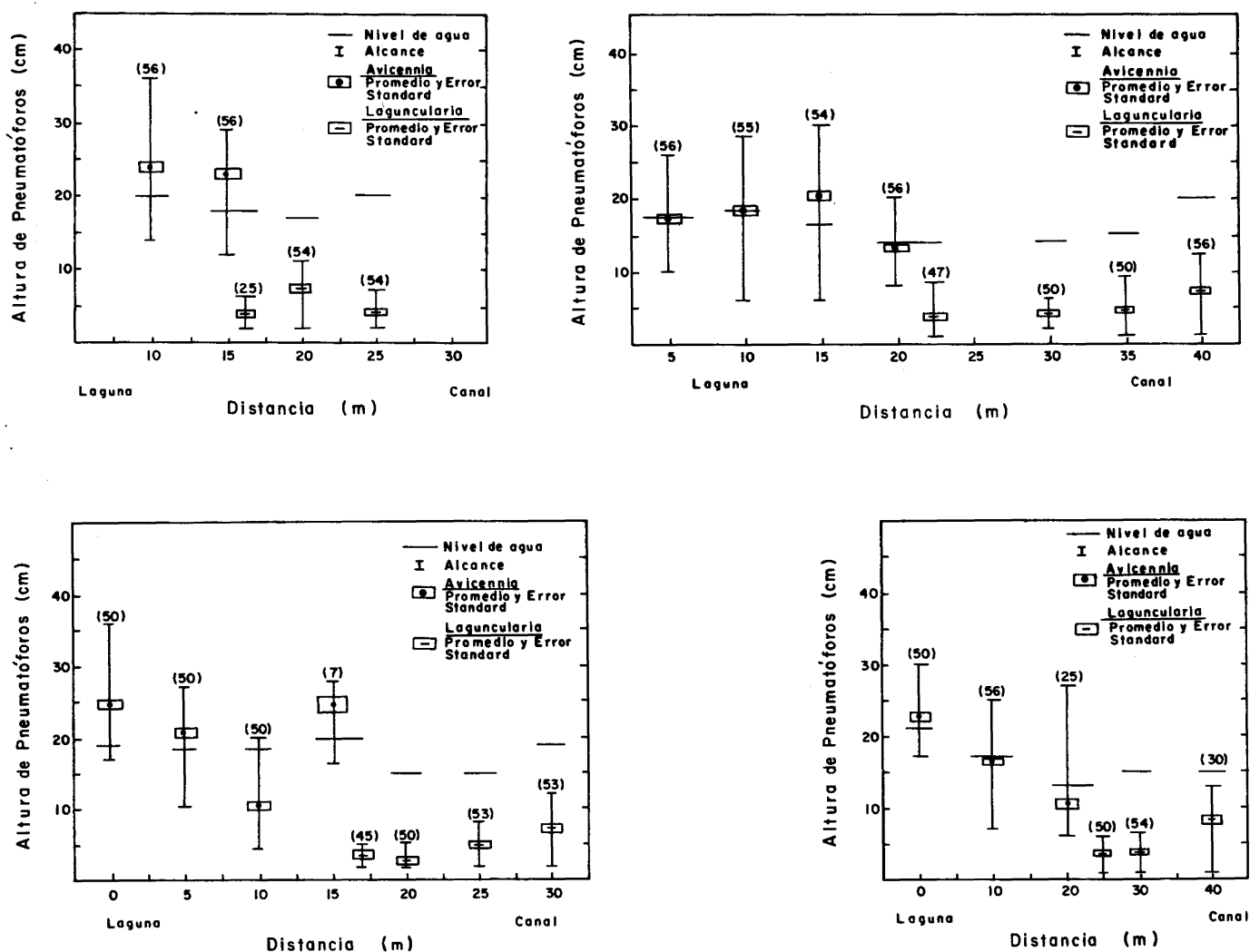


Figura 1. Altura de pneumatóforos de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* a lo largo de cuatro transectos en el manglar de Jobos.

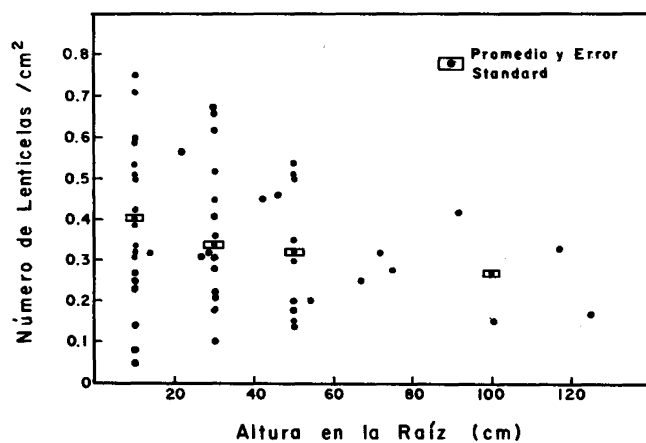


Figura 2. Relación entre la densidad de lenticelas y su posición en la raíz de *Rhizophora mangle* en el manglar de Jobos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el estudio de los pneumatóforos encontré que hay dos zonas claramente establecidas de estos. Una zona, la más cercana a la laguna hipersalina, es dominada por el mangle negro y la segunda más cercana al canal, dominada por el mangle blanco (Fig. 1). La altura promedio de los pneumatóforos aumenta hacia el canal. Este patrón se repite con ambas especies.

Las medidas de pneumatóforos se hicieron el 27 de octubre de 1984 y los niveles de agua en todo el manglar estaban un tanto altos en comparación con el día en que realizó el estudio de las lenticelas (12 de noviembre de 1984). El nivel de agua disminuyó de la laguna hacia el centro del bosque, luego aumentó hacia el canal (Fig.1).

Este es un patrón similar al observado en la altura promedio de los pneumatóforos de ambas especies. Por esta razón se puede deducir que el nivel de agua influye al tamaño promedio de los pneumatóforos. Como estas son estructuras para capacitación de oxígeno aparentemente crecen en la posición y a la altura que le favorece a su función particular.

En el estudio de las lenticelas del mangle rojo, observé que hay lenticelas bajo el nivel de la marea alta. En las raíces que permanecen sumergidas, pude contar lenticelas hasta unos 8 cm bajo el nivel del agua. En las raíces muestreadas de la zona seca, las lenticelas tienen un alcance de 0 a 200 cm,

mientras que en las sumergidas el alcance es desde - 8 cm a 163 cm (Tabla 1).

El alcance de las lenticelas es bastante amplio. Comparando las lenticelas con la altura de los pneumatóforos, éstas tienen una posición más ventajosa para el intercambio de gases, ya que en lugares profundos se encuentran a mayor altura.

En el análisis de la distribución de las lenticelas a lo largo de la raíz del mangle rojo observé que hay mayor concentración en las regiones más bajas en comparación con las más altas. La densidad de lenticelas (Fig. 2), disminuye con la altura. El promedio de lenticelas a las alturas de 10, 25 y 50 cm (Fig. 2) disminuye con la altura.

CONCLUSIONES

Los estudios de los pneumatóforos demostraron que existe una zonificación claramente definida, en la cual el mangle negro se encuentra más cercana a la laguna hipersalina y el mangle blanco se encuentra del centro del bosque hacia el canal. Existe un gradiente en el tamaño de los pneumatóforos de ambas especies, el tamaño de estos aumenta de la laguna hacia el canal. Estas alturas están relacionadas con los niveles de agua del manglar.

