



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible™

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Efectos del raleo sobre la estructura y el estado silvicultural en un área de bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada

Autores

Br. Luis Miguel Gómez Molina

Br. Eilin Rolando Vega Vega

Asesores

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Dr. Benigno González Rivas

Managua, Nicaragua

Junio, 2011



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Efectos del raleo sobre la estructura y el estado silvicultural en un área de bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada

Autores

Br. Luis Miguel Gómez Molina

Br. Eilin Rolando Vega Vega

Asesores

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Dr. Benigno González Rivas

Managua, Nicaragua

Junio, 2011



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal

Presidente

Secretario

Vocal

Managua _____ de _____ del año 2011

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1. Descripción del área de estudio	5
3.1.1. Ubicación del área de estudio	5
3.1.2. Clima de la localidad	6
3.1.3. Relieve e Hidrología.....	6
3.1.4. Uso anterior del suelo.....	6
3.1.5. Accesibilidad.....	7
3.1.6. Sitio de estudio.....	7
3.2. Diseño metodológico	8
3.2.1. Fecha de establecimiento de las parcelas para el ensayo	8
3.2.2. Diseño utilizado en las parcelas en las que se aplico el tratamiento	9
3.2.3. Definición de la duración del estudio y toma de datos.....	10
3.2.4. Criterios considerados para seleccionar los árboles a extraer o dejar durante la aplicación del raleo	10
3.2.5. Manejo de las parcelas experimentales	12
3.3. Técnica silvicultural utilizada para realizar la remoción de los árboles.....	12
3.4. Variables evaluadas	13
3.4.1. Variables silviculturales	13
3.4.2. Variables de estructura horizontal a tomar para evaluar el efecto del tratamiento.....	14

3.5. Composición de especies como efecto del raleo.....	15
3.6. Análisis de los datos	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. Estructura original del bosque.....	16
4.1.1. Abundancia por hectárea y por categorías diamétricas antes de aplicarse el raleo ...	16
4.1.2. Área basal antes de aplicarse el raleo	17
4.2. Árboles extraídos por especie con la aplicación del tratamiento raleo.....	18
4.3. Árboles favorecidos por especie con la aplicación del tratamiento raleo	18
4.4. Condición de los árboles extraídos	19
4.5. Cambios que experimentó el bosque en su estructura una vez aplicado el raleo.....	20
4.5.1. Área basal extraída	20
4.6. Principales cambios que experimentó el bosque un año después de haberse aplicado el tratamiento raleo.....	21
4.6.1. Área basal recuperada un año después de la aplicación del raleo	22
4.7. Evaluación del incremento corriente anual en diámetro y área basal por especies en parcelas raleadas y parcelas testigo	23
4.7.1. Incremento corriente anual en diámetro por especie	23
4.7.2. Incremento corriente anual en área basal por especie	24
4.8. Evaluación de la calidad de fuste y grado de iluminación en parcelas tratadas y parcelas testigos.....	26
4.8.1. Calidad de fuste en parcelas tratadas.....	26
4.8.2. Calidad de fuste en las parcelas testigos	27
4.9. Efecto del tratamiento silvicultural raleo en relación a la iluminación de las especies del bosque í ..í í í í í í í .	29
4.9.1. Grado de iluminación para las especies de las parcelas raleadas	29
4.9.2. Grado de iluminación para las especies de las parcelas testigos	31
4.10. Efecto del tratamiento sobre la regeneración natural	34
4.10.1. Diferencia en la composición de especies de regeneración en las parcelas testigos y parcelas tratadas	34
4.10.2. Diferencia en la abundancia de especies de la regeneración natural en las parcelas testigos y parcelas raleadas.....	35

4.10.3. Factores que influyeron en las diferencias encontradas en la regeneración natural de la composición y abundancia de especies	35
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37
VII. LITERATURA CITADA	38

DEDICATORIA

Desde lo más profundo de mi corazón dedico este trabajo de graduación a DIOS, nuestro padre celestial por haberme iluminado, guiarme y darme la sabiduría necesaria para coronar mi carrera.

A mi queridísima madre Lidia Azucena Molina, por su apoyo, comprensión y sacrificio que me brindo durante estos años de vida, por ser el principal pilar y demostrarme que el luchar en esta vida vale la pena.

A mis hermanos Lenner Esaú Molina e Ingrid Lisbania Molina; por estar siempre conmigo y brindarme su cariño necesario, inspirándome para seguir adelante.

A la memoria de mi abuelita Lorenza Zamora por darme esos consejos tan sabios y darme su ternura en mis años de mi infancia.

A mi mama Lidia, por sus oraciones día a día para poder culminar mi trabajo de graduación.

A mi compañero de tesis Eilin Rolando Vega Vega por compartir conmigo todos esos momentos difíciles en la elaboración de nuestro trabajo de graduación.

A los miembros de la fundación "CORAZONES ARDIENTES" (Especialmente a la Familia Cesar) por haberme apoyado en los primeros tres años de mi carrera, por su ayuda económica ya que fue muy valiosa.

Br. Luis Miguel Gómez Molina

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo a:

A DIOS, por darme las fuerzas, sabiduría e inteligencia y acompañarme día a día en el proceso de realización de este documento.

ALEJANDRA DEL CARMEN VEGA: Mi querida madre, quien supo llenarme de consejos para caminar sobre el camino correcto.

LEONCIO DE LOS ANGELES VEGA TREMINIO: Mi padre, ejemplo de un padre responsable, quien con esfuerzo y sacrificio hace realidad parte de mis sueños y los suyos, hombre que valoro por hacerse cargo de una parte de mis problemas y con quien tengo una deuda impagable.

HENRY NAPOLEON VEGA, MEYLING PATRICIA VEGA, ARACELLY CAROLINA VEGA: Mis hermanos, de quienes recibí consejos para hacer de mí una persona responsable.

LUIS MIGUEL GOMEZ MOLINA: Mi compañero de tesis, quien puso de su apoyo para llevar a cabo esta investigación.

Br. Eilin Rolando Vega Vega

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos infinitamente a DIOS por brindarnos sabiduría, inteligencia, paciencia y el deseo de superación para poder triunfar en el trayecto de nuestro trabajo de graduación.

En especial a nuestros asesores Ing. Álvaro Noguera Talavera, Dr. Benigno González, por el tiempo, disposición, paciencia y por darnos la oportunidad de poder realizar este estudio investigativo.

Agradecemos en especial al alma mater (UNA) por darnos la oportunidad de formarnos como profesionales

Al Ing. Claudio Calero por sus valiosos aportes, sugerencias y el tiempo brindado en la realización de este documento.

Al Programa De Apoyo A La Investigación, por su cooperación y financiamiento en la realización de esta investigación.

A mis compañeros de clase: Elvis Santiago Díaz , Germán Rodolfo González , Harold Maradiaga, Danny Hernández, Delio Calderón, Cándida Pérez; que de alguna u otra manera estuvieron presentes en los momentos más duros, brindándonos su apoyo y su amistad incondicional.

GRACIAS.

Br. Luis Miguel Gómez Molina.

Br. Eilin Rolando Vega Vega.

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Tipología propuesta para la clasificación de los árboles encontrados dentro de las parcelas raleadas; donde cada código representa la condición del árbol, Nandaime-Nandarola, 2009-2010	10
2. Clases diamétricas utilizadas en la clasificación de los árboles encontrados (según su diámetro), en las parcelas que se aplicó el tratamiento raleo, Nandaime-Nandarola, 2009-2010	11
3. Lista de individuos extraídos y conservados por especie dentro de las parcelas raleadas; Nandaime-Nandarola, 2009-2010	19
4. Clasificación de los árboles conservados y extraídos de acuerdo a la condición que presentaron, en el sitio La Chipopa, Nandaime-Nandarola, 2009-2010	20
5. Calidad de fuste por especie en parcelas tratadas en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010	26
6. Calidad de fuste por especie en parcelas testigos en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	28
7. Grado de iluminación por especie en parcelas tratadas, en un bosque seco secundario en el Sitio La Chipopa, en el municipio de Nandaime, Nicaragua, 2010	30
8. Grado de iluminación por especie en parcelas testigo, en un bosque seco secundario en el Sitio La Chipopa, en el municipio de Nandaime, Nicaragua, 2010	32
9. Número de individuos de la regeneración natural por Ha en las parcelas raleadas y parcelas testigo en un bosque seco secundario, en el sitio La Chipopa Nandaime-Nandarola, 2009-2010	34

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del área de estudio, Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2007. (Tomado de Treminio y Hernández, 2009).	5
2. Perímetro del área, Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2007 (Tomado de Treminio y Hernández, 2009).	8
3. Forma y dimensión de las parcelas en las que se aplicó el tratamiento raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	9
4. Abundancia por hectárea y por categoría diamétrica antes de aplicarse el raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	16
5. Estructura original de un bosque en área basal (m ²) por categoría diamétrica antes de aplicarse el tratamiento raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	17
6. Comparación en área basal (m ²) por categoría diamétrica antes y después de aplicado el tratamiento raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	21
7. Distribución del área basal (m ²) por categoría diamétrica una vez aplicado el raleo y area basal recuperada un año después, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	22
8. Comparación del incremento corriente anual en diámetro por especie en parcelas testigos y parcelas raleadas en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	24
9. Comparación del incremento corriente anual en área basal por especie en parcelas testigos y parcelas raleadas en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.	25

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con el objetivo de determinar el efecto del tratamiento silvicultural raleo sobre la estructura y condición silvicultural de un área de bosque, después de un año de su aplicación. Para tal efecto se estableció 6 parcelas de las cuales 3 fueron seleccionadas para la aplicación de raleo y 3 fueron utilizadas como parcelas testigo, siendo 25 mts x 25 mts las dimensiones de las parcelas. El área basal extraída por la aplicación del tratamiento fue 2.80 m²/ha, que correspondió al 30% de área basal total por hectárea (9.33 m²/ha). Un año después de aplicado el tratamiento se obtuvo una recuperación porcentual de 18.93% del área basal extraída en 2009, lo que indica que el bosque necesita un periodo de 5 años para recuperar el área basal total extraída. No se encontró diferencias significativas en el incremento medio en diámetro y área basal, al igual que en la evaluación del grado de iluminación y calidad de fuste por especie producto del raleo. Dentro de la regeneración natural se encontraron un total de 22 especies, encontrándose 7 especies diferentes entre las parcelas tratadas y las parcelas testigo, lo cual indica que el tratamiento tuvo efectos positivos en la regeneración natural.

