



CARACTERIZACIÓN DE ETAPAS DE SUCESIÓN SECUNDARIA EN LA RESERVA NATURAL COCOBOLO, DISTRITO DE CHEPO, PANAMÁ

Jorge A. Mendieta¹, Emilio R. Espino² y Christel A. Ramos³

¹Departamento de Botánica de la Universidad de Panamá.

²Reserva Natural Cocobolo.

³Universidad de Panamá.

RESUMEN

En este estudio se describen y se comparan las características de diferentes etapas de sucesión secundaria en la Reserva Natural Cocobolo, localizada en la cuenca alta del río Mamoní, distrito de Chepo. Se estudiaron 4 sitios con vegetación de diferentes edades (de 2, 7-10, 30-60 y de aproximadamente 100 años respectivamente). En cada sitio se establecieron 4 parcelas de 25 x 40 m y se tomaron y analizaron datos de riqueza de especies arbóreas, altura del dosel, cantidad de estratos y área basal de árboles. Para la comparación de los sitios se utilizaron los análisis estadísticos ANOVA y el Test de Rangos Múltiples de Duncan. Los resultados demuestran que existen diferencias significativas en las diferentes etapas de desarrollo y a medida que avanza el proceso de sucesión se hace más compleja la estructura fisionómica de la vegetación. Se identificó un total de 132 especies, siendo los sitios 3 y 4 donde se presentó el mayor número. Los resultados muestran un incremento en cantidad de árboles, estratos, especies y en el área basal de los árboles a medida que se pasa de un estado inicial de sucesión a un estado avanzado.

PALABRAS CLAVES

Área basal, dosel, fisionomía, sotobosque, sucesión secundaria, estratos arbóreos.

ABSTRACT

Characteristics of successional plant stages were specified, analyzed and compared in Cocobolo Natural Reserve in the upper Mamoní watershed, district of Chepo. Four

sites with different ages (2, 7-10, 30-60 and 100 years old) were chosen, where the first and the last site were used as controls. Four plots of 25 x 40 m in each site were established. Data of trees with the following parameters: high of trees, strata, basal area and number of trees, were taken. ANOVA was used to verify significant differences between studied parameters. DUNCAN test was used to determine differences between treatments. A total of 132 woody species were inventoried, where the fourth sites presented the highest number of species. Number of trees, strata, species and basal area got higher progressively according to succession stages.

KEYWORDS

Basal area, canopy, physiognomy, secondary succession, tree stratification.

INTRODUCCIÓN

Los bosques naturales no son inmutables ya que están sometidos constantemente a cambios a través del tiempo. En ocasiones estos cambios son provocados por factores naturales (huracanes y terremotos) y otras veces por actividades antropogénicas (agricultura, ganadería, urbanismo). El proceso de cambios en la vegetación a través del tiempo, después de haber sufrido perturbaciones se conoce como sucesión secundaria (Walker & Del Moral, 2003). Frecuentemente la sucesión secundaria ocurre cuando las plantas colonizan el suelo previamente ocupado por una comunidad viviente (Gurevitch *et al.*, 2006). Este tipo de sucesión es muy frecuente en campos de cultivo abandonados, en los cuales existen semillas y/o remanentes de la vegetación natural. En todo caso, durante el proceso de sucesión secundaria se observa que las comunidades se van reemplazando una y otra vez a lo largo del tiempo, hasta lograr un equilibrio composicional que se refleja en la persistencia de las especies arbóreas en el tiempo (Glenn - Lewin, Peet & Veblen, 1992).

Según Bazzaz (2000), la sucesión secundaria es un proceso multidireccional, probabilístico que puede tener diversos resultados, en función de los factores que interrelacionen (bióticos y abióticos). Los cambios temporales en las características del ecosistema (nutrientes, biomasa, productividad), la comunidad (diversidad de especies, vegetación, estructura, herbivoría) o de una población (distribución de edad, patrones de historia de vida) están cercanamente asociados con el cambio de especies; por lo que los estudios de sucesión se basan en esta última característica (Glenn-Lewin, Peet & Veblen, 1992).

