

# Estructura de tamaños y eficiencia fotosintética de una comunidad de individuos juveniles en un bosque de igapó, Archipiélago de Anavilhanas

Juan Guevara, Agustín Camacho, Daniel Munari, Carla Rezende & Joyce Barbosa

---

## 1. Introducción

La historia de vida de las plantas está regulada por una serie de procesos y factores bióticos y abióticos que regulan el crecimiento y supervivencia de las mismas (Tilman 1988). Factores ambientales como disponibilidad de luz, nutrientes y agua influyen directamente las tasas de crecimiento de individuos juveniles y adultos de todas las especies de plantas del planeta. De esta forma, bajo condiciones de stress hídrico o lumínico, procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis se encuentran seriamente afectados, provocando bajos niveles de eficiencia fotosintética que pueden limitar las tasas de crecimiento (Lambers *et al.* 1998; Lee 1978). De la misma manera en que bajos niveles de nutrientes determinan menor cantidad de biomasa total, mayor alocación de recursos en las raíces y crecimiento lento (Junk 1997).

Los bosques de Igapó son ambientes sumamente adversos para las especies de plantas que coexisten en ellos. Largos e intensos períodos de inundación en conjunto con una cantidad disponible de nutrientes bastante baja y existencia de competencia interespecífica por la luz provocan bajos niveles de crecimiento de las plantas en estos ambientes (Junk 1997; Oliveira & Daly 2001). Estas características se vuelven mucho más intensas a lo largo del gradiente topográfico afectado por los ciclos de inundación. Entonces, la combinación de restricciones impuestas por el ambiente en conjunto con la aparición de respuestas adaptativas individuales pueden

determinar diferencias de la distribución de tamaños de las plántulas a lo largo del gradiente topográfico.

Una de las principales características del archipiélago de Anavilhanas es lo abrupto de su topografía, provocando grandes diferencias en los niveles de inundación que las plantas tienen que soportar en función de su posición dentro de los gradientes topográficos. Si el período de inundación impone restricciones en la supervivencia y crecimiento de las plántulas, las áreas más altas del gradiente topográfico tendrían mayor cantidad de individuos más altos con diámetros menores en relación a las áreas más bajas. Otro escenario posible en el que las respuestas adaptativas fuesen importantes es encontrar individuos más altos y con menor diámetro en las zonas más bajas del gradiente.

Nuestro objetivo fue verificar las variaciones en la altura, diámetro y eficiencia fotosintética de los individuos juveniles de plantas leñosas a lo largo de un gradiente topográfico influenciado por el tiempo de inundación.

## 2. Materiales & métodos

### 2.1 Área de estudio

El área de estudio se localizó en una isla del Archipiélago de Anavilhanas, el cual está localizado en el Río Negro, a 120 km al noroeste de la ciudad de Manaus. Anavilhanas constituye uno de los mayores archipiélagos fluviales del mundo. La vegetación es característica de los

bosques de igapó, donde las especies más frecuentes de árboles emergentes son *Diphormandra pennigera* Tul., *Tabebuia barbata* (E. Mey) Sandwith y *Astrocaryum jauari* Mart. Un árbol fácilmente observable en las zonas del Río Negro que permanecen mayor tiempo inundadas es *Symmeria paniculada* Benth., que puede soportar períodos de inundación de hasta nueve meses (Oliveira & Daly 2001). Los suelos del archipiélago son de características un poco más arcillosas que aquellos que se encuentran a lo largo de los márgenes del Río Negro y es posible encontrar especies leñosas características de tierra firme en las zonas dentro del Archipiélago menos expuestas a la inundación del río (Oliveira & Daly 2001). La época de inundación dura aproximadamente ocho meses y se extiende desde noviembre a junio. El presente trabajo fue desarrollado en agosto, durante la época de disminución del nivel de las aguas.

## 2.2 Diseño experimental

Se colocaron tres transectos paralelos de 70 m cada uno a lo largo de una pendiente. El transecto situado en la parte más baja del gradiente estuvo alejado 15 m del nivel del agua, el segundo se dispuso a 10 m de distancia del

primero y el último a 20 m del segundo en la parte más alta del gradiente (cresta). En todos los transectos se ubicaron 14 puntos de muestreo cada 5 m de distancia y a continuación se midió la altura y el diámetro a la base de los cuatro individuos más cercanos. Solamente se consideraron plántulas de especies leñosas con alturas entre 5-100 cm de altura.

