

CEER-T-44  
August 1979

EL EFECTO DE LA LUZ Y LA SALINIDAD  
EN LA ROTACION  
DEL PROPAGULO DE RHIZOPHORA MANGLE

By:

DAGMAR PELEGRINA ESPINET



CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH  
UNIVERSITY OF PUERTO RICO -- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

ACEPTAMOS POR LA FACULTAD DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA EL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS

  
Director de Tesis

COMITE DE TESIS

---

---

Agosto de 1979

EL EFECTO DE LA LUZ Y LA SALINIDAD  
EN LA ROTACION DEL PROPAGULO DE RHIZOPHORA MANGLE

DAGMAR PELEGRINA ESPINET  
DIVISION DE ECOLOGIA TERRESTRE

SOMETIDA COMO DISERTACION A LA ESCUELA GRADUADA DE BIOLOGIA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA EL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS

AGOSTO, 1979

CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

\*\*\*\*\*

## ABSTRACTO:

Un grupo de 500 propágulos de Rhizophora mangle recogidos a lo largo del estuario del Río Espíritu Santo en Río Grande, se dividieron en 25 grupos los cuales fueron sometidos a distintos tratamientos en donde se variaba la intensidad lumínica recibida (desde 0% - 100% de la luz natural presente) y la concentración de sal (desde agua dulce - 33.6%). Este procedimiento se repitió tres veces.

Al finalizar el trabajo se pudo observar una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de las diferentes intensidades lumínicas y la velocidad de rotación de los propágulos. A mayor intensidad lumínica más rápida es la velocidad de rotación. Al estudiar la salinidad se observó que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos con respecto a la velocidad de rotación. Aunque si se puede observar una tendencia a que aumente la velocidad de rotación según nos acercamos al tratamiento de 33.6 p.p.t.

Un cuarto experimento fue desarrollado en donde se formaron ocho grupos de 20 propágulos cada uno. A los propágulos de cada grupo se les cubrió una sección de los mismos. Las secciones que se cubrieron fueron 100%, 75%, 50%, 25% y 100% descubiertos. Los tratamientos de 75%, 50% y 25% cubiertos fueron duplicados unos se cubrieron del epicotilo hacia el hipocotilo y otros a la inversa.

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

### 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 propágulos que de no haber sido por su ayuda este trabajo no se hubiera terminado.

También deseo agradecer a Rafael Mosquera, Damaris Viera, Miguel Canals y Luis Negrón que 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 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.

DEDICATORIA

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

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION - - - - -	1
PROPOSITO - - - - -	6
MATERIALES Y METODO - - - - -	7
RESULTADO Y DISCUSION - - - - -	14
INTENSIDAD DE LUZ - - - - -	14
SALINIDAD - - - - -	18
CONCLUSION - - - - -	21
BIBLIOGRAFIA - - - - -	25
TABLAS DE APENDICE - - - - -	27

\*\*\*\*\*

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 1.	Diseño Experimental - - - - -	8
FIGURA 2.	Estructura en el propágulo de <u>Rhizophora mangle</u> . (a) Propágulo madura. (b) Propágulo desprendido de fruta - - - - -	10
FIGURA 3.	Diseño experimental de la prueba de comprobación - - - - -	13
FIGURA 4.	Gráfica que resume los resultados de los tres experimentos, utilizando la intensidad de la luz como tratamiento -	15
FIGURA 5.	Gráfica que resume los tres experimen- tos, utilizando salinidad como tra- tamiento - - - - -	19
TABLA 1.	Resultados de la prueba de comprobación	22

GRAFICAS Y TABLAS APENDICE

TABLA APENDICE	1. Estudio premilimar - - - - -	28
TABLA APENDICE	2. Estudio preliminar - - - - -	29
TABLA APENDICE	3. Estudio preliminar - - - - -	30
TABLA APENDICE	4. Estudio preliminar - - - - -	31
TABLA APENDICE	5. Análisis unidireccional de varianza del primer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la luz como tratamiento - - - - -	32

TABLA APENDICE	6.	Análisis unidireccional de varianza del primer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la luz como tratamiento. No se considera el tratamiento de 0% de luz - - - - -	33
TABLA APENDICE	7.	Análisis unidireccional de varianza del segundo experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la luz como tratamiento - -	34
TABLA APENDICE	8.	Análisis unidireccional de varianza del segundo experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la luz como tratamiento. No se considera el tratamiento de 0% luz - - - - -	35
TABLA APENDICE	9.	Análisis unidireccional de varianza del tercer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical tomando la luz como tratamiento - - - - -	36

TABLA APENDICE 10.	Análisis unidireccional de varianza del tercer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz como tratamiento. No se considera el tratamiento de 0% luz - - - - -	37
TABLA APENDICE 11.	Análisis unidireccional de varianza del primer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la salinidad como tratamiento - - - - -	38
TABLA APENDICE 12.	Análisis unidireccional de varianza del primer 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% luz - - - - -	39
TABLA APENDICE 13.	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 - - - - -	40

TABLA APENDICE 14.	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 - - - - -	41
TABLA APENDICE 15.	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 - - - - -	42
TABLA APENDICE 16.	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 - - - - -	43

## INTRODUCCION:

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 lo 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 disparen 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.

Dispersión por el viento- las frutas y semillas tienen ciertas adaptaciones para que el viento las transporte. Ejemplo de esto es el pericarpio en forma de alas, frutas y semillas semeñando 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 limitado. 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, se 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 de 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 presente 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 el entender el factor o factores que afectan su dispersión y establecimiento a lo largo de

las costas y los estuarios. Rhizophora mangle exhibe un tipo de propagación conocido como viviparidad. En este proceso el embrión se desarrolla una vez fecundado el óvulo se prolonga en la misma planta madre, sin que ocurra un período de latencia seminal hasta que se desarrolla una plantula 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 dicho, ya que tiene un desarrollo continuo de su embrión, sin período de latencia como se explicó previamente. Los propágulos de Rhizophora mangle consisten de un hipocotilo alargado y flotante, el cual varía en longitud según el sitio, y un plomulo ("plumule") de alrededor de 0.5 cm de largo. La parte visible de este plomulo consiste en un par de estipulas cotiledonarias que envuelve el par de hojas. Los cotiledones se quedan en la fruta ya que estaban fundidos al collar cotiledonario, al caer el propágulo (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 J, que caigan enterradas y que floten después de caer.

En los manglares se pueden encontrar hipocotilos, ya establecidos, en forma de J. Esto nos indicaría, que el propágulo cayó o arribó horizontalmente, echó sus raíces,

aunque se encontrara en la misma posición horizontal. Después la punta superior del hipocotilo comienza a tratar de enderessarse, 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 plantulas (Egler 1948, Lawrence 1949). Otra de las sugerencias es que el hipocotilo al caer al babote queda lo suficientemente enterrado, para evitar que la marea se lo lleve (LaRue y Muzik 1951). Ellos se basan en los hipocotilos con estructuras derechas que se encuentran en los manglares, o sea que echan raíces mientras están parcialmente enterrados. Davis (1940) sugiere que el propágulo 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 propágulos se establezcan tanto como lo sugiere Egler que como lo hace Davis. Ya que los propágulos 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 presente, las cuales existen en unos manglares y en otros no, o esas condiciones varían durante el año, en algunos manglares. Por lo tanto, según donde se hagan los estudios una u otra va a ser la forma prevalezca.