Los lenticelas del mangle rojo están ampliamente distribuidas a lo largo de la raíz, pero la concentración mayor de lenticelas se halla en las partes más bajas de la raíz.

DENSIDAD Y TAMAÑO DE PLANTULAS Y PNEUMATÓFOROS EN UNA FRANJA DE MANGLE ROJO

Ana Delia Otero y Mildred Raíces

EXTRACTO

La densidad y altura de pneumatóforos en el manglar de Jobos responde a factores hidrológicos, en particular el nivel del agua y el hidroperiodo. La distribución y altura de plántulas responde a la distribución de árboles adultos y efectos de la marea.

INTRODUCCION

El propósito de esta investigación es describir la distribución y altura de plántulas y pneumatóforos en una franja de mangle rojo de la Bahía Jobos en Salinas, Puerto Rico.

METODOS

El área de estudio está descrita en la introducción de este volumen. Se seleccionaron 27 estaciones en el área de estudio, con separación de 20 m entre los transectos de norte a sur y 10 m entre las estaciones ubicadas de oeste excepto la estación 40-35 que sólo tenía 5 m de separación de la estación anterior en el mismo transecto 40. En cada estación de 0.75 m² se contaron pneumatóforos por especie. Luego se midió la altura de los pneumatóforos por especie para determinar su altura promedio. Las plántulas se contaron por especie en áreas de 1 m². Se midió la altura de las plántulas para determinar su altura promedio por especie en cada estación.

RESULTADOS

La densidad de pneumatóforos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) era mayor al este del área de estudio (163 pneumatóforos/m²) en la estación 40-30 (Fig. 1). Los pneumatóforos de mangle rojo (*Avicennia germinans*) se encontraban en mayor densidad (363 pneumatóforos/m²) en la estación 80-10. No se encontraron pneumatóforos de mangle negro en las estaciones de la franja 30 y 40 (norte y sur) pero sí en la franja 10 y 20. Los pneumatóforos de mangle blanco encontrados en las franjas 10 y 20 sólo se ubican en los extremos de las mismas y no en el centro. La densidad menor de pneumatóforos tanto de mangle blanco (6.7 pneumatóforos/m²) como de mangle negro (1.3 pneumatóforos/m²) se encontró en la estación 180-10.

La altura promedio mayor de pneumatóforos de mangle blanco se obtuvo en la estación 80-10 (10.3 cm; Fig. 2). La altura promedio mayor de pneumatóforos de mangle negro se obtuvo en la estación 80-40 (20.6 cm). Las alturas promedio menores de pneumatóforos de mangle blanco (2.6 cm) y de mangle negro (3.0 cm) se encontraron en la misma estación (180-10).

La mayoría de las plántulas encontradas pertenecían a la especie *Rhizophora mangle* (mangle rojo). Se encontró una escasa cantidad de plántulas de mangle negro y muy pocas de mangle blanco.

En la franja 10 de norte a sur (Fig. 3) se encontró que la densidad de plántulas era alta en el extremo sur de la misma y baja en el resto de la franja. La densidad mayor en esta franja se encontró en la estación 160-10 (66 plántulas/m²). En la franja 20 de la densidad de las plántulas aumenta aunque demasiado, siempre con mayor abundancia desde los 120 m hasta los 180 m.

En la franja 30 se observó un aumento grande en la densidad de plántulas de mangle rojo, aumentando a partir de los 180 hasta los 140 m y alcanzado su densidad máxima en la estación 140-130 (85 plántulas/m²). En la última franja se obtuvieron densidades de 54, 34 y 38 plántulas /m² de mangle rojo indicando un aumento de éstas en la parte norte de la franja.

La altura promedio de plántulas de mangle rojo en la franja 10 fue de 42.8 cm en la estación 0-10 al norte (Fig. 4). En el resto de la franja la altura fue de alrededor de 27.9 cm. En la franja 20 el patrón es parecido, alta en los extremos y más bajas en el centro, alcanzando en la estación 140-20 una altura promedio de 43.2 cm. En la franja 30 la altura promedio de plántulas de mangle aumentó considerablemente en comparación con la franja 20, encontrándose en la estación 140-230 la altura promedio más alta del estudio (59 cm.) En la franja 40 sólo se observaron tres estaciones obteniéndose unas alturas promedios alrededor de 44.6 cm para plántulas de mangle rojo. Sólo se encontraron plántulas de mangle negro en las estaciones 100-10 y 100-20 con alturas de 7.5 y 8 cm respectivamente. Se encontraron muy pocas plántulas del mangle blanco en las estaciones 160-10 y 120-20. Sus alturas fueron de 8 y 10.3 cm respectivamente.

DISCUSION

En la zona salina al oeste del plano entre los transectos 40 y 120 (Fig. 1) las densidades de pneumatóforos de mangle negro son más altas que las de mangle blanco. Sin embargo, al este ocurre lo inverso. Esto puede deberse a la salinidad. Montero y Soler (este volumen) encontraron que la salinidad en esta zona inundada del oeste es de 80‰/00 mientras que la salinidad al este es de 40‰/00. Cintrón y Schaeffer Novelli (1983) señalaron que el mangle negro es una especie más tolerante a altas salinidades que el mangle blanco. Podemos asumir que los pneumatóforos aumentan con la densidad de árboles de la especie.

El hecho de que tanto los pneumatóforos de mangle blanco y negro tengan su mayor altura en el transecto 80

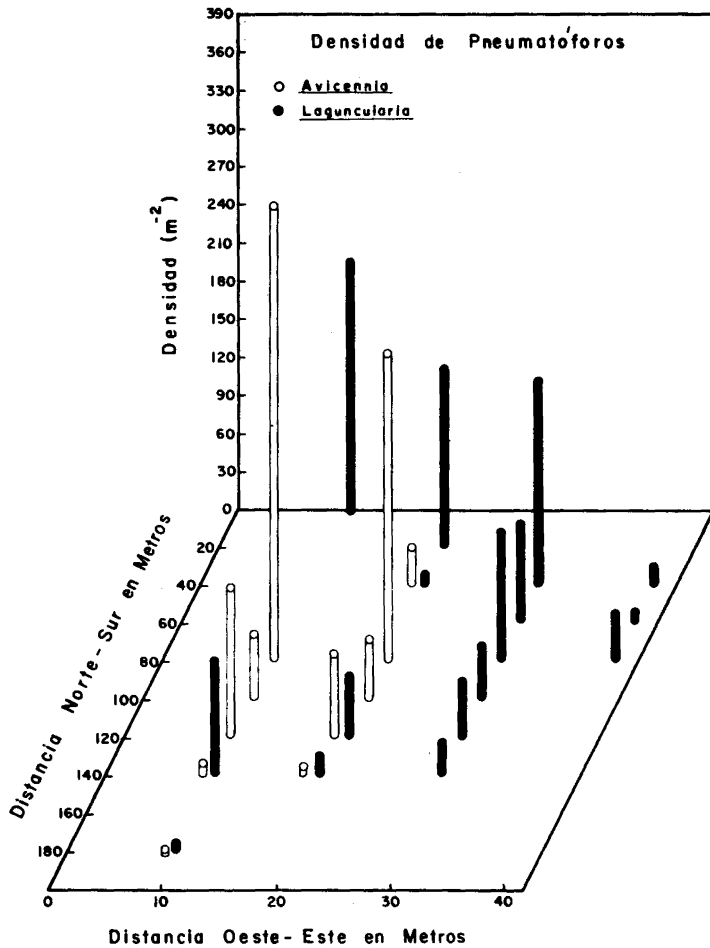


Figura 1. Distribución y densidad de pneumatóforos en el manglar de Jobos.

