

# ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UNA PLANTACIÓN FORESTAL Y UN BOSQUE SECUNDARIO TROPICAL EN YUCATÁN, MÉXICO

<sup>1</sup>Centeno Erguera, L. R.; <sup>1</sup>Rivera Leyva, R. R.; <sup>1</sup>López Herrera, M. A.

<sup>1</sup>Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Corréa Rachó, Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130, Mérida, Yucatán, México.

[centeno.roberto@inifap.gob.mx](mailto:centeno.roberto@inifap.gob.mx)

**Resumen.** Se comparan dos ecosistemas forestales, una plantación maderable y un bosque secundario, ambos de edad similar y compartiendo el mismo sitio. La finalidad fue la caracterización estructural y de composición de los dos ecosistemas y su análisis comparativo. Los árboles de la plantación fueron registrados en su totalidad y los del bosque sólo aquellos con DAP  $\geq 7.5$  cm. Parámetros registrados, especie, número de árboles, diámetro normal y altura total y calculados, densidad, área basal y volumen. La composición florística de la plantación es uni-específica y la del bosque multi-específica (9 especies, 8 géneros, 2 familias). La estructura consta de 7 categorías diamétricas y 3 estratos arbóreos; 7 y 3 en la plantación y 3 y 3 en el bosque. Se registraron 772 individuos; 416 (54%) en el bosque y 356 (46%) en la plantación; la especie característica del bosque es el jabín (*Piscida piscipula*), con 336 individuos (81%). Se concluye que cada uno de los ecosistemas posee estructura y composición características de su condición forestal de plantación y bosque secundario. El bosque agrega valor al ecosistema al aportar especies valiosas, incrementar la diversidad florística y mejorar las funciones ambientales.

**Palabras clave:** *Ecosistema, regeneración, vegetación secundaria, estructura, composición*

**Summary.** We compare two forest ecosystems, a timber plantation and a secondary forest, both of similar age and sharing the same site. The purpose was the structural and compositional characterization of the two ecosystems and their comparative analysis. The trees of the plantation were registered in their totality and those of the forest only those with DBH  $\geq 7.5$  cm. Registered parameters, species, number of trees, normal diameter and total height and calculated, density, basal area and volume. The floristic composition of the plantation is uni-specific and that of the multi-specific forest (9 species, 8 genera, 2 families). The structure consists of 7 diametric categories and 3 arboreal strata; 7 and 3 in the plantation and 3 and 3 in the forest. 772 individuals were registered; 356 (46%) in the plantation and 416 (54%) in the forest. The characteristic species of the forest is the jabin (*Piscida piscipula*), with 336 individuals (81%). It is concluded that each of the ecosystems has structure and composition characteristic of its forest condition of plantation and secondary forest. The forest adds value to the ecosystem by providing valuable species, increasing floristic diversity and improving environmental functions.

**Key words:** *Ecosystem, regeneration, secondary vegetation, structure, composition.*

## INTRODUCCIÓN

Desde hace algunas décadas, las plantaciones forestales son una alternativa para la producción de madera; sin embargo, las plantaciones requieren de fuertes inversiones para su establecimiento, mantenimiento y manejo; además, enfrentan múltiples problemas por su naturaleza de monocultivo.

Lamentablemente, este sistema de producción comercial, particularmente en las regiones tropicales, casi siempre implica la destrucción de grandes superficies de

bosques naturales, sean primarios y/o secundarios, siendo estos últimos, muchas veces de edad avanzada, en transición hacia bosques maduros.

Los bosques secundarios constituyen actualmente el recurso forestal más abundante en todas las regiones tropicales del mundo (OIMT, 2012). Sin embargo, por falta de conocimiento sobre su ecología y su potencial de manejo, y a veces por impedimentos socio-culturales, los bosques secundarios no se han considerado como un recurso forestal productivo (Melgar, 2006).

Bajo el argumento de que estos bosques modificados no poseen especies valiosas o que las existencias volumétricas no son suficientes para hacer atractivo su aprovechamiento, nunca se han tomado en cuenta cuando se pretende obtener madera comercial (Finegan, 1992). En cierta medida, esta aseveración tiene fundamento ya que históricamente los aprovechamientos maderables se han enfocado hacia las especies de mayor valor comercial y hacia el arbolado con las mejores características maderables, dejando en el bosque las especies sin valor comercial y algunas valiosas, pero con características fenotípicas indeseables.