Los factores que afectan la posición que asuman finalmente los propágulos son: su grado de madurez, el tiempo que lleva flotando, la gravedad específica y/o el propágulo o cambios en la gravedad específica del propágulo y por último, la condición del substrato debajo de los árboles. Davis (1940), Banus y Kolehmainen (1975) han estudiado los factores que afectan la posición que asumen los propágulos, 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 propágulos. El trabajo con grupos de 200 propágulos, los cuales colocó en tanques que contenían agua de mar con una gravedad específica de 1.024 a 28°C. El 98% de los propágulos 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 muchas más fueron los propágulos que se hundieron y en un período 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 (Tait y DeSanto 1971).

Banus y Kolehmainen (1975) encontraron que la intensidad de la luz es una variable importante para la rotación de los propágulos. Ellos colocaron 100 propágulos en tanques, en el laboratorio y en unas jaulas en una laguna detrás de Punta Ostiones, Cabo Rojo, Puerto Rico. Algunos de los propágulos estaban expuestos a la luz y otros estaban en la sombra. Ellos encontraron una diferencia marcada en la razón de rotación, entre los propágulos que se encontraba a la sombra y aquellos expuestos a la luz.

#### PROPOSITO:

En este trabajo se pretende determinar la interacción de ambos factores, la variación en salinidad y en la intensidad de la luz respecto a la razón de rotación en los propágulos de Rhizophora mangle.

## MATERIALES Y METODOS:

Para observar el efecto de la intensidad de la luz y la salinidad sobre la rotación de los propágulos, se eligieron cinco tratamientos donde se variaba la intensidad de la luz y cinco donde la salinidad variaba. El diseño experimental, básicamente, forma un cuadrado latino 5 x 5 (ver Figura 1).

Las intensidades de luz que se utilizaron fueron las siguientes: (1) luz total existente (100%), (2)  $\frac{3}{4}$  de la luz total existente (75%), (3)  $\frac{1}{2}$  de la luz total existente (50%), (4)  $\frac{1}{4}$  de la luz total existente (25%) y (5) obscuridad total. Estos niveles de intensidad de la luz, llendo desde la obscuridad hasta la total luz natural presente, se obtuvieron poniendo 1,2,3 capas de "screen" plástico por encima de los envases. Las capas de "screen" previamente mencionadas, proveen una intensidad de la luz aproximadamente de 75%, 50% y 25% de la luz natural presente, respectivamente. Para obtener el tratamiento de obscuridad se utilizaron tres capas de "screen" más una capa extra de una tela de algodón. Los porcentajes aproximados fueron obtenidos midiendo la intensidad de la luz que dejaba pasar las capas de "screen", con un metro de luz calibrado en "foot candles".

Los gradientes de salinidad utilizados fueron: (1) agua dulce, (2) 12% de sal (4.2 ppt), (3) 24% de sal (8.4 ppt),

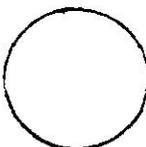
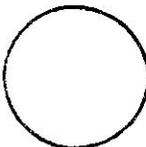
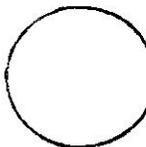
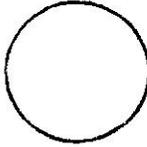
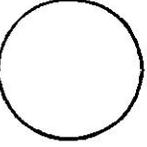
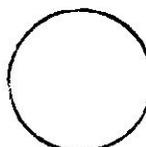
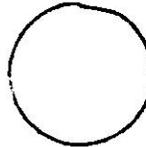
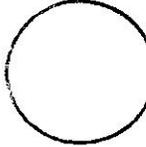
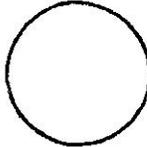
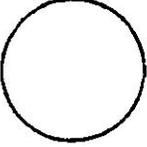
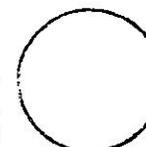
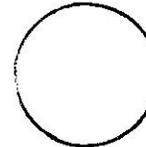
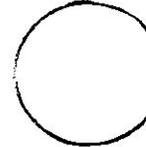
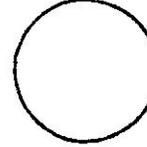
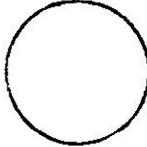
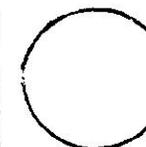
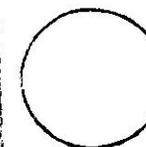
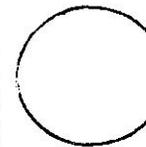
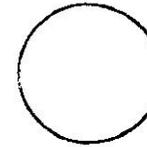
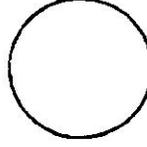
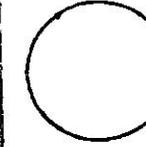
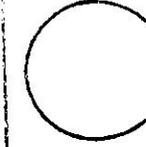
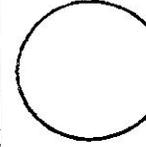
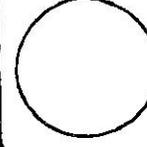
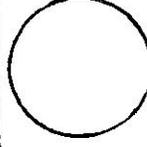
Salinidad \ Luz	75% de la luz presente.	Total obscuridad	25% de la luz presente.	50% de la luz presente.	100% de la luz presente.
4.2 o/oo					
8.4 o/oo					
33.6 o/oo					
0.0 o/oo					
16.8 o/oo					

Figura: 1 Diseño experimental.

(4) 48% de sal (16.8 ppt) y (5) 96% de sal (33.6 ppt). Estas concentraciones fueron obtenidas añadiendo cantidades aproximadas de sal en grano a envases que contenían agua dulce.

Se utilizaron envases plásticos con las siguientes dimensiones: 26.04 cm de diametro y 35.60 cm de largo con un volumen de 5.5 galones.

Los propágulos que se utilizaron fueron cogidos a lo largo del estuario del Río Espíritu Santo en Río Grande, Puerto Rico, el cual posee una gran población de Rhizophora mangle. El criterio que se utilizó para escoger los propágulos, se basa en la madurez de su collar cotiledonario. En la Figura 2 se puede observar las partes de los propágulos. Cuando el collar cotiledonar está maduro este se engruesa permitiendo así que el propágulo se separe fácilmente de la fruta (Banus y Kolehmainen 1975). También se tomó en consideración el tamaño y el peso de los propágulos. Para esto se hizo un estudio preliminar donde se recogieron propágulos para pesarlos y medirles su largo. Con los resultados obtenidos se construyeron unos histogramas (Ver gráficas del Apéndice Núm. 1, 2, 3 y 4). Basándonos en estos pudimos decidir cual sería el largo y el peso promedio que representara la población allí existente.

