

La silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y el manejo del bosque

The silviculture as a critical element for sustainability and management of the forest

Florestal como um elemento crítico para a sustentabilidade e gestão florestal

Carmen Rosa Montes Pulido

Ingeniera forestal, DEA *Economie de l' environnement et des ressources naturelles*

Grupo investigación Grupo interdisciplinario de estudios sectoriales (GIES). Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente –ECAPMA. Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD. Bogotá. Colombia.

carmen.montes@unad.edu.co

Resumen

Se presenta un panorama de la silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y manejo del bosque, considerando la definición de la silvicultura que soporta el manejo sostenible del bosque natural, el papel de la silvicultura dentro de los nuevos paradigmas de uso sostenible del bosque natural, las limitaciones en investigación y práctica silvicultural en bosques tropicales y los temas prioritarios para lograr el manejo sostenible del bosque natural. Se plantea que para el mantenimiento de la capacidad de adaptación de los bosques a diversos e inesperados disturbios sin perder su integridad ecológica el silvicultor necesita conocimientos biológicos y ecológicos que le permitan comprender el bosque como un todo. Se concluye que para obtener mayores beneficios de los bienes y servicios ecosistémicos se requiere superar el enfoque de la silvicultura tradicional. Es necesario desarrollar investigaciones conducentes a maximizar los beneficios de las comunidades locales a partir del uso combinado de productos maderables y no maderables, sin descuidar su rol de garantizar la integridad ecológica del ecosistema que intervenga.

Palabras clave: silvicultura, bienes y servicios ecosistémicos, integridad ecológica, bosque natural.

Abstract

It is presented an overview of silviculture as a critical element for the sustainability and management of the forest, considering the definition of silviculture that supports the sustainable management of natural forest, the role of silviculture within the new paradigms for the sustainable use of natural forest, the limitations in research and silvicultural practice in tropical forests and the priority themes for achieving the sustainable management of natural forest. It was established that for the maintenance of the adaptive capacity of forests to various and unexpected disturbances without losing their ecological integrity, the forester needs biological and ecological knowledge that enables him to comprehend the forest as a whole. It is concluded that in order to obtain greater benefits from the ecosystem goods and services it is required to overcome the traditional silviculture approach. It is necessary to develop research leading to maximize the benefits of local communities from the combined use of timber and non-timber products, without

neglecting their role to ensure the ecological integrity of the ecosystem intervening.

Key-words: silviculture, ecosystem goods and services, ecological integrity, natural forest

Resumo

Uma visão geral da silvicultura parece ser crítica para a sustentabilidade como um elemento de manejo florestal, considerando a definição de silvicultura que suporta o gerenciamento sustentável de florestas naturais, o papel da silvicultura nos novos paradigmas de uso sustentável da floresta natural, limitações na investigação e prática silvicultural em florestas tropicais e as temáticas prioritárias para conseguir o manejo sustentável das florestas naturais. Foi estabelecida que para manter a resiliência

das florestas em diversas e inesperadas alterações sem perder sua integridade ecológica o silvicultor precisa conhecimentos biológicos e ecológicas que ajudam a entender a floresta como um todo. Conclui-se que, para obter maiores benefícios de bens e serviços do ecossistema é necessário superar a abordagem florestal tradicional. Precisamos desenvolver investigações encaminhadas em maximizar os benefícios para as comunidades locais a partir da utilização combinada de produtos madeireiros e não-madeireiros, sem descuidar o seu papel de assegurar a integridade ecológica do ecossistema que seja intervindo.

Palavras-chave: silvicultura, bens e serviços ecossistêmicos, integridade ecológica, floresta natural.