Palabras claves: Tratamiento silvicultural, raleo, área basal, regeneración natural.

ABSTRACT

A study was carried out to determine the effect of silvicultural thinning on the structure and silvicultural condition after one year of implementation. For this purpose was established 6 sites of which 3 were selected for the application of thinning and 3 were used as control plots, being 25 meters x 25 meters the size of the plots. The basal area extracted by the application of treatment was 2.84 m²/ha, which corresponded to 32% of total basal area per hectare (8.64 m²/ha). One year after treatment was applied percentage recovery was 18.93% of basal area removed in 2009, indicating that the forest needs a period of 5 years to recoup the total basal area harvested. No significant differences were found in the average increase in diameter and basal area, as well as assessing the degree of lighting and quality of product by species stem thinning. In natural regeneration found a total of 22 species, 7 species were found different between the treated plots and control plots, indicating that treatment had positive effects on natural regeneration.

Keywords: Silvicultural treatment, thinning, basal area, natural regeneration.

I. INTRODUCCION

Es importante mencionar que la mayor parte de la vegetación de las zonas tropicales en el mundo, están constituidas con vegetación secundaria (Gómez- Pompa, 1979). Este es el caso de grandes extensiones de tierra en la región de Centro América donde incluso, los procesos de sucesión secundaria son pocos exitosos ya que el fenómeno de deterioro antropogénico es relativamente reciente y los mecanismos evolutivos que permitirían la adaptación de ciertas especies a tales condiciones aun no han operado (Gálvez, 2002).

La importancia de los bosques secundarios para ayudar a reducir la presión sobre los bosques primarios y suministrar bienes y servicios para el hombre ha sido ampliamente reconocido (Brown y Lugo, 1990; citado por Méndez y Picado 2006). Además de restaurar y mantener la productividad del suelo y la regulación del agua, también, son reservorios de carbono atmosférico por la acumulación rápidamente de biomasa en sus primeros 20-30 años. Los bosques secundarios presentan características atractivas para el manejo forestal: una diversidad de especies relativamente baja y una estructura relativamente simple, la presencia de especies comercialmente atractivas, altas tasa de crecimiento y por lo general un acceso fácil.

La estructura y composición del bosque secundario cambian ampliamente respecto al bosque primario que, igualmente cambian a lo largo de la sucesión. Algunos de estos cambios como por ejemplo el área basal o el volumen son relativamente rápido y en general se puede hablar de que la regeneración y crecimiento de los bosques secundarios son relativamente rápido (Finegan 1992, citado por Méndez y Picado, 2006).

En el caso particular de Nicaragua existen pocas experiencias acerca de la aplicación de tratamientos silviculturales en bosque seco secundario. La mayor parte de los estudios sobre bosques secundarios han sido llevados a cabo en el bosque tropical húmedo (Lamprecht, 1990); estos estudios han recomendado la aplicación de tratamientos silviculturales con el objetivo de mejorar la estructura y composición florística de este tipo de bosque.

A través del presente estudio se pretende generar información básica acerca de los cambios que experimentó el bosque seco secundario en cuanto a su estructura y estado silvicultural, a partir de la aplicación del raleo, así como también determinar la magnitud de los incrementos en el diámetro de los árboles y estimar el grado de recuperación del bosque.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ✓ Determinar el efecto del tratamiento silvicultural (raleo), sobre la estructura horizontal y el estado silvicultural en el bosque seco secundario, como alternativa para mejorar la productividad de las especies de uso potencial local.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Estimar el grado de recuperación del bosque, después de aplicado el tratamiento silvicultural raleo
- ✓ Calcular el incremento medio en diámetro y área basal de las especies favorecidas con la aplicación del tratamiento raleo
- ✓ Diagnosticar el efecto del raleo sobre la calidad de fuste e incidencia de luz de las especies de interés
- ✓ Describir el efecto del tratamiento raleo sobre la regeneración natural

HIPOTESIS

Hipótesis alternativa

- ✓ El raleo tiene efectos positivos (incremento en diámetro, mayor iluminación y mejor calidad de fuste) sobre las condiciones silviculturales del bosque seco secundario.
- ✓ El bosque experimenta una recuperación del cien por ciento del área basal extraída posterior a la aplicación del tratamiento silvicultural.

Hipótesis nula

- ✓ El raleo no tuvo efectos sobre las condiciones silviculturales del bosque seco secundario.
- ✓ El bosque no experimentó una recuperación completa del área basal extraída después de la aplicación del tratamiento silvicultural.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Ubicación del área de estudio

Este estudio se realizó en un área de bosque seco secundario localizado en la comunidad La Chipopa; ubicada aproximadamente a 10 km al Sureste de la ciudad de Nandaime en el departamento de Granada (Treminio y Hernández, 2009), Figura 1.



Figura 1. Ubicación del área de estudio, Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2007. (Tomado de Treminio y Hernández, 2009).

3.1.2. Clima de la localidad

En el área de estudio se presentan promedios anuales de precipitación y temperatura de 1,444 mm y 27°C, respectivamente. La vegetación en el área es clasificada como una formación de bosque tropical seco deciduo (Ponce y Montalbán, 2005). La altitud varía entre 92 y 167 msnm. Los suelos existentes en el área son principalmente vertisoles y alfisoles, originados de material volcánico y roca básica del terciario (Castro *et al.*, 2005).

3.1.3. Relieve e Hidrología

Las condiciones que presenta la zona de estudio son las siguientes: áreas planas, áreas onduladas, áreas quebradas y poco escarpadas. Las elevaciones dentro del área están entre 103 msnm (en la parte más baja) hasta 261 msnm (en las áreas quebradas), predominando el relieve ondulado con pendientes menores del 30%, aunque también existen pendientes de 45 y 80%, pero en trechos cortos. En cuanto a la hidrología el área es atravesada por las quebradas Nandarola, San Rafael, Cebadilla y algunos ramales que solamente en el invierno presentan su caudal, siendo estos una subcuenca del río Ochomogo (Guido, 2004).

3.1.4. Uso anterior del suelo

En la década de los años 60, el bosque seco de Nandarola fue cortado para la producción de cosechas agrícolas como Maíz (*Zea mays*), Arroz (*Oryza sativa*), frijón (*Phaseolous vulgaris*), y crianza de animales (Castro *et al.*, 2005).

En el periodo comprendido entre 1975 - 1979 el área de bosque perteneciente a la compañía Azucarera Amalia, fue la principal causante de la destrucción del bosque primario de la zona con la exhaustiva extracción de madera utilizada como leña para hacer funcionar las calderas del ingenio. Durante la época revolucionaria, la compañía se constituyó en el ingenio Javier Guerra, quien se adjudicó las tierras del bosque.

A partir de la reforma agraria del Gobierno Sandinista las tierras fueron entregadas a parceleros de la zona, asignándoles determinada área para actividades agrícolas y la extracción de madera (para construcción de casas) y leña (para auto consumo y venta en Nandaime y en sus alrededores).

En los años 1983-1984 se inician los primeros pasos para la creación de la cooperativa Bernardino Díaz Ochoa y Pedro Joaquín Chamorro, a quienes se les asignó un área de 805 y 365 hectáreas, respectivamente.

En los años 1991-1992, se inician los primeros pasos para la organización y elaboración de la propuesta de un proyecto de manejo forestal de IRENA (actualmente MARENA) en colaboración con pobladores de la zona (Guido, 2004).

3.1.5. Accesibilidad

Cuenta con un camino principal que comunica hasta el municipio de Nandaimé, el cual actualmente se encuentra en buenas condiciones en las estaciones del año, contando además con una amplia red de caminos secundarios que comunican a diferentes comunidades.

3.1.6. Sitio de estudio

La Chipopa: Presenta un estado sucesional en edad de 19 años, con una vegetación ya establecida. Cuenta con área de tucotucos de 3.83 hectáreas, localizada entre las coordenadas 11°42'31" Norte y 86°05'08" Oeste. Siendo su altitud promedio de 151 msnm (Ponce y Montalbán, 2005), Figura 2.

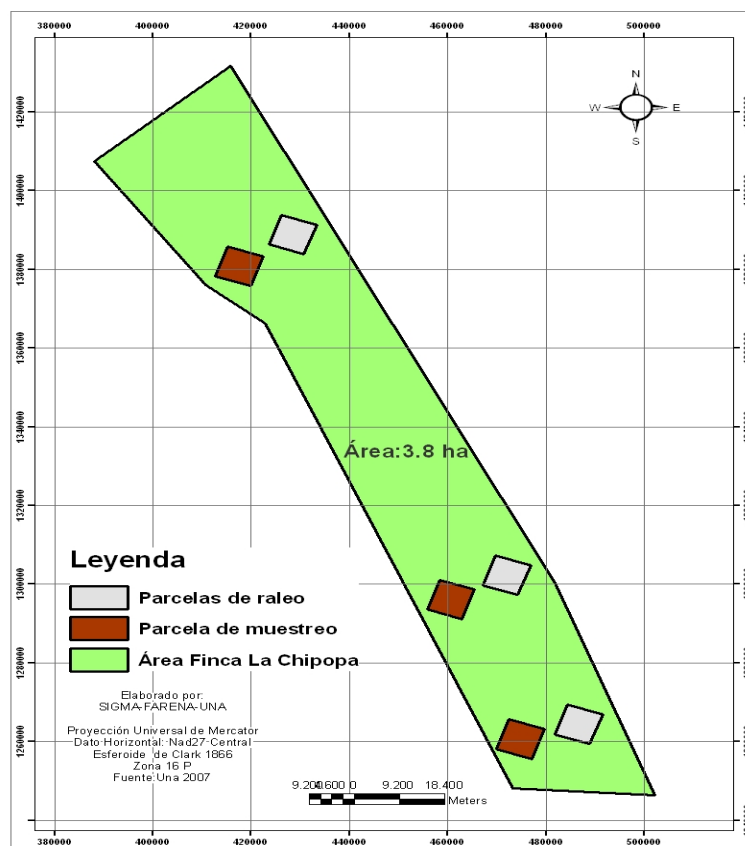


Figura 2. Perímetro del área, Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2007 (Tomado de Treminio y Hernández, 2009).