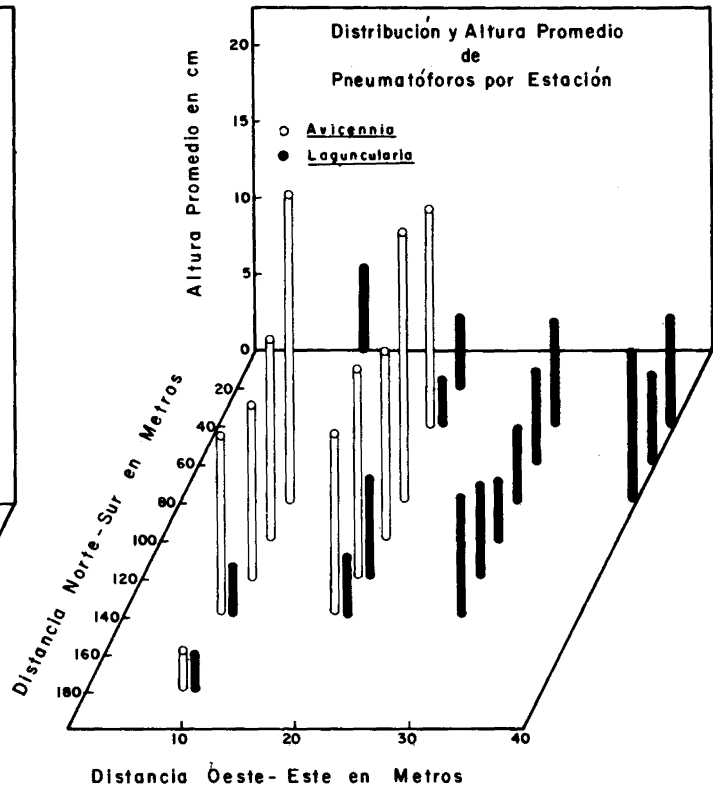


Figura 2. Distribución y altura promedio de pneumatóforos en el manglar de Jobos.

(Fig. 2) puede ser indicativo de que ese transecto este expuesto a variaciones altas del nivel del agua.

Se observó un aumento en la densidad de las plántulas de mangle rojo en el extremo sur de la franja y hacia el este dejando la parte salina acercándose al canal (Fig. 3). Esto coincide con la dominancia del mangle rojo en zonas cerca del canal y de salinidad más baja (Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983). Por lo contrario, en la zona que esta permanentemente inundada y con alta salinidad (estación 100-20), las plántulas de mangle rojo tienen menor densidad y "coexisten" con mangle negro en estas estaciones.

La altura promedio de las plántulas (Fig. 4) es mayor cerca del canal. En esta área se observaron árboles de mangle negro viejos. Esto puede deberse a que estas plántulas llegan a esta área ya crecidas y se establecen sin dificultad. En el área hacia el este la altura promedio de plántulas de mangle negro disminuye y son pequeñas comparadas con la altura promedio de las plántulas cerca del canal. Esto puede

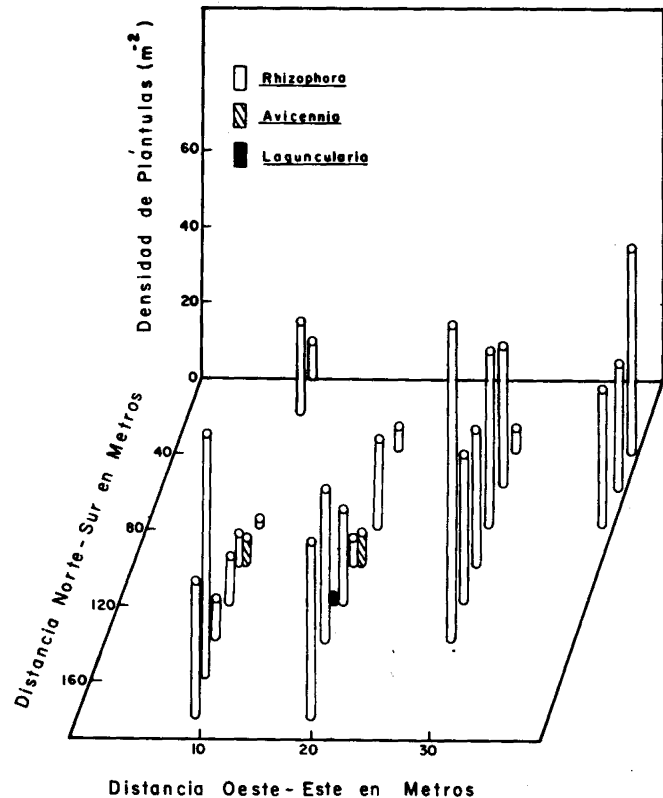


Figura 3. Distribución y densidad de plántulas en el manglar de Jobos.

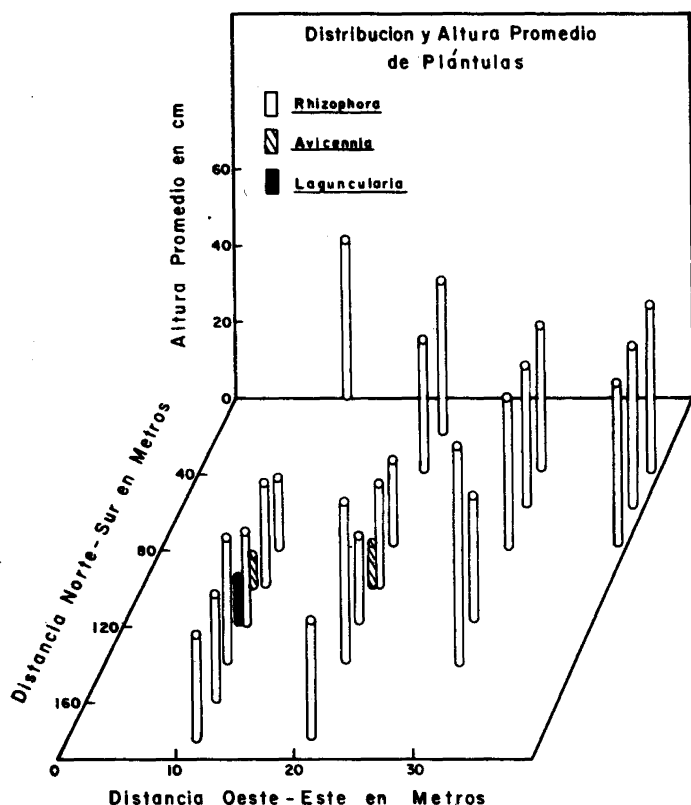


Figura 4. Distribución y altura promedio de plántulas en el manglar de Jobos.

deberse a que hayan dos generaciones de plántulas. Por otro lado al estar las más pequeñas en el área salina y las más alta cerca del canal puede que hayan otros factores en el área que influyan desfavorablemente a su desarrollo. En el área donde las plántulas de mangle rojo son más pequeñas, los arbustos de estos son más pequeños y están creciendo bajo el dosel del mangle negro y blanco. En toda la zona de estudio la escasez de plántulas de mangle negro y blanco es notable.