Basándonos en los estudios preliminares, se recogieron

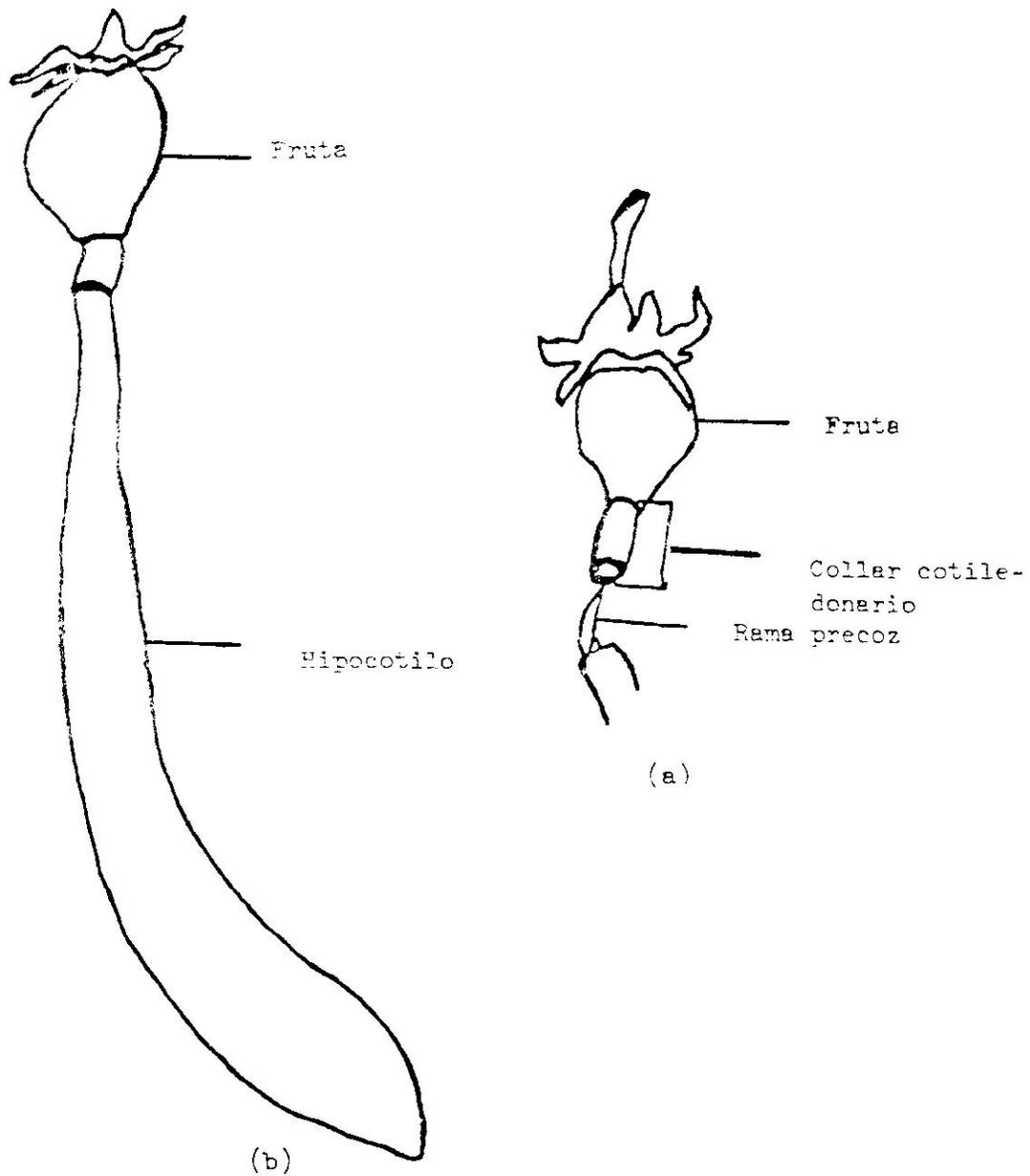


Figura: 2 Estructura en el propágulo de Rhizophora mangle. (a) Propágulo maduro. (b) Propágulo desprendido de la fruta.

de 800-1000 propágulo de Rhizophora mangle (ver gráficas en el Apéndice Núm. 1, 2, 3 y 4). Los propágulos se llevaron al laboratorio y allí se pesaron y se les midió su longitud. La longitud se midió desde la punta inferior hasta el comienzo de la rama precoz, en la parte inferior del hipocotilo. Para el trabajo experimental se escogieron 500 propágulos que tuvieran una longitud entre 32.4 cm y 35.1 cm. (Esta longitud está basada en los resultados del estudio preliminar). De los 500 propágulos escogidos, se le asignó a cada uno un número y se distribuyeron formando 25 grupos de 20 propágulos escogidos al azar, los que se colocaron en sus respectivos envases. El proceso de medir la longitud y pesar los propágulos se hizo en el menor tiempo posible, para así evitar la disecación de las mismas. Los envases en que se pusieron los propágulos contenían sus designadas concentraciones de sal y/o asignadas intensidades de luz.

En el lugar en que se estableció el experimento se instaló un pirómetro, marca Kahlsico, para así tener un record diario de la luz solar que recibieron los propágulos que estaban expuestos a la luz natural presente, ya que es referente a esta luz que se hacen las variaciones en la intensidad de la luz.

Los envases se observaron diariamente y se anotaron los propágulos que cambiaron su posición de la horizontal a la

vertical. Estas observaciones diarias continuaron hasta que todos o casi todos los propágulos los rotaron así la posición vertical. Además, estas observaciones se chequeó la salinidad de los envases periódicamente, utilizando un refractómetro de campo American Optica. Si se encontraban variaciones en la salinidad se le añadía agua o sal, según fuera el caso, para mantener la salinidad deseada.

Una vez repetido el experimento tres veces se hizo otra prueba para comprobar los resultados obtenidos en las pruebas anteriores. La prueba consistió en cubrir con papel de aluminio secciones de los propágulos correspondientes a 100%, 75%, 50%, y 25% de la longitud de las mismas. Para esto se escogieron 80 propágulos para formar ocho grupos de 20 cada uno. Cada grupo llevaría uno de los siguientes tratamientos: a) 100% cubiertas, b) 100% descubiertas, c) 75% cubiertas del epicotilo hacía el hipocotilo, d) 50% cubiertas del epicotilo hacía el hipocotilo, e) 25% cubiertas del epicotilo hacía el hipocotilo, f) 75% cubiertas del hipocotilo hacía el epicotilo, g) 50% cubiertas del hipocotilo hacía el epicotilo y h) 25% cubiertas del hipocotilo hacía el epicotilo (ver Figura 3).

Los ocho grupos se colocaron en envases que contenían agua de la pluma. Se llevó un record diario de cuantos propágulos rotaban de la posición horizontal a la vertical,

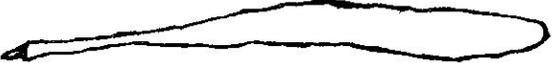
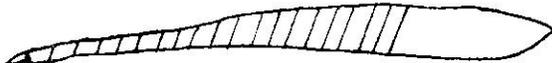
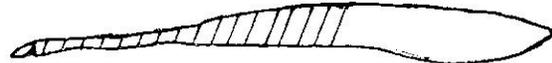
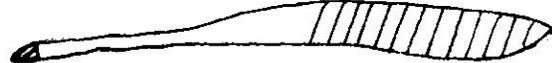
TRATAMIENTOS	PROPAGULOS,
T <sub>1</sub> 100% Cubiertas	
T <sub>2</sub> 100% Descubiertas	
T <sub>3</sub> 75% Cubiertas de arriba hacia abajo	
T <sub>4</sub> 50% Cubiertas de arriba hacia abajo	
T <sub>5</sub> 25% Cubiertas de arriba hacia abajo	
T <sub>6</sub> 75% Cubiertas de abajo hacia arriba	
T <sub>7</sub> 50% Cubiertas de abajo hacia arriba	
T <sub>8</sub> 25% Cubiertas de abajo hacia arriba	

Figura 3: Diseño experimental de la prueba de comprobación.

hasta que todos o casi todos tomaron la posición vertical.