3.2. Diseño metodológico

3.2.1. Fecha de establecimiento de las parcelas para el ensayo

La fase experimental del estudio para medir el efecto del raleo sobre aspectos silviculturales dentro del área de bosque secundario, se inició en Junio del 2009 con el reconocimiento de las áreas donde se aplicó el tratamiento. Posterior a esta actividad se delimitaron parcelas y se inició la aplicación del tratamiento silvicultural.

3.2.2. Diseño utilizado en las parcelas en las que se aplicó el tratamiento

En cuanto al diseño del ensayo, este incluyó el establecimiento de tres parcelas cuadradas de muestreo cuyas dimensiones fueron 25 m x 25 m, que corresponden a 0.0625 hectáreas cada una. Figura 3.

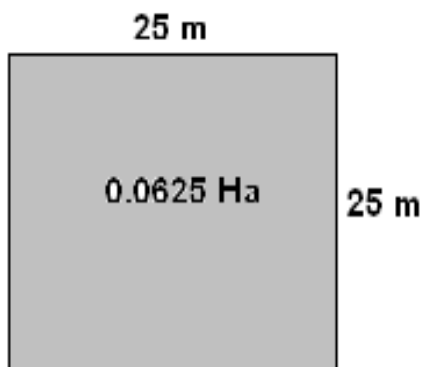


Figura 3. Forma y dimensión de las parcelas en las que se aplicó el tratamiento raleo, en el sitio la Chipopa, Nandaime, Nicaragua 2010.

Las parcelas fueron delimitadas con el uso de cinta métrica y brújula de espejo, señalando con estacas y cintas biodegradables los vértices y el centro de las mismas.

Cada parcela delimitada para la aplicación del raleo, se estableció contiguo a una parcela de muestreo permanente (PMP) que igualmente son tres y fueron establecidas en 2006 para monitorear la dinámica de la vegetación. Lo anterior se hizo con el propósito de utilizar las parcelas de monitoreo de dinámica como testigo, y así poder recopilar de manera simultánea información de ambas muestras y comparar el efecto del tratamiento versus la forma natural en que se da el desarrollo de la vegetación no tratada.

De lo anterior se deriva la existencia de dos muestras, constituida la primera muestra por tres parcelas testigos y; la segunda muestra por tres parcelas tratadas, teniéndose en total tres repeticiones para el tratamiento raleo.

Muestra testigo: Parcelas sin ningún tipo de intervención silvicultural, es decir con vegetación desarrollándose de manera natural.

Parcelas tratadas con raleo: Se realizó un raleo para favorecer árboles de especies de interés para el productor, reduciéndose la competencia entre individuos.

3.2.3. Definición de la duración del estudio y toma de datos

Se definió que el período para evaluar el efecto del raleo sobre el incremento en diámetro, así como el grado de recuperación del bosque sería de un año; por lo que en Julio del 2010 se realizó una segunda medición que al confrontarse con el estado inicial del bosque y el obtenido después de la aplicación del raleo corresponde a los resultados presentados en este documento.

3.2.4. Criterios considerados para seleccionar los árboles a extraer o dejar durante la aplicación del raleo

Con base en los fundamentos para la aplicación del tratamiento raleo, se definió de manera a priori (sin ninguna metodología en particular) los criterios para la selección de árboles a favorecer y a extraer del bosque; considerándose así los criterios condición del árbol, el tipo de especie y la distancia entre cada árbol.

A continuación se describen de manera detallada los criterios en cuestión:

- ✓ **Condición del árbol:** En el cuadro 1, se hace referencia a la tipología de los árboles dentro del bosque, lo que finalmente ayudó al momento de decidir que árboles extraer y que árboles dejar en el bosque. Cada código representa la condición del árbol.

Cuadro 1. Tipología propuesta para la clasificación de los árboles encontrados dentro de las parcelas raleadas; donde cada código representa la condición del árbol, Nandaime-Nandarola, 2009-2010.

Códigos	Condición del árbol
1	Suprimido
2	Fuste curvado
3	Fuste dañado
4	Infestado por lianas
5	Uno o dos ejes sano (s) y recto (s)

- ✓ **Especie:** En este sentido, es importante mencionar que este no fue el criterio determinante; debido a que, aunque en algunos casos sean especies sin valor comercial local se dejaron en el bosque siempre y cuando tuvieran una condición con código 5; esto con el propósito de evitar alterar de manera drástica la estructura del bosque que se encuentra en una fase inicial de recuperación. En cuanto a la decisión de que especies favorecer, se consideró aquellas que el dueño del bosque considera de valor.
- ✓ **Distancia entre árboles:** Este criterio junto a la condición del árbol fueron los de mayor importancia para decidir que árboles dejar y extraer al momento de aplicar el tratamiento raleo.

Al respecto, se pretendió manejar un distanciamiento medio de tres metros entre árboles dentro de las parcelas, por lo que cualquier individuo a menos de tres metros de un árbol a favorecer con el raleo fue extraído, aun cuando fuese de la misma especie.

Para el análisis del efecto del raleo sobre la estructura, se establecieron categorías diamétricas con amplitud de clase de 5 cm; permitiendo además determinar el número de árboles extraídos y dejados por categoría diamétrica (Cuadro 2), y evaluar finalmente el grado de recuperación (a partir del área basal por categoría diamétrica) del bosque un año después de la aplicación del tratamiento.

Cuadro 2. Clases diamétricas utilizadas en la clasificación de los árboles encontrados (según su diámetro), en las parcelas que se aplicó el tratamiento raleo, Nandaime-Nandarola, 2009-2010

Códigos	Clases diamétricas (cm)
1	2.5 a 4.9
2	5 a 9.9
3	10 a 14.9
4	15 a 19.9
5	20 a 24.9
6	25 a 29.9

3.2.5. Manejo de las parcelas experimentales

Posterior al establecimiento de las parcelas se realizó un recorrido dentro de estas; seleccionando y enumerando de manera consecutiva cada árbol, asignando un código para los árboles a remover y otro código para los árboles a dejar. Para ambos casos se realizó una tipología del estado en que se encontraba cada individuo, justificando así la selección de dejarlo o extraerlo (Cuadro 1).

En todas las parcelas se realizó una combinación de raleo por lo alto y raleo por lo bajo; además de raleo selectivo. En cuanto al raleo por lo bajo este consistió en la extracción de árboles en fase de crecimiento de las clases diamétricas inferiores a 10 centímetros (latizales), principalmente suprimidos e intermedios.

Para el caso del raleo por lo alto se extrajo árboles con diámetro superior a 10 centímetros; por lo tanto para el raleo selectivo se inspeccionó cada árbol dentro de la parcela para decidir cuales individuos se eliminarían y cuales se quedarían en pie. En todos los casos se mantuvieron los árboles maduros para asegurar la estabilidad del bosque en cuanto a producción de semillas y por tanto de regeneración natural.

3.3. Técnica silvicultural utilizada para realizar la remoción de los árboles

La remoción de los árboles extraídos se realizó mediante la utilización de hacha para el caso de los árboles con diámetro mayor de 5 cm., y con el uso de sierra de mano en el caso de los individuos con diámetro menor a 5 cm. El corte se realizó a una altura de 0.30 m, por lo que esa es la altura de los tocones dejados en las parcelas.

3.4. Variables evaluadas

Para evaluar la vegetación en las parcelas raleadas y las parcelas permanentes de muestreo (PMP), se consideraron variables silviculturales y dasométricas.

3.4.1. Variables silviculturales

Las variables silviculturales se evaluaron para conocer el estado del bosque (iluminación y calidad de fuste), obteniendo esta información por el método de observación directa de los árboles y posteriormente clasificándolos de acuerdo a las categorías que establece Hutchinson (1993), tanto en iluminación como en calidad de fuste.

Calidad de fuste: Se refiere específicamente al grado de rectitud que presentaron los árboles de la vegetación fustal y latizal. Es un parámetro que recibe mucha importancia por los productores, ya que se busca tener beneficios al momento del aprovechamiento, estos se clasifican de acuerdo a Hutchinson (1993).

Categorías de fuste a evaluar:

1. Fuste recto, sin nudo, sin daños, es un fuste de buena calidad.
2. Fuste con una curvatura o levemente curvo, sin daños evidentes, sin nudos (regular)
3. Fuste con más de una curvatura, podrido, con daño evidente, deformado, ramas quebradas o despuntadas, hueco (malo).

Iluminación: La luz solar es determinante para el desarrollo de los árboles, por lo que se tomó en cuenta el grado de iluminación presente en la vegetación ubicada en las PMP.

Se tomó en cuenta la clasificación de los tipos de iluminación expresados por Hutchinson (1993).

Categorías de iluminación a evaluar:

1. Iluminación vertical y lateral completa
2. Iluminación vertical plena
3. Iluminación vertical parcial
4. Iluminación oblicua
5. Sin iluminación

3.4.2. Variables de estructura horizontal a tomar para evaluar el efecto del tratamiento

La variable dasométrica (diámetro), se tomó para evaluar el incremento (en un año) en diámetro, lo cual se obtuvo partiendo del inventario inicial y final de las parcelas establecidas, utilizando para las mediciones cinta diamétrica y fórmulas para la obtención de dichos resultados.

Abundancia: Se refiere al número relativo de individuos de cada especie forestal. La abundancia o densidad de individuos, número de árboles por unidad de área, (Matteucci y Colma, citado por Díaz y Dixon, 2006) es en general, bastante estándar bajo la condición natural climática.

