

From: CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH - T-44, August 1979

THE EFFECT OF LIGHT AND SALINITY ON THE PROPAGULE ROTATION OF RHIZOPHORA MANGLE

By: DAGMAR PELEGRINA ESPINET

ACCEPTED BY THE FACULTY OF THE DEPARTMENT OF BIOLOGY, UNIVERSITY OF PUERTO RICO AS A PARTIAL REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE. Thesis Committee, August 1979

THE EFFECT OF LIGHT AND SALINITY ON THE PROPAGULE ROTATION OF RHIZOPHORA MANGLE

DAGMAR PELEGRINA ESPINET

TERRESTRIAL ECOLOGY DIVISION, BIOLOGY FACULTY, FACULTY OF SCIENCES, UNIVERSITY OF PUERTO RICO

SUBMITTED AS A PARTIAL REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER IN SCIENCE, AUGUST 1979

CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENTAL STUDIES, UNIVERSITY OF PUERTO RICO

ABSTRACT

A group of 500 propagules of *Rhizophora mangle* collected along the estuary of the Rio Espiritu Santo in Rio Grande, were divided into 25 groups which were subjected to different treatments where the received light intensity (from 0% - 100% of natural light present) and salt concentration (from fresh water - 33.6 ppt) varied. This procedure was repeated three times. At the end of the work, a statistically significant difference could be observed between the treatments of different light intensities and the rotation speed of the propagules. The higher the light intensity, the faster the rotation speed. When studying salinity, it was observed that there is no statistically significant difference between the different treatments regarding the rotation speed. Although a trend can be observed that the rotation speed increases as we get closer to the 33.6 ppt treatment. A fourth experiment was developed where eight groups of 20 propagules each were formed. A section of each group of propagules was covered. The sections that were covered were 100%, 75%, 50%, 25% and 0%.

Descubiertos. Los tratamientos de 75%, 50% y 25% cubiertos fueron duplicados, algunos se cubrieron del epicotilo hacia el hipocotilo y otros a la inversa.

---Página Nueva---

Como resultado se obtuvo que la velocidad de rotación se encuentra altamente relacionada con el área expuesta de los propagulos. A mayor área expuesta se observa una velocidad de rotación más rápida.

---Página Nueva---

AGRADECIMIENTO: Por la presente quiero agradecer a los miembros de mi comité de tesis por

su ayuda en el desarrollo y redacción de esta tesis. Agradezco a Luis Iván y Don Alejo, por su cooperación en la recogida de los propagulos que de no haber sido por su ayuda, este trabajo no se hubiera terminado. También deseo agradecer a Rafael Mosquera, Damaris Viewa, Miguel Canals y Luis Negrón quienes de una manera u otra me ayudaron durante el transcurso de este trabajo. Por último quiero agradecer a Fanny y al personal técnico del Centro para el Estudio Energético y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico, Don Néstor, Don Antonio, Señor Baez y a Don Pedro, que me ayudaron en el trabajo gráfico de esta tesis.

---Página Nueva---

A tres personas importantes en mi vida, a mis padres y a mi esposo.

---Página Nueva---

## TABLA DE CONTENIDO

### SALINIDAD

Conclusión

### BIBLIOGRAFÍA

### TABLAS DE APÉNDICE

14 18 21 25 27

---Página Nueva---

FIGURA 1. Diseño Experimental

FIGURA 2. Estructura en el propagulo de *Rhizophora mangle*.

FIGURA 3. (a) Propagulo maduro, (b) Propagulo desprendido de su raíz

FIGURA 5. Diseño experimental de la prueba de comprobación

TABLA 1. Gráfica que resume los resultados de los tres experimentos, utilizando la intensidad de la luz como tratamiento

TABLA 2. Gráfica que resume los tres experimentos, utilizando salinidad como tratamiento

TABLA 3. Resultados de la prueba de comprobación

## GRÁFICAS Y TABLAS APÉNDICE

TABLA APÉNDICE 1. Estudio preliminar

Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la salinidad como tratamiento.