Introducción

Desde la década de los ochenta la actitud de la población hacia el bosque natural ha cambiado. Más allá de obtener productos de la madera, el interés general actual es dar continuidad a la estructura, función y composición del bosque, tanto para conservar la diversidad biológica como abastecer otros bienes y servicios ambientales a las comunidades locales. La nueva mirada del bosque ha puesto en consideración, tanto las prácticas silvícolas como los programas de investigación tratados en este campo. El objetivo de este artículo es presentar un panorama de la silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y manejo del bosque, dando respuesta a los siguientes interrogantes) ¿Cuál es la definición de la silvicultura como soporte del manejo sostenible del bosque natural?, ii) ¿Cuál es el papel de la silvicultura dentro de los nuevos paradigmas de uso sostenible del bosque natural?, iii) ¿Qué limitaciones tuvieron y tienen la investigación y la práctica silvicultural desarrolladas en los bosques tropicales? y iv) ¿Cuáles temas son prioritarios para investigación a fin de entender y lograr el manejo sostenible del bosque natural? Finalmente, se concluye sobre

las ventajas y requerimientos del silvicultor para adoptar nuevos paradigmas de manejo del bosque.

Definición de la silvicultura como soporte del manejo sostenible del bosque natural

La silvicultura es el estudio y manejo del bosque para producir los atributos y productos deseados. El silvicultor se enfoca al desarrollo de prácticas que minimicen costos y maximicen los beneficios sociales, con el propósito de alcanzar una regeneración del bosque e incrementar la producción y calidad de la madera. Para el manejo sostenible del bosque natural, la silvicultura busca garantizar la provisión de servicios ambientales como prevenir y evitar deslizamientos e inundaciones, regular el ciclo hidrológico, dar continuidad al hábitat de la vida silvestre, facilitar actividades ecoturísticas y de caza de subsistencia, entre otros. Las actividades silviculturales pretenden controlar el establecimiento, composición, estructura, crecimiento y función de los arboles en el bosque manejado. Las especies preferidas se alcanzan a través de regeneración natural, siembra de semillas o

plántulas. El silvicultor maneja el crecimiento de los individuos y su calidad manipulando la composición de especies, así como la distribución de individuos en un espacio (Puettmann, Coates & Messier, 2009).

Papel de la silvicultura dentro de los nuevos paradigmas de uso sostenible del bosque natural

Las teorías de sistemas adaptativos complejos (SAC) han surgido de campos del conocimiento como la economía (Arthur, Durlauf & Lane, 1997), ciencias sociales (Langton, 1995; Janssen, 1998) y biología (Holling, 1992; Levin, 1998). El enfoque principal de SAC se refiere al entendimiento de dinámicas de modelos agregados que resultan de la interacción de componentes del sistema (Norberg, 2004). Los elementos esenciales son: 1) diversidad sostenida e individualidad de componentes; 2) Interacciones localizadas entre estos componentes; 3) Un proceso autónomo que selecciona entre sus componentes un subconjunto para su replicación o mejora, con base en resultados de interacciones locales, (Levin, 1998). En consecuencia, los SAC se derivan de tres grandes procesos. Uno que crea diversidad, otro de interacción entre especies (componentes) y uno más que selecciona el gradiente creado por la diversidad en forma y función. El resultado neto es un conjunto de especies que cambia continuamente hacia un predominio de las más adecuadas para enfrentar las fuerzas selectivas del entorno (Norberg, 2004). Entre los sistemas biológicos el bosque puede ser considerado un niño complejo y sus implicaciones no han sido directamente consideradas por los silvicultores. Así, el bosque como sistema biológico puede considerarse complejo y adaptativo si cumple las siguientes características: 1) está integrado por varios componentes (árboles, insectos, suelo, entre otros) y procesos (ciclaje de nutrientes, dispersión de semillas, mortalidad de árboles; 2) sus partes y procesos interactúan entre sí con el ambiente externo en diferentes formas y a escala temporal y espacial; 3) estas interacciones originan estructuras heterogéneas y relaciones no lineales; 4) las

estructuras y relaciones no son completamente al azar ni determinísticas, pero representan un combinación de aleatoriedad y orden; 5) Los sistemas contienen mecanismos positivos y negativos de retroalimentación, estabilización o desestabilización, dependiendo de las condiciones; 6) el sistema es abierto al mundo exterior, intercambiando con él energía, materiales y/o información; 7) es sensible a las condiciones iniciales, después de una perturbación importante y de subsecuentes perturbaciones; y 8) contiene muchos componentes adaptativos y subsistemas anidados el uno con el otro dando lugar a propiedades emergentes (Puettmann *et al.*, 2009). El propósito de la silvicultura al considerar estas nuevas herramientas es superar el enfoque reduccionista que asume el funcionamiento de un sistema como la suma de las partes. Al considerar la complejidad, o interacciones entre los componentes del ecosistema emergen propiedades que superan la suma de las partes. El resultado de estos análisis apoyados en la ecología, biología y la informática propiciará nuevos conocimientos para el manejo de sistemas forestales.