REFERENCIAS

Cintrón y Shaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe-ROSTLAC. Montevideo, Uruguay.

EDAD DE LOS ARBOLES Y BOSQUES DE PUERTO RICO

Ariel E. Lugo

Instituto de Dasonomía Tropical
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
Estación Experimental del Sur,
Río Piedras, P.R.

Puerto Rico es una isla boscosa. Al ser descubierta por los europeos, los bosques cubrían casi la totalidad de su área. Frecuentemente nos preguntamos ¿cuál es y que edad tiene el árbol más viejo en la isla? ¿Qué edad tienen sus bosques? Contestar estas preguntas no es fácil pues hay factores que complican el proceso necesario para obtener la contestación. Por ejemplo, Puerto Rico es una isla que recibe los embates periódicos de huracanes los cuales tumban los bosques y oscurecen su edad. Además, los árboles tropicales no forman anillos de crecimiento y por lo tanto, no se puede establecer su edad con la facilidad con que se hace en las zonas templadas.

Sin embargo, tenemos a nuestra disposición técnicas de investigación para por lo menos establecer en términos generales respuestas a las preguntas formadas anteriormente. En este artículo me propongo resumir algunas de las técnicas con las cuales contamos para establecer la edad de los árboles y los bosques de Puerto Rico y presentar ejemplos donde estas técnicas han sido utilizadas. Las técnicas se ilustran con datos tomados de un libro en inglés. La bibliografía anotada presenta las fuentes de información.

EL EFECTO DE LOS HURACANES

Los huracanes hacen que la sucesión vegetal retroceda. Cada vez que un huracán pasa por la isla, destruye millares de árboles y el bosque se regenera por medio de la sucesión. Durante el pasaje del huracán David, por ejemplo murieron 5 millones de árboles en la isla de Dominica. En Puerto Rico, hace tiempo, que no pasa un huracán de esa magnitud pero lo han hecho en el pasado y lo harán en el futuro. Debido al impacto de huracanes sobre los bosques de Puerto Rico, los bosques más complejos de la isla, eg. los del Yunque, aún demuestran los efectos. Esto incluyen: abundancia de bejucos, composición mixta de especies incluyendo especies típicas de sucesión y del bosque climax, densidades altas de tallos, y crecimiento vigoroso.

Por lo tanto, es difícil concluir que los bosques nativos son viejos. Por el contrario, la mayoría de nuestros bosques

son jóvenes y vigorosos en su crecimiento. Tenemos inmediatamente que distinguir entre los bosques climax y los secundarios. Los secundarios son bosques que surgen con el abandono de la agricultura. Como la mayor parte de los bosques de Puerto Rico son secundarios, y como éstos surgieron con el abandono de las tierras agrícolas durante las décadas del 50 al presente, se puede decir que la mayor parte de nuestros bosques surgieron hace unos 40 ó 50 años a lo máximo.

Sólo tenemos alrededor de 15,000 cuerdas de bosques vírgenes o bosques climax. Estos son bosques que no han sido afectados por la actividad humana. Es a estos terrenos forestales a los cuales se aplica el análisis sobre el efecto de los huracanes. Los huracanes pasan sobre la isla de Puerto Rico más o menos cada 20-60 años. Esto es un promedio estadístico y no asegura que el pasaje de los huracanes siga un horario preciso. El efecto del huracán es proporcional a la intensidad de sus vientos y el tiempo que le toma pasar sobre la isla. Por eso es casi imposible establecer la edad de un bosque en base al tiempo transcurrido desde que pasó el último huracán. Un huracán puede o no destruir el bosque.

La única forma que tenemos para establecer la edad de un bosque tropical es estudiando en detalle a través de periodos de tiempo considerables. Sólo el Instituto de Dasonomía Tropical tiene estudios a largo plazo donde se han marcado todos los árboles y se ha estudiado su crecimiento e historial de sobrevivencia. El Dr. Peter Weaver, investigador del Instituto, ha analizado datos del bosque colorado en el Yunque y encontró que los árboles más grande sobrevivieron huracanes que pasaron sobre el bosque en los años 1867, 1772, 1776, y 1932. De hecho, Weaver (1986) relacionó la presencia de distintos grupos de árboles (en base a tamaño) con huracanes específicos y demostró que el palo colorado (*Cyrilla racemiflora*) se reproduce y crece rápidamente cada vez que un huracán perturba el bosque. Resultados de estudios de esa naturaleza nos ayudaran eventualmente a establecer la dinámica del bosque y conociendo esa dinámica podremos inferir su edad probable.

ESTUDIO DE ARBOLES INDIVIDUALES

Técnicas

Como la mayoría de los árboles tropicales no forman anillos de crecimiento (ya que crecen constantemente), se han desarrollado una serie de técnicas para estimar sus edades. El enfoque fundamental de las técnicas es de establecer el patrón de crecimiento del árbol de suerte que el ritmo de crecimiento al dividirse por el crecimiento total produce la edad. Por ejemplo, un árbol de 100 cm de diámetro que crezca a una velocidad constante de 1 cm/año, tendría 100 años de edad. Sin embargo, como el crecimiento de los árboles usualmente no es constante, estas técnicas tratan de elucidar los patrones de crecimiento.

Las listas de técnicas incluyen las siguientes:

Anatómicas. Se estudian los detalles de los tejidos vegetales en busca de crecimientos periódicos que se puedan utilizar

para estimar tasas de crecimiento. Con las tasas de crecimiento se puede entonces determinar la edad.

Química de la madera. Se trata de establecer la producción periódica de sustancias químicas en tejidos o los cambios químicos periódicos que ocurren a medida que los tejidos envejecen. Una vez éstos cambios periódicos se identifican y se relacionan a la velocidad de crecimiento del árbol, se puede estimar la edad por medio del análisis de secciones transversales del tallo.

