



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de Graduación Para optar al grado de Maestro en ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Renovables

Dinámica de crecimiento, estructura y
composición de la vegetación secundaria en
trópico seco de Nandarola, Nicaragua

AUTOR

Ing. Olman José Narváez Espinoza

ASESORES

Dr. Benigno González Rivas

Dr. Guillermo Castro Marín

Managua, Nicaragua

Marzo 2012

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Evaluador del estudiante: **Olman José Narváez Espinoza**, como requisito parcial para optar al grado académico de *Maestro en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Renovables*. Por lo que se considera que llena los requisitos para ser presentado ante la comunidad científica de la Universidad Nacional Agraria.

Firmantes:



Emilio Pérez, Ph.D.
Presidente del Comité



Lucía Romero Girón, M.Sc.
Secretaría del Comité



Georgina Orozco, M/Sc
Vocal del Comité

Lugar y fecha: Managua, 28 de septiembre del 2012.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por darme la fuerza y la sabiduría en este proceso de aprendizaje y darme fuerzas cada vez que me deprimía para la finalización de la maestría.

A mi Madre Emilia Espinoza y mi esposa Ligia Urbina quién me apoyo emocionalmente para seguir avanzando en los estudios y así alcanzar el sueño anhelado de la maestría.

A mis hijos Olman, Vladimir, Kristian y Emilia todos Narváez Urbina.

“Si la sabiduría entrare en tu corazón, y la ciencia fuere grata a tu alma, la discreción te guardara y te preservara la inteligencia”. PROVERBIOS 2:11

AGRADECIMIENTOS

Al fondo de la cooperación del Pueblo y Gobierno de Suecia a través del proyecto de fortalecimiento a la Maestría de la UNA, Proyecto SLU-UNA, por el financiamiento.

A la Dirección de Investigación Extensión y Posgrado (DIEP) de la UNA por apoyar y aprobar el soporte económico para la culminación de esta investigación.

De una manera muy especial a mis consejeros principales Dr. Benigno González y Dr. Guillermo Castro, que con sus conocimientos sólidos y experiencia me brindaron sugerencias valiosas durante el desarrollo de la tesis.

A los revisadores de mi tesis que con sus valiosas sugerencias hicieron que fuera todo un éxito, MSc. Lucía Romero, MSc. Georgina Orozco y Dr. Emilio Pérez.

A mis amigos y colegas de la FARENA por el apoyo en la culminación de mi estudio y tesis de Maestría en especial a Miguel Garmendia, Claudio Calero, Álvaro Noguera, Andrés López, Fernando Mendoza, Mercedes Matus y Dra. Matilde Somarriba Chang.

A mis compañeros de clase Emelina Tapia, Martha M. Salgado y Edwin Alonso.

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
Cuadro 1. Especies con mayor número de individuos por hectárea.....	16
Cuadro 2. Resultados de la prueba de <i>t</i> <i>Hutchinson</i> , entre los índices de Shannon y dominancia de las especies (Simpson) en el periodo de estudio.....	18
Cuadro 3. Índice de valor de importancia (IVI), para las 10 especies más importantes en vegetación secundaria de Nandarola 2006.....	20
Cuadro 4. Índice de valor de importancia (IVI), para las 10 especies más importantes en vegetación secundaria de Nandarola 2009.....	21
Cuadro 5. Distribución del número de individuos y área basal por categorías diamétrica mediciones del 2006 y 2009.....	23
Cuadro 6. Individuos infestados por lianas en el bosque de Nandarola, 2009.....	30
Cuadro 7. Mortalidad y reclutamiento en el bosque seco de Nandarola.....	30
Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad y reclutamiento de las cinco especies más representativas y uso en el bosque de Nandarola.....	31
Cuadro 9. Distribución de las especies más abundantes por categoría diamétrica en el bosque de Nandarola, 2009.....	32
Cuadro 10. Perdida de área basal por mortalidad y ganancia de área basal por sobrevivencia y reclutamiento, en el bosque de Nandarola.....	35
Cuadro 11. Incremento periódico anual, número de individuos por hectárea y área basal por hectárea, por grupos de uso en el bosque de Nandarola	37
Cuadro 12. Cambio en abundancia y diversidad del brinzal y latizal en el bosque de Nandarola.....	41
Cuadro 13. Tendencia al crecimiento en la regeneración natural en el bosque de Nandarola, 2009.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
Figura 1.	Ubicación geográfica de Nandarola en la comunidad La Chipopa, Nandaime, Granada, 2009.....	4
Figura 2.	Diseño de las parcelas de muestreo permanente.....	6
Figura 3a.	Distribución del número de individuos y área basal por categoría diamétrica, Nandarola, 2006.....	24
Figura 3b.	Distribución del número de individuos y área basal por categoría diamétrica, Nandarola, 2009.....	25
Figura 4.	Especies con mayor Incremento Periódico Anual (IPA) en Nandarola.....	27
Figura 5.	Perdida del número de individuos y área basal por mortalidad en el bosque seco de Nandarola.....	33
Figura 6.	Causas de mortalidad en el bosque de Nandarola.....	34
Figura 7.	Distribución porcentual del número de individuos por grupo de uso, en el bosque de Nandarola.....	36
Figura 8.	Relación del manejo del bosque secundario en dependencia de la etapa sucesional y los productos que proporciona el bosque.....	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°		Pág.
Anexo 1.	Lista general de las especies arbóreas encontradas en el inventario de las 3 PMP, que se realizo en el área de estudio en el 2006 y 2009, Nandarola.....	52
Anexo 2a.	Número de individuos por especies identificadas en el 2006.....	54
Anexo 2b.	Número de individuos por especies identificadas en el 2009.....	55
Anexo 3.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies en vegetación secundaria de Nandarola, 2006.....	57
Anexo 4.	Índice de valor de importancia (IVI) para las especies en vegetación secundaria de Nandarola, 2009.....	59
Anexo 5.	Incremento periódico anual (IPA) mm año-1, en el periodo de 3 años en el bosque de Nandarola.....	61
Anexo 6.	Incremento de las especies maderables encontradas en Nandarola	63
Anexo 7.	Porcentaje de mortalidad, reclutamiento y uso de las especies en el bosque de Nandarola.....	64
Anexo 8.	Especies con mayor área basal por hectárea, Nandarola, 2009.....	66
Anexo 9.	Distribución de las especies por grupo de uso inventariadas en el 2006 y 2009 en el bosque de Nandarola.....	67
Anexo 10.	Brinzal, número de individuos por hectárea registradas en el 2006 y 2009, bosque de Nandarola.....	69
Anexo 11.	Latizal, número de individuos por hectárea registradas en el 2006 y 2009, bosque de Nandarola.....	70
Anexo 12.	Porcentaje de especies compartidas por etapa de desarrollo mediante el índice de Jaccard en la vegetación en Nandarola.....	71
Anexo 13.	Distribución de las especies en las parcelas de muestreo permanente para brinzal en el boque de Nandarola. (Prc 5x5) > 0.30m a < 1.49 m DAP.....	71

Anexo 14.	Distribución de las especies en las parcelas de muestreo permanente para latizal en el boque de Nandarola. (Prc. 10 x10) >1.5m < 4.9 cm DAP).....	72
Anexo 15.	Número de familias, especies e individuos así como los resultados de la prueba de <i>t Hutchinson</i> , entre los índices de Shannon para las tres parcelas.....	72

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la comarca La Chipopa del departamento de Granada. El objetivo es analizar la estructura, composición florística y regeneración natural, así como la tasa de mortalidad y reclutamiento de los individuos en la vegetación fragmentada de un bosque seco tropical que permita tomar decisiones y emitir recomendaciones para el manejo.

Para tal efecto, se realizaron dos mediciones del diámetro de las especies arbóreas mayores de cinco centímetros en tres parcelas permanentes de 0.25 hectárea entre el periodo 2006 y 2009. Se identificaron 43 especies representadas en 26 familias botánicas, siendo las más representativas *Fabáceae*, *Euphorbeaceae*, *Hipocrataceae*, *Mimosaceae*, *Rubeaceae*.

El incremento periódico anual promedio fue de 0.58 cm año⁻¹, una tasa de mortalidad del 7% donde el 77% es provocada por el hombre y 3% de reclutamiento.

El área basal se incrementó en 2 m² ha⁻¹, la pérdida por mortalidad de 1.12 m² ha⁻¹, ganancia por sobrevivencia de 2.5 m² ha⁻¹ y por reclutamiento 0.38 m² ha⁻¹ en 3 años.

El 93 % de las especies tienen uso para leña, 5% forrajeras y las maderables 2%.

La regeneración natural es abundante, con una alta riqueza específica de especies, apropiado para el reemplazo de los individuos muertos o aprovechados, pero no se registraron las especies de alto valor comercial.

Conforme el tiempo el bosque de Nandarola alcanza una estructura con árboles de todos los tamaños y una mayor composición de especies, siendo muy diversificado y dinámico; sin embargo, se recomienda aplicar tratamientos de raleo y liberación de lianas para favorecer el incremento de las especies, así como, enriquecimiento con especies maderables.

Palabras claves: Bosque secundario, parámetros demográficos, incremento periódico anual, riqueza y diversidad florística.

SUMMARY

The study was carried out in the region of La Chipopa department of Granada. The objectives were to analyze the structure, composition and natural regeneration. Besides, determine mortality and recruitment of individuals in the vegetation of a tropical dry forest, to make recommendations to the management.

During the study period two measurements were made between the years 2006 and 2009. Diameter of tree species over five centimeter were done at permanent plots of 50 x 50 m. There were 43 species in 26 families. The most representative families were: Fabaceae, Euphorbeaceae, Ipocrataceae, Mimosaceae and Rubeaceae.

The woody species have low importance value index (IVI). The annual periodical increment average was 0.58 centimeter. The mortality rate was 7%.. The basal area had increment 2 m² ha⁻¹. The mortality lost was 1.12 m² ha⁻¹. The survival gain was 2.5 m² ha⁻¹ and recruitment was 0.38 m² ha⁻¹ in three years.

The forest species have the following use: firewood (93%), forage (5%) and timber (2%).

The natural regeneration is considered abundant and with high richness species. These important characteristic allow the forest restitution of individual affected by mortality and three used as timber.

Nandarola forest reaches a structure with trees of all sizes and a higher composition of species, with very diverse and dynamic. However, it is necessary to apply silvicultural treatment for encouraging the development of species and enrichment timber species.

