

El manejo forestal del bosque secundario como alternativa de uso de la tierra en la zona norte de Costa Rica

Forest management of secondary forest as an alternative land use in the northern zone of Costa Rica

Ronny Villalobos-Chacón¹

Villalobos-Chacón, R. El manejo forestal del bosque secundario como alternativa de uso de la tierra en la zona norte de Costa Rica². *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial V Encuentro Bienal Centroamericano y del Caribe de Investigación y Posgrado. Junio, 2022. Pág 70-78.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i6.6237>

- 1 Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Costa Rica. Correo electrónico: ronny.villalobos.chacon@una.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-2606-5286>
- 2 Artículo basado en la tesis de maestría del autor. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12237/TFG_Ronny_Villalobos_Chac%C3%B3n.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Palabras clave

Aprovechamiento forestal; líderes deseables; tratamientos silviculturales.

Resumen

Los bosques secundarios tienen un gran potencial de manejo como generador de recursos y servicios para la sociedad. La producción de madera sigue siendo un recurso ampliamente utilizado y como una alternativa viable. El presente estudio se realizó en tres bosques secundarios de la región Huetar Norte Costa Rica, en las localidades de Florencia, Pénjamo de Florencia y Agua Zarcas. Estos bosques habían sido evaluados hace dos décadas y se les aplicó tratamientos silviculturales, sin embargo, nunca fue evaluado su efecto sobre la masa forestal, por tal motivo este estudio tiene con objetivo: evaluar el efecto de la aplicación de tratamientos silviculturales sobre especies comerciales. A partir de un muestreo diagnóstico y re-medicación de parcelas permanentes se estimaron cambios por efecto de la aplicación de tratamientos en la composición florística, estructura, incrementos dasométricos en especies comerciales y no comerciales; se evaluaron cambios sobre los líderes deseables sobresalientes, las estimaciones se compararon con el bosque testigo en Florencia y Pénjamo solamente. Los tres bosques presentaron cambios satisfactorios en sus variables dasométricas, estructura y composición atribuidos al efecto sobre la aplicación de tratamientos y su manejo previo, sin embargo, es importante volver a intervenirlos y monitorear su comportamiento de forma periódica.

Keywords

Forest harvesting; desirable leaderships; silvicultural treatments.

Abstract

Secondary forests have great management potential as a generator of resources and services for society. Wood production remains a widely used resource and a viable alternative. The present study was carried out in three secondary forests in the Huetar Norte region of Costa Rica, in the towns of Florencia, Pénjamo de Florencia and Agua Zarcas. These forests have been evaluated for two decades and silvicultural treatments were applied to them, however, their effect on the forest mass was never evaluated, for this reason this study aims to: evaluate the effect of the application of silvicultural treatments on commercial species. From a diagnosis of sampling and measurement of permanent plots, changes were estimated due to the effect of the application of treatments in the floristic composition, structure, dasometric increases in commercial and non-commercial species; changes on the outstanding desirable leaders were evaluated, the estimates were compared with the forest control in Florencia and Pénjamo only. The three forests presented satisfactory changes in their dasometric variables, structure and composition attributed to the effect on the application of treatments and their previous management, however, it is important to intervene again and monitor their behavior periodically.

Introducción

Los bosques secundarios se originan en los años 80's, donde miles de hectáreas de pastizales fueron abandonadas por la disminución en la rentabilidad de la ganadería y por la degradación de los suelos. Justamente ese abandono, permitió la recuperación de las áreas.

Entre 1990 y 1999 se desarrollan las primeras experiencias de manejo forestal en la Región Huetar Norte con el fin de elaborar un paquete tecnológico para el manejo sostenido del bosque secundario. Sin embargo, para lograrlo es necesario primero saber si realmente la aplicación de

tratamientos silviculturales tiene algún efecto positivo sobre el crecimiento de la masa forestal comercial y de esta manera brindar más opciones que potencien los ingresos económicos. A pesar de los esfuerzos, esta idea no se logró concretar y aún sigue siendo una necesidad.