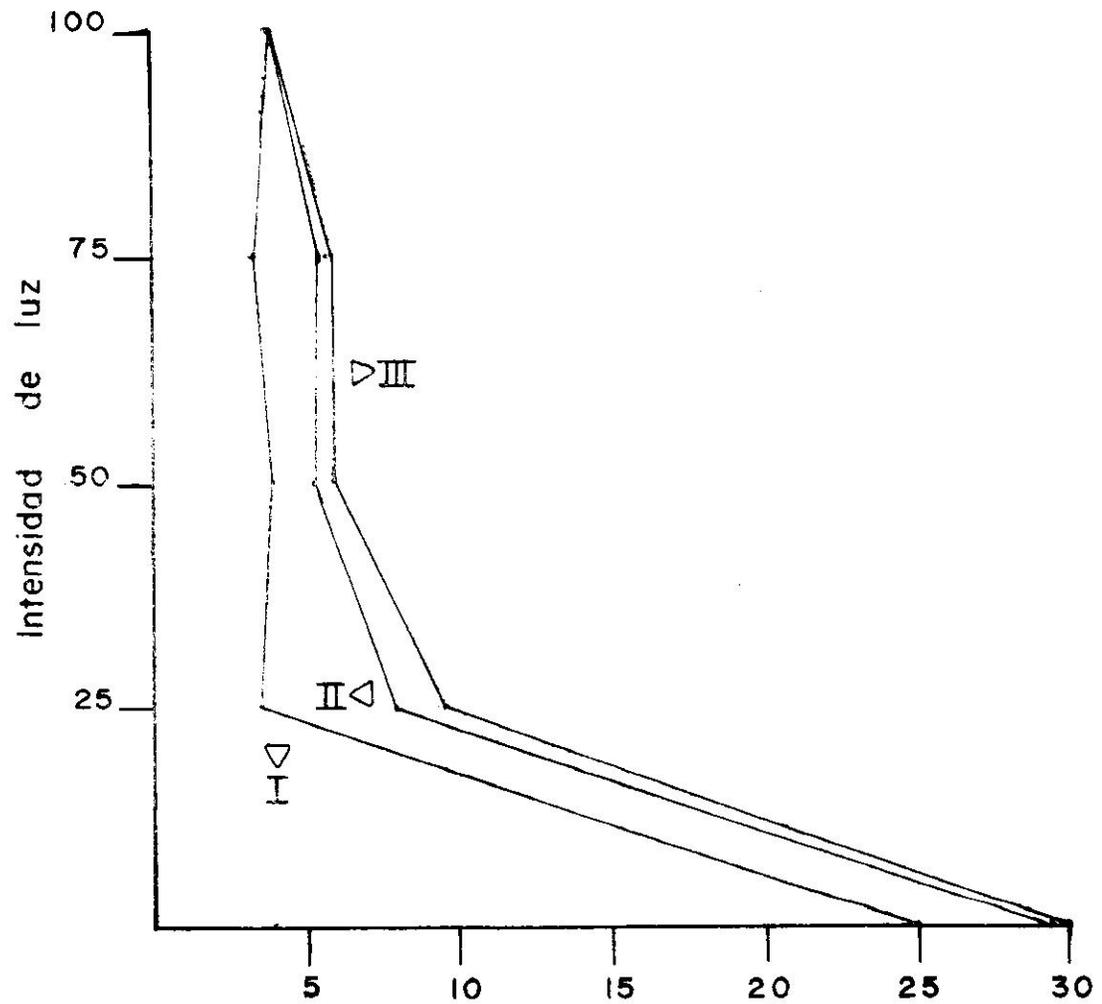
#### RESULTADO Y DISCUSION:

Como ya quedó establecido anteriormente, este trabajo pretendía establecer si existía una interacción entre variaciones en salinidad y variaciones en la intensidad de la luz, con respecto a la razón de rotación de los propágulos de Rhizophora mangle.

Para estandarizar los resultados de cada tratamiento se tomó un promedio de los días en que el 80% de los propágulos rotaron para tomar la posición vertical. A continuación se discutirán los resultados de cada uno de los experimentos, analizando los factores de luz y salinidad por separado.

##### Intensidad de la luz:

En la Figura 4 podemos ver que al plotear el porcentaje de la intensidad de la luz y el número de días promedio que les tomó al 80% de los propágulos el alcanzar la posición vertical, de cada experimento, se observa un patrón similar en las gráficas. Para ver cuan similar era el patrón se sometieron los resultados a una análisis de regresión no lineal y se obtuvo un  $R^2$  de 0.98, 0.99 y 0.99, respectivamente. La diferencia entre cada experimento, según nos



Número de días promedio en que el 80% de los propágulos rotaron a la posición vertical

Figura 4: Gráfica que resume los resultados de los tres experimentos, utilizando la intensidad de la luz como tratamiento.

muestra la gráfica, es el tiempo en que tardan en rotar los propágulos, el primer experimento tiene una velocidad de rotación 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 demuestra la Figura 4 se compone 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 0.0%, observamos que la velocidad es muy lenta, esta entre los 25-30 días.

Al chequear los records 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/cm<sup>2</sup>/hr. En el segundo experimento se recibió un promedio de 426.1 gm cal/cm<sup>2</sup>/hr y el tercero recibió 345.1gm cal/cm<sup>2</sup>/hr. Según estos números vemos como 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 de la que existe entre el experimento dos y el tres. Esto no concuerda con la diferencia que existe