Key words: Secondary forest, periodical annual increment, richness and diversity, floristic composition

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
INDICE DE ANEXOS.....	v
RESUMEN.....	vii
SUMARY.....	viii
I INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1 Ubicación del área de estudio.....	4
3.2 Aspectos biofísicos del área de estudio.....	5
3.3 Diseño de las parcelas de muestro permanente.....	5
3.4 Recolección de datos.....	6
3.5 Variables a evaluar.....	7
3.5.1 Número de especies.....	7
3.5.2 Diámetro normal.....	7
3.5.3 Presencia de lianas.....	7
3.5.4 Tendencia al crecimiento de la regeneración.....	7
3.5.5 Área basal.....	8
3.5.6 Composición florística.....	8
3.5.6.1 Abundancia.....	10
3.5.6.2 Frecuencia.....	10
3.5.6.3 Dominancia.....	11
3.5.7 Cálculo del número de Individuos por hectárea.....	11
3.5.8 Cálculos de parámetros poblacionales.....	12
3.5.9 Factores o causas mortalidad.....	13
3.5.10 Determinación de área basal.....	13
3.5.11 Determinación del incremento periódico anual.....	14
3.5.12 Identificación del uso de las especies arbóreas.....	14
3.6 Análisis de datos.....	14
3.7 Materiales y equipos.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
4.1 Composición florística.....	16
4.1.1 Riqueza y diversidad florística.....	16

4.1.2 Índice de Biodiversidad.....	18
4.2 Índice de valor de importancia IVI.....	19
4.3 Estructura horizontal por categoría diamétrica.....	23
4.4 Incremento periódico anual (IPA).....	26
4.5 Presencia de lianas.....	29
4.6 Dinámica del bosque tropical seco de Nandarola.....	30
4.6.1 Mortalidad y Reclutamiento.....	30
4.6.2 Principales causas de mortalidad.....	33
4.6.3 Incremento de área basal.....	35
4.7 Uso de las especies.....	36
4.8 Dinámica de la Regeneración natural.....	38
4.8.1 Brinzal.....	38
4.8.2 Latizal.....	39
4.9 Implicaciones de los resultados para el manejo del bosque.....	42
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. LITERATURA CITADA.....	48
VIII. ANEXOS.....	51

I INTRODUCCIÓN

La extensión de bosque en Nicaragua se estima en un 25% del territorio nacional, equivalente a unas 3, 254,145 ha, donde 2, 760,018 ha (87%), corresponde a bosque latifoliado (INAFOR, 2009). Según González (2005), la cobertura del bosque tropical seco se estima en unas 250,000 hectáreas, equivalente al 2% de la cobertura total.

En América Central quedan escasos vestigios del bosque tropical seco, las áreas son deforestadas para ser aprovechadas como tierras agrícolas y ganadería extensiva, una vez improductivas son abandonadas y si las condiciones lo permiten, dan paso al bosque secundario, que actualmente tiene un gran interés como fuente de madera y de servicios ambientales (MARENA, 2001).

Como resultado de la deforestación se producen fragmentos de bosques de diferentes tamaños, forma y grado de aislamiento, la disponibilidad y distribución de los recursos forestales son alterados, lo que produce impactos negativos considerables sobre muchas comunidades de plantas y animales (Kattan, 2002).

Esto es lo que sucede en el bosque tropical seco de Nicaragua, ya que este se encuentra en la zona del Pacífico donde se concentra la mayor población, lo que ha generado tasas altas de explotación de leña y madera comercial, además de provocar la pérdida de hábitat, incrementan el aislamiento de los fragmentos y los organismos que lo habitan (González, 2005).

El manejo de los bosques secundarios mediante intervenciones sencillas, se convierten en suplidores de productos maderables y no maderables, especialmente a nivel de finca familiar (Finegan, 1992), de ahí que debe darse énfasis en el conocimiento sobre la regeneración natural, incremento, estructura y composición a partir del estudio de la dinámica de estos bosques.

La mayor parte de los estudios de bosques secundarios ha sido llevada a cabo en los bosques tropicales húmedos (Lamprecht, 1990). Sin embargo, en nuestro país, algunos estudios se han realizado sobre la composición florística y estructural del bosque secundario en el trópico seco

como los realizados en Chacocente (Aich y Narváez, 1996; Castro y Gonzales, 2005; Díaz y Dixon, 2006).

Existen elementos que limitan el estudio de los bosques tropicales secos y es el poco conocimiento de las características florísticas y estructura, así como, de conocimientos básicos silviculturales y ecológicos de las especies.

La importancia de esta investigación se enfoca en conocer la dinámica del bosque a través de la mortalidad, reclutamiento, crecimiento e incremento diamétrico de los árboles, así como determinar los factores externos que influyen en la dinámica del bosque tropical seco de Nandarola (corta, daños mecánicos e incendios forestales).

Conociendo los parámetros de crecimiento, composición, estructura y factores externos que influyen en la dinámica de los bosques tropicales secos, se podrá establecer un mejor uso y manejo de las especies y del bosque en general, que contribuirá al rendimiento sostenido de los recursos naturales en las zonas de bosque seco, permitiendo tomar decisiones o emitir recomendaciones con las condiciones ecológicas de nuestro propio país, Nicaragua.

II OBJETIVOS

2.1- Objetivo general

Generar información sobre la dinámica de la composición florística y estructural del bosque seco secundario de Nandarola durante un periodo de tres años, a fin de que contribuya al manejo sostenible de este tipo de bosque.

2.2- Objetivos específicos

1- Describir los cambios de la composición florística, riqueza y diversidad de especies y la regeneración natural del bosque secundario de Nandarola en un periodo de tres años.

2- Conocer el incremento en diámetro y área basal de las especies arbóreas y arbustivas del bosque secundario de Nandarola en un periodo de tres años.

3- Determinar la tasa de mortalidad y reclutamiento de los individuos mayores o iguales a cinco centímetros de diámetro normal del bosque secundario de Nandarola.

4- Identificar los factores externos e internos que influyen en la dinámica y el estado del bosque secundario de Nandarola.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad Nandarola a 12 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Nandaime, departamento de Granada, en una finca que abarca una superficie de 3.8 hectáreas localizada entre las coordenadas 11° 42' 20" y 11° 42' 31' latitud Norte y 86° 05' 01" y 86° 05' 10" longitud Oeste. Una elevación media de 151 m.s.n.m, cuya vegetación se encuentra en un estado sucesional de 19 años en la comarca la Chipopa (figura 1).

La vegetación en estudio se ha desarrollado en suelos que anteriormente fueron utilizados para cultivos de caña de azúcar, granos básicos y posteriormente se dejaron en barbecho con el objetivo de restaurar la vegetación arbórea.

A partir del año 2000, esta área ha sido objeto de estudio por parte de la Universidad Nacional Agraria, permitiendo obtener conocimientos sobre la dinámica, composición, estructura y la regeneración natural del bosque secundario de Nandarola.

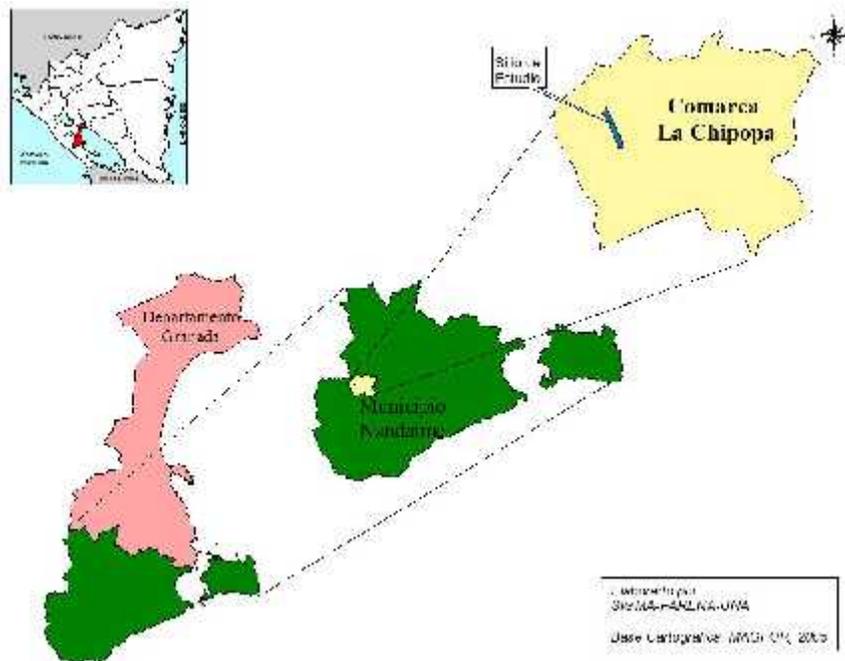


Figura1. Ubicación geográfica de Nandarola en la comunidad La Chipopa, Nandaime, Granada, 2009.

3.2 Aspectos biofísicos del área de estudio

En la zona predomina un clima cálido y muy seco, típico de la zona del pacífico de Nicaragua, la temperatura oscila entre los 23 y 29 °C, con una precipitación media anual entre 900 y 1 300 mm. La época lluviosa es de Mayo a Octubre, caracterizándose por una buena distribución en todo el año (Ponce y Montalván, 2005).

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, pertenece al llamado Bosque Seco Deciduo Tropical, con transición a subtropical.

Presenta un relieve plano, ondulado, quebrado y poco escarpado. Las elevaciones dentro del área están entre 103 m.s.n.m. (en la parte más baja), hasta los 261 m.s.n.m. (en las áreas quebradas), predominando el relieve ondulado con pendientes menores del 30 %, aunque también existen pendientes entre 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 solo están activos en época de lluvias, siendo estos de la subcuenca del río Ochomogo (Ponce y Montalván, 2005).

Los **Suelos** son de textura arcillosa y presentan diferentes colores que van de rojizo claro a un tono más oscuro, pasando a negro en los lugares más cercanos a los ríos, hasta un tono gris claro, en las lomas y partes altas toman la coloración blanquecina con presencia de gravas, con un *pH* variable, predominando el ligeramente ácido.

En las áreas de bosque, los suelos son poco profundos (24 centímetros), presentándose a continuación la roca madre (Castro, 2005).

3.3 Diseño de las parcelas de muestro permanente

El estudio se realizó en tres parcelas de muestreo permanente de bosque secundario, establecidas en el 2006, por el proyecto “Manejo diversificado del bosque secundario en fincas de pequeños productores en Nandarola, Nandaime”.