Sin embargo, el aporte de los bosques secundarios es fundamental y significativo para las comunidades rurales, ya que proporcionan una amplia variedad de productos y diversos servicios, los cuales contribuyen a mejorar las condiciones socioeconómicas en las zonas rurales. El manejo de los bosques secundarios, puede disminuir la presión sobre los bosques primarios remanentes y conservar la biodiversidad y los recursos genéticos, así como aprovechar el potencial de este recurso modificado para capturar carbono y disminuir el calentamiento global (Finegan, 1997; FAO, 2004; OIMT, 2002).

En estudios realizados en un bosque secundario en Costa Rica, se demostró la presencia de muchas especies nativas con crecimientos similares a los alcanzados por especies exóticas en plantaciones. El bosque (edad no mayor de 40 años), respondió positivamente al manejo silvicultural y mostró una excelente capacidad para un manejo forestal sostenido (Hutchinson, 1993).

Los bosques secundarios representan cada vez mayor importancia tanto para la conservación de la biodiversidad como por constituir una fuente futura de productos forestales (Sánchez, 1997). Numerosas aves, especialmente especies endémicas, pueden sobrevivir tanto en bosques primarios como secundarios, dando pautas para poder ser conservadas a pesar de la desaparición de los bosques primarios. Además, la avifauna frugívora, que se mueve entre bosque primario y secundario, puede contribuir a dispersar semillas de especies arbóreas y colonizar áreas perturbadas (Cymerys, 1991; Ramos, s/f).

Sin embargo, a pesar de estas “cualidades” de los bosques secundarios, es hasta recientemente que surge el interés por estos bosques y su potencial de manejo; actualmente forestales y biólogos reconocen el valor ecológico y económico de estos ecosistemas forestales modificados (Chazdon, 1994; Finegan, 1992; Sips, 1993).

El objetivo del trabajo fue hacer un análisis comparativo entre parámetros de una plantación forestal con los de un bosque secundario de edad similar, ubicados al pie de la Sierrita Puuc al sur de Yucatán.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Localidad del estudio.** El trabajo de campo se llevó a cabo en el Sitio Experimental Uxmal del INIFAP, localizado al pie de la Sierrita Puuc en el municipio de Muna, al

sur de Yucatán. El trabajo consistió en el registro de parámetros de árboles de cedro en una plantación de 18 años de edad y superficie de una hectárea y de individuos de un bosque secundario con edad de 15 años, originado por regeneración natural, el cual se desarrolló en la misma superficie de la plantación.

**Características ambientales.** Los suelos predominantes son los rojos, los cuales pueden ser sin piedras (kankab) y con presencia de piedras (chac luum), ambos son profundos (hasta un metro), y junto con los suelos negros, son los mejores para la agricultura y la silvicultura. La topografía, en términos generales es plana, aunque presenta ligeras ondulaciones y “elevaciones” no mayores de 10 m de altura y la altitud es de 70 metros snm. El clima es Aw<sub>1</sub> que corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura media anual es de alrededor de 26°C y la precipitación anual es del orden de 1,100 mm. La vegetación está constituida por comunidades secundarias derivadas de Selva Baja y Mediana Sub-caducifolias.

**Establecimiento y registro de campo.** La plantación fue establecida en el año 1,999, en un esquema de marco real, en líneas uni-específicas de cedro (*C. odorata*), con distanciamientos de siembra de 2.5 m entre plantas y 3.0 m entre líneas, resultando en una densidad inicial de 1,333 plantas por hectárea. Durante los primeros cuatro años, se sembraron cultivos agrícolas tradicionales, maíz y frijol; posteriormente la plantación fue “abandonada” en el año 2,002 al proceso de regeneración natural y plantas de diversas especies arbóreas se desarrollaron en la misma superficie de la plantación. Los árboles de cedro fueron registrados en su totalidad y los individuos de la regeneración natural, solamente se contabilizaron aquellos de 7.5 cm de dap en adelante; los parámetros considerados fueron: especie, número de árboles, diámetro normal y altura total. Posteriormente la información fue capturada, procesada y analizada para determinar los parámetros calculados, área basal, volumen y densidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Composición florística y densidad: plantación forestal vs bosque secundario.** En el Cuadro 1 se muestra el listado de especies leñosas registradas en el bosque secundario estudiado. En toda la superficie muestreada (1 ha), se registraron 9 especies, pertenecientes a 8 géneros y 2 familias (Gráfica 1). La familia con mayor número de géneros (7) y especies (8) fue la Leguminosae. De las 9 especies registradas, solamente una (jabín), estuvo representada por una “alta” densidad (81%); otra (chacté), presentó una densidad “regular” (12%) y las demás especies, cuya densidad varió de 1 a 9 individuos, representaron el menor porcentaje (7%). La presencia del cantemó (*A. angustissima*), es un hecho poco común que llama la atención ya que no es una especie característica de vegetación secundaria de esta edad y está representada por un solo individuo.