Aunque la sucesión secundaria ha sido un tema estudiado desde hace varias décadas, existe poca información sobre el desarrollo de este proceso en la región neotropical. En Panamá se han realizado estudios con énfasis en la estructura de la vegetación y el banco de semillas en el suelo (Golley *et al.*, 1969, Knight, 1975, Foster & Brokaw, 1982 y Denslow & Guzman, 2000); sin embargo, son pocos los estudios sobre sucesión secundaria. Entre los pocos estudios sobre sucesión vegetal en nuestro país, se cuenta con los estudios de Budowski (1961). Posiblemente, la poca disponibilidad de información se debe a que el estudio directo (en campo) requiere de largos períodos para completar la observación del proceso (al menos 100 años). Por lo tanto, la descripción de la sucesión secundaria usualmente se basa en la comparación de sitios vecinos, con características de clima y suelo semejantes y vegetación con diferentes estados de desarrollo (Finegan, 1996).

El conocimiento del proceso de sucesión vegetal contribuye con el desarrollo de la Ecología y ofrece un potencial en el desarrollo de programas de conservación y uso de los recursos biológicos (Finegan, 1996). Es por esta razón que en el presente estudio se ha propuesto caracterizar diferentes etapas de sucesión secundaria en la Reserva Natural Cocobolo, como una contribución a los esfuerzos para su conservación. En este sentido se ha planteado como objetivo describir y comparar las características fisionómicas de las diferentes etapas de sucesión en parcelas con vegetación de 2 años, 7-10 años, 30-60 años y aproximadamente 100 años. Los parámetros a comparar son los siguientes: riqueza de especies arbóreas, número de árboles, área basal de los árboles, altura promedio del dosel y cantidad de estratos arbóreos.

MÉTODOS Y MATERIALES

El estudio se realizó en los terrenos de la Reserva Natural Cocobolo. Ésta es una reserva privada establecida el año 2004 por la organización no gubernamental *Conservación a través de la Investigación, Educación y Acción* (CREA, por sus siglas en inglés) y localizada en el corregimiento de Las Margaritas, distrito de Chepo, provincia de Panamá, con coordenadas 9°17'33.4" N y 79°12'20.1" O.

La reserva se encuentra entre 250 y 600 msnm y tiene una superficie de 450 hectáreas (Fig. 1). La precipitación anual varía entre 3,400 mm y 3,500 mm y la temperatura promedio anual varía entre 22 °C y 24 °C (Atlas Nacional de la República de Panamá, 2007). De acuerdo a Tosi (1971), la Reserva se encuentra en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano.



Fig. 1. Localización del área de estudio. Espino, E. 2009.

El trabajo de campo se realizó en los meses de marzo y julio de 2008 y enero y febrero de 2009. Se seleccionaron cuatro sitios con vegetación de diferentes estados de desarrollo: rastrojo de dos años (sitio 1), bosque secundario joven de 7- 10 años (sitio 2), bosque secundario tardío de 30-60 años (sitio 3) y bosque maduro de aproximadamente 100 años (sitio 4). En cada sitio se establecieron 4 parcelas (réplicas) de 0.1 ha (25 m x 40 m) y se obtuvo información de todos los árboles presentes con un diámetro a la altura del pecho (dap) igual o mayor a 10 cm. Los parámetros estudiados en cada parcela fueron: riqueza de especies arbóreas, cantidad de árboles, área basal de los árboles, altura promedio del dosel y cantidad de estratos arbóreos. Finalmente, se realizaron comparaciones estadísticas de los parámetros medidos (ANOVA y prueba de Duncan).



Fig. 2. Medición del diámetro de los árboles. Espino, 2009.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que existen diferencias significativas en las diferentes etapas de desarrollo y que a medida que avanza el proceso de sucesión se hace más compleja la estructura fisionómica de la vegetación. En general se observa un aumento en la cantidad de árboles, riqueza de especies arbóreas, área basal, altura promedio del dosel y en la estratificación vertical (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características fisionómicas según etapa de sucesión secundaria.

Característica	Rastrojo	Bosque secundario joven	Bosque secundario tardío	Bosque maduro
Riqueza de especies arbóreas (cantidad de especies/ha)	0	22	40	111
Cantidad de árboles/ha)	0	385	475	625
Área basal (m ² /ha)	0	8.2	19.1	33.7
Altura promedio del dosel (m)	0	10.4	16.9	22.4
Cantidad de estratos arbóreos	0	1	2	3

Estos resultados coinciden con las observaciones de Holdridge (1996), quien indica que a medida que avanzan las etapas sucesionales la estructura y composición de la vegetación es más compleja.

Comparación de la riqueza de especies arbóreas. En cada parcela se identificaron y contabilizaron las especies arbóreas para efectuar comparaciones de la riqueza de especies. Los resultados indican variaciones extremas entre el rastrojo y el bosque maduro y una tendencia a aumentar a medida que avanza la sucesión (Cuadro 2).