Los valores de eficiencia fotosintética se tomaron con la ayuda de un fluorómetro Hansa tech, modelo FM 52. En cinco puntos de cada transecto, separados por 5 m aproximadamente, se realizó la medición de 4 hojas pertenecientes a cuatro plántulas escogidas al azar.

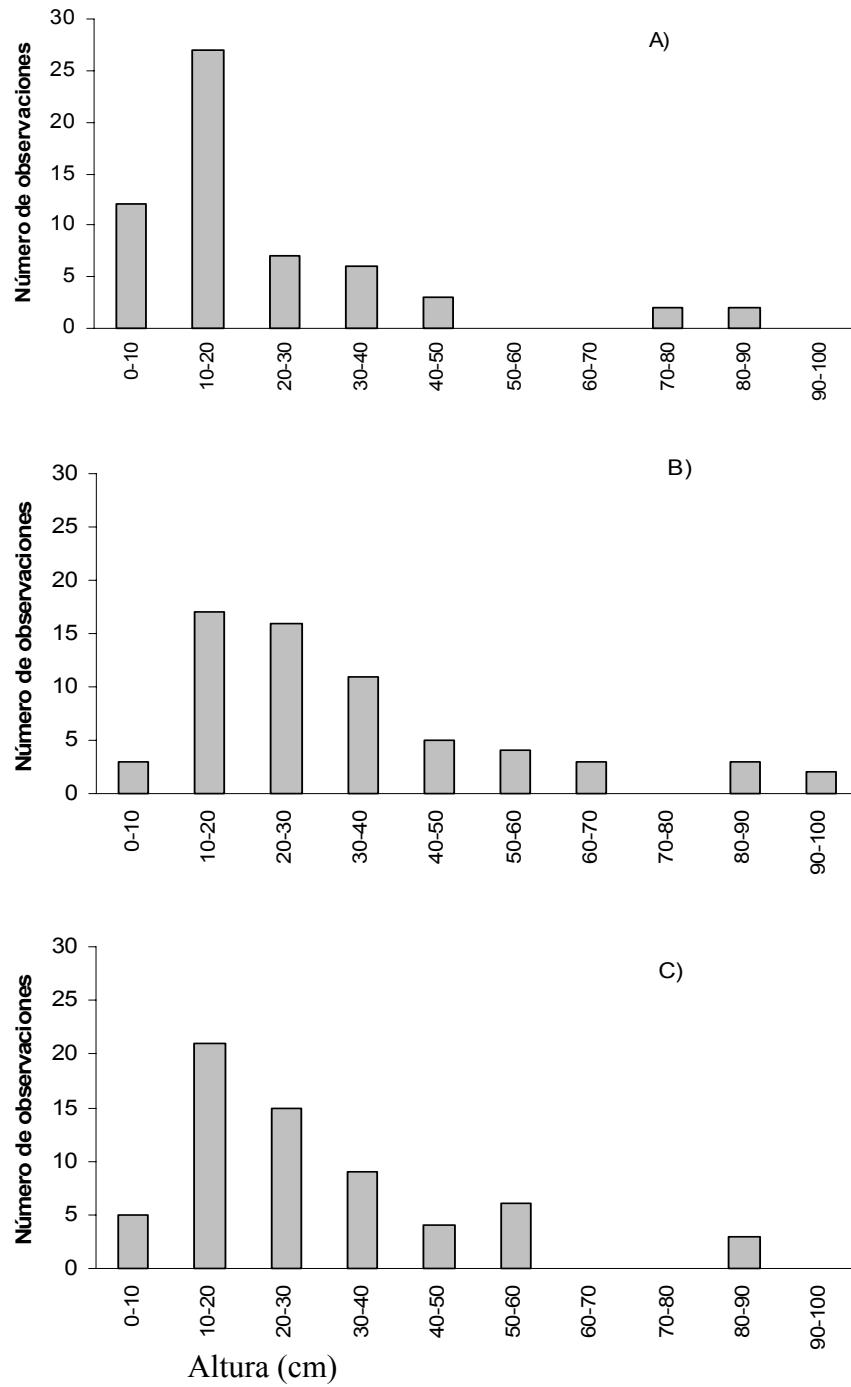
## 2.3 Análisis estadísticos

Para determinar si existieron diferencias significativas en las distribuciones de los valores de altura y diámetro de las plántulas entre los tres niveles del gradiente, se realizó un test de Kolmogorov-Smirnov para muestras independientes utilizando la corrección de Bonferroni. Un análisis de variancia (ANOVA) simple se utilizó para evaluar si existían diferencias significativas en los valores de eficiencia fotosintética.