Debido a esta situación la Administración Forestal del Estado (AFE), en forma muy acertada establece el Decreto Ejecutivo N° 27998-MINAE: Principios criterios e indicadores para el Manejo Sostenible de Bosques Secundarios que permitiría desarrollar alternativas sostenibles de uso de la tierra para los propietarios de tierras con zonas de bosque secundario como un elemento a considerar en la estructura de las propiedades [1].

Para finales del 2010 se inició con un nuevo borrador basado en el decreto antes mencionado y sus últimas modificaciones fueron realizadas en el 2015. Desde entonces, este estándar de manejo se ha puesto en práctica en cuatro planes de manejo en la región Huetar Norte. Pero aún no ha pasado suficiente tiempo tener resultados confiables y concluir el efecto en términos de rendimiento, cuál es la técnica más apropiada y sus verdaderos impactos.

En este sentido el manejo forestal sostenido del bosque secundario permite, por la aplicación de diversas técnicas, promover la utilización de aquellas áreas de bosques que, por sus características y evaluaciones previas, son susceptibles al manejo forestal sostenible. La incorporación productiva del bosque secundario permitiría contribuir, entre otras cosas, a un flujo de ingresos para el propietario, abastecer al país de madera proveniente de fuentes sostenibles y un aporte en otros bienes y servicios brindados.

Como línea base para responder a lo anterior, fue necesario efectuar evaluaciones silviculturales de los tres bosques secundarios de la Región Huetar Norte. El objetivo de estas evaluaciones fue: evaluar el efecto de la aplicación de tratamientos silviculturales sobre la composición florística, estructura, variables dasométricas y su efecto sobre los líderes deseables. Todos los tratamientos aplicados (cosecha, liberación, refinamiento y corta de lianas) tenían en la primera evaluación la finalidad de provocar cambios en la estructura del bosque, favorecer el crecimiento y la abundancia de las especies comerciales con el fin último de incrementar la productividad, aspecto que se reflejará en el siguiente ciclo de corta y en las reservas de madera en la cosecha futura [2].

Metodología

Área de estudio

Los bosques secundarios que se estudiaron fueron tres y corresponden a bosques de diferentes edades o fases de desarrollo, ubicadas en el caserío de Florencia, Penjamo y Coope San Juan del distrito de Florencia y Agua Zarcas del cantón de San Carlos provincia de Alajuela. Exhiben un régimen climático típico del bosque muy húmedo tropical pre montano con precipitaciones en 2000-4000 mm anuales, humedad relativa entre los 80%-85% y temperaturas promedio anuales de 17-25 °C.

Diseño de muestreo, selección de sitios y distribución de las unidades de muestreo

Los tres bosque secundario seleccionados fueron sometidos a diferentes tipos de tratamientos silviculturales en el caso del bosque de Florencia este fue sometido a aprovechamiento, refinamiento, liberación y corta de lianas; por otra parte el bosque de Pénjamo fue sometido solamente a la corta de lianas y bejucos y al bosque de Coope San Juan se le aplico aprovechamiento y corta de lianas solamente. En su momento fueron establecidas parcelas permanentes de monitoreo (PPM) de 500 m² y parcelas de muestreo diagnóstico de 100 m².

El bosque Florencia se encuentra en una propiedad de 18 ha dentro de la cual el bosque secundario sujeto a la aplicación de tratamientos tuvo una superficie de 5,6 ha. Esta área fue segmentada en 2 bloques el primero con un tamaño de 1,7 ha que fue dedicado a la siembra de frijoles (aproximadamente hace 38 años), el segundo bloque de 3,9 ha que había sido dedicado para la siembra de yuca (aproximadamente hace 28 años); posteriormente se dejaron de cultivar, dando origen al bosque en estudio. Además se consideró un sector de 6,4 ha como bosque testigo, este fue originado en el mismo tiempo y tuvo el mismo uso del suelo.