Cuadro 2. Riqueza de especies según etapa de sucesión.

Parcelas	Rastrojo	Bosque secundario joven	Bosque secundario tardío	Bosque maduro
P1	0	10	19	41
P2	0	6	17	37
P3	0	11	14	34
P4	0	16	11	45

El análisis de varianza (ANOVA) demuestra que existen diferencias marcadas en la riqueza de especies arbóreas, entre las diferentes etapas sucesionales. El valor de la F calculada es altamente significativa ($F_{\text{calc}}=84.40^{**}$), ya que superó los niveles de significación tanto para 0.01 ($F_{0.01}=5.95$) como para 0.05 ($F_{0.05}=3.49$). Por otro lado, la aplicación del Test de Rangos Múltiples de Duncan, para establecer cuales etapas son diferentes entre sí, demuestra que todos los sitios difieren en su riqueza de especies arbóreas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Test de rangos múltiples de Duncan.

Medias	Duncan
39.25	a
15.25	b
10.75	c
0	d

La mayor riqueza de especies que se observa en las etapas más avanzadas del proceso de sucesión secundaria se explica por las modificaciones que ocurren en el suelo (temperatura y humedad), lo que favorecen el establecimiento de nuevas especies. Por lo tanto, con frecuencia en las etapas más avanzadas se observa una mayor riqueza de especies (Louman, Quirós & Nilson, 2001).

Cantidad de árboles. En este caso, se observa una tendencia similar a la que se observa en la riqueza de especies. A medida que la sucesión avanza en su desarrollo, aumenta la cantidad de individuos arbóreos. De esta forma en las etapas más avanzadas (bosque maduro) la cantidad de árboles es mayor que en las primeras etapas del proceso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cantidad de árboles presentes en cada parcela.

Parcelas	Rastrojo	Bosque secundario joven	Bosque secundario tardío	Bosque maduro
1	0	23	52	60
2	0	38	45	55
3	0	47	46	57
4	0	46	47	78

El análisis estadístico (ANOVA) demuestra que existen diferencias significativas entre las diferentes etapas de sucesión estudiadas. Este análisis produjo una F calculada altamente significativa ($F_{\text{calc}}=46.65^{**}$), ya que superó los niveles de significación de 0.01 ($F_{0.01}=3.49$) y 0.05 ($F_{0.05}=5.95$). Además, la prueba de Duncan demuestra que las diferentes etapas de sucesión difieren en la cantidad de árboles (Cuadro 5).

Cuadro 5. Test de rangos múltiples de Duncan.

Medias	Duncan
62.5	a
47.5	b
38.5	c
0	d

Área basal del conjunto de árboles. Los resultados de este estudio reflejan un incremento progresivo del área basal a medida que avanzan las etapas sucesionales. Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Saldarriaga *et al.* (1988) y Peña-Claros (2003), que señalan variación del área basal en diferentes etapas de desarrollo del bosque (Cuadro 6).

Cuadro 6. Área basal por parcela.

Parcelas	Rastrojo	Bosque secundario joven	Bosque secundario tardío	Bosque maduro
1	0	0.69	3.06	2.97
2	0	0.79	1.58	3.98
3	0	0.79	1.24	2.99
4	0	1.00	1.75	3.51

El análisis de varianza muestra que existen diferencias de área basal entre las etapas estudiadas, pues este análisis produjo una F calculada que es altamente significativa ($F_{\text{calc}}=38.38^{**}$), ya que superó los niveles de significación para 0.01 y 0.05 ($F_{0.05}=3.49$ y $F_{0.01}=5.95$). De acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan todas las etapas son diferentes (Cuadro 7).

Cuadro 7. Test de rangos múltiples de Duncan.

Medias	Duncan
3.37	a
1.91	b
0.82	c
0	d

Altura promedio del dosel. Cada etapa sucesional posee una altura promedio del dosel característico, observándose que a medida que el bosque avanza en el proceso de sucesión la altura es mayor. En el caso del rastrojo de 2 años no existen árboles, por lo tanto no hay valores para el dosel.

Cuadro 8. Altura promedio del dosel por parcela.