TABLA APÉNDICE 14.

TABLA APÉNDICE 25.

TABLA APÉNDICE 16.

Análisis unidireccional de varianza del segundo experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la salinidad como tratamiento. No se considera la réplica del 0% de luz.

Análisis unidireccional de varianza del tercer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la salinidad como tratamiento.

Análisis unidireccional de varianza del tercer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la salinidad como tratamiento. No se considera la réplica del 0% de luz.

**INTRODUCCIÓN:** La dispersión es uno de los factores más importantes para la conservación de las especies, en el reino vegetal. Los mecanismos de dispersión varían de especie a especie, pero se pueden agrupar bajo una de las siguientes clasificaciones: (a) por el hombre, (b) la mecánica, (c) por animales, (d) el viento y (e) el agua.

**Dispersión por el hombre:** Este, al transportarse de un lugar a otro lleva consigo todo aquello que necesita. De esta forma ha introducido organismos, que de no ser por esta manera jamás los encontraríamos en esos lugares. También en muchas ocasiones encontramos que el hombre introduce organismos de manera involuntaria.

**Dispersión Mecánica:** Muchas plantas han desarrollado ingeniosos mecanismos para que sus frutos dispersen sus semillas a considerables distancias. Esto se puede observar en algunas especies de *Geranium*.

**Dispersión por animales:** Esta puede ser llevada a cabo de dos maneras. En una, el animal ingiere la fruta carnosa y las semillas pasan por el tracto digestivo sin sufrir daño alguno. En la otra, el animal transporta la semilla a través de su piel o plumaje, ya que ella tiene

Adaptaciones que le permiten adherirse.

---Página de Interrupción---

**Dispersión por el viento** - Las frutas y semillas tienen ciertas adaptaciones para que el viento las transporte. Un ejemplo de esto es el pericarpio en forma de alas, frutas y semillas que se asemejan a la estructura de las plumas, etc. **Dispersión por agua** - Las frutas y las semillas están adaptadas para flotar. Esto se logra por el aire atrapado, que se encuentra en alguna región del propágulo. Las plantas pueden ser dispersadas a grandes distancias por corrientes marinas, pero la cantidad de plantas que se pueden dispersar efectivamente de esta manera está limitada. Para que este modo de dispersión sea efectivo, la fruta o semilla deberá flotar por un período largo de tiempo sin que absorba demasiada agua, muera al exponerse al agua salada o germine muy pronto. Por otro lado, tiene que estar adaptada para establecerse en las condiciones arenosas o fangosas del litoral. Especies de muchos géneros están adaptadas a estas condiciones. Entre ellas se encuentran todas las especies del género *Rhizophoraceae* (Carlquist 1974, Pijil 1969). Una de las especies que se encuentran presentes en la comunidad de los manglares de Puerto Rico es el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.). En la mayoría de los casos, *Rhizophora mangle* es la especie colonizadora en Puerto Rico, por lo tanto, es importante entender el factor o los factores que afectan su dispersión y establecimiento a lo largo de las costas y los estuarios.

---Página de Interrupción---

Rhizophora mangle exhibe un tipo de propagación conocido como viviparidad. En este proceso, el embrión se desarrolla una vez fecundado el óvulo y se prolonga en la misma planta madre, sin que ocurra un período de latencia seminal hasta que se desarrolla una plántula joven, la cual se queda suspendida de la planta madre (Pannier 1962). En el caso del mangle rojo, no existe la dispersión por semilla propiamente dicha, ya que tiene un desarrollo continuo de su embrión, sin período de latencia como se explicó previamente. Los propagulos de Rhizophora mangle consisten en...