Las dimensiones de las parcelas son de 50 m. por 50 m. (0.25 ha). Estas parcelas fueron subdivididas en cuatro cuadrantes de 25 m. por 25 m., con el objetivo de ubicar mejor los árboles sujetos a medición (Figura 2).

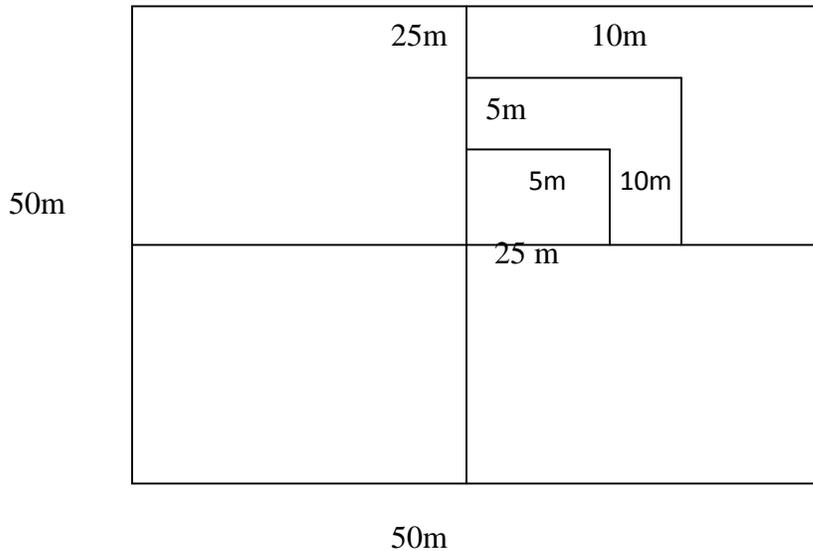


Figura 2. Diseño de las parcelas de muestro permanente

3.4 Recolección de datos

La medición correspondiente a este estudio fue realizada en el mes de Septiembre del año 2009 y una vez colectados los datos se procedió al análisis y hacer comparaciones con la primera medición realizada por el proyecto Manejo diversificado del bosque secundario en fincas de pequeños productores en Nandarola, en Septiembre del 2006.

La recopilación de datos fue a través de un censo de los árboles y arbusto mayor o igual a 5 centímetros de diámetro normal (fustal), localizados en las parcelas de 50 m x 50 m.

Las parcelas de 0.25 hectárea se dividieron en subparcelas de 10 m x 10 m, para inventariar los árboles y arbustos de la categoría latizal (1.50 m. altura y ≤ 4.9 cm, diámetro normal).

Una sub parcela de 5 x 5 m, fue establecida dentro de la 10 m x 10 m, para medir árboles y arbustos de la categoría brinzal (0.30 m ≤ 1.49 m altura).

3.5 Variables a evaluar

Las variables consideradas en el estudio fueron:

3.5.1 Número de especies

Cantidad de especies arbóreas y arbustivas en todas las subparcelas.

3.5.2 Diámetro normal

Es el diámetro de un árbol que se mide a 1.30 m. de altura sobre el nivel del suelo, en el estudio se midió solamente a los individuos mayores o iguales a 5 centímetros en la parcela de 50 m por 50 m.

3.5.3 Presencia de lianas

La presencia de lianas en los individuos mayores de 5 cm. de diámetro normal y tendencia de crecimiento de la regeneración, generalmente son utilizados para estudios de producción de madera, aunque se considera de gran utilidad en la dinámica del bosque cuando se complementan con otras variables registradas para cada individuo tales como tendencia de crecimiento, índices de similaridad florística e índices de diversidad. Su clasificación se basa en la presencia o ausencia de lianas y características fitosanitarias (Hutchinson, 1993). Esta variable se evaluó en la medición del 2009.

L1= Sin lianas

L2= Lianas presentes en el fuste

L3= Lianas presentes en la copa del árbol

L4= Lianas presentes en el fuste y copa

3.5.4 Tendencia al crecimiento de la regeneración natural (brinzal y latizal), Categorías:

1= Vigoroso: copa completa, sin daño que afecte el crecimiento.

2= Vitalidad media: copa irregular, pero no compromete su crecimiento futuro.

3= Vitalidad baja: con tendencia a morir ó suprimido.

3.5.5 Área basal

Es el área de la sección transversal de un árbol medido a 1.30 metros sobre el nivel del suelo y se expresan en metros cuadrados (Prodan *et al.*, 1997).

3.5.6 Composición florística

Se evaluó mediante la riqueza de especies (número de especie y familias).

La diversidad de especies es un aspecto muy importante que debe ser considerado dentro del concepto de la dinámica de bosque.

Para evaluar diversidad se utilizaron índices, ya que estos resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas de la primera y segunda medición y sujetas a comparaciones estadísticas.

Para evaluar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon - Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, adquiere valores de cero cuando existe una sola especie. El índice Shannon - Wiener, aumenta con el número de especies y toma mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares (Pérez, 2004).

$$H' = - \sum_{i=1}^s [(ni/n) \ln (ni/n)]$$

Donde:

H'= Índice de Shannon - Wiener

ni= Número de individuos que pertenece a la *i*-ésima especie en la muestra.

n= Número total de individuos en la muestra

La comparación de la diversidad de especies entre la población del 2006 y 2009 para este índice, se realizó a través de la prueba de hipótesis sobre la similitud o diferencia en la diversidad - abundancia de t Hutchinson para los índices de Shannon - Wiener, todo esto se realizó mediante el Software Past, estadístico para biólogos (Pérez, 2004).

$$t = \frac{H'_1 + H'_2}{\sqrt{[\text{var}(H'_1) + \text{var}(H'_2)]^{1/2}}} \quad g.l = \frac{[\text{var}(H'_1) + \text{var}(H'_2)]^2}{\sqrt{[\text{var}(H'_1)]^2/N_1 + [\text{var}(H'_2)]^2/N_2}}$$

Donde:

H'_i = Índice de Shannon- Wiener de la parcela i

$g.l$ = Grados de libertad

Var H'_i = varianza del índice de Shannon- Wiener de la parcela i

N_i = Número de individuos en la i -ésima parcela

El índice de Simpson mide la diversidad, basado en las especies más dominantes, toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Esta fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - L$. (Pérez, 2004).

$$S = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$$

Donde:

S = Índice de Simpson

n_i = Número de individuos que pertenece a la i -ésima especie en la muestra.

n = Número total de individuos en la muestra

El índice de igualdad o similaridad florística se determinó por el coeficiente de Jaccard, en función del tiempo (Magurran, 1988). El intervalo para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre las mediciones del 2006 y 2009, hasta 1 cuando las 2 mediciones tienen la misma composición de especies.

$$I_j = \frac{c}{a + b + c}$$

Donde:

I_j = Coeficiente de similitud de Jaccard

a= Número de especies en el sitio A

b= Número de especies en el sitio B

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B

Los índices de diversidad sirven como indicadores del funcionamiento de los ecosistemas. Conocidos los valores de estos índices para situaciones características de un ecosistema dado, será posible mediante monitoreos periódicos del mismo, hallar disturbios incipientes o percibir si un ecosistema manejado por el hombre se mantiene en el estado en que se pretende (Magurran, 1988).

3.5.6.1 Abundancia

Se refiere a la densidad de individuos, números de árboles por unidad de área (Matteucci y Colma, 1982).

La abundancia relativa es el número de individuos de cada especie entre el total de los individuos multiplicados por 100, la fórmula es la siguiente: $Ar = (Ai / A) \times 100$, donde Ar es la abundancia relativa, Ai es la abundancia absoluta de la especie *i* y A es la abundancia total de las especies (Lamprecht, 1990).

3.5.6.2 Frecuencia

Distribución espacial para el conjunto de especies presentes en cada una de las tres parcelas. El método seguido para calcular la frecuencia absoluta de las especies consiste en relacionar el porcentaje de las muestras en que aparece cada especie con el porcentaje total (100%) de las muestras levantadas, es un indicador para el grado de homogeneidad de un bosque. Se utilizo la siguiente fórmula: $Fr = (n / N) \times 100$, donde N es el número de parcelas establecidas y n es el número de parcelas en que ocurre la especie (Lamprecht, 1990).

3.5.6.3 Dominancia

Es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las expresiones de las áreas basales de los individuos sobre el suelo.

La dominancia absoluta de una especie es definida como la suma de áreas basales individuales, expresadas en metros cuadrados, la dominancia relativa es la proporción de una especie sobre el área basal total evaluada, la fórmula utilizada fue $D_r = (AB_i / AB) \times 100$, donde D_r , es la dominancia relativa para cada especie, AB_i es la sumatoria del área basal de la especie i y AB es la sumatoria total del área basal de todas las especies (Lamprecht, 1990).

La caracterización de la composición del bosque se realizó por medio de lista de la vegetación según el índice de valor de importancia (IVI) de las especies, con base a la población viva al final del estudio.

El IVI es usado fundamentalmente para comparar diferentes comunidades o estratos, en base a las especies que obtienen los valores más altos y que se consideran las de mayor importancia ecológica dentro de una comunidad en particular, en este estudio el análisis se realizó en la misma comunidad pero en tiempos diferentes.

Este índice resulta de la suma de los valores relativos de la abundancia, frecuencia y dominancia (Lamprecht, 1990).

$$IVI = \text{abundancia\%} + \text{frecuencia\%} + \text{dominancia\%}$$

3.5.7 Cálculo del número de Individuos por hectárea

$$NI/ha = [1/(N_p * T_p)] * N_{Im}$$

Donde:

NI/ha: Número de individuos por hectárea.

Np: Número de parcelas.

Tp: Tamaño de la parcela

NI_m: Sumatoria de todos los individuos muestreados.

3.5.8 Cálculos de parámetros poblacionales

La estructura de las especies en el área de estudio, está representada para el periodo de estudio 2006 – 2009, en términos del número de árboles por hectárea y el área basal y su distribución por categoría diamétrica con intervalos de 5 centímetros.

El cambio promedio anual para un periodo de tres años, fue calculado a partir de los parámetros demográficos de reclutamiento, pérdida en área basal, incremento y ganancia en área basal. La tasa promedio anual de mortalidad (m), reclutamiento (r), pérdida en área basal (l), ganancia (g) e incremento (i); se estimó usando un modelo logarítmico (Hoshino, *et al.*, 2002).

$$m = (\ln N_{06} - \ln N_s) / T$$

$$r = (\ln N_{00} - \ln N_s) / T$$

Donde:

m: Mortalidad de los individuos expresado en porcentaje.

r: Es el reclutamiento expresado en porcentaje.