Para calcular el número de individuos de la regeneración natural por hectárea se utilizó la siguiente fórmula:

$$N \bullet \text{arb/ha} = \frac{1}{(N_p)(T_p)} * N \bullet \text{individuos}$$

Donde:

- ✓ N• arb/ha: número de árboles por hectárea
- ✓ 1: Constante
- ✓ Np: Número de parcelas
- ✓ Tp: Tamaño de las parcelas
- ✓ N• ind: Número de individuos encontrados en la muestra

Área basal

Se define como la superficie de la sección transversal de la base del árbol que ocupa en el área del terreno o en el bosque o sea el espacio utilizado para su desarrollo; por lo que se tomó como base este parámetro para inferir en el grado de recuperación que tuvo el bosque después de la intervención realizada.

3.5. Composición de especies como efecto del raleo

Como parte de la apertura que se generó con la aplicación del raleo, se esperaba que exista cierto cambio en la composición de especies de las parcelas tratadas. Para medir este cambio se tomó como base la composición de especies de la regeneración natural en el 2009 y se comparó con la del 2010; muestreándose a través de parcelas de 5 m x 5 m para el caso de la categoría latizal bajo (individuos con altura mayor a 1.5 m, y diámetro menor de 5 cm), y parcelas de 5 m x 5 m para la categoría brinzal (individuos con altura mayor a 20 cm y menor de 1.5 m); para luego comparar con las especies de la regeneración natural de las parcelas testigos.

3.6. Análisis de los datos

Una vez recopilados los datos (posterior a la aplicación del tratamiento en 2009, y la segunda medición realizada en el 2010) se organizó la información en una base de datos del programa EXCEL.

El procesamiento de la información de campo se realizó mediante el uso del programa estadístico INFOSTAT versión 2008. El primer paso del procedimiento consistió en aplicar estadística descriptiva (media como unió descriptor) para obtener una caracterización de los valores de las variables estudiadas en cada una de las muestras; siendo la prueba estadística t-Student para el caso de las variables área basal, diámetro, calidad de fuste e iluminación.

Se realizó comparaciones del área basal después de aplicado el tratamiento y el valor de este parámetro un año después de su aplicación para inferir en el efecto y grado de recuperación; proyectando así el tiempo que el bosque necesita para recuperar el área basal extraída.

De la misma forma se comparó el estado silvicultural de las especies favorecidas tanto en parcelas testigos como en las que aplicó raleo para inferir en el efecto sobre el estado silvicultural.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estructura original del bosque

Se encontró un total de 24 especies distribuidas en las tres parcelas de raleo, dentro de las cuales las especies con más individuos son: Cerillo (*Casearia corymbosa* H.B.K) con un total de 47 individuos, Chiquirín (*Myrospermum frutescens*) con 41 individuos y por último Madero Negro (*Gliricidia sepium*) con 37 individuos.

4.1.1. Abundancia por hectárea y por categorías diamétricas antes de aplicarse el raleo

En la figura 4 se refleja la abundancia por categoría diamétrica de las especies en las parcelas antes de aplicarse el raleo, las cuales suman un total de 1426 ind/ha, para todas las categorías diamétricas, siendo la categoría 2 la que contiene más árboles con 857 ind/ha, seguidas las categorías 3 con 215 ind/ha y categoría 1 con 205 ind/ha y muy por debajo las categorías 4, 5,6 con 147 ind/ha.

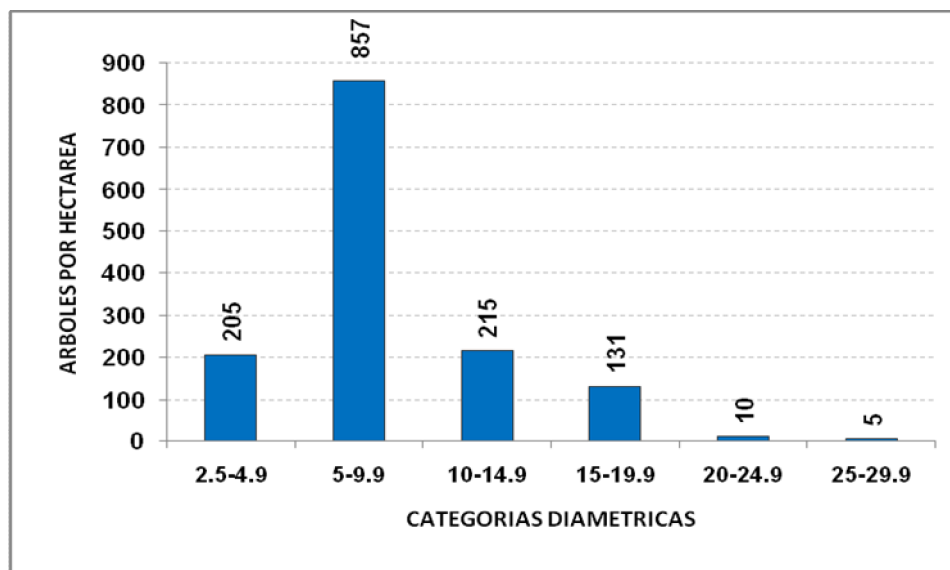


Figura 4. Abundancia por hectárea y por categoría diamétrica antes de aplicarse el raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.

Se puede observar en la figura 4, una estructura original igual a una jota invertida a partir de la categoría diamétrica que incluye árboles con DAP $\times 10$ cm, en donde el número de individuos disminuye a medida que aumenta el valor en diámetro. De manera general, es decir incluyendo individuos de la categoría latizal, resulta en una estructura horizontal de tipo irregular, esto evidencia que la mayoría de los individuos se encontraban en las categorías diamétricas menores (2.5 a 9.9 cm), mientras que para las categorías superiores se encontraron menos fustales.

4.1.2. Área basal antes de aplicarse el raleo

La estructura original en área basal encontrada en el bosque se refleja en la figura 5; lo cual implica datos relevantes en cantidad de áreas basales existente en las categorías 2, 3 y 4, lo que puede describirse como una estructura bastante regular en cuanto a la distribución del área basal en las categorías diamétricas con los valores más altos, observándose a la vez áreas basales bajas en las categorías 1, 5, 6.

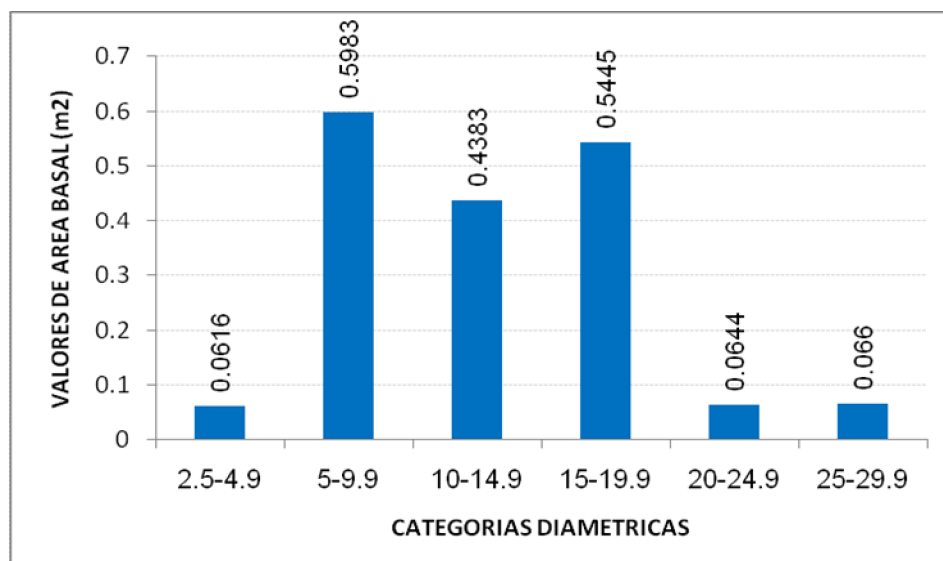


Figura 5. Estructura original de un bosque en área basal (m²) por categoría diamétrica antes de aplicarse el tratamiento raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.

El área basal registrada en las tres parcelas antes de aplicarse el raleo fue de 1.77 m², lo que a la vez equivale a 9.33 m²/ha. La distribución del área basal por categorías diamétricas muestra que en la categoría 2 existía la mayor concentración en área basal con 0.5983 m², valores similares a estos presentaba la categoría 4 con 0.545 m², y no muy diferente la categoría 3 con 0.438 m², mientras los valores más bajos se calcularon para las categorías 1, 5, 6 respectivamente.

Estos resultados evidencian que la mayoría de los individuos se encontraron en los estratos arbóreos medios y que recibieron los niveles más altos de iluminación, presentando una curva en forma de campana que con frecuencia la muestran los bosques secundarios jóvenes. (Louman *et al*, 2001).

Méndez y Picado (2006), reportaron resultados similares al presente estudio, quienes encontraron en la categoría 2, un área basal de 0.5512 m² al evaluar tres estados sucesionales del bosque seco deciduo de Nandarola.

4.2. Árboles extraídos por especie con la aplicación del tratamiento raleo

Al efectuarse el raleo en las tres parcelas raleadas se extrajo una cantidad de 142 individuos de 19 especies arbóreas (fustales), de las cuales sobresalen las especies con el mayor número de individuos extraídos tales como: Cerillo (*Casearia corymbosa*,) con 34 individuos, seguido por Cachito Huevo de Chanco (*Stemmadenia obovata*) con 22 individuos, Cornizuelo (*Acacia collinsii*) con 21 individuos, Chaperno Blanco (*Lonchocarpus latifolius*) con 16 individuos entre otras. Cuadro 3.