Por ser la especie jabín, de la familia Leguminosae, la más abundante y conspicua, se puede asumir que esta especie caracteriza florísticamente a este bosque secundario. Esta especie es maderable y de uso local, principalmente por pequeños aserraderos y carpinterías, para la elaboración de diversos artículos (redilas y planes para camionetas, tarimas, varengas, muebles rústicos, etc.).

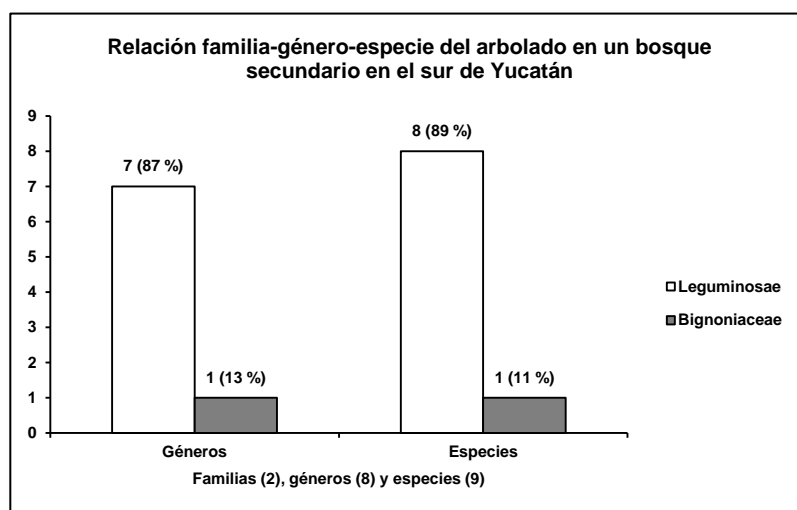
En Yucatán, esta abundancia/dominancia de leguminosas, generalmente es una característica particular de las selvas bajas caducifolias y espinosas; sin embargo, también suele darse en ciertos bosques secundarios (acahual), derivados de selva mediana subcaducifolia, al menos durante un periodo de tiempo, cuando el acahual

es joven (Flores, 2015). El argumento de esta abundancia es que las semillas de muchas especies de leguminosas poseen cubierta dura (testa), lo cual les permite permanecer como banco de semillas en el suelo, en espera de condiciones propicias de luminosidad y humedad (generalmente creadas por alguna perturbación fuerte, sea natural o antropogénicas), para su germinación, establecimiento y desarrollo.

**Cuadro 1. Listado de especies de un bosque secundario establecido en una plantación de cedro (*C. odorata*), en el sur de Yucatán.**

Familia/Género	Especie	Nombre Común	Densidad (ind/ha)
<b>PLANTACIÓN FORESTAL</b>			
<b>Meliaceae</b>			
<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	cedro (*)	356
<b>BOSQUE SECUNDARIO</b>			
<b>Leguminosae</b>			
<i>Piscidia</i>	<i>piscípula</i>	jabín (*)	336
<i>Caesalpinia</i>	<i>violacea</i>	chacté (*)	51
<i>Mimosa</i>	<i>bahamensis</i>	catzín	9
<i>Acacia</i>	<i>milleriana</i>	chimay	8
<i>Leucena</i>	<i>leucocephala</i>	huaxim	4
<i>Habarnia</i>	<i>albicans</i>	chucum	2
<i>Lysiloma</i>	<i>latisiliquum</i>	tzalam (*)	2
<i>Acacia</i>	<i>angustissima</i>	cantemó	1
<b>Bignoniaceae</b>			
<i>Tecoma</i>	<i>stand</i>	xkanlol	3