N: número de individuos muertos.

N₀₆: Es el número de individuos vivos en 2006.

N_s: Es el número de individuos vivos en el 2009 = (N₀₆ - N° de individuos muertos en el periodo)

N₀₀ = N° de individuos vivos durante el segundo registro = (N_s + número de individuos reclutados en T intervalo de tiempo).

Pérdida en área basal.

$$I = (\ln BA_{06} - \ln Bas_{06}) / T$$

$$g = (\ln BA_{09} - \ln Bas_{06}) / T$$

$$i = (\ln Bas_{09} - \ln Bas_{06}) / T$$

Donde:

I: Es la pérdida en área basal

g: Es la ganancia de área basal

i: Incremento del área basal

BA: significa área basal

BA₀₆: Es el área basal de individuos vivos en 2006.

Bas₀₆: Es el área basal en 2006 de los individuos vivos en 2009.

Bas₀₉: Área basal de los individuos (sobrevivientes y reclutados) vivos al final del periodo.

BA₀₉ = Bas₀₉ + BA de los individuos reclutados en el 2009.

3.5.9 Factores o causas de mortalidad

Los factores o causas que provocaron la muerte de los individuos en el bosque secundario de Nandarola se determinó a partir de lo observado en la etapa de levantamiento de la información; definiéndose tres criterios:

- 1) Factores antropogénicos (árboles cortados o con daños por actividades humanas).
- 2) Muerte natural (árboles secos, cuya causa de muerte no pudo ser comprobada en el campo).
- 3) Infestación por plagas.

3.5.10 Determinación de área basal

La determinación del área basal se realizó mediante la fórmula propuesta por (Prodan *et al.*, 1997), la razón matemática responde a:

$$Ab = /4 * (DN)^2$$

Donde:

Ab: Área basal expresado en m².

DN: Diámetro normal medido en centímetros.

3.5.11 Determinación del incremento periódico anual

Para el cálculo del incremento periódico anual se utilizó la fórmula:

$$\text{IPA} = [(df - di) / t] / N^{\circ}$$

Donde:

IPA = incremento periódico anual del diámetro (cm año⁻¹).

di = diámetro al inicio del periodo

df = diámetro al final del periodo

t = tiempo entre ambas mediciones (tres año).

N° = número de árboles medidos

3.5.12 Identificación del uso de las especies arbóreas

Una vez culminado el inventario en las parcela permanentes, se procedió a coleccionar la información sobre los diferentes tipos de usos que las personas aledañas al bosque le dan a las especies arbóreas y para reforzar la información se consulto bibliografía adecuada al tema, la cual contienen información de especies y sus usos locales e industriales.

3.6 Análisis de datos

Para explicar como se transformaran los datos y obtener información de ellos, se utilizaron tres parcelas de muestreo permanente (PMP), instaladas en el 2006, con el objetivo de estudiar la dinámica del bosque seco secundario de Nandarola.

El análisis de la estructura, incluye la agrupación de las poblaciones en categorías diamétricas de 5 centímetros, para determinar los cambios en la estructura se analizó en términos de la densidad (N°arb ha⁻¹) y área basal (m² ha⁻¹) del bosque.

La tasa de mortalidad se reporta, como el porcentaje por año y número de individuos muertos

por hectárea en el periodo de estudio, calculándose mediante modelos logarítmicos.

El reclutamiento se expresa como el número de individuos por hectárea de los árboles que ingresaron a la clase diamétrica mayor o iguales de 5 cm, en la medición del 2009 (Lieberman, 1987).

El análisis del crecimiento diamétrico comprende los individuos que estuvieron presentes durante todo el estudio (árboles remanentes).

Se analizaron tres etapas de desarrollo de la vegetación como brinzal (individuo mayor o igual a 0.3 m, de altura y menor a 1.5 m, de altura), latizal (mayor o igual a 1.5 m, de altura a 4.9 cm, de diámetro normal) y fustal (mayor o igual de 5 cm, de diámetro normal).

Los factores externos que influyen en la dinámica del bosque como incendios, daños causados por huracanes, el viento, plagas y los antropogénicos, se determinó a partir de lo observado en la etapa de levantamiento de la información.

Pruebas de t de student, para datos pareados, entre las diferentes especies identificadas en el estudio, implica datos para el 2006 y 2009 dentro de las mismas PMP, con el objetivo de determinar si existen diferencia significativa entre un periodo y otro a nivel de especies, luego de una prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de InfoStat y realizando la estandarización de la base de datos con el Logaritmo de base 10. Los datos fueron analizados con el Software estadístico InfoStat.

3.7 Materiales y equipos

- *- Cinta métrica; para restablecimiento de las parcelas permanentes.
- *- Brújula; Para determinar el azimut y Jalón para guiar la determinación del azimut.
- *- Forcípula, vernier y cinta diamétrica, para medir los diámetros de los árboles.
- *- Cinta métrica; para medir altura de los árboles (brinzal, latizal) y las distancia entre los puntos de las parcelas.
- *- Estacas, machetes, pintura roja, cinta de color naranja y formatos para cada tipo de estrato a la hora de levantar el inventario florístico de las parcelas.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Composición florística

4.1.1 Riqueza y diversidad florística

Para el 2006, fueron identificadas 40 especies en 0.75 hectárea (área de las 3 PMP) y 43 especies en el 2009, 3 nuevas especies en el periodo de tres años (*Spondias mombin* (Jocote jobo) *Hippocratea rosea* (Palo de rosa) *Salacia macrantha* (Pico de pájaro), estas especies son heliófitas durables de poco valor económico, pero permite deducir que el bosque seco de Nandarola, está en proceso de enriquecimiento florístico a través del tiempo, aunque, el análisis estadístico muestra ser no significativo al 5% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies con mayor número de individuos por hectárea, Nandarola.

Especie	2006		2009	
	Ind ha-1	%	Ind ha-1	%
<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth Cerillo	261.3	17.6	180.0	13.8
<i>Gliricidia sepium</i> . (Jacq) K. Madero negro	246.7	16.6	221.3	17.0
<i>Myrospermum frutescens</i> . Jacq Chiquirín	216.0	14.6	213.3	16.3
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> . Donn Chaperno	193.3	13.0	153.3	11.7
<i>Stemmadenia obovata</i> . (Hook. & Arn.) Cachito	181.3	12.2	169.3	13.0
Sub total	1098.7	74.1	937.3	71.8
Otras especies	384	25.9	368.0	28.2
Total	1482.6	100	1306.5	100
Especies identificadas en 0.75 ha.	40		43	

Estos resultados concuerdan con lo que menciona Peña-Claros (2001) citado por Guardia, (2004) y Finegan, (1992): “Que en un bosque secundario joven a medida que se vuelve más maduro, alcanza una estructura con árboles de todo los tamaños y una mayor composición de especies”.

Un estudio realizado en Nicaragua por Aich y Narváez, (1996), en parcelas de 1 hectárea de bosque secundario de 8 años, se reportan 24 especies, 11 años después en el mismo sitio, se encontraron un total de 27 especies (Díaz y Dixon, 2006).

Un aspecto muy importante relacionado con la composición de las especies, es el tipo de dispersión de semillas. Investigaciones han demostrado que las semillas dispersadas por el viento (anemócoras) llegan en mayor número a los claros, al ser favorecidas por los movimientos del aire, la presión y temperatura. Sin embargo, las semillas con otras formas de dispersión, como las autócoras y zoócoras, parecen ser poco influenciadas por los claros (Finegan, 1992).

En en los bosques tropicales secos la mayoría de las especies (70 y 90 %), sus semillas se dispersan por el viento, lo que indica que la composición de estos bosques, estará en dependencia de las especies aledañas y a las condiciones de espacio y luz que éstas encuentren en el sitio al momento de establecerse (Janzen y Vázquez-Yanes, 1990).

En las condiciones climática y edáficas que presenta el bosque de Nandarola, las especies más representativas por poseer el mayor número de individuos se encuentran, *Casearia corymbosa*. Kunth. (cerillo), *Gliricidia sepium*. (Jacq) K. (Madero negro), *Myrospermum frutescens*. Jacq (Chiquirín), *Lonchocarpus minimiflorus*. Donn. (Chaperno) y *Stemmadenia obovata*. (Hook. & Arn.) K. (Cachito), estas representan para el 2006 el 74.1 %, del total de individuos identificados, siendo estas mismas especies las más comunes para el 2009, solo que esta vez representan el 71.8 %, del total de los individuos.

Esta disminución del 2.3 %, se debe al grado de mortalidad de las especies heliófitas efímeras como *Casearia corymbosa* (cerillo), que en el 2006, representa el 17.6 % de los individuos y luego en el 2009, es *Gliricidia sepium* (Madero negro) especie heliófita durable con el 17 % de los individuos, *G. sepium* se ha encontrado formando parte de las especies que conforman un bosque maduro, (Cuadro 1); como lo reportan Stephen *et al.*, (1995), en los bosques secos de Costa Rica y Valerio y Sabogal, (1995), en bosque secos de Chacocente, Nicaragua.

Otro elemento que contribuye a disminuir la densidad, es la preferencia en el uso de algunas especies por los pobladores, como es el caso de *Lonchocarpus minimiflorus*. Donn. (Chaperno), que es un excelente combustible para la cocina, extrayendo del bosque un mayor número de individuos con relación a otras especies. Esto también explica la disminución de 176 individuos ha-1, del 2006 al 2009.

En la segunda evaluación se encontró una nueva familia botánica (Anacardiaceae) aumentando estas de 25 a 26 en el 2009, siendo la Fabáceae con el mayor número de especies con 5; Euphorbeaceae con 4 y la Hipocrataceae, Mimosaceae, Rubeaceae con 3 especies cada una (Anexo 1).

4.1.2 Índice de Biodiversidad

Índice Shannon – Wiener.

La diversidad de especies es un poco mayor en el 2009; confirmando de esta manera que el bosque de Nandarola sigue un proceso lento de enriquecimiento florístico.

Sin embargo al realizar la prueba de t Hutchinson para los índices de Shannon–Wiener, no existen diferencias significativas en relación al número de especies entre los dos momentos de evaluación, $p > 0.05$ (Cuadro 2).

Índice de Simpson

Los valores del índice de Simpson (Mayor de 0.8), muestran una alta expectativa de que, dos individuos tomadas al azar sean de la misma especie en las dos mediciones, asegurando que existen especies dominantes en el bosque (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de la prueba de *t Hutchinson*, entre los índices de Shannon–Wiener y dominancia de las especies (Simpson) en el periodo de estudio.