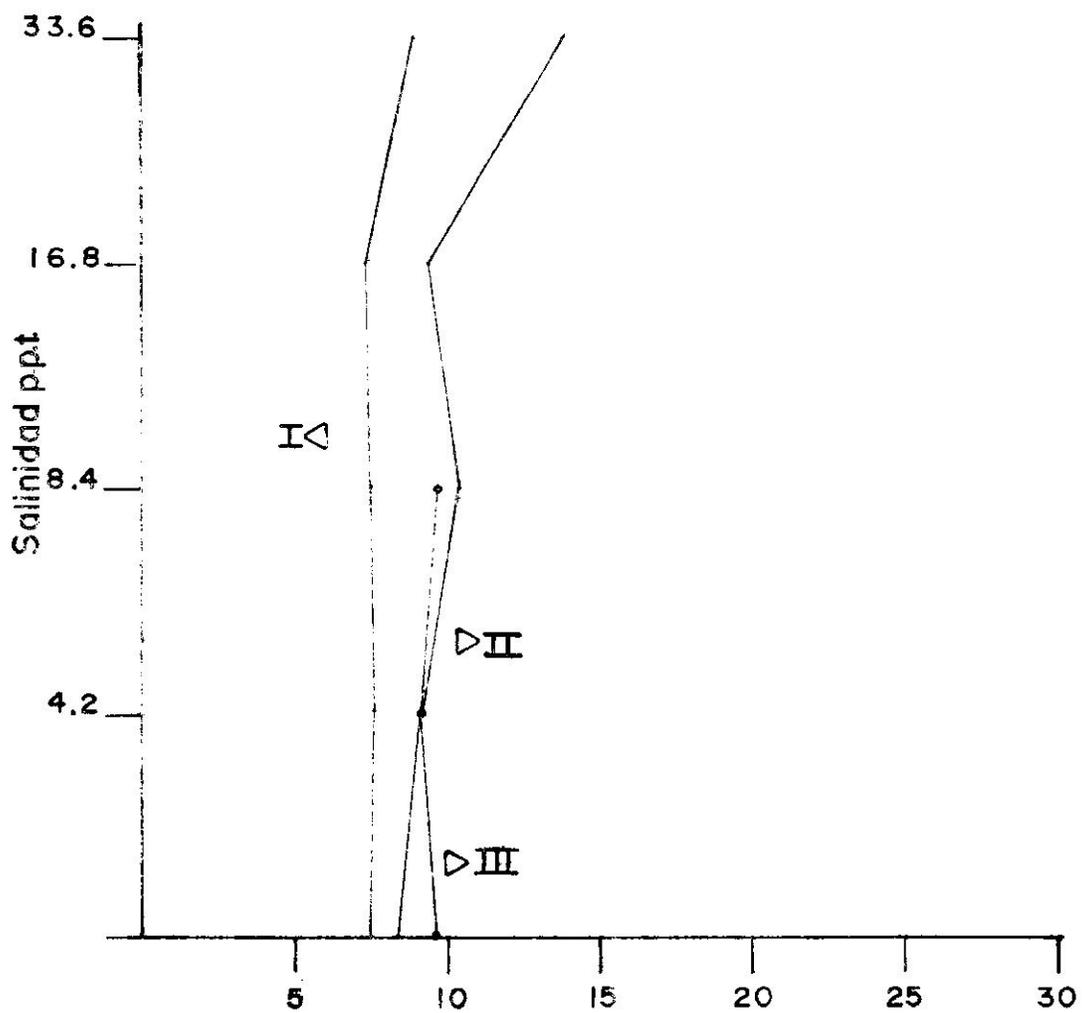
en la velocidad de rotación entre las curvas uno y la dos, que es mayor que la mostrada por las curvas dos y la tres, de la Figura 4. Al por que de esta diferencia, previamente presentada, no le encuentro una razón ya que, aún desglozando la luz recibida para observarla más en detalles, para los primeros 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) aparenta ser muy limitado.

Al someter la información obtenida al análisis unidireccional de varianza econtramos 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 significativa para los tres experimentos. Esto nos indicaría 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 períodos de cuatro a diez días.

#### Salinidad:

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 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.



Número de días promedio en que el 80% de los propágulos rotarán a la posición vertical

Figura 5: Grafica que resume los tres experimentos, utilizando salinidad como tratamiento.

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 p.p.t. se vuelve 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 ellos 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 16.8 p.p.t.

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 p.p.t., esto es al compararlo 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 epicotilo al hipocotilo, la razón de rotación es más rápida que los propágulos que se taparon de la parte del hipocotilo hacía el epicotilo. 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 esta relacionada con un mecanismo que se ve afectado por la luz como factor importante.

Pero si observamos la fisionomía del propágulo podemos ver que su parte inferior es mucho más gruesa que su parte superior. O sea, que al cubrir el 50% de un propágulo del hipocotilo hacía el epicotilo no sería lo mismo que si lo hiciésemos del epicotilo hacía 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 debieran ser similares. Una vez más en este experimento se puede observar que los propágulos que estuvieron totalmente cubiertos el porcentaje de las plantulas que rotaron fue mínimo en comparación a los propágulos que estaban descubiertos donde el 95% de los mismos rotaron.

#### CONCLUSION:

A. En los tres experimentos llevados a cabo, como parte de esta investigación se observó:

Tabla 1: Resultados de la prueba de comprobación.

Tratamiento	% de propágulos que rotaron	Días que les tomo en rotar
T <sub>1</sub>	15 *	30
T <sub>2</sub>	80	5
T <sub>3</sub>	40 *	27
T <sub>4</sub>	80	7
T <sub>5</sub>	80	3
T <sub>6</sub>	15 *	5
T <sub>7</sub>	25 *	22
T <sub>8</sub>	80	4

\* En estos no se utilizo el 80% ya que durante el periodo de la prueba el porcentaje de los propágulos 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 propágulos durante el período 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 propágulos. Aunque si se puede observar una tendencia a que aumente la velocidad de rotación según nos acercamos al tratamiento de 33.6 p.p.t.

B) En el cuarto experimento se observó que la velocidad de rotación se encuentra altamente relacionada con el área expuesta de los propágulos. Mayor área expuesta se observa una velocidad de rotación más rápida.

Por lo expresado previamente podemos asumir que la rotación de estos propágulos está relacionada con un mecanismo que necesita la luz como factor iniciador. Es más, 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 que me refiero anteriormente puede ser el de fotosíntesis u otro mecanismo que esté relacionado con la luz.

Los resultados de este estudio abren pase a la

investigación de lo que en realidad ocurre al propágulo, cuando pasa de la posición horizontal a la vertical, a niveles bioquímicos. Estos conocimientos nos darían un mejor entendimiento del comportamiento del propágulo y nos ayudaría a poder explicar, la distribución que muestra Rhizophora mangle.

BIBLIOGRAFIA:

Banus, M.D., and S. E. Kohlemainen, 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. E. Walsh (ed.) pp. 370-384, Univ. of Florida Press, Gainesville, Fla.

Carlquist, S., Island Biology. New York: Columbia Univ. Press, 1974, pp. 1-90.

Davis, J. H., 1940. The ecology and geology role of mangrove in Florida. Carnegie Inst. Washington Publ. 517:303-412.

Egler, F. E., 1948. The dispersal and establishment of red mangrove, Rhizophora mangle, in Florida. Caribb. Forester 9:229-320.

Gill, A.M., and P. B. Tomlinson, 1969. Studies on the growth of red mangrove (Rhizophora mangle). I. Habit and general morphology. Biotropica 1(1):1-9.

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 viviparia de *Rhizophora mangle* L. *Acta Científica Venez.* 13(6):184-197.