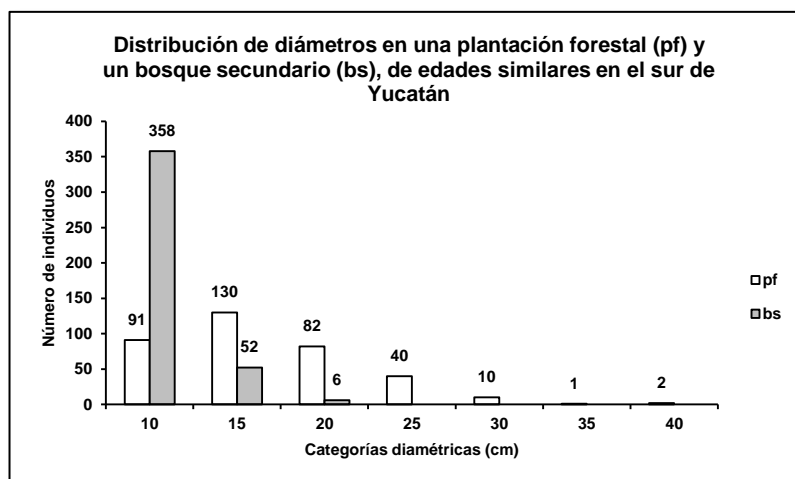
(\*). Especies de valor comercial o importancia económica.



**Gráfica 1. Composición florística de un bosque secundario establecido en una plantación de cedro (*C. odorata*) en el sur de Yucatán.**

## Distribución de diámetros, plantación forestal vs bosque secundario.

En la Gráfica 2, se presenta el comparativo de la distribución del arbolado en las categorías diamétricas, tanto de la plantación forestal como del bosque secundario. Para la plantación forestal se determinaron siete categorías diamétricas (10 a 40 cm), en tanto para el bosque secundario fueron tres categorías (10 a 20 cm). La plantación forestal presenta una distribución diamétrica “normal” (forma de campana, extendida hacia las categorías mayores), con la mayoría de los individuos en las tres primeras categorías (10 a 20 cm). Estas tres categorías concentran el 85% de todos los individuos registrados en la plantación; en la categoría de 15 cm se concentra el 36% y en las categorías de 10 y 20 cm se reporta el 26 y 23%, respectivamente. El bosque secundario, con solamente tres categorías diamétricas, presenta una distribución “normal” típica (J invertida) de los bosques secundarios tropicales. De las tres categorías, en la de 10 cm se concentra el 86% de todos los individuos registrados y en las otras dos categorías el restante 14%.



**Gráfica 2. Comparación de la distribución de diámetros: plantación forestal (pf) vs bosque secundario (bs) en el sur de Yucatán.**

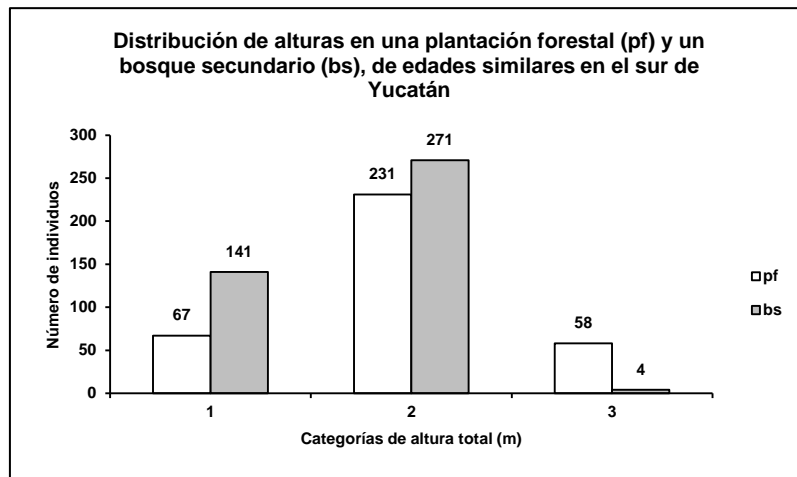
Nuevamente sobresale la especie jabín ya que de los individuos que se ubican en la categoría diamétrica de 10 cm, el jabín representa el 94% de los individuos registrados en esta categoría; el restante 6% corresponde a las otras especies poco abundantes. Ambos rodales parecen tener una distribución diamétrica “normal” de acuerdo a su condición silvícola, uno de plantación y el otro de bosque secundario.