De un hipocótilo alargado y flotante, el cual varía en longitud según el sitio, y un plúmulo ("plumule") de alrededor de 0.5 cm de largo. La parte visible de este plúmulo consiste en un par de estípulas cotiledonarias que envuelve el par de hojas. Los cotiledones se quedan en la fruta ya que estaban fundidos al collar cotiledonario, al caer el propagulo (Gill y Tomlinson 1969). Existen varias sugerencias sobre la manera en que se establece el propágulo de Rhizophora mangle en la naturaleza, y estas son las siguientes: la forma 3, que caigan enterradas y que floten después de caer. En los manglares se pueden encontrar hipocótilos, ya establecidos, en forma de J. Esto nos indicaría, que el propagulo cayó o arribó horizontalmente, echó sus raíces, aunque se encontrara en la misma posición horizontal. Después la punta superior del hipocótilo comienza a tratar de enderezarse, mientras la parte inferior ya está anclada por las raíces y no puede cambiar la posición horizontal que posee, de esta manera es que se obtiene la forma J en las plántulas (Egler 1948, Lawrence 1949). Otra de las sugerencias es que el hipocótilo al caer al babor queda lo suficientemente enterrado, para evitar que la marea se lo lleve (LaRue y Muzik 1951). Ellos se basan en los hipocótilos con estructuras derechas que se encuentran en los manglares, es decir que echan raíces mientras están parcialmente enterrados. Davis (1940) sugiere que el propagulo al caer flotando horizontalmente, luego de un período de tiempo asume la posición vertical, mientras sigue flotando. De esta manera facilitando que su extremo inferior se entierre en el substrato, al llegar a aguas poco profundas y tranquilas. Rabinowitz (1978) nos indica que lo más probable, en la naturaleza los propagulos se establezcan tanto como lo sugiere Egler que como lo hace Davis. Ya que los propagulos se pueden establecer de cualquiera de las dos maneras. También nos dice que la técnica de caer enterrada es menos común. Con respecto a esta última se puede...

Decir que en realidad tendría tanta oportunidad de ocurrir como cualquiera de las otras. Ya que para que ocurra cualquiera de ellas hay ciertas condiciones ambientales presentes, las cuales existen en unos manglares y en otros no. Estas condiciones varían durante el año en algunos manglares. Por lo tanto, según donde se hagan los estudios, una u otra será la forma prevalente. Los factores que afectan la posición que asumen finalmente los propagulos son: su grado de madurez, el tiempo que lleva flotando, la gravedad específica y/o el propagulo, cambios en la gravedad específica del propagulo y por último, la condición del substrato debajo de los árboles. Davis (1960), Banus y Kolehmainer (1975) han estudiado los factores que afectan la posición que asumen los propagulos, tales como la gravedad específica del agua y la luz. Davis (1940) sugiere que la gravedad específica del agua afecta la posición que asumen los propagulos.

El trabajo con grupos de 200 propagulos, los cuales coloqué en tanques que contenían agua de mar con una gravedad específica de 1.024 a 28°C. El 98% de los propagulos flotaron horizontalmente, una vez puestos en los tanques. Después de los 10 días, el 40% había inclinado la punta inferior del hipocotilo hacia abajo o asumieron una posición casi vertical. A los 35 días, el 100% flotaban verticalmente y algunas se habían hundido totalmente. En aguas de una gravedad específica de 1.017-1.011 a 28°C, más del 2% se inclinaron para tomar la posición vertical

inmediatamente después de colocarlas en el tanque. Después de 25 días, el 95% flotaban vertical o casi vertical, en esta ocasión muchos más fueron los propágulos que se hundieron y en un periodo de tiempo más corto.

Este trabajo nos sugiere que la salinidad puede ser un factor que afecte la razón de rotación en los propágulos, ya que ésta junto con la temperatura y a menor escala la presión, son los factores que hacen variar la gravedad específica del agua (Rait y Desanto 1971). Banus y Kolehmainer.