Se re-establecieron 5 PPM de 500 m² (20 m x 25 m), 2 en un estrato (intensidad de muestreo de 6%) y 3 unidades de muestreo en un segundo estrato (4% de intensidad de muestreo). Así mismo se estableció de manera temporal un total de 37 parcelas para muestreo diagnóstico de 100 m² (10 m x 10 m) con una intensidad de 7%. En el bosque testigo se establecieron el mismo de parcelas permanentes de 500 m² y un total de 24 parcelas de muestreo diagnóstico para una intensidad de muestreo del 3,7 %

El bosque de Pénjamo, Corresponde a una propiedad de 18 ha, donde 9,31 ha son de bosque secundario; 5,4 ha corresponden al bosque testigo. Se re-establecieron 3 PPM de 500 m² (20 m x 25 m), para un 4% de intensidad de muestreo. Así mismo se estableció de manera temporal un total de 41 parcelas para muestreo diagnóstico de 100 m² (10 m x 10 m) con una intensidad de 10%. En el testigo se establecieron 5 parcelas permanentes de 500 m² y 45 parcelas para muestreo diagnóstico.

Por último el bosque de Coope San Juan, corresponde a una propiedad de 416 ha de las cuales 258 ha son bosques, el área evaluada corresponde a 8,4 ha de bosques secundarios, compuesto por tres bloques (bloque I de 2,1 ha, bloque II de 4,52 ha y bloque III de 1,79 ha). En cada bloque, en su primera evaluación se realizó un muestreo diagnóstico que siguió la metodología de Hutchinson, donde se establecieron parcelas temporales de 10 x 10 m en forma consecutiva y de un largo variado hasta completar la intensidad de muestreo según el área del bosque evaluado. En este muestreo se midieron e identificaron todos los árboles mayores a 10 cm de diámetro con el fin de identificar árboles líderes deseables. Así mismo, se establecieron parcelas permanentes de monitoreo (PPM) de 500 m².

Criterios de evaluación en los Bosques Secundario

Una vez re-establecida cada parcela en los bosques secundarios se evaluó sobre estos dos aspectos: (i) condiciones morfológicas de cada uno de los árboles presentes en la PPM de 500 m² y (ii) presencia de líderes deseables (LD) en la totalidad de los bosques secundarios, los cuales se determinaron por medio de un muestreo diagnóstico del bosque secundario a través de parcelas temporales de 100 m², es importante mencionar que para efectos de los resultados de este estudio solo se abordarán los de las condiciones morfológicas (especies, diámetro, altura, gremios ecológicos, riqueza, diversidad florística, distribución diamétrica y área basal) de acuerdo a metodologías como las de Lamprecht [3].

Análisis de los datos e información de campo para la comparación de sitios con aplicación de tratamientos silviculturales y sin aplicación de tratamientos

Toda la información recopilada (información de parcelas permanentes) se unificó en una base de datos, posteriormente se utilizó el Programa ANAEST 2003 (es una hoja de cálculo de Excel, desarrollado por el Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional de Costa Rica) para determinar la riqueza, abundancia, dominancia, frecuencia. Así mismo se calcularon los siguientes índices y valores:

Índice de Shannon- Wiener, índice de Simpson, densidad, índice de Bray-Curtis.

Comparación de los resultados y análisis de los datos

Para uno de los parámetros dasométricos se registró el cambio ocurrido en el valor de la segunda evaluación con respecto a primera Morales [2], Quirós [4] y se comparó entre los mismos sitios donde no se aplicaron tratamientos (bosque secundario testigo). Para llevar a cabo dicha comparación se establecieron la misma cantidad de unidades de monitoreo (500 m² y 100 m² para muestreo diagnóstico) y se registraron todas las variables descritas anteriormente.

Seguidamente, se realizó un análisis de varianza para el área basal y volumen de los bloques de bosque evaluados.

Se realizó la predicción de las curvas de acumulación de especies por área de muestreo en el software EstimateS 9.1 y la prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney U) en el software Infostat en su versión 2020. Para esto se utilizaron los datos obtenidos en el muestreo diagnóstico para ambos sitios. En el caso de Florencia se utilizaron 37 unidades de muestreo del bosque evaluado y 24 del bosque testigo, mientras que para Pénjamo se utilizaron 41 del bosque evaluado y 45 del testigo; cada una de las unidades con un área de 100 m².