## Distribución de alturas (Estratificación), plantación forestal vs bosque secundario.

En la Gráfica 3, se presenta la distribución del arbolado por estratos (alturas), los cuales fueron definidos con base en las alturas mínima y máxima. Se determinaron tres estratos o categorías de alturas, 1 (Estrato inferior, 5.0 a 7.5 m), 2 (Estrato medio, 8.0 a 10.5 m) y 3 (Estrato superior, 11.0 a 13.5 m). Ambos rodales presentan una distribución de alturas “normal”; es decir, la distribución se presenta en forma de campana.

Se observa que en este parámetro, al comparar los valores, la presencia de individuos en los estratos inferior (1) y medio (2), es mayor en el bosque secundario (99%), en comparación con la plantación forestal (84%). La causa puede ser la edad

de los rodales, ya que el bosque secundario tiene de 3 a 4 años menos que la plantación; obviamente el bosque creció como sotobosque de la plantación y las especies de este bosque al ser heliófitas crecieron principalmente en altura buscando la luz del sol; sin embargo, este crecimiento en altura fue a costa del crecimiento en diámetro, de allí que el bosque tenga solamente tres categorías diamétricas, menos de la mitad de las categorías de la plantación.



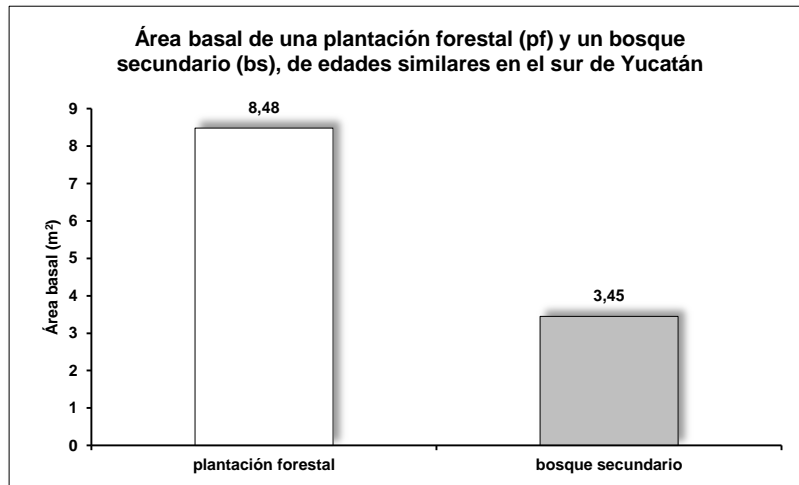
**Gráfica 3. Comparación de la distribución de alturas: plantación forestal (pf) vs bosque secundario (bs) en el sur de Yucatán.**

Esta tendencia se revierte en el estrato superior (3), en el cual se presenta mayor número de individuos en la plantación en comparación con el bosque secundario. En términos generales, la presencia de individuos en el estrato superior, corresponde a los diámetros mayores. El jabón, por su gran abundancia, contribuye con un buen porcentaje a la presencia de las especies en los estratos; en el estrato inferior contribuye con el 39% de los individuos, en el medio con 60% y finalmente en el superior contribuye con el total (100%), de los individuos presentes en este estrato.

La distribución de esta leguminosa en los estratos sugiere la distribución normal de una especie de amplio espectro ecológico y es posible que permanezca por mucho tiempo en el ecosistema ya que presenta individuos en todos los estratos. Incluso, se observan plántulas y plantas jóvenes de la regeneración natural en el sotobosque, lo cual indica que esta especie continúa regenerándose bajo las condiciones de ambos rodales.