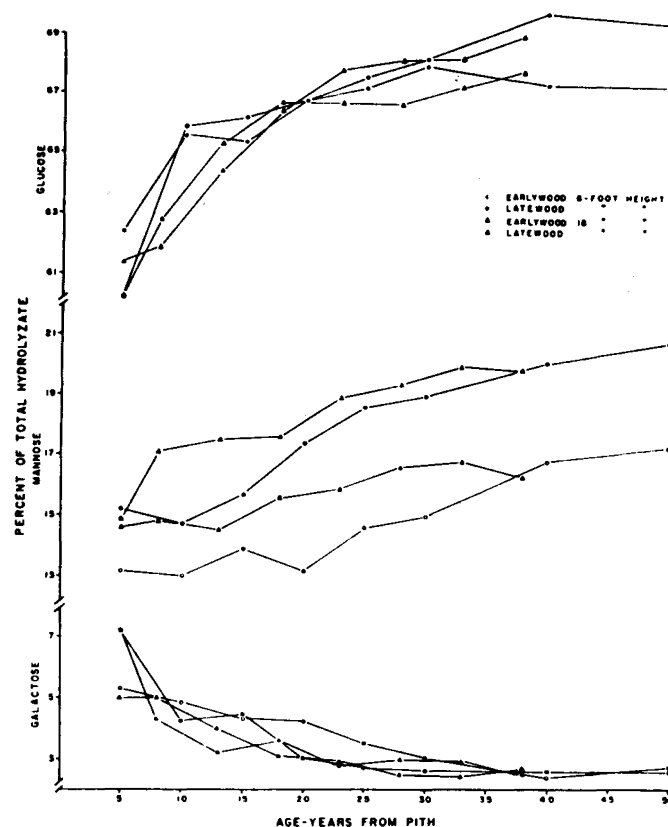
Isótopos. Se utiliza como índice de crecimiento la incorporación de isótopos radioactivos en tejidos vegetales. Estos isótopos se incorporan en proporciones ya establecidas y si se conoce la cantidad original del isótopo en el ambiente, se puede establecer el crecimiento del tejido estudiando la tasa de incorporación como índice de crecimiento. Por ejemplo, la producción de C^{14} o Cs^{137} durante las explosiones atómicas pueden usarse como valores de referencia de aquella época. Estudiando sus concentraciones en los tejidos vegetales formados desde entonces, en comparación con la cantidad en el ambiente, se puede deducir el crecimiento del tejido. Isótopos como el C^{14} también se pueden utilizar para determinar la edad directamente utilizando la desintegración de isótopo como índice de la edad. Esta técnica se basa en que las sustancias radioactivas se desintegran a velocidades conocidas. Por lo tanto, conociendo la magnitud de desintegración, se puede calcular cuanto tiempo ha pasado desde que el isótopo se incorporó en el árbol. Sin embargo, éste método sólo aplica a tejidos con edades que exceden 250 años. Otros isótopos son útiles para determinar edades representativas de distintos intervalos. La velocidad de desintegración del isótopo seleccionado para que intervalo de tiempo se puede utilizar. Los que se desintegran rápidamente, son útiles para estimar edades cortas, mientras que los se desintegran lentamente sirven para edades más largas.

Dendrocronología. Este método se basa en correlaciones entre los cambios en los tejidos vasculares como cambios en el ambiente. Requiere estudios detallados del clima y de la anatomía de los tejidos vasculares para así establecer correlaciones entre un factor y otro. Las correlaciones se utilizan para obtener tasas de crecimiento (si se conoce) para inferir como era el clima.

Estudios demográficos. Esta técnica requiere estudios de los ciclos de vida de los árboles con el propósito de establecer el tiempo que tarde la especie en pasar de una etapa de crecimiento a otra (de plántula a arbusto o a árbol adulto de distintos tamaños). Conociendo las características de los ciclos de vida, se puede establecer la edad de individuos en la varias etapas del ciclo.

Es obvio que los métodos que tenemos para establecer la edad de árboles tropicales requieren mucha investigación, no son fáciles de aplicar y son costosos. El resultado es que se conoce muy poco sobre la edad de los árboles tropicales. El problema fundamental es el establecer los ritmos de crecimiento. ¿A qué factores responden? ¿Factores internos? ¿Externos? ¿O a una combinación? Ese es el gran misterio de nuestros árboles y se necesita mucha investigación para resolverlo. En Puerto Rico se han publicado varios trabajos

que estiman la edad de árboles. Algunos de éstos se discuten a continuación.



Changes in the percentage of hexose sugars in cell wall polysaccharides of *Pinus resinosa* with age (Larson, 1966).

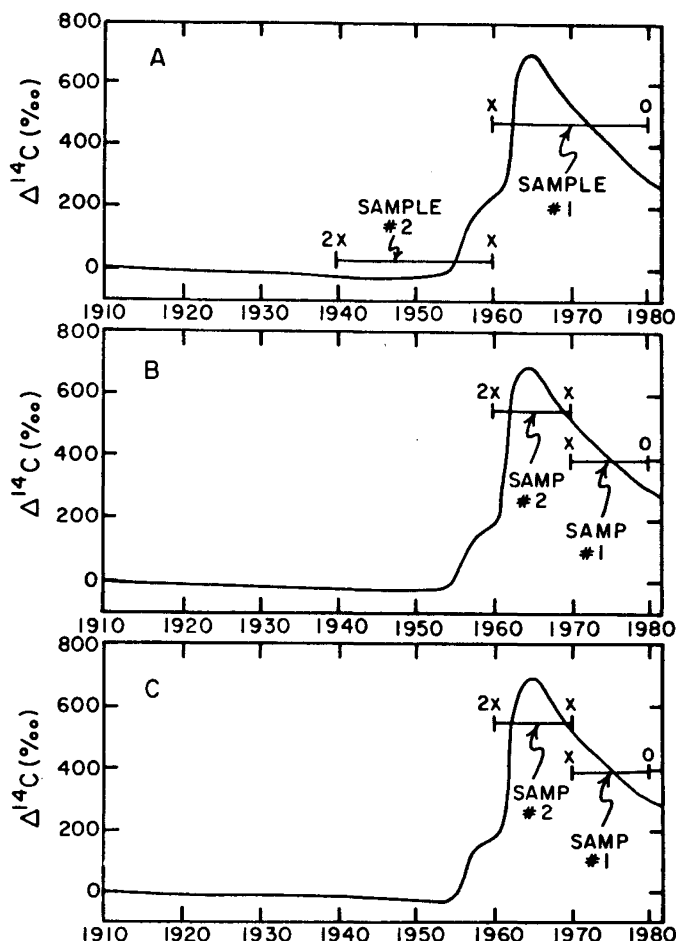
Referencia: Bormann y Berlyn, p. 71.

ARBOLES DE PUERTO RICO

La edad de árboles de tabonuco creciendo en El Verde se comparó con la de árboles de la misma especie en Dominica, una isla cercana. Los árboles de Dominica se estudiaron con C^{14} . Resultados indicaron que los árboles de Puerto Rico tenían la misma edad que los de Dominica (i.e. 370 ± 150 años).

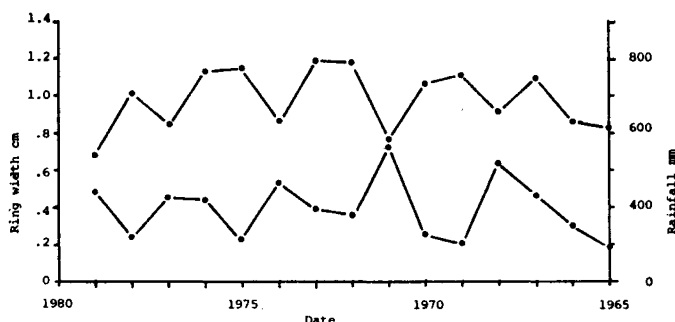
Las palmeras del Yunque, como todas las palmas, producen hojas a una velocidad constante y estas al caer dejan marcas muy prominentes en el tallo. El Dr. F.H. Wadsworth marcó palmeras hace unos 30 años para estudiar su crecimiento. Recientemente, Carmen Rivera Batlle, de la escuela superior de la Universidad, volvió a medir algunas de las palmeras que marcó el doctor Wadsworth para establecer su tasa de crecimiento y edad. Ella encontró que las palmas producían 4.2 hojas/año y que la edad variaba entre 42 y 88 años con un promedio de 56.2 años.

Susan Silander, de la Universidad del estado de Tennessee, estudió el ciclo de vida del yagrumo hembra y estableció que la especie es de las primeras en invadir tierras desforestadas.