4.3. Árboles favorecidos por especie con la aplicación del tratamiento raleo

Entre las especies conservadas, es decir aquellos individuos que fueron favorecidos por el tratamiento se encuentran las especies con mayor número de individuos: Madero Negro (*Gliricidia sepium*) con 34 individuos, Chiquirín (*Myrospermum frutescens*) con 30 individuos, Cerillo (*Casearia corymbosa*) con 13 individuos, entre otras especies que se encuentran reflejadas en el cuadro 3. Esto equivale a un total de 129 individuos conservados, agrupadas en 16 especies y distribuidas en tres parcelas de muestreo.

Las razones por la cual se favorecieron estas especies se deben a que son de suma importancia para los habitantes de la zona, además que la mayoría de los individuos presentan más de dos ejes, propiciando la utilización para la obtención de leña y carbón principalmente.

Cuadro 3. Lista de individuos extraídos y conservados por especie dentro de las parcelas raleadas, Nandaime-Nandarola, 2009-2010

Nombre Científico	Especie	Árboles extraídos	Árboles conservados
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.)K	Cachito huevo de chanco	22	3
<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K	Cerillo	34	13
<i>Lonchocarpus latifolius</i>	Chaperno blanco	16	9
<i>Myrospermum frutescens</i>	Chiquirín	11	30
<i>Diospyros nicaraguensis</i> Standl	Chocoyito	2	8
<i>Acacia collinsii</i> Safford	Cornizuelo	21	1
<i>Pisonia macranthocarpa</i>	Espino negro	3	-
<i>Dalbergia tucurensis</i>	Granadillo	6	2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo ternero	1	12
<i>Karwinskia calderonii</i>	Güiligüiste	3	-
<i>Bursera simarouba</i>	Jiñocuabo	2	2
No identificado	Limoncillo	2	-
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	3	34
<i>Chomelia speciosa</i>	Malacagüiste	4	-
<i>Thounidium decandrum</i>	Melero	1	2
No identificado	Palo de bejuco	4	-
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Poro poro	2	-
<i>Jatropha curcas</i>	Tempate	4	-
No identificado	Yuca de monte	1	-
<i>Cordia dentata</i> Poir.	Tigüilote	-	2
<i>Bombacopsis quinata</i>	Pochote	-	1
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño	-	7
<i>Genipa americana</i> L.	Guaitil	-	2
<i>Tabebuia ochracea</i> ssp	Córtex	-	1
Total		142	129

4.4. Condición de los árboles extraídos

De acuerdo a la clasificación propuesta acorde a la condición del árbol, como parte de la acción silvicultural se extrajeron un total de 142 individuos, todos estos por presentar condiciones que se mencionan a continuación.

Árboles suprimidos, con fuste curvado, y fustes dañados los de mayor frecuencia en las parcelas raleadas; de la misma forma la infestación por lianas (8 individuos), fue otras de las condiciones que justificaba la aplicación del tratamiento raleo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación de los árboles conservados y extraídos de acuerdo a la condición que presentaron, en el sitio La Chipopa, Nandaime-Nandarola, 2009-2010

Tipo de árbol	Condición del árbol					Total
	Suprimido	Fuste curvado	Fuste dañado	Infectados por lianas	Uno o dos ejes sanos ó rectos	
Conservados	2	1	-	-	126	129
Extraídos	62	39	32	8	1	142

4.5. Cambios que experimentó el bosque en su estructura una vez aplicado el raleo

Dentro de los cambios inmediatos que experimentó el bosque se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Disminución de la abundancia, ya que el bosque en su estructura original presentaba un total de 271 individuos de los que se extrajeron 142, todo esto por presentar las condiciones antes expuestas, para conservar a 129 individuos, con un rango de espaciamiento entre árbol y árbol de 3 metros.
- ✓ Disminuyeron los valores de área basal por categoría diamétricas, siendo la categoría 2 la más afectada por el tratamiento, presentando una disminución de 0.3514m^2 , seguida la categoría 1 con una disminución de 0.0461m^2 . Luego la categoría 4 con una disminución de 0.0641m^2 y por último la categoría 3 con una disminución en área basal de 0.0715m^2 .

4.5.1. Área basal extraída

Como consecuencia del raleo, se extrajo un total de 0.5330 m^2 de área basal, equivalente al 30% del área basal total en las parcelas (1.77 m^2). En cuanto a las categorías 5 y 6 representadas por 3 individuos, equivalente a 0.131m^2 del área basal total, no se extrajo ningún individuo, con el propósito de asegurar la estabilidad del bosque en cuanto a producción de semillas o conservación de árboles maduros y por lo tanto garantizar la regeneración natural que repondrá a los árboles extraídos durante el tratamiento silvicultural raleo. Figura 6.

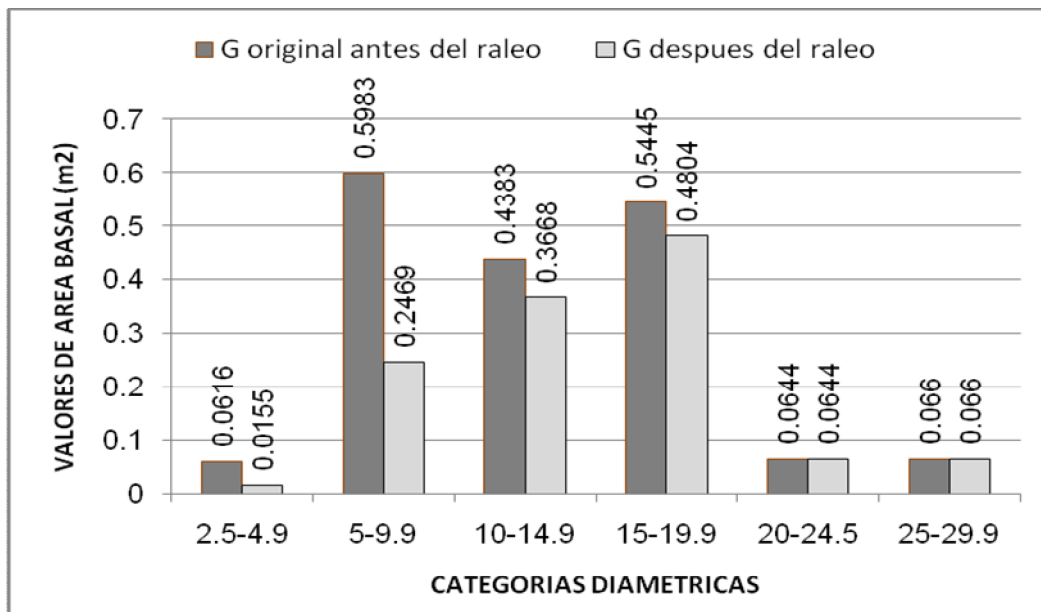


Figura 6. Comparación en área basal (m^2) por categoría diamétrica antes y después de aplicado el tratamiento raleo, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.

El número de individuos encontrados en la categoría 5 y 6, indican que existen algunas especies con alta abundancia, pero con diámetros pequeños (2.5-19.9), al contrario existen individuos que presentan grandes diámetros (20-29.9), pero que no son abundantes. Probablemente estas características reflejen que en los últimos años el bosque no ha sido sometido a ningún tipo de aprovechamiento y solamente se han aprovechado árboles con diámetros pequeños para el uso de leña, carbón y poste, lo cual es bastante común encontrar en los bosque secos secundarios (Navas, citado por Garmendia *et al*; 2007).

4.6. Principales cambios que experimentó el bosque un año después de haberse aplicado el tratamiento raleo

Un año después de la aplicación del raleo se puede observar que hubo incremento en área basal en cinco de las seis categorías diamétricas, la mayor contribución de área basal correspondió al incremento de la categoría 4, con un valor de $0.5301 m^2$. Figura 7; estos incrementos en área basal sugieren que la intensidad con que se aplicó el raleo fue óptima, permitiendo la estimulación en crecimiento del diámetro de las especies conservadas así como una mayor incidencia de luz solar determinante para el crecimiento de los árboles que se encuentran en los diferentes estratos arbóreos.

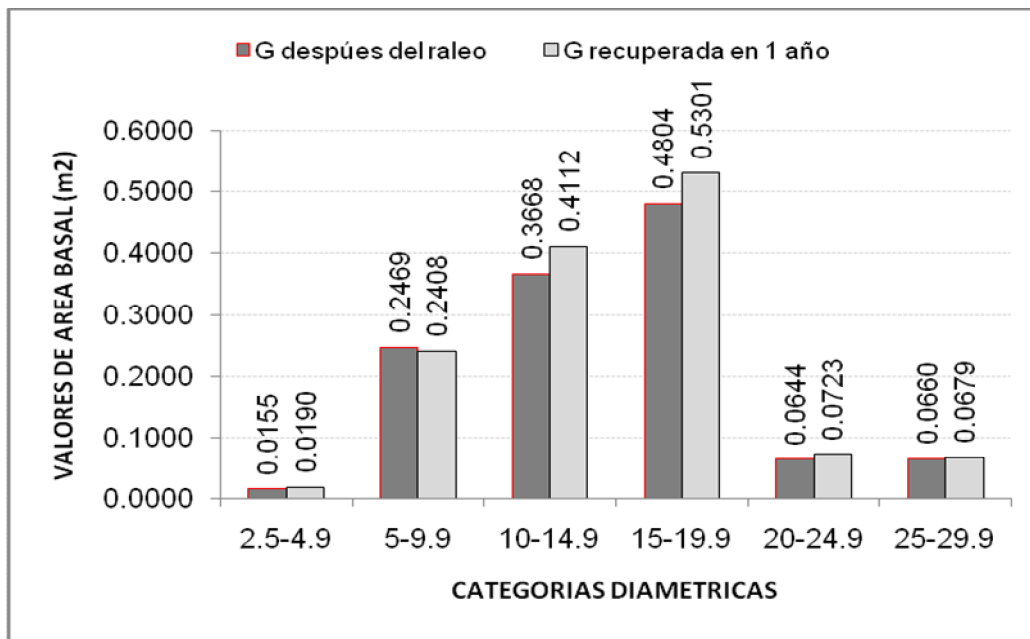


Figura 7. Distribución del área basal (m^2) por categoría diamétrica una vez aplicado el raleo y área basal recuperada un año después, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.