#### **Distribución del Área Basal, plantación forestal vs bosque secundario.**

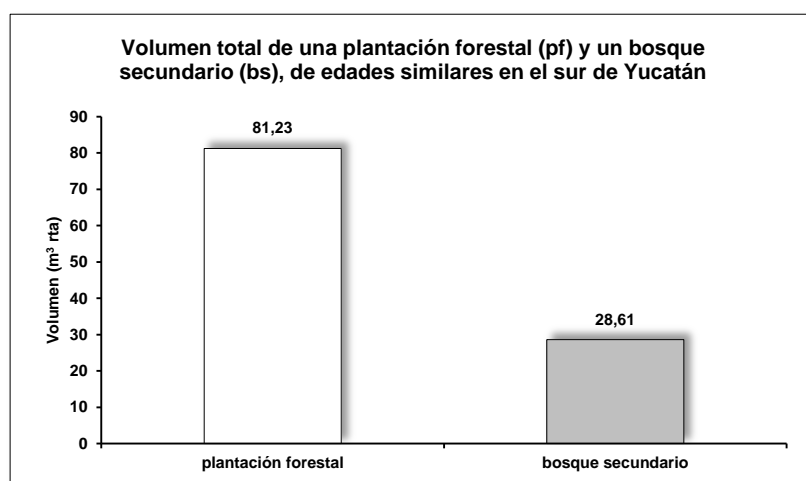
En la Gráfica 4, se presenta la distribución del área basal de los dos rodales. Es notoria la diferencia entre el área basal de la plantación y la del bosque secundario; mientras en la plantación se registró 8.48 m<sup>2</sup>, que corresponde al 71% del área basal total, en el bosque el registro fue de 3.45 m<sup>2</sup>, que representa el 29% del total del sitio. Aunque el bosque tiene mayor número de individuos, en comparación con la plantación, ésta última registra la mayor área basal, lo cual se puede atribuir al aporte del arbolado de mayor diámetro. En la plantación se determinaron dap de hasta 40 cm, en tanto en el bosque los mayores diámetros fueron de 20 cm.; esta diferencia entre diámetros se refleja en la diferencia significativa entre áreas basales de ambos rodales.



**Gráfica 4. Comparación del área basal: plantación forestal (pf) vs bosque secundario (bs) en el sur de Yucatán.**

**Distribución del Volumen, plantación forestal vs bosque secundario.**

En la Gráfica 5, se presenta la comparación del volumen total maderable entre la plantación de cedro y el bosque secundario. Siendo el volumen un parámetro calculado y una de los elementos para el cálculo es el área basal, es de esperar que la diferencia entre ambos volúmenes, de la plantación y del bosque, sea amplia. Efectivamente, el volumen maderable (rta), en la plantación representa el 74% del total, mientras que en el bosque el volumen reportado corresponde al 26% del total calculado para el sitio. De nueva cuenta y de igual manera que para el área basal, los diámetros mayores de la plantación contribuyeron para que el volumen de madera en la plantación sea casi tres veces mayor que el del bosque secundario. Sin embargo, la aportación de volumen del bosque es importante para el ecosistema plantación-bosque secundario.



**Gráfica 5. Comparación del volumen: plantación forestal (pf) vs bosque secundario (bs) en el sur de Yucatán.**

La comparación fue para determinar las diferencias entre ambos rodales y sustentar la conveniencia de dejar desarrollar especies forestales nativas, diferentes a la especie de plantación, la cual puede ser nativa o exótica. Al respecto, en comparaciones entre plantaciones y bosques secundarios de edad similar, se observó que el sotobosque de las plantaciones más antiguas presentó una elevada riqueza de especies nativas. Luego de 17 años, diversas especies arbóreas invadieron el sotobosque de las plantaciones y después de 50 años, la abundancia de especies en el sotobosque de una plantación de caoba, fue similar a la del bosque secundario comparado. Los sotobosques de las plantaciones tienen un importante papel ecológico, principalmente una alta acumulación de nutrientes (Lugo, 1992; Brown, 1990).

La mayoría de las especies del bosque secundario tienen muy pocos individuos (de uno a nueve), por lo que silvícolamente, este grupo de especies contribuye básicamente a la diversidad florística del bosque evaluado. Si se eliminaran estas especies poco abundantes se refinaría el bosque y los lugares que deje su eliminación, podrían ser ocupados por individuos de especies deseables. Además, las especies de este grupo no se reportan de valor comercial o económico, a excepción del tzalam que sí se utiliza en la industria del aserrío, pero se requiere de grandes diámetros para su aprovechamiento.