Más rápida que los otros dos experimentos, aunque en el experimento dos su rotación es un poco más rápida que la del experimento tres. Estas tres curvas que demuestran la Figura 4 se componen de dos partes. En la primera, que va desde el 100% de la luz presente al 25%, se ve que la velocidad de rotación en los tres experimentos es rápida. El 80% de los propágulos rotaron entre los 4-10 días. Sin embargo, en la segunda parte de las gráficas, que va entre los 25% de la luz presente y el 0.08, observamos que la velocidad es muy lenta, está entre los 25-30 días. Al chequear los registros de la luz solar recibida en el lugar en que se localizaban los propágulos en sus respectivos envases, encontramos que la cantidad de luz promedio que se recibió durante el primer experimento fue de 463.5 gm cal/m<sup>2</sup>/hr. En el segundo experimento se recibió un promedio de 426.1 gm cal/m<sup>2</sup>/hr y el tercero recibió 345.1 gm cal/m<sup>2</sup>/hr. Según estos números vemos cómo el primer experimento recibió más luz que el segundo y este más luz que el tercero. La diferencia que existe entre la luz promedio recibida por el experimento uno y el dos es más pequeño que la que existe entre el experimento dos y el tres. Esto no concuerda con la diferencia que existe en la velocidad de rotación entre las curvas uno y la dos, que es mayor que la mostrada por las curvas dos y tres, de la Figura 4. Al por qué de esta diferencia, previamente presentada, no le encuentro una razón ya que, aún desglosando la luz recibida para observarla más en detalles, para los primeros 4-10 días, para cada experimento los resultados fueron similares, la diferencia entre la luz recibida por cada experimento es poca. Aparentemente la región de transición de la luz recibida para pasar entre una velocidad de rotación rápida (4-6 días) a una velocidad lenta (25-30 días) parece ser muy limitada. Al someter la información obtenida al análisis unidireccional de varianza encontramos que en los experimentos al utilizar luz como tratamiento la prueba de F fue...

Significativa (tabla 5, 7 y 9 del Apéndice). Al observar los números de estas tablas podemos ver que en los tratamientos de 25%, 50%, 75 y 100% vemos que los días en que tardaron en rotar el 80% de los propágulos fue muy similar entre ellos. Por ejemplo, tenemos que en el primer experimento, el promedio de los días que tardaron en rotar en los tratamientos mencionados previamente fueron 3.2, 3.6, 3.3 y 3.7 respectivamente. Para el segundo experimento fueron 7.6, 5.2, 5.4 y 3.6, respectivamente. En el tercer experimento fue de 9.3, 5.8, 5.8 y 3.5 respectivamente. Pero se observa una diferencia grande en el primer tratamiento (0% luz), donde el promedio de los días tarda en rotar para los tres experimentos es de 25, 29 y 31, respectivamente. Para observar si los últimos cuatro tratamientos de la tabla 5, 7 y 9 del Apéndice son significativos o no, ya que los números son similares, se eliminó el tratamiento de 0% de luz y

los restantes tratamientos se sometieron a un análisis unidireccional de varianza. Las tablas 6, 8 y 10 del Apéndice nos muestran el resultado del análisis, donde la prueba de F no nos da valor para los tres experimentos. Esto nos indica que la región de transición entre una velocidad de rotación más rápida y una velocidad más lenta se encuentra en la cantidad de luz que reciben los propágulos durante los periodos de cuatro a diez días. En la figura 5 tenemos los resultados al tomar la salinidad como tratamiento. Podemos ver que las curvas de los dos primeros experimentos siguen más o menos un patrón, aunque en la gráfica del experimento dos las variaciones están más marcadas. Para el experimento tres tenemos una curva que no se pudo continuar ya que el set de los 16.8 p.p.t. se eliminó, ya que los propágulos, por un error involuntario, no se encontraban en buenas condiciones fisiológicas. En las tres curvas correspondientes a los tres experimentos, podemos observar que después de 16.8 p.p.t. la velocidad de rotación tiende a disminuir.