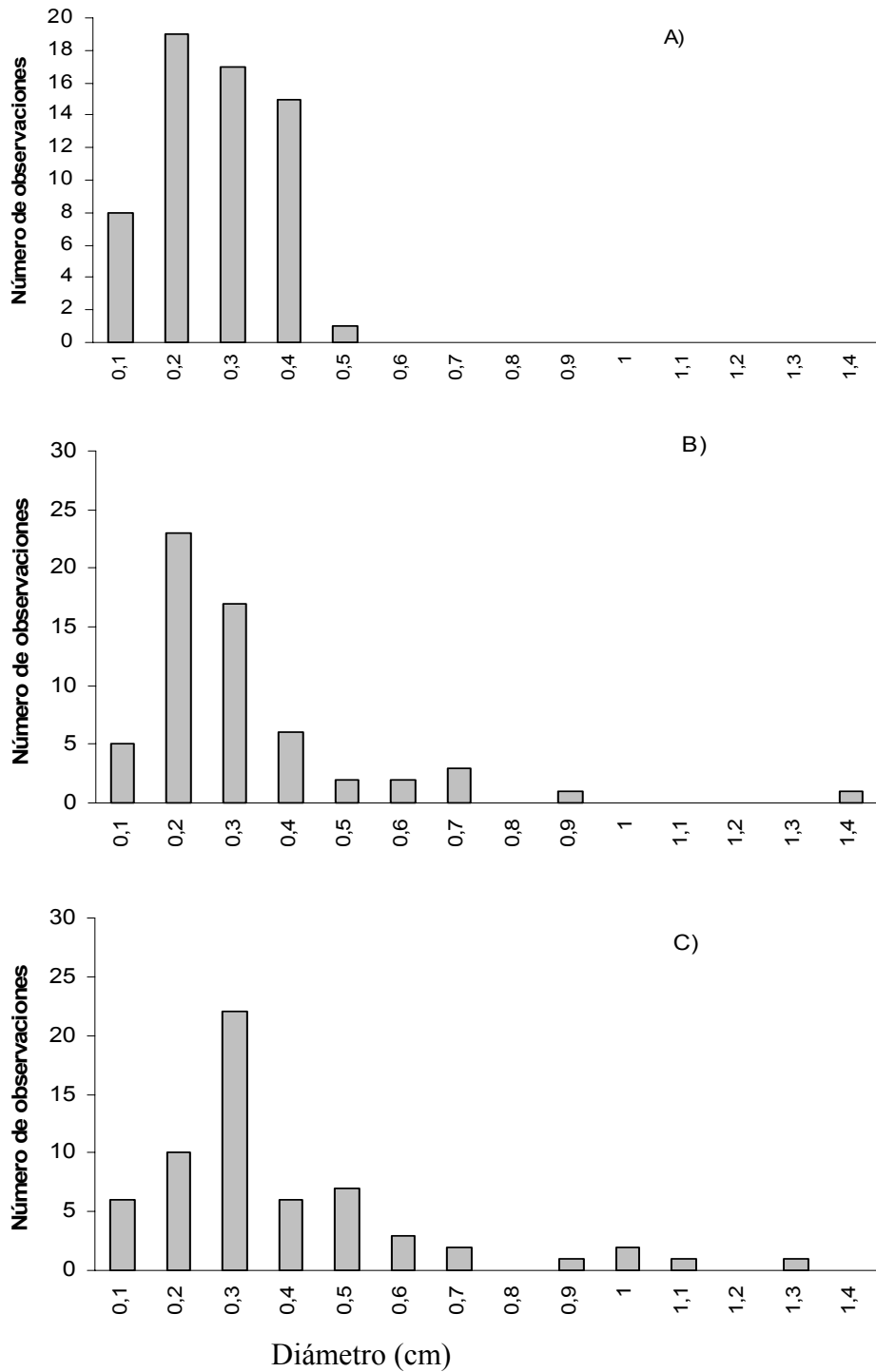
## 3. Resultados

Los resultados obtenidos detectaron diferencias altamente significativas para la distribución de alturas de los juveniles registrados en la parte baja con relación a la parte media (Kolmogorov-Smirnov ; g.l.=59;  $p < 0,001$ ) y también se encontraron diferencias significativas en la distribución de alturas entre los individuos del transecto de la parte media y de la parte alta ( $p < 0,05$ ). Se puede observar que la mayor cantidad de individuos se distribuyen en las clases de altura inferiores (Figura 1). Sin embargo, en el transecto de la parte baja del gradiente topográfico se encontraron muy pocos individuos con alturas inferiores a los 10 cm y el número de individuos con alturas por encima de los 80 cm es mayor.

No se encontraron diferencias significativas entre las distribuciones de los valores de diámetros de las plántulas entre los tres transectos. Sin embargo, se puede apreciar en los gráficos de distribución de diámetros que en el transecto de la parte baja del gradiente topográfico todos los individuos registrados tienen diámetros inferiores a 1 cm (Figura 2).