Para eliminar el riesgo de que los resultados obtenidos sean producto del orden espacial de los datos al ser ingresados al programa, los estimadores fueron calculados 100 veces con aleatorizaciones del orden de las unidades de muestreo y el resultado que se muestra para cada estimador es el valor promedio de estas.

Seguidamente, se estimó el índice de completitud (C), el cual puede interpretarse como la representatividad o nivel de conocimiento obtenido en el muestreo realizado con respecto a un valor "real" modelado, y se basa en la relación existente entre la riqueza observada (Sobs) y la riqueza estimadas (Sest) expresadas en porcentaje.

Resultados y discusión

La edad de los bosques cuando se aplicaron los tratamientos silviculturales era de: Florencia Estrato I 10 años, Florencia estrato II 18 años, Pénjamo 25 años, y Coope San Juan 23 años. Existe un gradiente entre la edad de aplicación del tratamiento y la edad para cuando se realizó la valuación de este trabajo sin embargo y por lo difícil que es hacer investigación y obtener resultados a largo plazo este estudio se considera uno de los primeros que permitirá determinar los efectos de la aplicación de tratamientos en años posteriores.

Solo en el bosque de Florencia y Pénjamo fue posible hacer una comparación tomando como referencia el bosque testigo; en el bosque Coope San Juan no fue posible, así mismo el bloque III no fue considerado ya que al momento de la evaluación posterior al tratamiento se comprobó la corta y extracción de madera, se evitó generar un sesgo en los datos de campo. Los resultados de la presente investigación muestran la composición florística, estructural, variaciones del volumen y la dinámica de los Líderes Deseables.

Cambios en composición florística

El bosque de Florencia y Pénjamo presentaron cambios en familias y especies. En la primera evaluación *Cordia alliodora* y *Vismia ferruginea* eran las más abundantes; estas son especies pioneras que sufren un proceso de transición de pasto o agricultura a bosque, posteriormente estos sitios pasaron a ser dominados por la familia Vochysiaceae, de acuerdo con [2] las especies más predominantes son *Vochysia guatemalensis* y *V. ferruginea* de la familia en mención, su abundancia está sujeta al nivel de desarrollo y manejo del bosque, la apertura de claros es una condición que favorece la competencia y el desarrollo. En el bloque I del bosque de Florencia se ejecutaron tres tratamientos (liberación, corta de bejucos y refinamiento) y

cuatro en el bloque II (liberación, corta de bejucos, refinamiento y aprovechamiento o cosecha), el refinamiento y aprovechamiento generó claros y alteraciones en la composición florística, favoreciendo especies de valor comercial, dentro de las cuales *V. guatemalensis* fue la más promovida.

El grupo ecológico de heliófitas efímeras es el grupo más dominante en los primeros estadios de desarrollo, luego son sustituidas por heliófitas durables que en los tres bosques tratados llegaron a superar el porcentaje de las primeras, así mismo las esciófitas constituyen un indicador de bosque secundario tardío [5]. El porcentaje o abundancia entre gremios se verá modelado en gran medida al manejo que se lleva a cabo en los sitios, Spittler [6]. El porcentaje menor de esciófitas en los bosques evaluados tratados comparado con un periodo posterior o con el bosque testigo podría atribuirse al manejo y apertura de claros debido al refinamiento y aprovechamiento, como es el caso del bosque de Florencia, que muestra un ejemplo de esta transformación en los porcentajes de abundancia de gremios ecológicos.

Así mismo, el bosque Florencia antes y después de la aplicación de tratamientos, comparado con el bosque testigo presenta resultados disímiles, la diversidad muestra variaciones significativas, además, según el índice de Simpson los valores cercanos a cero y representan una alta diversidad, por lo que los datos reflejan que el bosque testigo presenta alta diversidad de especies de acuerdo a Hernández [7], en relación con su equivalente una vez manejado. Sucede el mismo comportamiento entre los periodos de evaluación y el bosque testigo, donde el bosque manejado presenta menor diversidad; Valerio y Salas [8] afirman que la aplicación de tratamientos genera riesgos de disminuir la diversidad y proporción de especies de árboles, si la aplicación de éstos no ha sido debidamente planificada, lo que amenaza la estabilidad del bosque.