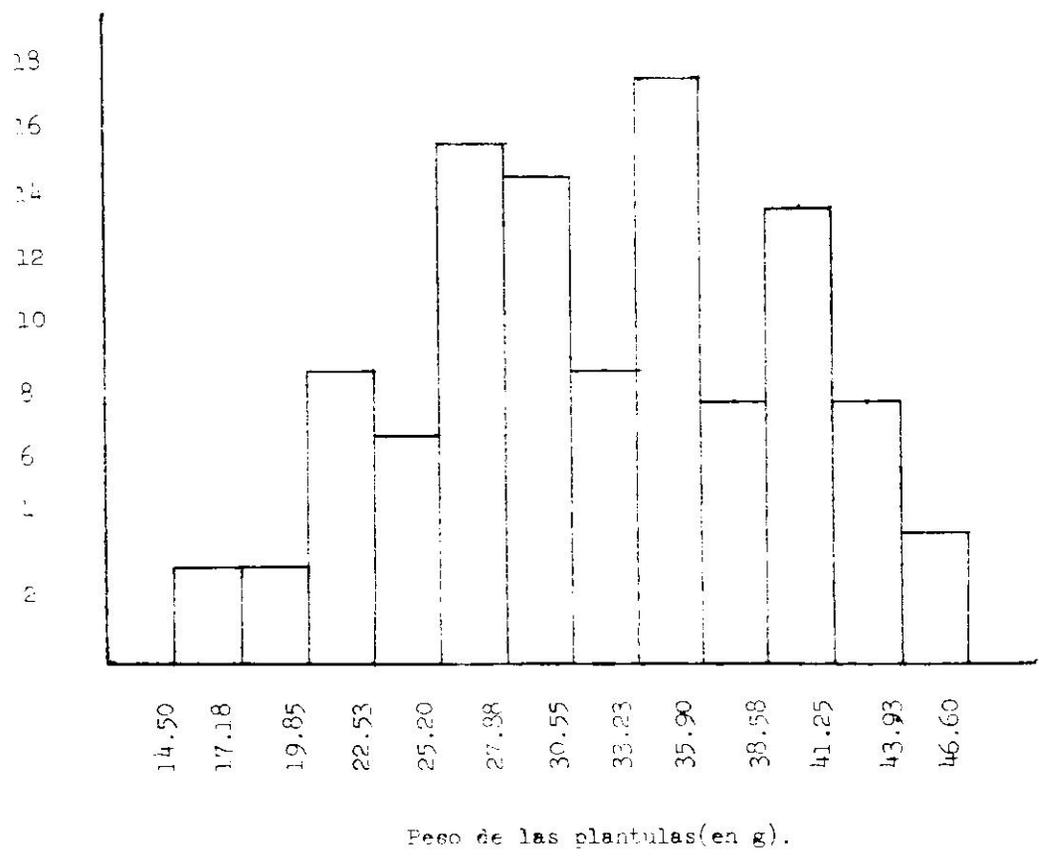
Pijil, L. Van Der, Principle of Dispersa in Higher Plants. New York: Springer-Verlag, 1969.

Rabinowitz, D., 1978. Dispersal Properties of Mangrove Propagules. *Biotropica* 10(1):47-57.

Tait, R. V.m and R. S. De Santo, Elements of Marine Ecology. New York: Springer-Verlag, 1972, p. 86.

APENDICE

Numero de individuos.

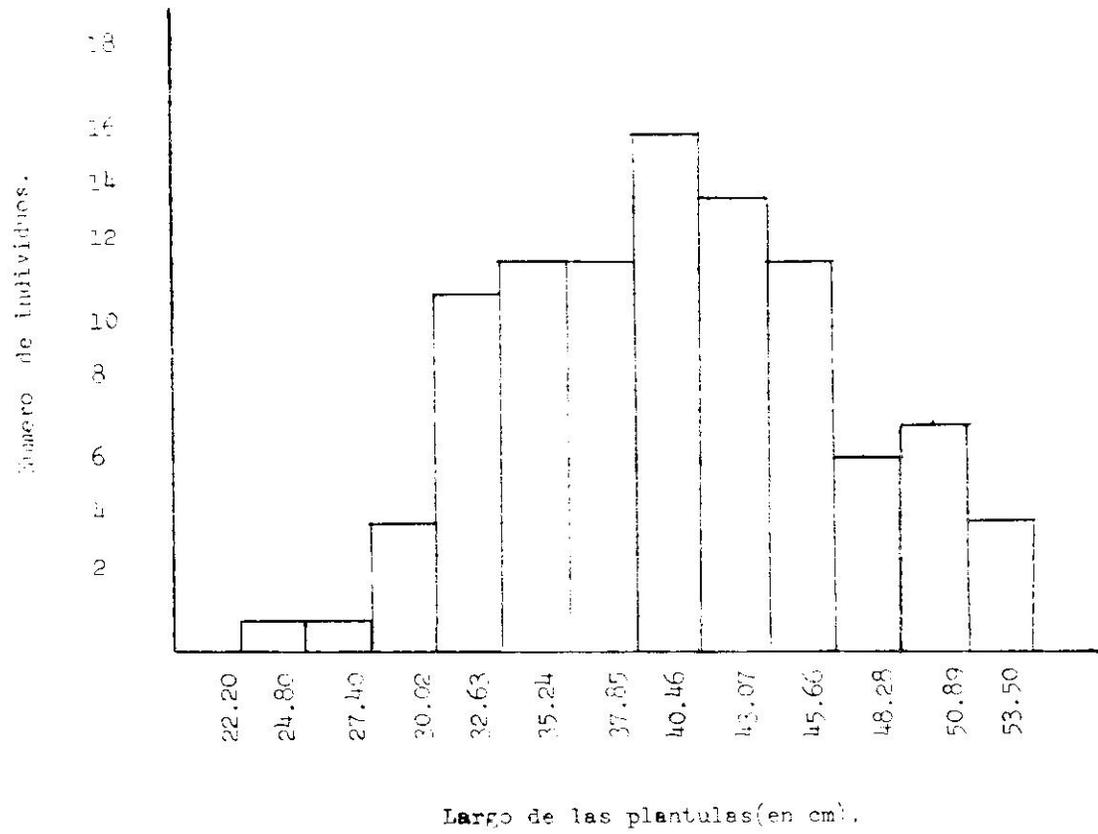


N=100

Promedio=31.36

$s^2=59.25$

Grafica del apéndice: 1 Estudio preliminar.