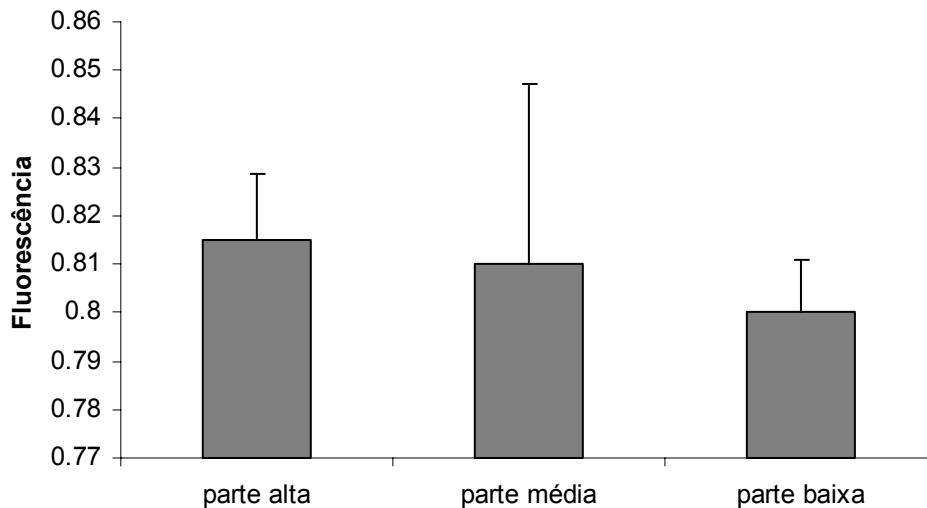


**Figura 1.** Histogramas de distribución de la altura de juveniles en tres niveles de un gradiente topográfico de un bosque de Igapó, Archipiélago de Anavilhanas. **(A)** parte baja (n=60); **(B)** parte media (n=60); **(C)** parte alta (n=60).



**Figura 2.** Histogramas de distribución de los diámetros de juveniles en tres niveles de un gradiente topográfico de un bosque de Igapó, Archipiélago de Anavilhanas. **A)** parte baja; (n=60); **B)** parte media (n=60); **C)** parte alta (n=60).

A pesar de que no existen diferencias significativas en los valores de eficiencia fotosintética entre los tres niveles del gradiente topográfico, se puede observar un descenso en estos valores hacia la parte más baja del gradiente (Figura 3)



**Figura 3.** Relación de los niveles de eficiencia fotosintética a lo largo de un gradiente topográfico en un bosque de igapó