La regeneración natural en plantaciones maderables, representa un valor agregado al ecosistema, ya que además de producir madera valiosa, la biodiversidad se incrementa, así como sus funciones ambientales. Otras ventajas suelen ser: el bosque secundario representa una “competencia” por luz para ambos rodales, por lo que los árboles crecen rápidamente hacia el dosel superior en busca de luminosidad; esta estrategia biológica tiende a formar fustes limpios, libres de ramas y generalmente de buena longitud. La regeneración natural al establecerse en plantaciones forestales, tiende a “llenar” los claros del dosel superior, con lo cual se obtiene sombra suficiente para mantener el sotobosque y el suelo libres de hierbas y arbustos indeseables.

La combinación de plantación forestal maderable con regeneración natural valiosa, ambas desarrollando al mismo tiempo y en la misma superficie, puede constituir un “sistema de producción forestal”, en el cual ambos rodales proporcionan diversos productos. Durante la aplicación de tratamientos silviculturales intermedios (poda de ramas, aclareos, raleos, cortas de liberación), se puede obtener madera de cortas dimensiones (postes, rollizos, leña, tutores, etc.), y al final del turno (corta final), se obtiene madera para aserrío. Este sistema es factible de implementar con productores que realizan plantaciones en superficies pequeñas (1 a 5 has), y utilizan especies comerciales valiosas como cedro y caoba.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los rodales evaluados presentan características típicas de su condición silvícola, uno de plantación forestal y otro de bosque secundario tropical. Ambos comparten la misma superficie y las mismas condiciones ambientales.

La composición florística del sitio está representada, por una sola especie en la plantación y por 2 familias, 8 géneros y 9 especies en el bosque secundario.

En el bosque secundario, la especie más abundante es el jabín (*Piscidia piscípula*), con el 81% del total de individuos registrados. Esta especie caracteriza al arbolado de este rodal.



La fisonomía estructural se caracteriza por siete categorías diamétricas para la plantación y tres para el bosque secundario. Cada uno de los rodales presenta tres estratos arbóreos.

Los parámetros área basal y volumen son alrededor de tres veces mayores en la plantación. Los diámetros mayores fueron determinantes para estos valores.

El bosque secundario agrega valor y complementa al ecosistema de plantación, ya que presenta especies de valor comercial, incrementa la biodiversidad y mejora las funciones ambientales del sitio.

Se recomienda refinar el ecosistema plantación-bosque secundario, mediante la eliminación de las especies que no poseen valor comercial o de uso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Brown, S. & Lugo, A. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*, 6(1): 1-32.
- Cymerys P. 1991. Secondary forest regenerates hope for the endangered bird fauna of Brazil's atlantic forest. *TRY NEWS*, Tropical Resources Institute. 10(1): 9-12.
- Chazdon, R. L. 1994. The Primary Importance of Secondary Forests in the Tropics. *Tropinet* 5 (2): 1.
- FAO. 2004. Towards Sustainable Management and Development of Tropical Secondary Forests in Anglophone Africa. The Nairobi Proposal for Action. FAO, Roma, Italia. 36 p.
- Finegan, B. 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*, 47: 295-321.
- Finegan, B. 1997. Ecology and Management of Tropical Secondary Forests: Science, People and Policy. *CIFOR NEWS*, 17:1.
- Flores G., S. 2015. Comunicación personal. FMV, UADY.
- Hutchinson, I. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical: caso Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*, 2(1/93): 13-18.
- Lugo, A. E. 1992. Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. *Ecological Monographs* 62 (1): 1-41.
- Melgar C., M. 2006. Potencial para el desarrollo y manejo de bosques secundarios latifoliados dentro del programa MAG-PAES. Escuela de Planificación Orgánica Evolutiva, San Salvador, CA. 11 p.
- OIMT. 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Serie de políticas forestales n<sup>o</sup>. 13. 87 p.
- Ramos P., J. M. s/f. La Silvicultura de bosques secundarios tropicales. Manuscrito. Universidad de las Américas, Puebla, México. 24 p.
- Sánchez S., M. J. 1997. Estudio de crecimiento y rendimiento en un bosque secundario de Costa Rica. Memoria del Simposio Internacional Sobre

Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical. BOLFOR-CIFOR-IUFRO, Santa Cruz de la Sierra Bolivia, pp 241-254.

Sips, P. 1993. Management of tropical secondary rain forests in Latin America. Stichting BOS, Wageningen. 71 p.