El futuro del bosque tropical está ligado a aquellas actividades que generen fuentes de ingreso como productos maderables y no maderables y servicios ambientales, cuya característica es hacer del bosque una fuente económicamente competitiva. La maximización de beneficios derivados de la madera combinada con productos no maderables requiere de prácticas tanto silviculturales como de aprovechamiento que van más allá de buscar un incremento en diámetro y altura. Incluyen el manejo especializado para combinar conservación de la biodiversidad con producción de madera, producción de frutos y otros productos de algunas especies comerciales no maderables y plantaciones de enriquecimiento entre otras alternativas (Klimas, Kainer, de Olivera & Wadt, 2012). Por ejemplo, en Brasil se encontró que la corta de lianas que crecen sobre árboles de la nuez (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) provoca mayor producción de fruto después de 3 años. Producen en promedio tres veces más frutos respecto a árboles

no tratados, después de 10 años. Se recomienda cortar únicamente las lianas asociadas con *B. excelsa* para conservar las funciones ecosistémicas que proporciona esta planta trepadora (Kainer, Wadt & Staudhammer, 2013). En Colombia, el aprovechamiento del corazón de palma (*Euterpe oleracea* Mart.) es un ejemplo de producto no maderable aprovechado en el sur de la costa pacífica colombiana. Mediante simulaciones se encuentra que el escenario para garantizar su sostenibilidad involucra un aprovechamiento anual entre el 50% y 75% de todos los estípites cosechables, sin eliminación de rebrotes de plantas. Este manejo debe acompañarse de la planificación de zonas explotables, marcando los tallos a cortar durante las siguientes cosechas y dejando los residuos de cosecha como mantillo (Vallejo, Galeano, Bernal & Zuidema, 2014).

Limitaciones para la investigación y la práctica silvicultural en bosques tropicales.

El manejo silvicultural actual y su investigación son resultado de la aplicación de un pensamiento industrial europeo y norteamericano de hace 200 años. El pensamiento económico del siglo XVIII articulado a la adopción de ideas de libre mercado y la aplicación del concepto de manejo eficiente por silvicultores de la época, tuvo alto impacto y aún tiene influencia sobre las prácticas silvícolas de hoy. Alcanzar eficiencia en un bosque de diversidad de especies, tamaños y calidad, a través de un manejo de unidades de vegetación homogénea que faciliten su aprovechamiento, son aplicaciones de hace 2 siglos. Igualmente, la actividad de eliminar individuos para reducir la densidad y alcanzar más rápido crecimiento de los árboles remanentes y obtener ingresos en el mediano plazo, manifiestan la perseverancia de este pensamiento (Puettmann, Coates & Messier, 2009).

La historia muestra que las adaptaciones adelantadas en el Neotrópico, procedentes de Europa y Norteamérica han limitado el entendimiento y tratamiento del bosque como sistema complejo.

Los silvicultores, inspirados en la agricultura, han reducido o eliminado varias de las propiedades de un ecosistema complejo. Es el momento, de realizar un análisis constructivo de la experiencia adquirida en la historia de la silvicultura para lanzar nuevas propuestas de manejo del bosque Neotropical, fundamentadas en sus características y los requerimientos socioeconómicos de las comunidades locales.