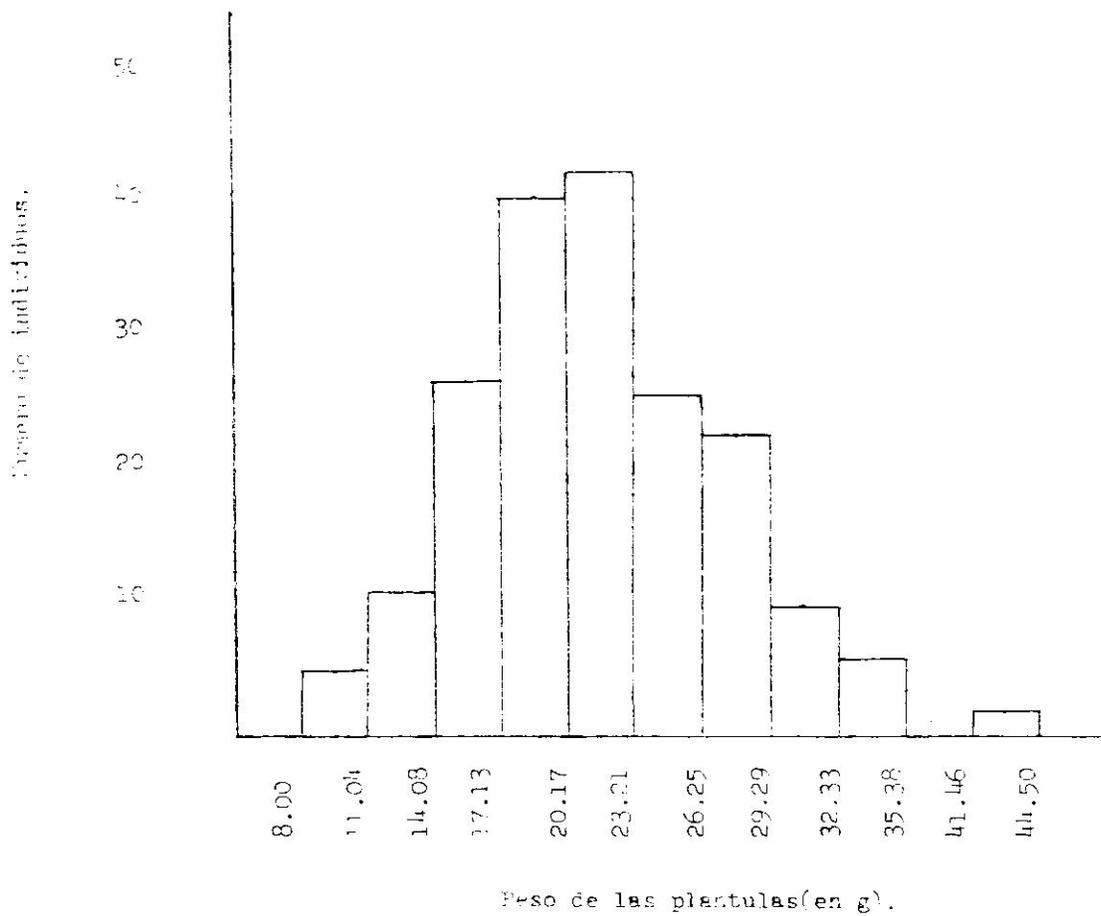


N=100

Promedio=39.19

$s^2=40.81$

Grafica del apéndice: 2 Estudio preliminar.

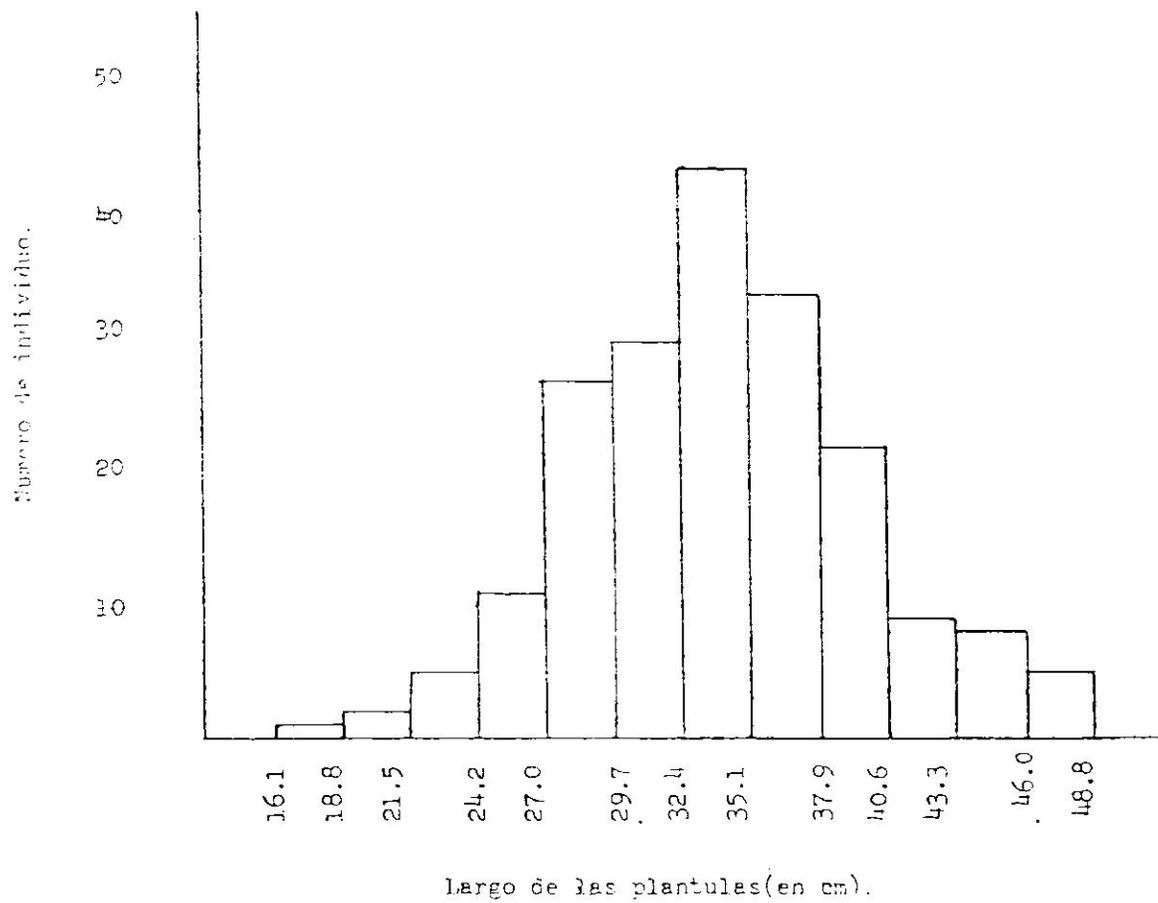


N=200

Promedio=22.31

$s^2=40.98$

Grafica del apéndice: 3 Estudio preliminar.



N=200

Promedio=33.86

$s^2 = 32.53$

Grafica del apéndice: 4 Estudio preliminar.

LUZ						
SALINIDAD	0 %	25%	50%	75%	100%	$\bar{x}$
0 ppt.	25	3.5	3.0	3.0	3.0	7.5
4.2 ppt.	25	3.0	3.0	3.0	4.0	7.6
8.4 ppt.	25	3.0	3.0	3.5	3.0	7.5
16.8 ppt.	25	3.0	3.0	3.0	3.0	7.4
33.6 ppt.	25	3.5	6.0	4.0	5.5	8.8
$\bar{x}$	25	3.2	3.6	3.3	3.7	

Fuente variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	1858.46	464.62	703.90 S.
Error	20	13.1	0.66	
Total	24	1871.56	465.28	

Tabla del apendice: 5 Análisis unidireccional de varianza del primer experimento. Promedio de los días en el que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz como tratamiento.

LUZ						
SALINIDAD	0 %	25%	50%	75%	100%	$\bar{x}$
0 ppt.	-	3.5	3.0	3.0	3.0	3.1
4.2 ppt.	-	3.0	3.0	3.0	4.0	3.3
8.4 ppt.	-	3.0	3.0	3.5	3.0	3.1
16.8 ppt.	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
33.6 ppt.	-	3.5	6.0	4.0	5.5	4.8
$\bar{x}$	-	3.2	3.6	3.3	3.7	

Fuente de variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	3	0.85	0.28	0.35
Error	16	13.10	0.82	N. S.
Total	19	13.95	1.10	

Tabla del apendice: 6 Análisis unidireccional de varianza del primer experimento. Promedios de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz, como tratamiento. No se considera el tratamiento de 0% de luz.