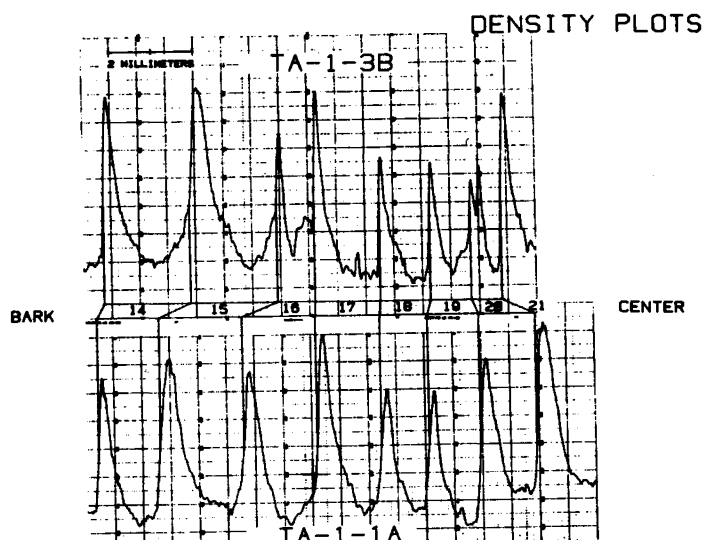


As shown in this diagram, in two depth-integrated samples analyzed for radiocarbon, as long the growth rate of the tree has been reasonably uniform from year to year over the sampling interval, the results will uniquely define the mean growth rate of the tree. If the samples are of identical width, a graphical solution to the deconvolution could be constructed so that the growth rate could be obtained from the $\Delta^{14}\text{C}$ values for the two samples. As can be seen by comparing the activities for the first sample in cases B and C, a single measurement does not provide a unique answer. The $\Delta^{14}\text{C}$ curve shown is that for the tropical atmosphere (Nydal et al., 1979).

Referencia: Bormann y Berlyn, p. 81.



Mean annual ring width along radii of maximum growth (above) of *Pisonia grandis* on Heron Island, and wet season rainfall (below), defined as the total for January, February and March in each year. Ring width chronology based on 8 trees and 14 radii to 1971, 6 trees and 10 radii to 1965.



Density plots for two specimens of *Pinus* trees from Guatemala.

Referencia: Bormman y Berlyn, p. 104.

Correlations between ring widths of *Pisonia grandis* and seasonal rainfall on Heron Island

Monthly period (inclusive)	Years of rainfall record ¹	No. of years in series	Correlation coefficient 'r'	Significance level ² 'p'
Jan. Feb. Mar.	1967-1979	13	-.6296	<.05
Aug. Sep. Oct.	1965-1979	13	+.3325	N.S.
Jan.-Dec.	1965-1979	11	+.4129	N.S.

Notes: 1. Monthly records were not available for every month in each year

2. N.S., not significant at $P < .10$.

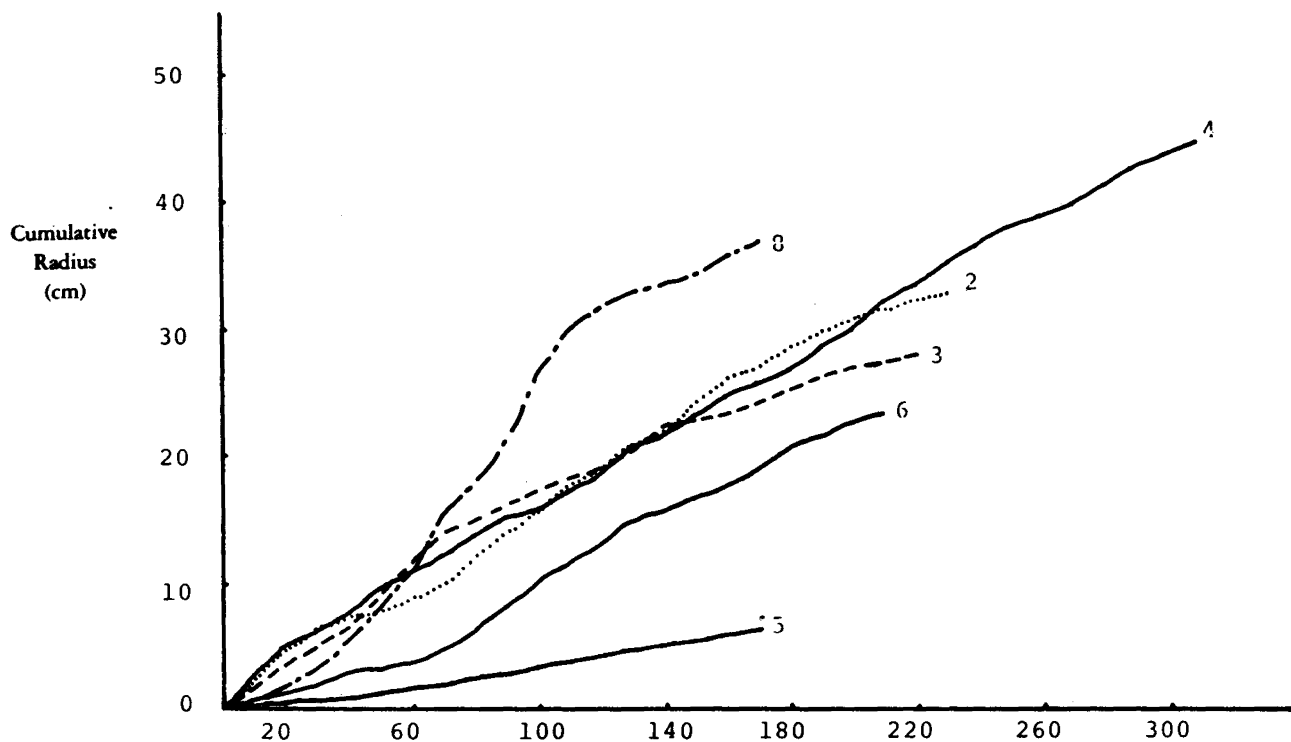
Referencia: Bormman y Berlyn, p. 106.

Comparison of Age Estimates based on Tree Ring Counts, Growth Rates, and Radiocarbon Dates (Enright, 1978a)