4.6.1. Área basal recuperada un año después de la aplicación del raleo

Basado en los cambios experimentados en el sitio se puede decir que en cuanto a la recuperación del área basal extraída dio resultados positivos. Cabe destacar que un año después de aplicado el tratamiento el área basal de los árboles en las parcelas establecidas para tal fin incremento $0.1009 m^2$ equivalente al 18.93% del área basal extraída en el 2009.

Con base en este valor, se puede proyectar una recuperación completa del área basal extraída en un periodo de 5 años de mantenerse un incremento anual constante de $0.1009 m^2$.

Según el estudio realizado por Díaz y Dixon, 2006; en el bosque seco secundario en el refugio de vida silvestre Chacocente-Carazo muestran una similitud de aumentó en cuanto al área basal.

Así mismo, en otro estudio realizado por Gómez y Rico, 2005 muestran un incremento anual promedio en área basal de $0.16 m^2$ en las parcelas donde se aplico raleo, el cual existe una similitud a los resultados encontrados en este estudio.

4.7. Evaluación del incremento corriente anual (ICA) en diámetro y área basal por especies en parcelas raleadas y parcelas testigo

4.7.1. Incremento corriente anual en diámetro por especie

Una vez analizados los datos para cada variable se puede mencionar en cuanto al incremento corriente anual en diámetro, que los valores máximos fueron de 4.2 cm/año para las parcelas testigo, mientras que en las parcelas raleadas fue de 1.3 cm/año, lo cual indica que no hay diferencias muy marcadas al comparar los valores de incremento en diámetro bajo las dos condiciones.

En las parcelas testigo los mayores incrementos lo obtuvieron las especies Pochote (*Bombacopsis quinata*) con 4.2 cm/año, Jiñocuabo (*Bursera simarouba*), con 1.66 cm/año y el Chocoyito (*Diospyros nicaraguensis*), con 1.5 cm/año, mientras que en las parcelas donde se aplicó el tratamiento silvicultural raleo, las especies con el mayor incremento son: Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) con 1.35 cm/año, seguido del Chaperno blanco (*Lonchocarpus latifolius*), con 1.28 cm/año y por último el Córtez (*Tabebuia ochracea*) con 1.1 cm/año. Figura 8.

A través de la prueba T-Student para datos pareados se comparó los incrementos corriente anuales, experimentado por las especies tanto en parcelas testigo y parcelas raleadas, encontrándose que no existe significancia estadística para el incremento logrado desde la primera medición hasta la segunda, ($p = 0.9399$), lo cual indica que el tratamiento silvicultural raleo no tuvo el efecto esperado en cuanto a lograr un mayor incremento. Otro elemento importante en particular es la posibilidad que el corto tiempo de esta evaluación no permita percibir en su totalidad el efecto real del tratamiento.

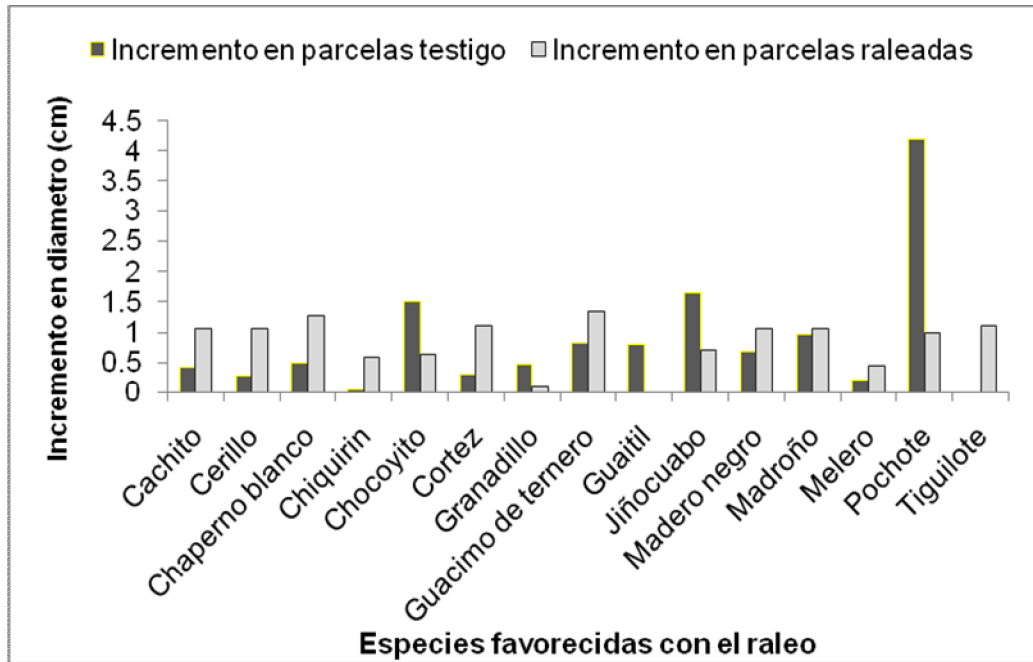


Figura 8. Comparación del incremento corriente anual en diámetro por especie en parcelas testigos y parcelas raleadas en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.

4.7.2. Incremento corriente anual en área basal por especie

El incremento corriente anual total en área basal para todas las especies fue mayor en las parcelas testigos, con valores máximos de $0.01 \text{ m}^2/\text{año}$; mientras que en las parcelas donde se aplicó el tratamiento el incremento fue de $0.0031 \text{ m}^2/\text{año}$.

En la figura 9, se puede apreciar los valores basados en el incremento corriente anual en área basal por especie en el bosque secundario en el sitio la Chipopa, donde se pudo apreciar que la especie Pochote (*Bombacopsis quinata*), obtuvo el mayor incremento corriente anual dentro de las parcelas testigo obteniéndose un valor de $0.01 \text{ m}^2/\text{año}$, debido a que esta especie no presentó altos grados de sombra propiciando su crecimiento en grosor durante el período en estudio; además el espaciamiento fue ideal para dicho incremento; seguido de Madero negro (*Gliricidia sepium*) y Jiñocuabo (*Bursera simarouba*).

Sin embargo en las parcelas donde se aplicó el tratamiento silvicultural, los mayores incrementos corrientes anual en área basal los obtuvieron las especies Guácimo de temero (*Guazuma ulmifolia*) con 0.0031 m²/año, Madero negro (*Gliricidia Sepium*), Chaperno Blanco (*Lonchocarpus latifolius*) y Cachito Huevo de Chancho (*Stemmadenia obovata* Hook. & Arn.)K. Figura 9.

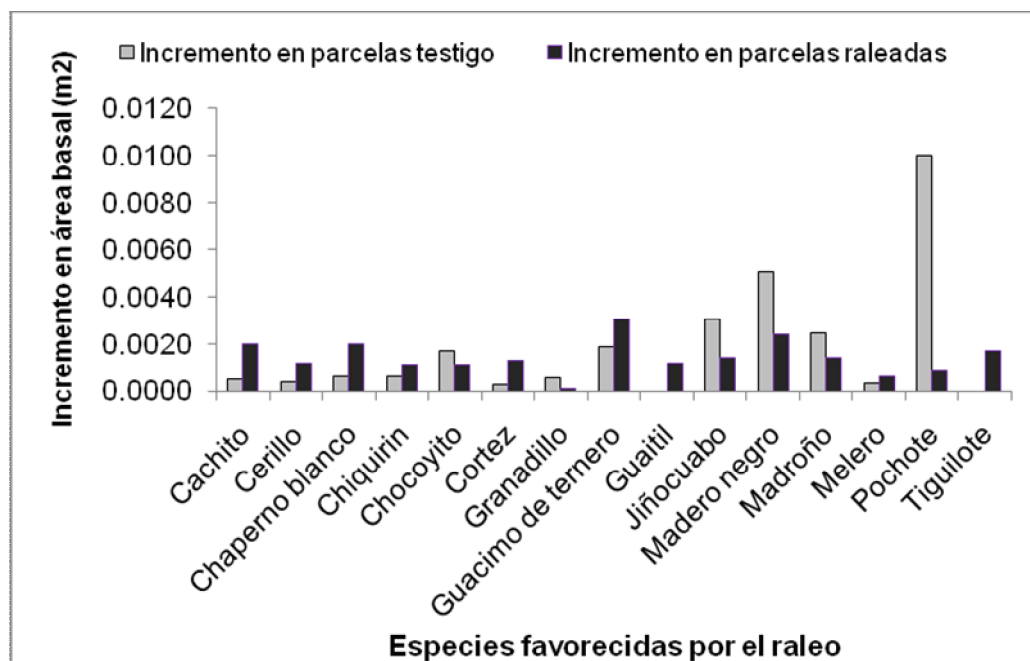


Figura 9. Comparación del incremento corriente anual en área basal por especie en parcelas testigos y parcelas raleadas en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010.

El análisis estadístico t-student para datos pareados comparó los valores de incremento corriente anual en área basal por especie en parcelas testigos y parcelas raleadas, mostró que no se encontraron diferencias significativas ($p= 0.5638$).

Hutchinson (1993), citado por Guardia (2004), sugiere que en bosques secundarios, el aumento de la tasa relativa del crecimiento de los individuos está en función de la competencia por iluminación.

Contrario a este estudio, Díaz (1996), encontró diferencias significativas tanto para el incremento dimétrico y área basal en un bosque raleado y un bosque testigo, al evaluar el efecto de un tratamiento raleo sobre el crecimiento de un bosque secundario de altura, Cordillera Talamaca, Costa Rica.

4.8. Evaluación de la calidad de fuste y grado de iluminación en parcelas tratadas y parcelas testigos

4.8.1. Calidad de fuste en parcelas tratadas

En el cuadro 5, se pueden apreciar los resultados en cuanto a la calidad de fuste que presentaron las especies en las parcelas a la cuales se les aplicó el tratamiento raleo.