Indices	2006	2009
Nº Familias	25	26
Nº de Especies	40	43
Nº de Individuos	1112	979
Shannon - Wiener.	2.48	2.55
T de Hutchinson Para los datos de Shannon	t= 1.14 p= 0.25	
Simpson 1-D	0.88	0.89

La dominancia de algunas especies en los ecosistemas forestales no es apropiada, ya que la composición en bosques secundarios puede mantenerse relativamente estable por muchas décadas, debido a la dominancia de un pequeño grupo de especies pioneras o heliófitas de larga vida de poco valor económico, muchas de estas especies son raras en los bosques maduros (Finegan, 1996 citado por Moraes, 2001).

En el caso de Nandarola la mayoría de las especies dominantes son efímeras y de uso para leña, éste conocimiento permite tomar la decisión de disminuir la densidad a través de un raleo para favorecer a otras especies o conservarlas para su aprovechamiento como combustible pero evitando la competencia por luz, agua y nutrientes que disminuyendo incrementos.

4.2 Índice de valor de importancia IVI

El cuadro 3, muestra que para el 2006 las especies ecológicamente más importante son *Gliricidia sepium*. (Jacq) K. (Madero negro) y *Myrospermum frutescens*. Jacq (Chiquirin) con 17.3 y 10.4, pero no son las más abundantes quedando determinado su valor de importancia por la dominancia relativa que poseen estas especies ya que la frecuencia relativa de las 10 principales especies tienen el mismo valor.

Las especies *G. sepium* y *M. frutescens* tienen los mayores valores en aérea basal con 3 y 1.2 m² ha⁻¹, dominan el sitio aunque estas no fueran abundantes como *Casearia corymbosa* (Cerillo).

Tres años después *G. sepium* (Madero negro) y *M. frutescens* (Chiquirin), continúan siendo las especies ecológicamente más importantes y esta vez son también las más abundantes junto con *Lonchocarpus minimiflorus*. Donn (Chaperno) y *Stemmadenia obovata*. K. Schum (Cachito) que tienen valores de dominancia relativa altas (8.3% y 6.5%), pero no son más abundantes que *Casearia corymbosa* (Cerillo), indicando que el valor menor del IVI, es porque, *Casearia corymbosa* no posee diámetro muy grande por ser una especie efímera, no alcanzando diámetros mayores de los 15 centimetro y muestra tener una disminución considerable de individuos (106 ind ha⁻¹), en el periodo de tres años.

Los valores del índice de importancia para las especies *Gliricidia sepium*, *Myrospermum frutescens*, *Casearia corymbosa*, *Lonchocarpus minimiflorus* y *Stemmadenia obovata* señalan que están bien representadas en el bosque, por lo que estas especies no se verían amenazadas por perturbaciones ambientales (huracanes, tormentas), dicho de otro modo tienen el potencial para recuperar el área basal perdida ya sea por la perturbación natural, aprovechamiento o por la aplicación de un tratamiento silvicultural (Cuadro 4).

Cuadro 3. Índice de valor de importancia (IVI), para las 10 especies más importantes en vegetación secundaria de Nandarola, 2006.

Especies	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I %
	Abs	Rel %	Abs	Rel %	Abs	Rel %	
<i>Gliricidia sepium</i> . (Jacq) K. Madero negro	246.7	16.6	3.0	31.5	3	3.9	17.3
<i>Myrospermum frutescens</i> . Jacq Chiquirín	216.0	14.6	1.2	12.6	3	3.9	10.4
<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth Cerillo	261.3	17.6	0.9	9.5	3	3.9	10.3
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> . Chaperno	193.3	13.0	1.0	10.5	3	3.9	9.1
<i>Stemmadenia obovata</i> . K. Schum Cachito	181.3	12.2	0.7	7.4	3	3.9	7.8
<i>Guazuma ulmifolia</i> . Lam Guácimo de ternero	57.3	3.9	0.8	8.4	3	3.9	5.4
<i>Chomelia Spinosa</i> . Jacq. Malacagüiste	84.0	5.7	0.3	3.2	3	3.9	4.3
<i>Karwinskia calderón</i> . Standl Guiliguiste	29.3	2.0	0.3	3.2	3	3.9	3.0
<i>Acacia collinsii</i> . Safford. Cornizuelo	28.0	1.9	0.1	1.0	3	3.9	2.3
<i>Albizia caribaea</i> . Britton & Rose Guanacaste blanco	13.3	0.9	0.1	1.0	3	3.9	1.9
Sub total (10 Especies)	1310.5	88	8.4	88.3	30	39	71.8
Otras especies (30 Especies)	172.17	12	1.11	11.7	47	61	28.2
Total (40 Especies)	1482.6	100	9.51	100	77	100	100

Cuadro 4. Índice de valor de importancia (IVI), para las 10 especies más importantes en vegetación secundaria de Nandarola, 2009.

Especies	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I %
	Abs	Rel %	Abs	Rel %	Abs	Rel %	
<i>Gliricidia sepium</i> Madero negro	221.3	17.0	3.74	32.5	3	3.80	18.0
<i>Myrospermum frutescens.</i> Jacq Chiquirín	213.3	16.3	1.45	12.6	3	3.80	11.0
<i>Lonchocarpus minimiflorus.</i> Donn Chaperno	153.3	11.7	0.96	8.3	3	3.80	8.0
<i>Stemmadenia obovata.</i> Hook. & Arn Cachito	169.3	13.0	0.75	6.5	3	3.80	7.8
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth Cerillo	180.0	13.8	0.66	5.7	3	3.80	7.8
<i>Guazuma ulmifolia.</i> Lam Guácimo de ternero	58.7	4.5	1.15	10.0	3	3.80	6.2
<i>Chomelia Spinosa.</i> Jacq. Malacagüiste	77.3	5.9	0.34	3.0	3	3.80	4.2
<i>Karwinskia calderón.</i> Standl Guiliguiste	32.0	2.5	0.51	4.4	3	3.80	3.6
<i>Bursera simarouba.</i> (L.) Sarg. Jiñocuabo	16.0	1.2	0.19	1.7	3	3.80	2.2
<i>Cordia alliodora.</i> (Ruiz & Pav) Laurel	6.7	0.5	0.21	1.8	3	3.80	2.1
Sub total (10 Especies)	1127.9	86.4	9.96	86.5	30	38	70.9
Otras especies(33 Especies)	178.6	13.6	1.54	13.5	49	62	29.1
Total (43 Especies)	1306.5	100	11.5	100	79	100	100

Las especies maderables como *Dalbergia retusa.* Hemsl (Granadillo), *Albizia caribaea.* Britton & Rose (Guanacaste blanco), *Enterolobium cyclocarpum.* Jacq (Guanacaste negro), *Hymenaea courbaril.* L (Guapinol), *Cordia alliodora.* (Ruiz & Pav) Cham (Laurel) y *Bombacopsis quinata.* Jacq (Pochote), muestran índices de valor de importancia muy bajos, este oscila entre 0.5% a 2.1%.

Desde el punto de vista económico y ecológico es evidente que estas especies son importantes en el bosque, por el valor que tiene su madera en el mercado, así como, el amplio uso de las mismas y por el aumento de la riqueza de especies, pero su escasa representatividad en la comunidad las hace vulnerables a perturbaciones naturales y antropogénicas (Anexo 4).

Estas especies maderables se encuentran integradas en un 90% en la categoría diamétrica menor (5 a 9.9) por lo tanto, están en competencia con otras especies, lo que sería recomendable realizar una evaluación del grado de competencia a que estas especies están sujetas mediante una clasificación de la iluminación y espaciamiento y de esta manera determinar el tratamiento silvicultural a aplicar para favorecer el crecimiento de estas especies.

4.3 Estructura horizontal por categoría diamétricas

Los resultados respecto a la dinámica de la estructura horizontal muestra que el mayor número de individuos se encuentran en la categoría diamétrica menor (5 a 9.9 cm), 1133 ind. ha-1 para el 2006 y 870 individuos por hectárea en el 2009, contribuyendo de esta manera al 76 % y 66 % respectivamente.

Existen muy pocos individuos con diámetros mayores de 25 centímetros, que es la categoría diamétrica mayor identificada en la masa arbórea de Nandarola, que para el 2006 solamente se cuenta con un individuo (Cuadro 5).

Aich y Narváez (1996), en un bosque secundario de 8 años, en el Refugio de Vida Silvestre Chococente en Nicaragua, encontraron que el mayor número de individuos se localizaban en los diámetros pequeños, mostrando los mismos resultados que en Nandarola.

A excepción de la categoría diamétrica menor para el 2009, el número de individuos por hectárea aumenta en todas las categorías diamétricas, siendo más evidente cuando se observa el aumento de individuos en la categoría diamétrica mayor establecida (25 cm), que para la primera medición es de 1 ind ha-1 y tres años después es de 8 ind. ha-1 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución del número de individuos y área basal por categorías diamétrica mediciones del 2006 y 2009.

Clase diamétrica	2006				2009			
	N° ha-1	%	Ab ha-1	%	N° ha-1	%	Ab ha-1	%
5 - 9.9	1133.3	76.4	4.26	44.9	870.6	66.6	3.61	31.5
10 - 14.9	260.0	17.5	2.90	30.6	281.3	21.5	3.31	28.8
15 - 19.9	70.7	4.8	1.56	16.6	100	7.6	2.36	20.0
20 - 24.9	17.3	1.2	0.66	6.90	46.6	3.6	1.73	15.3
> 25	1.3	0.1	0.08	0.9	8.0	0.7	0.49	4.4
Total	1482.6	100	9.50	100	1306.5	100	11.50	100

La disminución de 262 individuos por hectárea de un periodo a otro, indica que en esta etapa de la sucesión (19 años), existe una tasa de mortalidad por causas antropogénicas, naturales y por la alta densidad de individuos, generando competencia en la categoría diamétricas de 5 a 9.9 cm.

Otros factores que inciden en la disminución de los individuos, puede atribuirse a la sombra y la intolerancia a lianas que en este sentido se encuentra el 91% de los árboles infestados, ya sea en la copa, fuste o en ambas partes.

Por otro lado estos diámetros son adecuados para satisfacer la demanda de leña de las personas cercanas al bosque, extrayendo más que otros diámetros.

Otra causa de la disminución en la categoría diamétrica menor, es debido al paso a una categoría diamétrica superior, aunque, en el caso de algunas especies que son efímeras o forma de vida arbustiva no pasaran de los 15 centímetros de diámetro normal como el caso de *Casearia corymbosa* y *Stemmadenia obovata*.