Para determinar la intensidad de mezcla de las especies presentes en los bosques evaluados, se calculó el Cociente de Mezcla, definido por Lamprecht [9], como la relación unitaria del número de especies respecto al total de individuos presentes en un bosque; el sitio evaluado presenta una mayor intensidad de mezcla y por ende mayor diversidad de especies, según resultados solamente el bosque de Pénjamo en la evaluación años posteriores presenta diferencias significativas en relación al bosque testigo donde este último presenta mayor cantidad de especies, mismo comportamiento se observa en el bloque II de Coope San Juan.

De acuerdo al índice de valor de importancia, se nota la variabilidad del mismo entre especie, periodo y bosque, no hay una tendencia en el comportamiento del IVI, ya que ocurre un proceso de transición donde las especies que dominaban una etapa se tornan menos abundantes y frecuentes en las siguientes etapas de desarrollo.

En cuanto a la frecuencia relativa (%), según Lamprecht [9], se refiere a la presencia de una especie en un sitio de muestreo, abundancias mayores a 3% indican que el bosque es homogéneo y la posibilidad de encontrarse una especie repentinamente es alta, todos los sitios evaluados presentan una alta homogeneidad, Un caso especial es el bosque de Coope San Juan, debido a que presenta una condición particular donde existe 10-20% de probabilidad de que si una especie es seleccionada al azar esta sea *Pentaclethra macroloba*.

Según el índice de similaridad de Bray Curtis, el bloque I de Florencia y el bosque de Pénjamo comparados con el bosque testigo llegan solo a un 30% de similaridad que coincide también con una reducción de la diversidad de especies en el bosque una vez manejado y un aumento en el bosque testigo. Lo que indica que la aplicación de tratamientos produjo un cambio en la composición florística.

El estimador de Bootstrap fue el único con valores de completitud superiores al 80 % en todas las estimaciones realizadas, lo que sugiere que este es el que más se ajusta a los datos del muestreo, como podemos ver en la figura 1. Además, se mantiene dentro del 20% de error aceptado.

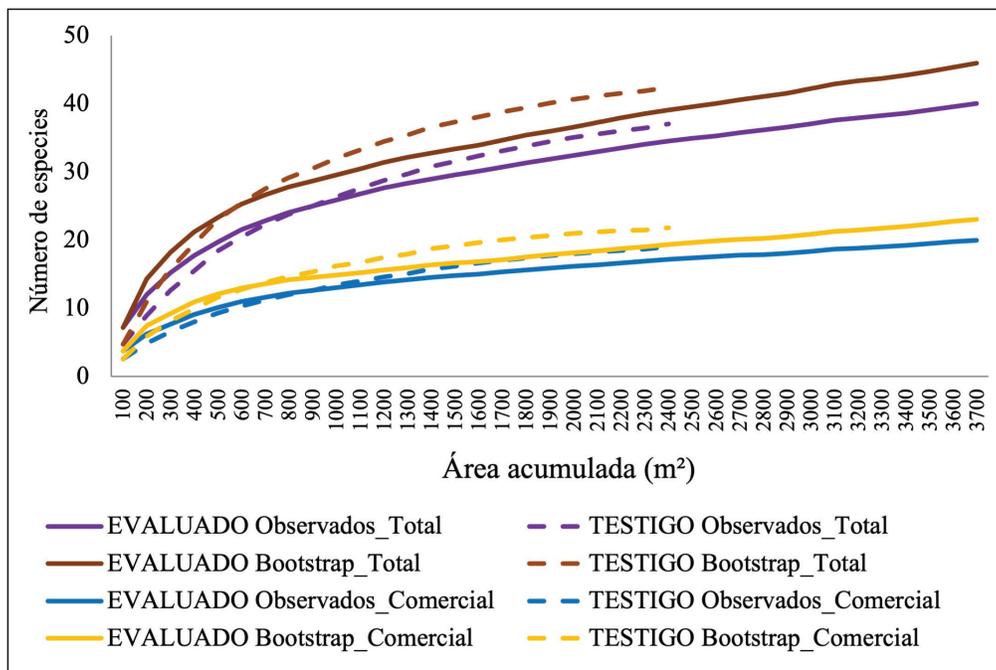


Figura 1. Curva de acumulación de especies comerciales y totales por área, de acuerdo al número de especies observadas y estimadas con el índice de Bootstrap para el bloque I de Florencia, San Carlos, Costa Rica.