Cuadro 5. Calidad de fuste por especie en parcelas tratadas en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010

Especie	Categorías de calidad de fuste					
	1		2		3	
	n	%	n	%	n	%
<i>Stemmadenia obovata</i> Hook. & Arn.K			10	50	10	50
<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K	2	25	6	75		
<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd.)DC.			4	100		
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.Sm.						
<i>Myrospermum frutescens</i>			15	83.33	3	16.67
<i>Tabebuia ochracea</i> ssp			11	100		
<i>Dalbergia tucurensis</i>					12	100
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.			18	100		
<i>Bursera simarouba</i> (L.)Sarg.			8	100		
<i>Gliricidia sepium</i>			42	100		
<i>Chomelia speciosa</i>						
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	18	100				
<i>Thouinidium decandrum</i>			5	100		
<i>Bombacopsis quinata</i>	1	100				
<i>Tapirira guianensis</i>						
Total de individuos por categorías	21		119		25	

1: fuste recto, 2: fuste levemente curvado, 3: fuste con más de una curvatura

La mayoría de las especies registradas están en la categoría 2, (regular), con 119 individuos. La especie Madero negro (*Gliricidia sepium*) es la que presenta mayor cantidad de individuos (42) con fustes con una curvatura o levemente curvos, con el 100%.

En segundo orden le sigue la categoría 3, con 25 individuos, o sea especies con un fuste con más de una curvatura (malo). Las especies que presentaron la mayor cantidad de individuos con calidad de fuste malo son: Granadillo (*Dalbergia tucurensis*) con 12 individuos equivalente al 100%, Cachito huevo de chancho (*Stemmadenia obovata* Hook. & Arn.K) con 10 individuos equivalentes al 50%.

En tercer orden se encuentra la categoría 1 con un total de 21 individuos; o sea individuos con fustes rectos (bueno). Este valor en comparación con la categoría 3 tiene una proporción casi paralela, es decir presentan la misma cantidad de individuos, dado que la diferencia del número de individuos es mínima. La especie que se registra con la mayor cantidad de individuos en esta categoría es la especie Madroño (*Calycophyllum candidissimum*) con un total de 18 individuos equivalente al 100 %.

4.8.2. Calidad de fuste en las parcelas testigos

En las parcelas testigos como en las tratadas la mayor proporción de individuos se concentran en la categoría 2, con 134 individuos, encontrándose a la misma especie Madero negro (*Gliricidia sepium*), en esta parcela la que presenta mayor cantidad de individuos (49) con fustes con una curvatura o levemente curvos, con el 58.33%. Cuadro 5 y 6.

Cuadro 6. Calidad de fuste por especie en parcelas testigos en un bosque seco secundario, en el Sitio La Chipopa, Nandaime, Nicaragua, 2010

Especies	Categorías de calidad de fuste					
	1		2		3	
	n	%	n	%	n	%
<i>Stemmadenia obovata</i> Hook. & Arn.K	10	33.33	10	33.33	10	33.33
<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K	2	33.33	4	66.67		
<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd.)DC.	8	33.33	12	50	4	16.66
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.Sm.			4	100		
<i>Myrospermum frutescens</i>	9	37.5	12	50	3	12.5
<i>Tabebuia ochracea</i> ssp						
<i>Dalbergia tucurensis</i>			12	33.33	24	66.66
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.			9	33.33	18	66.66
<i>Bursera simarouba</i> (L.)Sarg.			16	100		
<i>Gliricidia sepium</i>	14	16.67	49	58.33	21	25
<i>Chomelia speciosa</i>						
<i>Calycophyllum candidissimum</i>			6	100		
<i>Thouinidium decandrum</i>						
<i>Bombacopsis quinata</i>						
<i>Tapirira guianensis</i>	15	100				
Total de individuos por categoría	58		134		80	

1: fuste recto, 2: fuste levemente curvado, 3: fuste con más de una curvatura

La frecuencia de esta especie (*Gliricidia sepium*) en ambas parcelas (testigos y tratadas) se debe a que crece bien en sitios de clima seco, invadiendo terrenos en zonas donde la vegetación original ha sido destruida, sin obviar la adaptabilidad de esta especie a períodos largos de sequía como lo es en bosques secos (García, 2003).

Para el caso de la categoría 3, se encontraron un total de 80 individuos, donde se registro a la especie Granadillo (*Dalbergia tucurensis*) con 24 individuos, seguido de la especie Madero negro (*Gliricidia sepium*) con 21 individuos.

En cuanto la categoría 1, se encontraron un total de 58 individuos. Se determinó que la mayor cantidad de individuos por especie fueron: Piojo (*Tapirira guianensis*), con 15 individuos y Madero negro (*Gliricidia sepium*) con 14 individuos.

El análisis de t-student no encontró diferencias significativas ($p: 0.9158$) en la condición calidad de fuste por tipo de parcela. Sugiriendo este resultado que el tratamiento no tuvo una gran influencia sobre la calidad de fuste.

4.9. Efecto del tratamiento silvicultural raleo en relación a la iluminación de las especies del bosque

4.9.1. Grado de iluminación para las especies de las parcelas raleadas

Para las parcelas raleadas (Cuadro 7), se muestra la iluminación por especie, en el cual la categoría con mayor número de individuo fue la número 2 presentando un total de 107 individuos, reportándose a las especies Malacagüiste (*Chomelia speciosa*), Madero negro (*Gliricidia sepium*) con 28 y 21 individuos.

Mientras que para la categoría 1, se encontró un total de 80 individuos; la especie que se reportó con el mayor número de individuos fue el Madero negro (*Gliricidia sepium*) con 49 individuos.

Para la categoría 5, las especies con mayor número de individuos fueron Granadillo (*Dalbergia tucurensis*) con 24 individuos y Cachito huevo de chanco (*Stemmadenia obovata*), con 20 individuos, encontrándose un total para esta categoría de 78 individuos.

Cuadro 7. Grado de iluminación por especie en parcelas tratadas, en un bosque seco secundario en un Sitio La Chipopa, en el municipio de Nandaime, Nicaragua, 2010

	Categoría de Iluminación									
	1		2		3		4		5	
Especie	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.)K			2	9,09					20	90,91
<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K			4	66,67					12	33,33
<i>Lonchocarpus latifolius</i>	4	16,67	8	33,33	8	33,33			4	16,67
<i>lonchocarpus minimiflorus</i>									4	100
<i>Myrospermum frutescens</i>	12	50	3	12,5	3	12,5			6	25
<i>Tabeibuya ochracea</i> ssp										
<i>Dalbergia tucurensis</i>					12	33,33			24	66,67
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	33,33	18	66,67						
<i>Bursera simaruba</i>			8	50					8	50
<i>Gliricidia sepium</i>	49	58,33	21	25	14	16,67				
<i>Chomelia speciosa</i>			28	100						
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	6	100								
<i>Thouinidium decandrum</i>										
<i>Bombacopsis quinata</i>										
<i>Tapirira guianensis</i>			15	100						
Total de individuos por categorías	80		107		37				78	

1: Iluminación vertical y lateral completa, 2: Iluminación vertical plena, 3: Iluminación vertical parcial, 4: Iluminación oblicua, 5: Sin iluminación

En cuanto a la categoría de iluminación 3, se registró el número más bajo de individuos para esta variable y en cuanto la categoría número 4 no se registraron individuos.

4.9.2. Grado de iluminación para las especies de las parcelas testigos

En el cuadro 8, se muestra la iluminación por especie de las parcelas testigos, en el cual la categoría que presentó el mayor número de individuos fue la categoría de iluminación 3, con 53 individuos; encontrándose a la especie Madero negro (*Gliricidia sepium*), con 21 individuos.

Cuadro 8. Grado de iluminación por especie en parcelas testigos, en un bosque seco secundario en un Sitio La Chipopa, en el municipio de Nandaime, Nicaragua, 2010

Especie	Categorías de Iluminación									
	1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.)K	10	50							10	50
<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K					2	25	4	50	2	25
<i>Lonchocarpus latifolius</i>			4	100						
<i>lonchocarpus minimiflorus</i>										
<i>Myrospermum frutescens</i>	6	33.33	12	67						
<i>Tabebuia ochracea</i> ssp									11	100
<i>Dalbergia tucurensis</i>					12	100				
<i>Guazuma ulmifolia</i>			9	50	9	50				
<i>Bursera simaruba</i>					8	100				
<i>Gliricidia sepium</i>	7	16.67	14	33	21	50				
<i>Chomelia speciosa</i>										
<i>Calycophyllum candidissimum</i>			6	33			12	67		
<i>Thouinidium decandrum</i>							5	50	5	50
<i>Bombacopsis quinata</i>					1	100				
<i>Tapirira guianensis</i>										
Total de individuos por categoría	23		45		53		21		28	

1: Iluminación vertical y lateral completa, 2: Iluminación vertical plena, 3: Iluminación vertical parcial, 4: Iluminación oblicua, 5: Sin iluminación

Para el caso de la categoría 2, se encontró un total de 45 individuos, reportándose las especies con mayores individuos Madero negro (*Gliricidia sepium*), Chiquirín (*Myrospermum frutescens*) con 14 y 12 individuos.

Para la categoría 5, se encontró un total de 28 individuos, registrándose las especies con mayor número de individuos el Cortez (*Tabebuia ochracea ssp*) y Cachito huevo de chanchito (*Stemmadenia obovata*) con 11 y 10 individuos respectivamente.

En cuanto a las categorías 1 y 4 se registraron los menores números de individuos.

Un análisis de t-student indica que no hay diferencias estadísticas ($p: 0.6506$) en cuanto a iluminación para cada una de las condiciones para ambas parcelas (parcelas testigos y parcelas tratadas).

Los factores a los que se atribuye la no significancia estadística tanto en parcelas raleadas como en testigo son: Según Hernández (1991), debido a que en las parcelas raleadas a como fue mencionado en la metodología, todos los árboles maduros serían dejados (con el propósito de mejorar la regeneración natural), afectando de esta manera el desarrollo de los árboles que se encontraban en el dosel inferior. Además se recomienda que el tratamiento silvicultural raleo debe de ir combinado con el tratamiento poda, para que los árboles obtengan una mayor iluminación.