Existe distribución de los individuos en todas las categorías diamétricas y el número de estos disminuye conforme esta aumenta, lo que significa, según Orozco y Brumer, (2002), que estamos en presencia de un bosque secundario discetáneo o irregular, representado por una distribución del tipo de jota “J” invertida (Figura 3a y 3b).

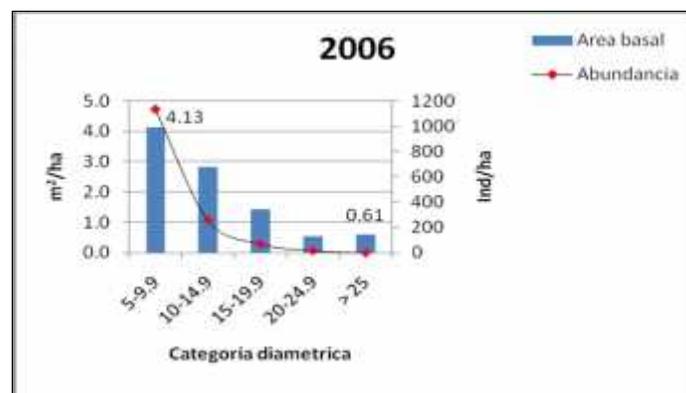


Figura 3a. Distribución del número de individuos y área basal por categoría diamétrica, Nandarola, 2006.

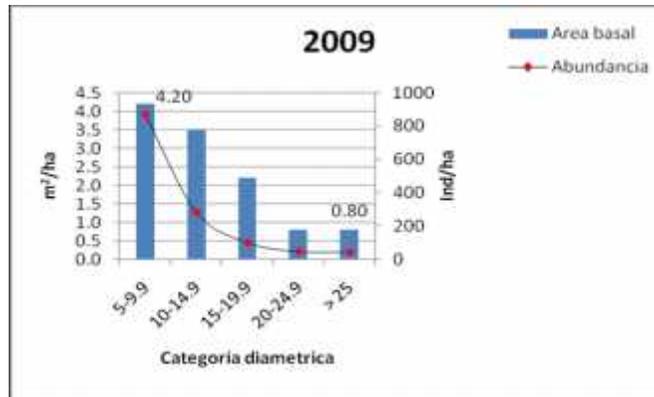


Figura 3b. Distribución del número de individuos y área basal por categoría diamétrica, Nandarola, 2009.

Este tipo de distribución de “J” invertida indica que los árboles jóvenes se encuentran bajo la sombra de árboles de mayor tamaño y edad, logrando sobrevivir bajo condiciones de menor iluminación, al mismo tiempo que tenemos árboles de todos los tamaños, distribuidos en las diferentes categorías diamétricas.

La medida más importante de la organización horizontal es el área basal (Holdridge, 1996), en el bosque de Nandarola muestra un incremento de $2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ en un periodo de 3 años, el aumento se presenta en todas las categorías diamétricas, siendo la categoría diamétrica de 20 a 24.9, la que obtiene mayor ganancia con $1.07 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, señalando que los árboles están en constante crecimiento en función del tiempo.

Estos resultados concuerdan con los de Aich y Narváez (1996), en un bosque secundario de Chacocente, Nicaragua, con una edad de 8 años, encontraron un área basal de $5.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, 11 años después, (Díaz y Dixon, 2006), encontraron en el mismo sitio, un área basal de $13.18 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, un aumento de $7.8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, teniendo la misma edad que el bosque de Nandarola (19 años).

Si la dinámica del crecimiento y la composición se mantienen a este ritmo, estos datos nos permiten predecir, cuando es el momento de aprovechar los árboles de acuerdo al diámetro deseado, un sistema policíclico será el ideal en el bosque de Nandarola, ya que tenemos distribución de los árboles en todas las categorías diamétricas.

Al estudiar los principales componentes funcionales del bosque como composición, estructura y procesos dinámicos, se determinarán estrategias de conservación y evaluar los impactos de los fragmentos en la vegetación forestal tropical (Matteucci y Colma, 1982).

4.4 Incremento periódico anual (IPA)

Las especies que muestran mayor incremento diamétrico en el periodo de estudio son *Bombacopsis quinata* (Pochote) 3.6 cm año-1, *Bursera simarouba* (Jiñocuabo) 1.4 cm año-1, *Cordia alliodora* (Laurel), 1.25 cm año-1, *Anona purpurea* (Sincoya), 1,2 cm año-1 y *Karwinskia calderón* (Guiliguiste), 1.15 cm año-1, dos de estas especies son de uso maderable (Pochote y Laurel), lo que hace tener presente la dinámica de su crecimiento, ya que el objetivo principal de la silvicultura es asegurar el producto deseado, como árboles de ciertas dimensiones y de calidad.

Se debe favorecer el crecimiento de éstas especies y otras especies de interés comercial (Anexo 6), que están surgiendo conforme avanza la sucesión, mediante la aplicación de tratamientos silviculturales o tenerlas presentes en la toma decisiones para el plan de manejo del bosque de Nandarola (Figura 4).

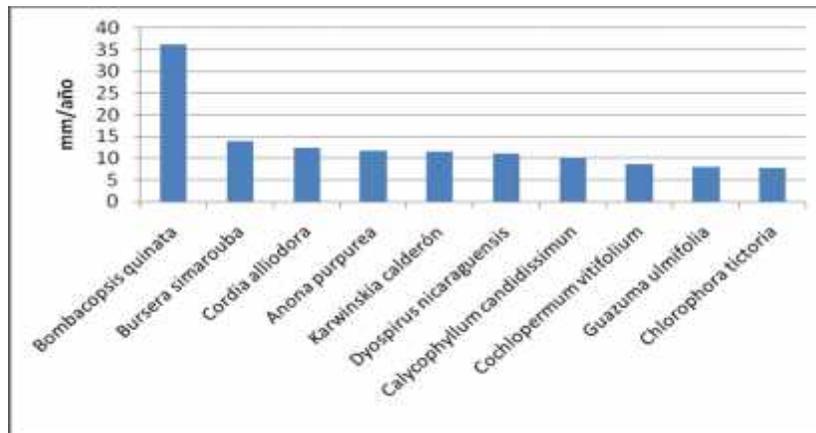


Figura 4. Especies con mayor Incremento Periódico Anual (IPA) en Nandarola.

Las especies que presentan menor incremento periódico anual son *Pisonia aculeata* (Espino negro), *Semialarium mexicanum* (Palo de bejuco) y *Hymenaea courbaril* (Guapinol), con 0.12, 0.09 y 0.07 cm año⁻¹.

Existen diferencias considerables entre el incremento máximo y mínimo de las especies encontradas en el estudio, estas presentan un incremento periódico anual total de 22.7 cm año⁻¹, con un IPA promedio de 0.58 cm año⁻¹ (Anexo 5).

En un bosque seco maduro boliviano, por los diámetro de las especies que muestran los autores (> 30 cm de diámetro normal), presentan incrementos periódico de 0.43 cm año⁻¹, para árboles mayores de 10 cm, de diámetro normal (Araujo *et al.*, 2006).

En el bosque seco de Chacocente, Nicaragua se da a conocer un incremento medio anual de 0.34 cm año⁻¹ para árboles mayores de 10 cm, de diámetro normal (Valerio y Sabogal, 1995).

Puede decirse que el incremento es mayor en el bosque de Nandarola, porque las especies están en periodo de crecimiento más activo (bosque joven) para todas sus especies, en comparación con los otros dos tipos de bosques maduros, siendo bajo el incremento diamétrico de las especies que lo componen.

Las diferencias entre el incremento máximo y mínimo es debido principalmente al comportamiento fisiológico de cada especie, vigorosidad del árbol y si este se encuentra oprimido o dominante en el bosque.

El incremento de las especies puede ser variado, por el crecimiento alternado de la altura y el grosor del tallo en las diferente categorías diamétricas; así las categorías con diámetros pequeños tienen incremento diamétrico lento, sin embargo estas categorías pueden estar aumentando en altura, las categorías intermedias parecen destinar recursos para aumentar en diámetros (Klepac, 1983 citado por Finegan y Delgado, 1997).

Finegan y Delgado (1997), mencionan que en la mayoría de las especies, la tasa de crecimiento en altura es mayor que los incrementos en diámetros en las primeras etapas de desarrollo. En cambio, las categorías grandes van disminuyendo su crecimiento gradualmente,

llegando a ser muy reducido; confirma también que los valores medios de incremento en diámetro, está fuertemente influenciado por la calidad de la copa, a mayor calidad de la copa mayor incremento.

Conociendo los incrementos de las especies presentes en el bosque, posibilitaría las proyecciones futura para el establecimiento de los ciclo de corta para ciertas especies de acuerdo a su utilidad, el que estaría determinado principalmente por el diámetro.

4.5 Presencia de lianas

Las lianas aunque son muy importantes para la fauna y contribuyen a la diversidad del bosque, desde el punto de vista silvicultural constituyen un aspecto negativo para quienes desean efectuar un manejo sustentable de los bosques (Lamprecht, 1990).

En bosques en que son abundantes pueden retrasar e incluso impedir la recuperación de la estructura del mismo por supresión de la regeneración arbórea, disminuir el crecimiento de los árboles, comprometer la calidad industrial de los árboles por roturas y deformaciones y son causantes de accidentes durante el aprovechamiento (Hutchinson, 1993).

El hábito de crecimiento de las lianas les permite competir eficazmente con los árboles por la luz, agua y nutrientes, ya que por no destinar grandes recursos al engrosamiento de tallos y raíces pero si a su alargamiento, puede explorar mayores volúmenes de tierra y espacio aéreo que los árboles (Hutchinson, 1993).

Es importante mencionar que muchas de las lianas presentes en el fuste estaban en proceso de crecimiento por lo que no se sabe si serán de larga vida o solo estarán en el individuo en la época lluviosa.

Se observó un elevado número de individuos infestados con lianas ya sea en el fuste, copa o en ambos equivalentes al 91 %, el mayor porcentaje presenta lianas en el fuste y la copa. Laurance y Yensen (1991), señalan que en fragmentos pequeños e irregulares de bosques secundarios, existe mayor abundancia y riqueza de lianas que en bosques no fragementados.

El 28% de las lianas no suben a los árboles realizando movimientos envolventes sobre su fuste, sino que pasan a su copa a través de la vegetación vecina, es decir un árbol infestado con liana (Cuadro 6).