En todos los casos las curvas del bosque testigo son superiores a las del bosque evaluado, sugiriendo que el bosque testigo es el que posee la mayor riqueza de especies, esto en áreas inferiores a 700 m², antes de llegar a este punto es el bosque evaluado quien posee la mayor acumulación de especies y donde se encuentra la mayor pendiente en la curva. Las curvas estimadas con Bootstrap son superiores a las obtenidas con los datos observados; el desplazamiento entre las curvas estimadas y las observadas representan el porcentaje de representatividad faltante para que el índice de completitud sea igual al 100 %. En este caso, todas las curvas se encuentran dentro del 20% de error recomendado por la literatura.

Cambios en la estructura horizontal, vertical y volumen del bosque

La tendencia de incrementos en variables dasométricas como el volumen y área basal puede atribuirse a la aplicación de los tratamientos ejecutados. Estos incrementos se concentran en las especies comerciales, aspecto que debe resaltarse por la importancia que tiene para dar opciones a los propietarios de bosques secundarios y una baja en las especies no comerciales [10].

Los valores dasométricos se encuentran igual o por encima de otros bosques evaluados y/o incluso aprovechados. Según Spittler [6], se estima que un bosque secundario de 12 años en la Zona Norte de Costa Rica alcanza áreas basales de 17,8 m²/ha, por su parte Chazdon et al [11], reportan que a los 25 años los bosques secundarios de las zonas húmedas pueden alcanzar áreas basales de 21 m²/ha hasta 35,5 m²/ha. Los incrementos en área basal comercial desde la primera medición pueden atribuirse a que en la primera evaluación el bosque estaba en una etapa de sucesión temprana y predominaba mayor abundancia de especies no comerciales

o HE en las primeras categorías diamétricas. Hoy día hay un incremento en la densidad de especies comerciales en todas las clases diamétricas, por consiguiente, los resultados indican que los tres bosques se encuentran en un estadio tardío.

La densidad de individuos/ha, en los bosques estudiados se concentra en las clases diamétricas de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm; datos similares a los que reportó Abarca et al, [12] para bosques secundarios estudiados en la región de Sarapiquí, Costa Rica.

Si bien es cierto los tres bosques presentaron cambios satisfactorios en sus variables dasométricas, estructura y composición es necesario volver a intervenirlos y monitorear su comportamiento de forma periódica con el fin de tener mejor validación de los resultados.

El bosque de Florencia y Pénjamo al ser comparados con su respectivo bosque testigo registraron incrementos en las especies comerciales en todas sus clases diamétricas.

De acuerdo con la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Mann-Whitney U), para el caso de Florencia existen diferencias significativas (p -valor $< 0,05$) en las variables densidad de individuos totales y comerciales y cantidad de especies totales y comerciales; mientras que para el resto de variables no existen diferencias significativas (p -valor $> 0,05$), para el caso de Pénjamo no obtuvieron diferencias significativas (p -valor $> 0,05$) en ninguna de las variables comparadas

Efecto de la aplicación de los tratamientos silviculturales

Los líderes deseables (LD) incrementaron significativamente en el bosque de Florencia; el aumento de LD pasó de 56 a 70 individuos por hectárea. Además, en promedio el 63% de los individuos evaluados según posición, forma y afectación por bejucos se ubican en las categorías de 1 a 2, que son considerados de perfecta a buena condición.