De manera general, el grado de iluminación se mejoró en las parcelas en donde se aplicó el tratamiento, evidenciándose una mayor concentración de árboles en las categorías 1 y 2; en comparación a las parcelas testigos. Sin embargo, el efecto de una mayor incidencia de luz no se manifestó en un mayor incremento en diámetro y área basal. Este comportamiento se debe posiblemente a que en un corto período no fue identificable el efecto esperado de que a mayor luz mejorara el incremento en área basal y diámetro.

4.10. Efecto del tratamiento sobre la regeneración natural

4.10.1. Diferencia en la composición de especies de regeneración en las parcelas testigos y parcelas tratadas

En las parcelas evaluadas (tratadas y testigo), se encontraron en total 22 especies, presentando el mayor número de especies (18 especies) las parcelas tratadas, de las cuales 7 de ellas Chiquirín (*Myrospermum frutescens*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), Chaperno blanco (*Lonchocarpus latifolius*), Espino blanco (*Adelia barbinervis*), Jocote jobo (*Spondias mombin*), Palo negro (*Ateleia Herbert*), Tigüilote (*Cordia dentata*), no se registraron en las parcelas testigo. Cuadro 9.

Cuadro 9. Número de individuos de la regeneración natural por Ha en las parcelas raleadas y parcelas testigo en un bosque seco secundario, en el sitio La Chipopa Nandaime-Nandarola, 2009-2010

Numero	Nombre científico	Tipo de parcela	
		Raleada	Testigo
1	<i>Bombacopsis quinata</i>	-	67
2	<i>Casearia corymbosa H.B.K</i>	467	333
3	<i>Myrospermum frutescens</i>	67	-
4	<i>Lonchocarpus latifolius(Willd.)DC.</i>	133	333
5	<i>Bursera simarouba (L.)Sarg.</i>		200
6	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	133	-
7	<i>Stemmadenia obovata(Hook. & Arn.)K</i>	400	600
8	<i>Tabebuia ochracea ssp</i>	67	67
9	<i>Dalbergia tucurensis</i>	67	67
10	<i>Lonchocarpus minimiflorus Donn.Sm.</i>	67	-
11	<i>Chomelia speciosa</i>	200	267
12	<i>Tapirira guianensis</i>		67
13	<i>Diospyros nicaraguensis Standl</i>	133	67
14	<i>Acacia collinsii Safford</i>	533	533
15	<i>Adelia barbinervis Schlecht & Cham</i>	133	-
16	<i>Spondias mombin</i>	67	-
17	<i>Cordia alliodora</i>	67	67
18	<i>Ateleia Herbert smithii pittier</i>	67	-
19	<i>Bauhinia pauletia</i>	67	133
20	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	133	67
21	<i>Caesalpinia exostemma DC</i>	-	67
22	<i>Cordia dentata Poir.</i>	67	-
Total		2868	2935

4.10.2. Diferencia en la abundancia de especies de la regeneración natural en las parcelas testigos y parcelas raleadas

En cuanto a la abundancia por especie, se registró valores similares entre las parcelas testigos y las parcelas raleadas. La menor abundancia total 2868 ind/ha fue para las parcelas raleadas; mientras que para las parcelas testigo se registro un total de 2935 ind/ha, habiendo una diferencia en el número de individuos entre las parcelas de 67 individuos.

En cuanto a las especies con mayor número de individuos se documentaron las mismas especies para ambos sitios, las cuales son: Cornizuelo (*Acassia collinsii*), Cerillo (*Caesaria corymbosa*), Cachito Huevo de Chanco (*Stemmadenia obovata*), Malacagüiste (*Chomelia speciosa*) Cuadro 9.

4.10.3. Factores que influyeron en las diferencias encontradas en la regeneración natural de la composición y abundancia de especies

De las 7 especies que se registraron en las parcelas tratadas solamente 6 pertenecen al gremio de las heliófitas, lo que indica que hubo efecto del raleo sobre la aparición de especies, las cuales por ser heliófilas necesitan de luz para la germinación y crecimiento ó que presentan valores más altos de individuos en la regeneración natural una vez realizada las intervenciones dentro del bosque, es decir se le crearon las condiciones necesarias al sitio con una mayor incidencia de luz y un mayor espacio . Algunos autores como (Painter, citado por Mostacedo y Fredericksen, 2001); afirman que puede haber una alta producción de semillas y/o una alta capacidad de germinación, pero si la especie no tiene la capacidad de sobreponerse a todos los factores externos (especialmente competencia y depredación) que reduzca su abundancia, prácticamente la regeneración de una especie será un fracaso.

Según (Ponce y Montalván, 2005) en su estudio las especies antes mencionadas son las más predominantes en el banco de semilla lo que garantiza su presencia en la regeneración natural y en las categorías fustales en este sitio.

V. CONCLUSIONES

Un año después de aplicado el tratamiento el área basal en las parcelas en la que se aplicó raleo incrementó 0.1009 m^2 , equivalente al 18.93% del área basal total extraída en el 2009 (30%), con base en este valor, se puede proyectar una recuperación completa del área basal extraída en un periodo de 5 años de mantenerse un incremento anual constante de 0.1009 m^2 .

Los incrementos medios en diámetro y área basal logrados desde la primera medición hasta la segunda medición no mostraron diferencias significativas entre las especies tanto para parcelas raleadas como de las parcelas testigo.

Las parcelas testigos como las parcelas raleadas, mostrando que no existe significancia en cuanto a la calidad de fuste y grado de iluminación; es decir el efecto del tratamiento silvicultural raleo no fue marcadamente evidente en el periodo en que se evaluó.

Con la aplicación del tratamiento silvicultural raleo se crearon las condiciones necesarias a las especies de la regeneración natural, con un mayor incidencia de luz, teniendo como resultado la aparición de 7 especies nuevas dentro de las parcelas tratadas.

VI. RECOMENDACIONES

Es conveniente la continuidad de este estudio, ya que en un periodo de un año no se puede apreciar el efecto real esperado por el tratamiento silvicultural raleo.

Una vez recuperado el bosque en su totalidad después de dicha intervención, es conveniente la aplicación de raleo combinado con poda, ya que el objetivo principal de este tratamiento va dirigido a mejorar la calidad de la madera, beneficiando de esta manera a los pobladores de la zona.

VII. LITERATURA CITADA

Castro- Marín, G; Nygard, R; González-Rivas, B; Oden P.C. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest Reserve in Nicaragua. *Forest Ecology and Management*, p. 63-75.

Díaz, V.; A.E; Dixon, C.; L.E. 2006. Composición florística y estructural de un bosque secundario después de aplicarse dos tratamientos silviculturales en el refugio de vida silvestre de Chacocente- Carazo. Tesis. Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y el Ambiente. 56 p.

Díaz, H.; A. 1996. Efecto de un raleo sobre el crecimiento de un bosque secundario de altura, Cordillera de Talamaca. Costa Rica. Msc. CATIE. 174 p.

Gálvez, J. 2002. La Restauración Ecológica: Conceptos y aplicaciones. IARNA-URL. Serie de documentos técnicos N° 8. Guatemala. 23 p.

Garmendia, Z.; M. Quezada, J. B. Armas, M.; H.; Meneses, E.; E. 2007. Composición, Diversidad, Estructura e importancia de las especies arbóreas y del bosque seco de la finca ñRositaö, Reserva Natural Estero Padre Ramos. La Calera N° 11. p 66-73.

García, R.; M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles. Managua, Nicaragua. INAFOR. 37 p.

Gómez, C.; A.A. Rico, R.; L.E. 2005. Efectos de tres tratamientos silviculturales sobre la composición florística y la estructura horizontal del bosque seco secundario latifoliado en las microcuencas Las Marías, Telica, León. Tesis. Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y el Ambiente. 60 p.

Gómez-Pompa, A. 1979. Regeneración de selvas. México. 661 p.

Guardia, V.; S. 2004. Dinámica y efectos de un tratamiento silvicultural en el bosque secundario "Florencia", San Carlos, Costa Rica. Msc. CATIE. 141 p.

Guido, F. 2004. Plan General de Manejo Cooperativa Bernardino Díaz Ochoa. Nandaime, Granada. 27 p.

Hutchinson, I.D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 32 p (Serie técnica sobre Colección silvicultura y manejo de bosques naturales N° 7).

Hernández, J. 1991. Seminario internacional de capacitación en investigación sobre aprovechamiento forestal de impacto reducido y manejo de bosques naturales: Resultados. Grado de iluminación y densidad de regeneración en un bosque tropical en Concepción, Bolivia. Ed. F. Putz.; R. Heinrich.; F. Merlo. Santa Cruz, Bolivia. Editora El País. 149 p.

Lamprech, H. 1990. La silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Rossford, Alemania, deutsche Gessellschaft fur Technische Zusa mmenarbeit (GTZ). 335 p.

Louman, B.; Quiros, D.; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América central. CATIE, Turrialba Costa Rica. p 58.

Méndez, V.; AM. Picado, C.; E. 2006. Análisis de tres estados sucesionales del bosque seco deciduo desarrollados sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. 56 p.

Mostacedo, B; Fredericksen, T.S. 2001. Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia. Santa cruz, Bolivia. p 22.

Ponce, V.; L. A. Montalbán, M. H .2005. Banco de semillas del suelo de tres sitios de Nandarola, Nandaime. Tesis. Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. p 23.

Quiros, D.; Louman, B.; Valerio, J. Jiménez, W. 2001. Bases ecológicas. In, Louman, B; Nilsson, M. (eds). Silvicultura de boques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p 21-75.

Treminio, P.; I.Y.; Hernández, M.; A.D.2009. Evaluación del establecimiento de tres especies forestales bajo dosel (*Cedrela odorata* L.), (*Cordia alliodora* Ruiz & Pavon Oken) (*Hymenaea courbaril* L.), como medida de restauración del bosque seco secundario en Nandaime, Granada. Tesis. Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. 56 p.