Parcela	Rastrojo	Bosque secundario joven	Bosque secundario tardío	Bosque maduro
1	0	10.15	18.06	22.44
2	0	10.04	17.13	22.47
3	0	10.75	15.7	22.69
4	0	10.83	16.82	22.15

El análisis de varianza demuestra que existen diferencias en la altura del dosel entre los sitios, pues la F calculada es altamente significativa ($F_{\text{calc}}=1281.38^{**}$) ya que superó los niveles de significación de 0.01 y

0.05 ($F_{0.05}=3.49$, $F_{0.01}=5.95$). De acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan, las medias de cada sitio obtuvieron letras distintas (Cuadro 9). Estos resultados demuestran que cada uno de los sitios estudiados posee una altura promedio de dosel particular y diferente a las otras.

Cuadro 9. Test de rangos múltiples de Duncan.

Medias	Duncan
22.44	a
16.93	b
10.44	c
0	d

Cantidad de estratos arbóreos. El rastrojo no presenta árboles y el paisaje es dominado por hierbas y arbustos pequeños, principalmente poáceas, melastomatóceas, clusiáceas y dileniáceas. El bosque secundario joven presenta un estrato de árboles. El bosque secundario tardío presenta dos estratos de árboles. El bosque maduro presenta cuatro estratos bien definidos que comprende arbustos, árboles jóvenes, árboles del dosel y emergentes. Los resultados de este estudio muestran un incremento en cuanto a la cantidad de estratos según la etapa sucesional desde el rastrojo al bosque maduro, haciéndose más evidente cuando alcanza cierta estabilidad dinámica, donde se encuentran tres estratos arbóreos. Tal como lo señala Budowski (1961), los estratos se distinguen más fácilmente a medida que se avanza hacia la etapa sucesional de bosque maduro.



Fig. 3. Vista interior de una parcela de bosque maduro. Mendieta, 2009.

CONCLUSIONES

En el sector en que se localiza la Reserva de Cocobolo existen las condiciones para que la vegetación natural se recupere, luego de alteraciones, mediante el proceso de sucesión secundaria en un periodo entre 80 y 100 años.

El proceso de sucesión secundaria presenta etapas en las cuales la complejidad florística y estructural son mayores a medida que el bosque tiene mayor desarrollo (Fig. 3).

Es posible diferenciar etapas de sucesión secundaria, ya que éstas presentan características fisionómicas típicas en cuanto a cantidad de árboles, riqueza de especies, altura del dosel, estratificación vertical y área basal.

REFERENCIAS

Bazzaz, F. 2000. *Plants in Changing Environments: linking, physiological, population and community ecology*. Cambridge University Press. 320 p.

Budowski, G. 1961. Forest succession in Panama and Costa Rica. Dr. Ph. Thesis New Haven Yale University School of Forestry. 189 p.

Denslow, J. & S. Guzman. 2000. Variation in stand structure, light and seedling abundance across a tropical moist forest chronosequence in Panama. *J. Veg. Sci* 11, 201-212.

Finegan, B. 1996. Pattern and process in Neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Tree*, 11(3): 119-124.

Foster, R. & N. Brokaw. 1982. Structure and history of the vegetation of Barro Colorado Island. In: *The Ecology of a Tropical Forest, Seasonal Rhythms and Long-Term changes*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 67-81 p.

Glenn-Lewin, D., R. K., Peet & T. T. Veblen. 1992. *Plant succession: theory and prediction*. Chapman & Hall. 352 p.

Golley, F. B., J. T. McGinnis, R. G. Clements, G. I. Child & M. J. Duever. 1969. The structure of tropical forests in Panama and Colombia. *BioScience*, 19, 693-696.

Gurevitch, J, S. Scheiner & G. Fox. 2006. *The ecology of plants*. Sinauer Associates. 574 p.

Holdridge, L. 1998. *Ecología basada en zonas de vida*. 4ta reimpresión. Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 216 p.

Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 2007. *Atlas Nacional de la República de Panamá*. República de Panamá. 290 p.

Louman, B., D. Quirós & M. Nilson. 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE, Costa Rica. 265 p.

Knight, D.H. 1975. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. *Ecol. Monogr.*, 45, 259-284.

Peña-Claros, M. 2003. Changes in Forest Structure and Species Composition during Secondary Forest Succession in the Bolivian Amazon. *Biotropica*, 35(4): 450-461.

Saldarriaga, J.G, D. C. West, M. L. Tharp & C. UHL. 1988. Long-term chronosequence of forest succession in the upper rio Negro of Colombia and Venezuela. *J. Ecol.*, 76, 938-958.

Tosi, J. 1971. Panamá: Zonas de Vida. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 123 p.

Walker, L. R. & R. Del Moral. 2003. Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. Cambridge University Press. 442 p.

Recibido febrero de 2010, aceptado agosto de 2010