Otro factor limitante para la investigación y manejo silvicultural son las afectaciones antrópicas en el bosque tropical y sus efectos sobre la pérdida de hábitat. Se reconoce que los humanos han modificado el bosque desde hace 10.000 años (Williams, 2006). Los cazadores recolectores utilizaron el fuego para limitar la expansión de bosques y reemplazarlo por pastos. Varios de los cultivos actuales son resultado de domesticación de especies en el trópico. El maíz, la papa, frijol, hiasias (Barrera, 2004), la ahuyama (Boada, 1987, Restrepo, 2009) y frutas como guayaba, guanábana, aguacate, mora, pitahaya fueron cultivados por comunidades prehispanicas (Rodríguez, 2006). La agricultura basada en estos cultivos ha sido practicada por milenios y con la entrada de europeos en América y el consecuente uso de herramientas de hierro incrementó la conversión de bosque a territorios agrícolas (Wright, 2010). La tasa de deforestación se aceleró durante el siglo XIX, especialmente en el bosque seco (Ramankutty & Foley, 1999). En la actualidad, el bosque tropical del planeta cubre cerca de 11 millones de km². Su tasa de deforestación es de aproximadamente 64.000 km²año⁻¹; siendo mayor en América, intermedia en Asia y baja en África. Frente a la regeneración la regeneración de bosques naturales en tierras abandonadas está alrededor de 21.500 km²año⁻¹ (Wright, 2010).

La cacería es una restricción adicional en la reposición del bosque natural y por tanto limitante para la investigación de su estructura, composición y función. Lo cazadores persiguen gran número de especies animales por su carne, pieles, propiedades

medicinales y para uso como mascotas. La moderna tecnología e infraestructura ha incrementado la eficiencia y ha facilitado el acceso de los productos de la cacería a mercados urbanos (Milner-Gulland & Bennet, 2002; Wright, *et al.* 2007). De esta manera muchas especies animales han sido eliminadas o reducidas (Dirzo, 2001. Wright, 2003). Por lo cual se reduce la cantidad de frugívoros y granívoros del bosque, alterando la dispersión de semillas, la composición de especies y regeneración de plantas (Stoner, Vulinec, Wright & Peres, 2007; Wright & Duber, 2001; Dirzo, Mendoza & Ortiz, 2007; Muller-Landau, 2007; Wright, Hernandez & Condit, 2007; Nunez-Iturri, Olsson & Howe, 2008). En la era moderna los gobiernos han respondido con medidas de protección estricta del 7% de los territorios en bosque natural. Sin embargo, en muchos casos éstas no detienen la acción de los cazadores y extractores de biodiversidad y son impotentes ante cambios climáticos (Wright, 2010). Ante tales dificultades la opción es investigar las tierras tropicales abandonadas para conocer la capacidad de regeneración del bosque para alcanzar el restablecimiento en pocas décadas de la estructura y del hábitat para especies de fauna y flora (Brown, & Lugo, 1990; Dunn, 2004; Dent, & Wright, 2009; Chazdon, *et al.*, 2009).

Temas prioritarios de investigación para el manejo sostenible del bosque

El creciente interés del público y de profesionales por la conservación de la biodiversidad y por la desaparición de bosques primarios en el planeta ha ampliado el número de variables de estudio del bosque de situaciones aisladas referidas a su regeneración y plantación o incremento de producción y calidad de madera hasta aspectos ecológicos y sociales. Tal ampliación de variables ha conducido a lo que se llama “Sistemas adaptativos complejos” que requieren del apoyo de ciencias como la Biología, Ecología, Sociales, Economía, Ambientales y Sistemas computacionales, entre otras (Puettmann, Coates & Messier, 2009).