Cuadro 6. Individuos infestados por lianas en el bosque de Nandarola, 2009.

Presencia de lianas		
Categoría	Descripción	Individuos %
L1	Sin lianas	9
L2	Liana presente en el fuste	21
L3	Liana presente en la copa	28
L4	Liana presente en fuste y copa	42

4.6 Dinámica del bosque tropical seco de Nandarola

4.6.1 Mortalidad y Reclutamiento

En el año 2006 se registraron 1,482 individuos por hectárea y en el 2009 se registro un total de 1,306 individuos por hectárea, correspondiendo a una pérdida anual sin incluir los reclutados de 94 individuos por hectárea, sin embargo esta disminución no resulta significativa ($p= 0.27$).

Estos resultados negativos se deben a una tasa de mortalidad anual del 7% de los individuos inventariados en el 2006, observándose también que el ingreso anual de nuevos individuos al conseguir el diámetro de 5 centímetros, es decir los reclutados es de 35 individuos por hectárea equivalentes al 3% respectivamente. Es claro observar que la mortalidad supera en un 4% al reclutamiento, por lo tanto la densidad de individuos tiende a disminuir en la misma proporción conforme el tiempo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Mortalidad y reclutamiento en el bosque seco de Nandarola.

2006 Ind ha-1	2009 Ind ha-1	Balance neto Ind ha-1	Mortalidad % año -1	Reclutamiento Ind ha-1	% año -1
1,482	1,306	176	7	105	3

Un estudio realizado por Castro, 2005, en el bosque seco de Chacocente, Nicaragua, reporta una pérdida anual de 11.5 individuos por hectárea y una tasa de mortalidad de 4.5 % con 2.5 % de reclutamiento por año, obteniéndose una disminución del 2% anual, estos resultados son menores debido a que el bosque de Chacocente es estable por ser un bosque maduro (40 - 50 años) en comparación con el bosque de Nandarola que es más dinámico.

De 43 especies identificadas, *Casearia corymbosa*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Gliricidia sepium*, *Stemmadenia obovata* y *Myrospermum frutescens*, son las que muestran los mayores porcentaje de mortalidad, esto se relaciona con el uso de dichas especies, ya que tienen una alta demanda para el uso de leña, principal producto del bosque secundario para la mayoría de las personas aledaña al bosque.

La tasa de mortalidad supera a la tasa de reclutamiento en todas las especies y es ampliamente superada en *Casearia corymbosa* y *Myrospermum frutescens* (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad y reclutamiento de las cinco especies más representativas y uso en el bosque de Nandarola.

Especie	Mortalidad Ind/ha/año	%	Reclutados Ind/ha/año	%	Uso
<i>Casearia corymbosa</i> Cerillo	35.5	37.6	8.4	13.8	Leña
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Chaperno	15.1	16.0	1.8	11.7	Leña
<i>Gliricidia sepium.</i> Madero negro	10.2	10.8	1.8	17.0	Leña
<i>Stemmadenia obovata</i> Cachito	10	10.3	5.7	13.0	Leña
<i>Myrospermum frutescens</i> Chiquirín	6.6	6.6	4.8	16.3	Leña
O tras especies	17.6	18.7	12.4	36.0	
Total	94.6	100	34.9	100	

Las especies *Casearia corymbosa* y *Stemmadenia obovata* a pesar de ser las más abundantes no se observan en las categorías dimétricas mayores de 15 centímetros de DAP, debido a que se consideran especies efímeras y forma de vida arbustiva, por lo que no podrán alcanzar mayores diámetros como *Gliricidia sepium*, que es una heliófita durable y la única que tiene distribución en todas las categorías diamétricas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Distribución de las especies más abundantes por categoría dimétrica en el bosque de Nandarola, 2009.

Categoría dimétrica	<i>Casearia corymbosa</i> Cerillo Ind ha-1	<i>Gliricidia sepium</i> Madero negro Ind ha-1	<i>Myrospermum frutescens</i> Chiquirin Ind ha-1	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Chaperno Ind ha-1	<i>Stemmadenia obovata</i> Cachito Ind ha-1
5- 9.9	174.6	36	148	112	154.6
10- 14.9	4	106.6	53	41.3	14.6
15- 19.9	1.3	54.6	12	0	0
20- 24.9	0	20	0	0	0
> 25	0	6.6	0	0	0

Para el año 2009, las especies que alcanzaron la categoría mayor o igual a 25 cm, se encuentran *Gliricidia sepium*, *Cordia alliodora* (Laurel), *Bombacopsis quinata* (Pochote) y *Chlorophora tictoria* (mora), son las especies con mayor diámetro en Nandarola.

Las tasas de mortalidad más altas se encuentran en la categoría diamétrica menor, reduciéndose considerablemente conforme estas aumentan.

La dinámica de las especies maderables identificadas en el bosque como *Dalbergia retusa* (Granadillo), *Albizia caribaea* (Guanacaste Blanco), *Enterolobium cyclocarpum*. (Guanacaste negro), *Hymenaea courbaril* (Guapinol), *Bombacopsis quinata* (Pochote), *Cordia alliodora* (Laurel) muestran poco o ningún porcentaje de mortalidad, pero en el periodo de estudio tampoco se registró reclutamiento de estas especies (Anexo 7).

Estas especies maderables son heliófitas durables, que en esta etapa de la sucesión están empezando a establecerse y su regeneración es muy poca, sobre todo porque en la zona no existen cerca árboles semilleros de ninguna de las especies maderables mencionadas anteriormente y necesitan condiciones de sitio específicas para regenerarse, principalmente espacio bajo el dosel (Anexo 10 y 11).

4.6.2 Principales causas de mortalidad

Las principales causas de mortalidad que se identificaron en el bosque de Nandarola, son las causadas por el hombre, plaga (termitas) y naturales.

El hombre causa una tasa de mortalidad del 77 %, debido a la extracción para productos como, varas para construcciones rústicas (10 a 20 cm de diámetro) y leña, que comúnmente son los diámetros menores (5 a 10 cm) (Figura 5).

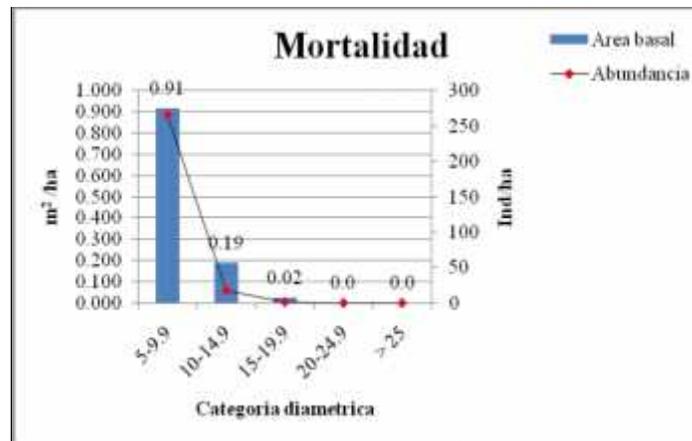


Figura 5. Pérdida del número de individuos y área basal por mortalidad en el bosque seco de Nandarola.

La muerte por causas naturales comprende un 20%, la causa principal fue el viento y la infestación de lianas en las diferentes partes del árbol que tienden a sofocarlo y estrangularlo, sobre todo a las especies de diámetros menores y la otra causa de mortalidad que se identificó es por ataque de plaga, que en este caso contribuye en un 3% de la mortalidad de los individuos provocada por termitas (Figura 6).

La mortalidad en el bosque de Nandarola, pueden considerarse como regulador del espaciamiento entre los individuos, sobre todo porque se da en las especies de mayor abundancia y con diámetros menores (5 a 9.9) como, *Casearia corymbosa*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Gliricidia sepium* y *Stemmadenia obovata* (Anexo 7).

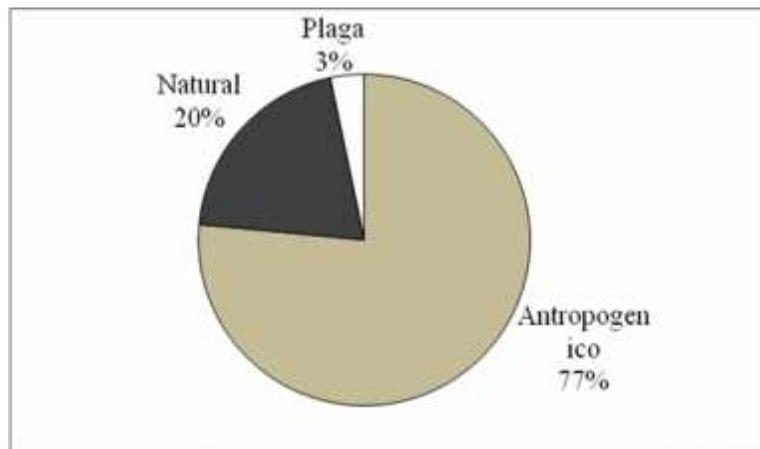


Figura 6. Causas de mortalidad en el bosque de Nandarola.

Las considerables diferencias entre el IPA máximo y mínimo de las especies estudiadas, que se muestran en el anexo 5, nos advierte que existen árboles que están en competencia (árbol en competencia incremento mínimo sin competencia incremento máximo), la competencia genera individuos débiles y propensos al ataque de plagas y enfermedades, aumentando la mortalidad de los individuos oprimidos.

4.6.3 Incremento de área basal

En la medición del 2009, se registró un área basal de 11.51 m² ha⁻¹ y en el 2006 9.51 m² ha⁻¹ lo que significa un aumento de 2 m² ha⁻¹, el cambio en área basal fue altamente significativo (p= 0.0001).

Este aumento en área basal, es por el incremento en diámetros de los individuos sobrevivientes que basados en la formula de Hoshino, *et al*; (2002), resulta ser de 9.8 %, sumándose el 1.2 % del área basal por reclutamiento en el periodo de estudio.

La pérdida de área basal por mortalidad es de 4.2 %, no afectando al bosque debido a la ganancia por sobrevivencia y reclutamiento que es de 6.8 % mayor, asegurando de esta manera la permanencia y el incremento del área basal en el bosque de Nandarola (Cuadro 10).

Cuadro 10. Pérdida de área basal por mortalidad y ganancia de área basal por sobrevivencia y reclutamiento, en el bosque de Nandarola.