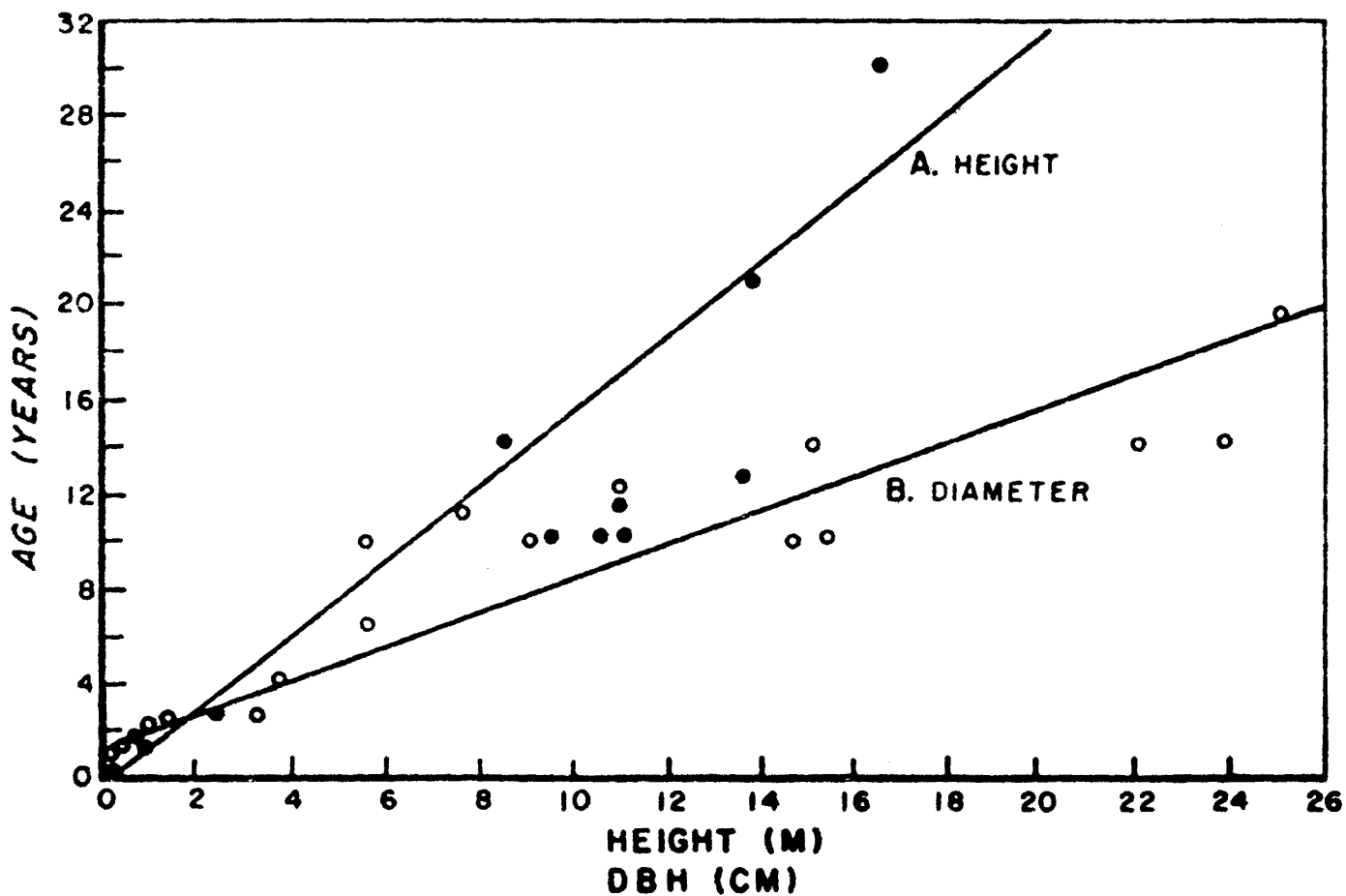
Tree Number	Species	Mean No. of Rings	Range	No. Axes Counted (cm)	Growth Rate Estimate of Age	c^{14} date
1	<i>A. bunsteinii</i>	262	260-265	3	74.4	257
2	<i>A. bunsteinii</i>	235	219-244	4	68	235
3	<i>A. bunsteinii</i>	213	205-222	2	62	218
4	<i>A. bunsteinii</i>	302	294-311	2	88	311
5	<i>A. bunsteinii</i>	178	173-183	3	11.5	25
6	<i>A. bunsteinii</i>	215	215	2	44	155
8	<i>A. bunsteinni</i>	170	170	1	78	152-274 ¹
7	<i>A. cunninghamii</i>	379	379	1	105	255
						445±115

¹Age estimates based on data from two different plots.

¹Age estimates based on data from two different plots.



Rates on growth as indicated by tree-ring width for *A. hunsteinii*. The samples are numbered in the above table.
Referencia: Bornann y Berlyn, p. 110 y 120.



Estimation of age of *Cecropia peltata* from diameter and height. (A) Regressions of age of disturbed area on mean height (●); $Y = 0.91 + 1.3 X$, $r^2 = 0.8$

(B) Regression of age of disturbed area on mean diameter (o); $Y = 0.90 + 0.86 X$, $r^2 = 0.9$.

das en ambientes húmedos. Susan estimó la edad de los árboles usando información sobre la altura y diámetro de árboles en sitios donde ella sabía cuando se habían desforestados. Los árboles más viejos que encontró tenían 32 años.

Los mangles representan otro ejemplo de árboles como características particulares de crecimiento. Por ejemplo, el mangle negro y el botón produce anillos de crecimiento. En el caso del mangle negro, éstos son muy claros. Sin embargo, estos anillos no representan años de crecimiento pues se forman en períodos mayores o menores de un año. Por lo tanto, no son útiles para determinar la edad del árbol. El mangle rojo se caracteriza por un crecimiento periódico con picos de actividad durante épocas de lluvias intensas. Se puede medir su crecimiento observando la caída de hojarasca, la cual cae en proporción a la lluvia. Debido a las variaciones estacionales en la lluvia, es pues difícil utilizar el crecimiento del mangle rojo para estimar su edad. Similarmente, árboles en climas áridos forman anillos durante períodos de sequía, pero como no sabemos cuantas sequías hay por año o cuánto tiempo duran, es imposible usar esos anillos para determinar su edad.

El bambú también crece periódicamente y sus "anillos de crecimiento" se pueden calibrar por medio de la observación continua. Sin embargo, el bambú se introdujo a Puerto Rico hace alrededor de 50 años y por lo tanto no podemos usarlo para obtener edades mayores a esas. Lo mismo pasa con árboles en plantaciones o árboles introducidos recientemente. Finalmente, no nos podemos engañar por el tamaño del árbol pues árboles de crecimiento rápido llegan a ser gigantes en corto tiempo. Por ejemplo, algunos árboles de rápido crecimiento pueden llegar a 30 cm en diámetro y 20 m de altura en tan sólo 10 años.

Entre los árboles más grandes y viejos en la isla se encuentra un palo colorado en el Yunque, el cual midió 2.64 m en diámetro y un guayacán en el Bosque de Guánica, el cual tiene un diámetro como de 0.66 m. Si asumimos que estos árboles crecen a razón de 0.08 a 0.51 cm/año y 0.06 a 0.1 cm/año respectivamente, y asumiendo que el crecimiento es constante a lo largo de toda vida, obtenemos edades de 518 a 3,300 y 660 a 1,100 años respectivamente. Estos son los estimados más antiguos que podemos justificar para árboles en la isla, a pesar que sabemos que estos árboles no crecen a velocidad constante ni necesariamente a la velocidad estipulada. El estudio de Weaver (1986) con el palo colorado sugiere que los árboles mas viejos no exceden 1,000 años. Como hay una alta probabilidad que los bosques a los cuales estos árboles pertenecen han sido destruidos durante el transcurso de su vida, es obvio que estos árboles han sobrevivido varios eventos catastróficos. Por lo tanto, árboles aislados pueden ser muchos más viejos que el bosque al cual pertenecen. Por eso, estos árboles no nos ayudan a establecer las edades de sus respectivos bosques.