No solo se registró una mayor cantidad con respecto a los otros bosques evaluados, sino que las condiciones y características de los mismos con respecto a forma de copa e iluminación es mejor. Dicho comportamiento, se debe a que fue donde se aplicaron cuatro tratamientos en vez de uno, el refinamiento fue uno de los aplicados y este mejoró la condición de los individuos en relación al bosque Pénjamo y Coope San Juan en los que solo se les aplicó corta de bejucos. La liberación busca favorecer el crecimiento de los LD a partir de la eliminación de árboles sin valor comercial.

La combinación de aprovechamiento, corta de bejucos, refinamiento y liberación resultó beneficiosa en la cantidad y las condiciones de los LD en el bosque de Florencia, comparado con solo la corta de bejucos en los otros dos bosques.

Conclusiones

La presente investigación retoma el tema del manejo forestal del bosque secundario como una alternativa ingreso económico a sus propietarios. Además, constituye un insumo como línea base para el futuro manejo de los bosques secundarios de la zona norte y sobre aquellos a los cuales se les aplicó algún tratamiento silvicultural.

El bosque de Florencia y Pénjamo comparados con el bosque testigo registraron incrementos en el número de especies comerciales en todas sus clases diamétricas. Y los cambios en la composición florística, en todos los casos, el bosque una vez manejado disminuyó su diversidad según los índices considerados.

Según las pruebas no paramétricas realizadas y las curvas de acumulación de especies, el bosque de Florencia y Pénjamo tuvieron efectos significativos una vez llevado a cabo los diferentes tratamientos silviculturales.

La tendencia de incrementos en variables dasométricas como el volumen y área basal puede atribuirse a la aplicación de los tratamientos ejecutados, estos incrementos se concentran en las especies comerciales y una baja en las especies no comerciales.

Si bien, los tres bosques evaluados presentaron cambios satisfactorios en sus variables dasométricas, estructura y composición, es necesario volver a intervenirlos y monitorear su comportamiento de forma periódica con el fin de tener mejor validación de los resultados.

Referencias

- [1] L, Henao, (2015, Set, 14). El bosque secundario en Centroamérica. Un recurso potencial de uso limitado por procedimientos y normativas inadecuadas. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11554/7242>
- [2] M, Morales, "Lineamientos para el manejo de un bosque secundario a partir de una evaluación silvicultural, Florencia, San Carlos, Costa Rica", Costa Rica, 1998.
- [3] L, Vargas, "Análisis de una Cronosecuencia de Bosques Tropicales del Corredor Biológico Osa, Costa Rica", Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2012
- [4] S, Quirós, "Determinación y Aplicación de Tratamientos Silviculturales en un Bosque Secundario, Pénjamo, Florencia, San Carlos, Costa Rica", Costa Rica, 1999.
- [5] L, Chiari, "Prescripción y aplicación de tratamientos silviculturales en bosques secundarios en Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica", Costa Rica, 1999.
- [6] P, Spittler. (2001, Feb, 9). Potencial del bosque secundario de la zona seca del noreste de Costa Rica. . [Online]. Available: <https://copa.acguanacaste.ac.cr>
- [7] I, Hernández, "Cambios en la estructura y composición del bosque bajo dos tratamientos silviculturales en la Comunidad de Capulálpam de Méndez, Ixtlán, Oaxaca, México", Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica, 2008
- [8] J, Valerio; C, Salas, C. (1997, Oct, 11). Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. [Online]. Available: <https://rmportal.net>
- [9] H, Lamprecht, "Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido", España, 1990.
- [10] J, Leiva, "Comparación de las Estrategias de Regeneración Natural entre los Bosques Primarios y Secundarios en las zonas bajas del Atlántico Costarricense", Costa Rica 2001
- [11] R, Chazdon; B, Vilchez; V, Villa. "Dinámica de cuatro bosques secundarios tropicales de la región Huetar Norte, Costa Rica, su valor para la conservación o uso comercial". Revista Recursos naturales y ambiente, vol. 55, pp.118-128. Enero 2008.
- [12] P, Abarca; V, Meza; G, Méndez. "Evaluación de tratamientos silviculturales en la sostenibilidad de bosques tropicales en la Región Huetar Norte, Costa Rica". Revista Ambientales. vol.46. pp. 140-166. Junio 2020