Salinidad ppt 5 10 15 20 25 30 Número de días promedio en que el 80% de los propágulos rotarán a la posición vertical. Página 19. Al hacer un análisis unidireccional de varianza a estos resultados con la salinidad como tratamiento, encontramos que la prueba de F no nos da significativa para ninguno de los tres experimentos (figura 11, 13 y 15 del Apéndice). Como se observa una disminución en el cambio de velocidad de rotación después de los 16.8 ppt, se vuelve a hacer otro análisis unidireccional de varianza pero esta vez eliminando la última repetición, correspondiente a 0% de luz, ya que estos números son extremadamente distintos a los otros (figura 12, 14 y 16 del Apéndice). La prueba de F que se ve en estas figuras da positiva para los tres experimentos. Con esto podemos ver que al ser los números de la última repetición (los de 0% de luz) tan distintos a los otros tenemos que la prueba de F de las figuras 7, 9 y 11 no nos da significativa, ya que ellas tienden a diluir los otros números no dejando ver el efecto de la salinidad en el cambio de la velocidad de rotación que disminuye después de 16.9 ppt. En el tercer experimento (Tabla del Apéndice 15) se puede ver una disminución marcada de la velocidad de rotación en el tratamiento de 33.6 ppt., esto es al compararle con los otros dos experimentos (Tabla 11 y 13 del Apéndice). Esta diferencia se debió a un error experimental y no a causas naturales. Un cuarto experimento se llevó a cabo para verificar lo significativo que es el factor luz. Los propágulos que se cubrieron de la parte del epicótilo al hipocótilo, la razón de rotación es más rápida que los propágulos que se taparon de la parte del hipocótilo hacia el epicótilo. Los resultados para que confirmaran los anteriores debieron ser los mismos y este no fue el caso. En la Tabla 1 se pueden observar los resultados. Por lo expresado previamente podemos asumir que la rotación de esos propágulos está relacionada con un mecanismo que se ve afectado por la luz. Página 20.

Como factor importante. Pero si observamos la fisionomía del propagulo, podemos aparte ver que la parte inferior es mucho más gruesa que su parte superior. Es decir, que al cubrir el 50% de un propagulo del hipocotilo hacia el epicotilo no sería lo mismo que si lo hiciésemos del epicotilo hacia el hipocotilo. Ya que en el primer caso habría menos área expuesta que en el otro caso. Tal vez si tuviéramos la forma de poder tapar cada grupo de manera que en ambos se cubriera la misma área, las razones de rotación deberían ser similares. Una vez más en este experimento se puede observar que los propagulos que estuvieron totalmente cubiertos, el porcentaje de las plántulas que rotaron fue mínimo en comparación a los propagulos que estaban descubiertos donde el 95% de los mismos rotaron. **CONCLUSIÓN:** A, En los tres experimentos llevados a cabo, como parte de esta investigación se observó:

Tabla 1: Resultados de la prueba de comprobación

80 3 %  
40" 27 %  
80 7 %  
6 5%

Estos no se utilizan ya que durante el periodo de la prueba #1, el porcentaje de los propagulos que rotaron, no fue mayor que el indicado.

1) Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de las diferentes intensidades lumínicas y la velocidad de rotación de los propagulos durante el periodo de estudio. A mayor intensidad lumínica más rápida es la velocidad de rotación.

2) No existe una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos de salinidad con respecto a la velocidad de rotación de los propagulos. Aunque si se puede observar una tendencia a que aumente la velocidad de rotación según nos acercamos al tratamiento de 32.6 vp.te.

3) En el cuarto experimento se observó que la velocidad de rotación está altamente relacionada con el área expuesta de los propagulos. A mayor área expuesta, se observa una velocidad de rotación más rápida. Por lo expresado previamente podemos asumir que la rotación de estos propagulos está relacionada con un...