#### 4. Discusión

El nivel y la duración de las inundaciones de los bosques de Igapó se constituyen en el factor primordial que regula el establecimiento, supervivencia y diversidad de especies de plántulas que coexisten en estos ambientes (Ferreira & Stohlgren 1999; Parolín 2001). En este contexto, se espera que las especies que logren establecerse en ambientes sometidos a inundación prolongada presenten diferentes respuestas adaptativas que les permitan aumentar el número de plántulas establecidas (Parolin 2001, 2002). Los resultados de este estudio mostraron una mayor proporción de individuos más altos en los niveles superiores del gradiente topográfico, esto coincide con nuestras previsiones para un escenario en el cual las restricciones impuestas por la inundación sobre el crecimiento de los individuos provoquen respuestas adaptativas de la comunidad de plántulas del igapó. Parolin (2002) encontró que los individuos de las especies situadas a mayor altura dentro del gradiente topográfico eran más altos y tenían semillas mayores. El incremento del tamaño de la semilla

respondería a déficit de nutrientes y pérdida de tejido fotosintético (Armstrong & Westoby 1993; Hewitt 1998). A pesar de que la identidad taxonómica de los individuos no fue registrada, se pudo determinar que varios de los individuos que se encontraban en las áreas más altas del gradiente correspondían a especies con semillas grandes (J. Guevara, observación personal)

No obstante, las restricciones en el crecimiento causadas por el periodo que las plántulas permanecieron sumergidas también conllevaría variaciones en el diámetro de las plántulas observadas, lo que no concuerda con nuestros resultados. Albuquerque *et al.* (2005) encontraron una mayor densidad de plántulas en áreas más altas del gradiente, así como una distribución aleatoria de las semillas en relación al mismo. Estos datos, junto con la falta de diferencias en eficiencia fotosintética en las plántulas de los diferentes niveles, sugieren que las condiciones que la anterior inundación impuso al crecimiento de las plántulas no sean las responsables de las diferencias de altura encontradas.

A pesar de que nuestras expectativas estaban centradas en las restricciones impuestas por las inundaciones sobre el crecimiento y por las respuestas adaptativas de las plantas a estas, el panorama creado por nuestros resultados hace pensar que esta situación esté derivada por las diferencias en el tiempo de germinación de las semillas depositadas en los distintos niveles del gradiente. Las semillas de plantas depositadas en niveles superiores después de la última inundación tendrían más tiempo para haber germinado, serían más altas y no presentarían diferencias en el diámetro ni en la eficiencia fotosintética (al ser tan jóvenes dependerían de las semillas y no sufrirían estrés hídrico). Esta conclusión se ve reforzada por los resultados encontrados por Albuquerque *et al.* (2005) realizados en el mismo gradiente.

## 5. Referencias bibliográficas

- Albuquerque, E.; Lima, D.P.; Schussler, G.; Peixoto, P.A. & Figueiredo, R. 2005. Efecto de la inundación sobre la densidad de plántulas y propagulos en un bosque de Igapó en la Amazonia Central. Libro de Curso de campo de Ecología de los Bosques Amazónicos, edición 2005.
- Armstrong, D.P. & Westoby, M. 1993. Seedlings from large size seeds tolerate defoliation better: a test using phylogenetically independent contrasts. *Ecology* 74:1092-1100.
- Ferreira, L.V. & Stohlgren, T.J. 1999. Effects of river level fluctuations on plant species richness, diversity, and distribution of a floodplain forest in Central Amazonia. *Oecologia* 120:582-587.
- Hewitt, N. 1998. Seed size and shade tolerance: a comparative analysis of north american temperate trees. *Oecologia* 114:432-440.
- Lambers, H.; Chapin F.S. & Pons, T.L. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer, New York.
- Lee, R.B. 1978. Inorganic nitrogen metabolism in barley roots under poorly aerated conditions. *Journal of Experimental Botany* 29:693-708.
- Oliveira, A.A. & Daly, D. 2001. *Florestas do Rio Negro*. Editora Schwarcz, São Paulo.
- Parolin, P. 2001. Seed germination and early establishment of 12 trees species from nutrient rich and nutrient poor Central Amazonia floodplains. *Environmental Experimental Botany* 48:177-186.
- Parolin, P. 2002. Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in amazonian floodplains. *Environment and Experimental Botany* 48: 177-186.
- Tilman, D. 1988. *Dynamics and Structure of Plant Communities*. Princeton University Press, New Jersey.

**Professor orientador:** Eduardo Arcoverde