En resumen, es sumamente difícil establecer la edad de los árboles y bosques tropicales. En Puerto Rico, la gran mayoría de nuestros bosques y árboles tienen menos de cincuenta años porque son árboles y bosques secundarios. Sin embargo, tenemos bosques vírgenes que nunca han sido

afectado por el ser humano aunque si por los huracanes. Los huracanes pueden afectar nuestros bosques más o menos una vez cada 20-60 años. Sin duda, hay bosques vírgenes con más de 100 años de edad. Por otro lado, los árboles más grandes en lugares húmedos y secos pueden tener más de 1,000 años pero la precisión de éstos estimados dependen de premisas difíciles de probar. Necesitamos mucha investigación forestal, particularmente investigaciones a largo plazo, para mejorar nuestro entendimiento sobre la edad de árboles y bosques.

BIBLIOGRAFIA

- Birdsey, R.A. y P.L. Weaver. The forest resources of Puerto Rico. USDA Forest Service, Resource Bulletin SO 85.
Presenta resultados del primer inventario de los bosques de Puerto Rico.
- Bornmann, F.H. y G. Berlyn. 1981 Age and growth rate of tropical trees: new directions for research. Yale Univ. School of Forestry and Environmental Studies Bulletin No. 94. New Haven, Conn. 137 p.
Contiene información sobre todos los métodos que se pueden utilizar para establecer la edad de árboles tropicales.
- Halle, F., R.A.A. Oldeman y B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests, an architectural analysis. Springer-Verlag New York. 441 p.
Se describen las estrategias de crecimiento de árboles tropicales.
- Lugo, A.E., M. Applefield, D.J. Pool y R.B. McDonald. 1983. The impact of hurricane David on the forests of Dominica. Canadian Journal of Forest Research 13(2):201-211.
Documentación de los efectos del huracán David sobre los bosques de Dominica.
- Odum, H.T. y R.F. Pigeon (editores). 1970. A tropical rain forest. U.S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge, Tennessee.
Estudio detallado del bosque de El Verde, contiene artículos sobre crecimiento de árboles en El Yunque.
- Rivera Batlle, C.T. 1983 Leaf production, growth rate, and age of a tropical palm. En A.E. Lugo (ed). Los bosques de Puerto Rico. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry and Commonwealth of Puerto Rico Department of Natural Resources. San Juan.
Estudio sobre el crecimiento y edad de la palma de sierra en El Yunque.
- Silander, S.R. 1979. A study of the ecological life history of *Cecropia peltata* L., and early secondary successional in the rain forest of Puerto Rico. M.S. Thesis, University of Tennessee, Knoxville. 94p.
Describe el ciclo de vida ecológico del yagrumo hembra.
- Soriano-Ressy, M.A., A.P. Desmarais y J.W. Pérez. 1970. A comparison of environments of rain forests in Dominica, British West Indies, and Puerto Rico. Capítulo B-12 en H.T. Odum y R.F. Pigeon (eds.). A tropical rain forest. U.S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge, Tn.
Documentación de la edad de árboles de tabonuco en Dominica y Puerto Rico.
- Wadsworth, F.H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. Caribbean Forester 12:93-114.
Describe los bosques climax de Puerto Rico y el impacto humano sobre ellos.
- Wadsworth, F. H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. Caribbean forester 20(1-2):38-51.
Describe los efectos de un huracán sobre los bosques de Puerto Rico.
- Weaver, P.L. 1986. Growth and age of *Cyrilla racemiflora* L. in montane forests of Puerto Rico. Interciencia 11:221-228.
Documenta el crecimiento y edad del palo colorado en el Yunque.



Un ejemplar de palo colorado en El verde. Este árbol tiene un diámetro de 2.34 m, aunque no es el ejemplar más grande de su especie en Puerto Rico. La foto es cortesía del Dr. Peter L. Weaver, del Instituto de Dasonomía Tropical, quien está estudiando la ecología de esta especie y los bosques que forma.

ASOCIACION DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO

JUNTA DE DIRECTORES 1987-1988

Presidente: Isabel Boria de Cains
 Presidente Saliente: Carmen L. Pereles
 Presidente Electa: Acenet Bernacet
 Secretaria Ejecutiva: Lucy Gaspar
 Secretaria: Ana M. Domacasse
 Tesorero: Miguel Santos
 Sub-Tesorero: María Judith Flores

REPRESENTANTES POR ACUMULACION

Luz N. Barreto
 María C. Martínez
 Carmen San Miguel

MIEMBROS EX-OFICIO

Julio López Ferrao (Director,
 Programa de Ciencias)

COMITE ASESOR

Carmen Velázquez
 Carmen Varela
 Hermino Lugo Lugo
 Ariel E. Lugo
 Manuel Gómez

ACTIVIDADES DE LA ASOCIACION

- Excursiones: Cuevas de Camuy, Radiotelescopio de Arecibo Vieques
- Participación en Congreso de Investigación Científica, Universidad Interamericana
- Reunión Regional en Miami (15-17) de octubre de 1987)
- Participación en Simposio de Ecología Isleña (30 de octubre de 1987)
- Congreso de Investigación Científica de la AMCPR (24-27 de febrero de 1988)
- Convención Nacional (NSTA) en St. Louis (7-10 de abril de 1988)
- Exámenes Competitivos de Biología (30 de abril de 1988)
- Exámenes Competitivos de Física (7 de mayo de 1988)
- Talleres de la Compañía Millipore
- Actividad con la Asociación de Microbiólogos de Puerto Rico
- Talleres en Ponce

REPRESENTANTES REGIONALES

Arecibo: Carmen L. Medina
 Mildred Miranda
 Bayamón: Evelyn Adorno
 Nilda Santiago
 Caguas: Eddie González
 Elba Vázquez
 Humacao: Ricardo Herrera
 Mirza Sánchez
 Mayagüez: Evelyn Montalvo
 Marilyn Almodovar
 Ponce: Daisy Acosta
 Zulma Ortiz
 San Juan: Gloria I. Pérez
 Roberto Cuadrado

COLABORADORES

Miriam Cancel
 Aurea Berrios
 Eberlyn Padilla
 Alice El Koury
 Mario Arana
 Wilma Giol de Rivera
 Marta Del Valle
 Diana Rosado

ACTA CIENTIFICA

TABLA DE CONTENIDO

EDITORIAL	1
ENSAYO	
To Start with Impact	2
Robert E. Yager	
NOTAS	
Introducción	4
Ariel E. Lugo	
Ciclos diurnos de factores ambientales en un manglar de franja	6
Julio C. Montero y Luis R. Soler	
Perfiles de vegetación en franjas de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	11
Eva Nydia Dávila	
Estudio descriptivo de las propiedades estructurales de un manglar de franja en Jobos, Puerto Rico	16
Ramón Rivera González y Luis Quiñonez La Fuente	
Estudio preliminar sobre la composición arbórea del manglar de Bahía de Jobos	19
Aurea Berrios y Carmen Varela	
Características morfológicas y químicas de las hojas de <i>Rhizophora mangle</i> en un bosque de franja en Las Mareas, Puerto Rico	20
Honora Serrano e Inés Monefeldt	
Materia orgánica y nutrientes en la hojarasca de un manglar de franja	25
Carmen Varela y Aurea Berrios Saéz	
Relación entre las alturas y densidad de lenticelas y pneumatóforos y el nivel de agua en la franja de mangle rojo	30
Casilda Otero Barbosa	
Densidad y tamaño de plántulas y pneumatóforos en una franja de mangle rojo	33
Ana Delia Otero y Mildred Raíces	
REVISION	
Edad de árboles de Puerto Rico	36
Ariel E. Lugo	