Mecanismo que necesita la luz como factor iniciador. Además, está relacionado el área expuesta del propágulo con el factor luz, como se observa en el experimento de comprobación. En base a esto, indico que el mecanismo al que me refiero anteriormente puede ser el de fotosíntesis u otro mecanismo que esté relacionado con la luz. Los resultados de este estudio abren paso a la investigación de lo que en realidad ocurre al propágulo, a nivel cuando pasa de la posición horizontal a la vertical. Los bioquímicos. Estos conocimientos nos darán un mejor entendimiento del comportamiento del propágulo y nos ayudará a poder explicar, la distribución que muestra *Rhizophora mangle*.

## BIBLIOGRAFÍA

Banus, M.D., and S. E. Koslemainen, 1975. Floating, rooting and growth of red mangrove (*Rhizophora mangle*) seedlings. Effect on expansion of mangrove in south-western Puerto Rico, Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangrove. G. B. Walsh (ed.) pp. 370-384, Univ. of Florida Press, Gainesville, Fla. Carlquist, S., Island Biology. New York: Columbia Press, 1974, pp. 1-90. Davis, J. H., 1940. The ecology and geology role of mangrove in Florida. Carnegie Inst. Washington Publ. 527:303-412, Egler, P. E., 1948. The dispersal and establishment of red mangrove, *Rhizophora mangle*, in Florida. Carib. Forester 9:229-320. Gill, A.M., and P. B. Tomlinson, 1969. Studies on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle*). 1, Habit and general morphology. Biotropica

LaRue, C. D., and T. J. Muzik, 1951, Does mangrove really plant its own seedlings? Science, N.Y. 114:661-662. Lawrence, D. B., 1949, Self-Erecting Habit of Seedling Red Mangroves (*Rhizophora*

mangle L.). American Journal of Botany. 36:426-427. Pannier, F., 1962. Estudio fisiológico sobre la viviparidad de Rhizophora mangle L. Acta Científica Venez. 13(6):284-197. Pijl, L. Van Der, Principle of Dispersal in Higher Plants. New York: Springer-Verlag, 1969. Rabinowitz, D., 1978. Dispersal

Properties of Mangrove Propagules. Biotropica 10(1): 47-57. Tait, R.V. and R.S. De Santo, Elements of Marine Ecology. New York, p. 86. Springer-Verlag, 1972, p. 26.

## APPENDIX

On average, we see a forest density of 56. Preliminary study, appendix graph: -20-

Average = 39.19. Part 8, appendix graph: 2. Preliminary study. -29-

Average = 22.32. Appendix graph: 3. Preliminary study. ~30-

Average plant length = 33.96. Appendix graph: 1. Preliminary study. -31-

LIGHT | SALINITY | 0%, 25%, 50%, 75%, 100% | Source, | Sum of squares — Square value F Treatment; | 2858 | 64.62 | 703.90 | Error 20 0.66 5 Total 187.56 65.28. Appendix table: 5. Unidirectional variance analysis of the first experiment. Average number of days in which 50% of the propagules assumed a vertical position, considering light as a treatment. 32.

LIGHT | SALINITY | 0%, 25%, 50%, 75%, 100% | Operation | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | Operation | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 33 8.4 ppt. | 3.0 | 3.0 | 2.5 | 3.0 | Source Sum of squares 'Average Variation | s! 'Square value F | Treatment 0.85 0.08 = | 0.35 Error we 13.10 0.82 x8. Total 9 13.95 30. Appendix table: 6. Unidirectional variance analysis of the first experiment. Average number of days in which 50% of the propagules assumed a vertical position, considering light as a treatment. The treatment of the tide is not considered. =33-

LIGHT | SALINITY | 0%, 25%, 50%, 75%, 100% | Operation | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 3.0 | 33.6 ppt | 2.9 | 12.0 | 22.5 | 12.0 | 5.0 | + | F | rs | se | Treatment | 4 | 2209.76 | \_szi.9h 650 | Error 20 | 178.20 8. 8. Total ou | aur.

I'm sorry, but the text provided is a mix of numbers, symbols, and words that do not form a coherent message or paragraph. It seems to be scrambled or encoded. Could you please provide more



context or a clearer version of the text? I'd be happy to assist you further.