LUZ						
SALINIDAD	0 %	25%	50%	75%	100%	$\bar{x}$
0 ppt.	29	4.0	3.0	3.5	2.0	8.3
4.2 ppt.	29	6.0	3.5	4.0	3.0	9.1
8.4 ppt.	29	12.0	4.0	4.0	3.0	10.4
16.8 ppt.	29	4.0	4.0	3.5	5.0	9.1
33.6 ppt.	29	12.0	11.5	12.0	5.0	12.9
$\bar{x}$	29	7.6	5.2	5.4	3.6	

Fuente variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	2299.76	574.94	64.50 S.
Error	20	178.20	8.91	
Total	24	2477.96	583.85	

Tabla del apéndice: 7 Análisis unidireccional de varianza del segundo experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz, como tratamiento.

LUZ						
SALINIDAD	0 %	25%	50%	75%	100%	$\bar{x}$
0 ppt.	-	4.0	3.0	3.5	2.0	3.1
4.2 ppt.	-	6.0	3.5	4.0	3.0	4.1
8.4 ppt.	-	12.0	4.0	4.0	3.0	5.8
16.8 ppt.	-	4.0	4.0	3.5	5.0	4.1
33.6 ppt.	-	12.0	11.5	12.0	5.0	10.1
$\bar{x}$	-	7.6	5.2	5.4	3.6	

Fuente variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	3	40.55	13.52	1.21
Error	16	179.40	11.21	N.S.
Total	19	219.95	24.73	

Tabla del apendice: 8 Análisis unidireccional de varianza del segundo experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz, como tratamiento. No se considera el tratamiento de 0% luz.

LUZ						
SALINIDAD	0 %	25%	50%	75%	100%	$\bar{x}$
0 ppt.	31	4.0	4.5	4.0	3.5	9.4
4.2 ppt.	31	4.0	4.0	4.0	2.0	9.0
8.4 ppt.	31	4.0	4.0	4.0	3.5	9.3
16.8 ppt.	*	*	*	*	*	-
33.6 ppt.	31	25	11.0	11.0	5.0	16.6
$\bar{x}$	31	9.3	5.8	5.8	3.5	

\* Se elimino estas repeticiones, ya que los propágulos no se encontraban en buena condición fisiológica, al comenzar el experimento.

Fuente variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	2052.45	513.11	18.90 S.
Error	15	407.18	27.15	
Total	19	2459.68	540.26	

Tabla del apendice: 9 Análisis unidireccional de varianza del tercer experimento. Promedio de los dias en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz, como tratamiento.

LUZ						
SALINIDAD	0 %	25%	50%	75%	100%	$\bar{x}$
0 ppt.	-	4.0	4.5	4.0	3.5	4.0
4.2 ppt.	-	4.0	4.0	4.0	2.0	3.5
8.4 ppt.	-	4.0	4.0	4.0	3.5	3.9
16.8 ppt.	*	*	*	*	*	-
33.6 ppt.	-	25	11.0	11.0	5.0	13
$\bar{x}$	-	9.3	5.8	5.8	3.5	

\* Se eliminaron estas repeticiones, ya que los propágulos no se encontraban en buena condición fisiológica, al comenzar el experimento.

Fuente variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	3	67.42	22.47	0.66 N.S.
Error	12	407.19	33.93	
Total	15	474.61	56.40	

Tabla del apendice: 10 Análisis unidireccional de varianza del tercer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la luz, como tratamiento. No se considera el tratamiento de 0% luz.

SALINIDAD						
LUZ	0.0 ppt.	4.2 ppt.	8.4 ppt.	16.8 ppt.	33.6 ppt.	$\bar{x}$
100%	3.0	4.0	3.0	3.0	5.5	3.7
75%	3.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.3
50%	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	3.6
25%	3.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.2
0%	25	25	25	25	25	25
$\bar{x}$	7.5	7.6	7.5	7.4	8.8	

Fuente de variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	6.86	1.72	0.02 N.S.
Error	20	1864.70	93.24	
Total	24	1871.56	94.96	

Tabla del apéndice: 11 Análisis unidireccional de varianza del primer experimento. Promedio de los días en que el 80% de los propágulos asumieron la posición vertical, tomando la salinidad, como tratamiento.

SALINIDAD						
LUZ	0.0 p.p.t.	4.2 p.p.t.	8.4 p.p.t.	16.8 p.p.t.	33.6 p.p.t.	$\bar{x}$
100%	3.0	4.0	3.0	3.0	5.5	3.7
75%	3.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.3
50%	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	3.6
25%	3.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.2
0%	-	-	-	-	-	-
$\bar{x}$	3.1	3.3	3.1	3.0	4.8	

Fuente variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	8.58	2.15	5.97 s.
Error	15	5.38	0.36	
Total	19	13.95	2.51	

Tabla del apendice: 12 Análisis unidireccional de varianza del primer 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.

SALINIDAD						
LUZ	0.0 ppt.	4.2 ppt.	8.4 ppt.	16.8 ppt.	33.6 ppt.	$\bar{x}$
100%	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.6
75%	3.5	4.0	4.0	3.5	12.0	5.4
50%	3.0	3.5	4.0	4.0	11.5	5.2
25%	4.0	6.0	12.0	4.0	12.0	7.6
0%	29	29	29	29	29	29
$\bar{x}$	8.3	9.1	10.4	9.1	13.9	

Fuente de variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	98.76	24.69	0.21 N.S.
Error	20	2339.60	116.98	
Total	24	2438.36	141.67	

Tabla del apéndice: 13 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.

SALINIDAD						
LUZ	0.0 ppt.	4.2 ppt.	8.4 ppt.	16.8 ppt.	33.6 ppt.	$\bar{x}$
100%	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.6
75%	3.5	4.0	4.0	3.5	12.0	5.4
50%	3.0	3.5	4.0	4.0	11.5	5.2
25%	4.0	6.0	12.0	4.0	12.0	7.6
0%	-	-	-	-	-	-
$\bar{x}$	3.1	4.1	5.4	4.1	9.6	

Fuente de variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	123.45	30.86	4.80 S.
Error	15	96.5	6.43	
Total	19	219.95	37.29	

Tabla del apéndice: 14 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.

SALINIDAD						
LUZ	0.0 p.p.t.	4.2 p.p.t.	8.4 p.p.t.	16.8 p.p.t.	33.6 p.p.t.	$\bar{x}$
100%	3.5	2.0	3.5	*	5.0	3.5
75%	4.0	4.0	4.0	*	11.0	5.8
50%	4.5	4.0	4.0	*	11.0	5.9
25%	4.0	4.0	4.0	*	25.0	9.3
0%	31	31	31	*	31	31
$\bar{x}$	9.4	9.0	9.3	-	16.6	

\* Se elimino este tratamiento, ya que los propágulos no se encontraban en buena condición fisiológica, al comenzar el experimento.

Fuente de variación	gl	Suma de los cuadrados	Promedio cuadrado	Valor F
Tratamiento	4	2052.45	513.11	18.90 S.
Error	15	407.19	27.15	
Total	19	2459.64	540.26	

Tabla del apendice: 15 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.