Los tratamientos o modelos hasta ahora utilizados deben ser evaluados en términos de impacto en cada una de las ocho características del sistema complejo adaptativo, mencionadas en el desarrollo de la primera pregunta de este documento. El enfoque de la silvicultura para el manejo de bosque natural debe cambiar hacia el mantenimiento del ecosistema total para que el bosque se adapte a condiciones nuevas o modificaciones producto de disturbios antrópicos o naturales (Puettmann, Coates y Messier, 2009). Dado que el bosque secundario puede ser considerado como el bosque del futuro, es importante realizar estudios de sucesión para avanzar en estrategias de conservación. Particularmente, 1) determinar factores autogénicos y alogénicos que influyen los atributos de las comunidades durante la sucesión, 2) grupos funcionales dominantes en las diferentes etapas sucesionales que permitirán desarrollar modelos basados en grupos más que en especies, 3) tasa de cambio de estructura y función de las comunidades, para entender la dinámica de las comunidades, 4) Entender el rol de los polinizadores en la sucesión ecológica es importante para el manejo y conservación del bosque natural y áreas de cultivo aledañas, 5) cambios en diversidad, composición y estructura de especies no maderables durante la sucesión, 6) aspectos de historia de vida de las plantas – reproducción sexual y asexual y capacidad de rebrote- para conocer de qué manera los grupos de plantas funcionales responden a magnitud, frecuencia y tipo de disturbio, 7) tasas de cambio de la estructura forestal y composición en función de la distancia de bosques maduros, 8) aspectos de dispersión de semillas en áreas sucesionales, como modelación de la dispersión de semillas por el viento, útil para predecir estados tempranos de sucesión, 9) germinación y crecimiento de plántulas de especies del bosque seco tropical para desarrollar efectivos programas de restauración. (Quesada *et al.*, 2009). Así mismo, conocer el impacto de la tala selectiva de especies maderables sobre productos forestales no maderables (Guariguata, Sist & Nasi, 2012).

Entender los cambios en la vida silvestre producto de las intervenciones del bosque tropical son importantes para guiar la restauración de zonas altamente deforestadas. Por lo anterior, es pertinente evaluar el impacto de la transformación de bosque primario y secundario sobre el hábitat y fuente de alimento de la vida silvestre (Chazdon *et al.*, 2009; Pinott, Pagotto & Pardini, 2012).

Conclusiones

Se concluye que para avanzar en el enfoque de manejo sostenible del bosque, desde el punto de vista de sistema complejo adaptativo, se requiere superar el enfoque de la silvicultura tradicional para obtener mayores beneficios de los bienes y servicios ecosistémicos.

El manejo del bosque como sistema complejo adaptativo provee mayor variedad de servicios a largo plazo. De este cambio se esperan menores intervenciones intensivas y menor costo a largo plazo.

La prioridad es el mantenimiento de la capacidad de adaptación de los bosques a diversos e inesperados disturbios sin perder su integridad ecológica. Para alcanzar este gran reto el silvicultor necesita conocimientos biológicos y ecológicos que le permitan comprender el bosque como un todo.

Es necesario desarrollar investigaciones conducentes a maximizar los beneficios de las comunidades locales a partir del uso combinado de productos maderables y no maderables, sin descuidar su rol de garantizar la integridad ecológica del ecosistema que intervenga.

Literatura Citada

1. Arthur, W. B., Durlauf, S. & Lane, D. (1997). The economy as an evolving complex system II, series in the sciences of complexity. Addison-Wesley.
2. Barrera, V. H. (2004). Raíces y tubérculos andinos : alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. International Potato Center.
3. Boada, A. M. (1987). Marín: Un asentamiento indígena en el Valle de Samacá (Boyacá). *Boletín de Arqueología*, 1, 27-44.
4. Brown, S.&A.E. Lugo. (1990). Tropical secondary forests. *J. Tropical Ecol.* 6: 1–32.
5. Chazdon, R.L., Harvey, C.A., Komar, O., Griffith, D.M., Ferguson, B.G., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto, L., van Breugel, M., Philpott, S.M. (2009). Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in human modified tropical landscapes. *Biotropica* 41, 142–153.
6. Dent, D. & S. Wright. (2009). The future of tropical species in secondary forests: a quantitative review. *Biol. Conserv.* 142: 2833–2843.
7. Dirzo, R. (2001). Plant-mammal interactions: lessons for our understanding of nature, and implications for biodiversity conservation. In M. C. Press, N. J. Huntly, and S. Levin (Eds.). *Ecology: achievement and challenge*, pp. 319–335. Blackwell Science, Oxford, UK.
8. Dirzo, R., E. Mendoza & P. Ortiz. (2007). Size-related differential seed predation in a heavily de faunated neotropical rain forest. *Biotropica* 39: 355–362.
9. Dunn, R.R. (2004). Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conserv. Biol.* 18: 302–309.
10. Guariguata, M., Sist, P. & Nasi, R. (2012). Multiple use management of tropical production forests: How can we move from concept to reality? *Forest Ecology and Management* 263, 170–174
11. Holling, C. S. (1992). Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecol. Monogr.* 62: 477–502.
12. Janssen, M. (1998). Use of complex adaptive systems for modeling global change. *Ecosystems* 1: 457–463
13. Kainer, K. A., Wadt, L. H., & Staudhammer, C. L. (2013). Testing a silvicultural recommendation: Brazil nut responses 10 years after liana cutting. *Journal of Applied Ecology*.
14. Klimas, Ch., Kainer, K., de Oliveira, Wadt, L. (2012). The economic value of sustainable seed and timber harvests of multi-use species: An example using *Carapa guianensis*. *Forest Ecology and Management* 268, 81–91
15. Langton, C. G. (1995). Artificial life: An overview. MIT Press
16. Levin, S.A. (1998). Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems*: 1.431-36
17. Milner-Gulland, E.J., E.L. Bennett & the SCB (2002) Annual Meeting Wild Meat Group. 2003. Wild meat: the bigger picture. *Trends Ecol. Evol.* 18: 351–357.
18. Muller-Landau, H.C. (2007). Predicting the long-term effects of hunting on plant species composition and diversity in tropical forests. *Biotropica* 39: 372–384.
19. Norberg, J. (2004). Biodiversity and ecosystem functioning: A complex adaptive systems approach. *Limnology and Oceanography*, 49(4), 1269-1277.

20. Nunez-Iturri, G., O. Olsson & H.F. Howe. (2008). Hunting reduces recruitment of primate-dispersed trees in Amazonian Peru. *Biol. Conserv.* 141: 1536–1546.
21. Pinotti, B. T., Pagotto, C.P., Pardini, R. (2012). Habitat structure and food for across successional stages in a tropical forest. *Forest ecology and management* 283, 119–127
22. Puettmann, K. J. Coates, K. D. & Messier, C. C. (2009). *Critique of Silviculture : Managing for Complexity* (1st ed.), Washington: Island Press
23. Quesada, M., Sanchez-Azofeifa, A., Alvarez-Anorve, M., Stoner, K., Avila-Cabadilla, L., Calvo-Alvarado, J., Castillo, A., Espirito-Santo, M., Fagundes, M., Fernandes, G., Gamonb, J., Lopezaraiza-Mikel, M., Lawrence, D., Cerdeira Morellato, P., Powers, J., Neves, F., Rosas-Guerrero, V., Sayago, R., Sánchez-Montoya, G. (2009). Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management* 258, 1014–1024
24. Ramankutty, N. & J.A. Foley. (1999). Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochem. Cycles* 13: 997–1027.
25. Restrepo, C. (2009). La alimentación en la vida cotidiana del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Bogotá, Colombia, 1653–1773. La alimentación en la América precolombina y colonial: una aproximación interdisciplinaria, 159–168.
26. Rodríguez, J. V. (2006). Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia (1 ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
27. Stoner, K.E., K. Vulinec, S.J. Wright & C.A. Peres. (2007). Hunting and plant community dynamics in tropical forests: a synthesis and future directions. *Biotropica* 39:385–392
28. Vallejo, M. I., Galeano, G., Bernal, R., & Zuidema, P. A. (2014). The fate of populations of *Euterpe oleracea* harvested for palm heart in Colombia. *Forest Ecology and Management*, 318, 274-284.
29. Williams, M. (2006). *Deforesting the Earth*. University of Chicago Press. Chicago.
30. Wright, S.J. & H.C. Duber. (2001). Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyraceae*, with implications for tropical tree diversity. *Biotropica* 33: 583–595.
31. Wright, S.J. (2003). The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 6: 73–86.
32. Wright, S.J. et al. (2007). The plight of large animals in tropical forests and the consequences for plant regeneration. *Biotropica* 39: 289–291.
33. Wright, S.J., A. Hernandez & R. Condit. (2007). The bushmeat harvest alters seedling banks by favoring lianas, large seeds, and seeds dispersed by bats, birds, and wind. *Biotropica* 39: 363–371.
34. Wright, S. J. (2010). The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1), 1-27