2006 m ² ha ⁻¹	2009 m ² ha ⁻¹	Balance neto m ² ha ⁻¹	Pérdida mortalidad m ² ha ⁻¹	%	Ganancia Sobrevivencia m ² ha ⁻¹	%	Ganancia reclutamiento m ² ha ⁻¹	%
9.51	11.51	2	1.12	4.2	2.5	9.8	0.38	1.2

Castro, (2005), en el bosque seco de Chacocente, Nicaragua, en un periodo de siete años, reporta perdidas por mortalidad de 4.2 %, éstas son similares a las obtenidas en Nandarola, y la ganancia por reclutamiento de 0.8 %, mostrando en este sentido tendencias similares, aunque, Chacocente es un bosque de mayor edad.

Mas del 77 % del área basal para el 2009, es aportado por las especies *Gliricidia sepium*, *Myrospermum frutescens*, *Guazuma ulmifolia*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Stemmadenia obovata* y *Casearia corymbosa*. Estas son las especies con mayor número de individuos por unidad de área y algunas de estas especies, poseen los mayores diámetros, todas ellas tienen un uso para leña (Anexo 8).

4.7 Uso de las especies

El 93 % de las especies encontradas en Nandarola, tienen uso para leña, indicando que en esta etapa de la sucesión, las especies maderables son relativamente escasas (2%), es decir las condiciones en el sitio (espacio, competencia por luz, agua y nutrientes con las especies efímeras) todavía no son las apropiadas para el éxito en el establecimiento de las especies durables en el bosque.

(Lamprecht, 1990), menciona que “en las especies secundarias típicas no se encuentran las productoras de maderas preciosas tropicales de alto valor y no tienen mucha demanda sobre todo si es de diámetros pequeños”.

Aunque los resultados señalan que el bosque posee un 5% de las especies con uso forrajero, este no es aprovechado por la falta de conocimiento de las personas aledañas (Figura 7).



Figura 7. Distribución por cent

ual del número de individuos por grupo de uso, en el bosque de Nandarola.

En el anexo 9, se presenta la distribución de las especies por uso, inventariadas en el 2006 y 2009, apreciándose claramente que la mayor parte de especies se utilizan para leña y la poca presencia de especies de uso forrajero y maderable.

El incremento periódico anual de las especies maderables es más de dos veces que el de las especies para leña y mayor que el de las especies para forraje, podría ser que las especies maderables (anexo 6), están en pleno crecimiento a demás que existen pocos individuos por hectárea, condición que debe tenerse muy en cuenta al momento de realizar un plan de manejo y la aplicación de un determinado tratamiento silvicultural (Cuadro 11).

Lo anterior permite aprovechar al máximo el crecimiento, desarrollo y aumento del número de individuos por hectárea de las especies maderables y buscar como el bosque sea autosostenible, ya que contrario al incremento, se cuenta con muy poca área basal de las especies maderables, con relación a la que se tiene de las especies para leña, que es mas de 16 veces el área basal que las especies maderables.

Cuadro 11. Incremento periódico anual, número de individuos por hectárea y área basal por hectárea, por grupos de uso en el bosque de Nandarola.

Uso	IPA mm año-1	N° Ind. ha-1	Ab m²ha-1
Leña	4.21	1,212	9.64
Madera	9.31	24	0.56
Forraje	7.58	69.3	1.29

4.8 Dinámica de la Regeneración natural

4.8.1 Brinzal

En la categoría de brinzal, se observó un aumento del 33.8 % en el número de individuos ha⁻¹, lo que permite deducir que en el bosque de Nandarola, se está asegurando tanto la abundancia como la riqueza florística a través de la regeneración ya que de las especies encontradas en el 2006 y 2009 según el índice de Jaccard, son similares, en otras palabras sólo comparten el 20.8 % de las especies (Anexo 12).

Un total de 24 especies arbóreas y arbustivas fueron identificadas, pertenecientes a 19 familias botánicas. Entre las familias más representativas, según el número de las especies que la conforman, se encuentran las Fabáceae con 3 especies y Caesalpináceae, Rubiáceae, Sapindáceae con 2 especies cada una (Anexo 13). Una de las características de las especies que conforman estas familias, es que tienen una amplia adaptación a diferentes condiciones edáficas y climáticas, las especies de la familias Fabáceae y Rubiáceae son las de mayor abundancia en el fustal (madurez fisiológica completa), por lo que diseminan mayor cantidad de semillas para la regeneración.

Las tres especies más abundantes en el 2006, fueron *Lonchocarpus minimoflorus*, *Acacia collinsii* y *Casearia corymbosa* con 1733, 1200 y 933 individuos ha⁻¹ respectivamente, para el 2009 *Acacia collinsii*, *Lonchocarpus minimoflorus* y *Stemmadenia obovata*, son las especies más representativas con 2400, 2266 y 1466 individuos ha⁻¹, teniendo un aumento considerable en el periodo de estudio de 6266.6 individuos ha⁻¹, en el 2006 a 9466.7 individuos ha⁻¹, en el 2009 (Anexo 11).

La riqueza específica durante el 2006 y 2009, fueron muy estable en cuanto al número de especies (Cuadro 12), no siendo así en relación a las especies identificadas de un periodo a otro, compartiendo solamente el 20 % de las especies, indicando que la fisonomía y composición del bosque cambiara conforme pasen los años (Anexo 10).

El índice de Shannon – Wiener comprueba que la diversidad no varió de un periodo a otro (Cuadro 12). Los resultados obtenidos al probar la hipótesis de t de Hutchinson, que la diversidad proveniente del 2006 y 2009 medidas con el índice de Shannon – Wiener, estas resultan no ser significativas ($t= 0.144$ y $p= 0.88$).

En el 2006 se encontraron 40 especies en la categoría fustal de las cuales sólo un 25 % de ellas se encontraron en la categoría de brinzal del 2006, de igual manera ocurrió en el 2009, por lo que el 75 % de las especies encontradas en el fustal no se reportan en el brinzal (Anexo 12).

4.8.2 Latizal

El latizal experimentó un aumento del 33.7 % en el número de individuos ha-1 en los tres años de estudio, asegurando de esta manera la vegetación arbórea en el bosque y la riqueza de especies. El análisis del índice de Jaccard determina que el 48 % de las especies encontradas en el 2006 son similares a las que se encontraron en el 2009, indicando que la composición en la categoría latizal sea diferente en un 52 % de un periodo a otro (Cuadro 12).

Un total de 28 especies arbóreas y arbustivas fueron identificadas pertenecientes a 20 familias botánicas. Entre las familias más representativas, según el número de las especies que la conforman, se encuentran las Fabáceae con 4 especies, Mimosáceae con 3 especies y Bignonáceae, Hippocrateaceae, Rubiáceae, con 2 especies cada una (Anexo 14).

Las tres especies más abundantes para el 2006 son *Casearia corymbosa*, *Lonchocarpus minimiflorus* y *Capparis odoratissima* con 466.7, 166.7 y 133.3 individuos ha-1 respectivamente, para el 2009 las especies más abundantes son *Stemmadenia obovata*, *Acacia collinsii* y *Lonchocarpus minimiflorus* con 500, 433.3 y 333.3 individuos ha-1, mostrando de esta manera que la dinámica de la regeneración en el bosque de Nandarola es muy cambiante de un periodo a otro, en lo que a riqueza de especies se refiere, estando determinado por la adaptación de las especies a las condiciones del sitio que se presentan al momento que estas se establecen y a las características ecológicas de las mismas (Anexo 11).

En el 2006 la riqueza específica (número de especies) es muy similar a la del 2009 (Cuadro 12), pero en relación a las especies encontradas (composición) comparten sólo el 48 %, indicando que la fisonomía y composición del bosque cambiará conforme pasen los años (Anexo 10).

El índice de Shannon – Wiener comprueba que la diversidad se mantiene de un periodo a otro (Cuadro 12).

Los resultados obtenidos al probar la hipótesis de que la diversidad proveniente de las dos muestras 2006 y 2009 medidas con el índice de Shannon–Wiener, estas resultan no ser significativas ($t= 0.197$ y $p= 0.844$)

En el 2006 se encontraron en la categoría fustal 40 especies de las cuales un 33.3 % se encontraron en la categoría de latizal del 2009, por lo que muchas de las especies en el fustal no se encontraron en el latizal (Anexo 12).

La representatividad de las especies maderables es muy escasa en brinzal y latizal y ninguna de las nuevas especies (no reportadas en fustal), es de uso maderable, por lo que la regeneración de estas especies, no asegura su existencia en la vegetación futura del bosque de Nandarola, Finegan, (1992), menciona que la regeneración de estas poblaciones no es continua, por lo que se corre el riesgo de que en el transcurso del tiempo se reduzca, si no se consideran intervenciones silviculturales adecuadas, es necesario realizar tratamientos silviculturales, como raleos y liberación de lianas a la regeneración, así como, el enriquecimiento con especies maderables.

En Malasia se considero que un área estaba adecuadamente regenerada cuando el 40 % de las parcelas (4 m^2) estaban ocupadas por un brinzal de especie comercial (Bernard, 1950, citado por Orozco y Brumer, 2002).

En general, el bosque seco de Nandarola tiene buena regeneración, ya que hay más individuos en la etapa de brinzal y latizal que árboles en la etapa de desarrollo fustal (Cuadro 12).

Este patrón parece mantenerse a través de los años, haciendo de este un bosque muy dinámico.

Cuadro 12. Cambio en abundancia y diversidad del brinzal y latizal en el bosque de Nandarola.

Categoría	Abundancia Individuos ha-1		Riqueza específica		Shannon- Wiener		Jaccard %	
	2006	2009	2006	2009	2006	2009	2006	2009
Brinzal	6,266.7	9,466.7	14	15	2.14	2.13	20.8	
Latizal	1,766.7	2,666.7	20	21	2.63	2.64	48.1	

La regeneración y crecimiento de los bosques secundarios, poco intervenidos, es relativamente rápida. A pesar de su estructura y composición los bosques tropicales secos, son masas arbóreas muy diversificadas y dinámicas. El motor de esta dinámica son las perturbaciones (mortalidad) que resultan en la formación de los claros, además de la regeneración (reclutamiento) y el crecimiento, que permiten mantener la estructura del bosque (Finegan, 1992).

Son muchos los investigadores y dueños de fincas que necesitan con urgencia trabajos más detallados que describan la dinámica, composición, estructura y regeneración de los bosques secundarios fragmentados del pacífico de Nicaragua, esto destaca la relevancia del estudio para conservar, restaurar y manejar este tipo de vegetación, ya que brinda información detallada sobre los aspectos mencionados anteriormente y de esta manera obtener los servicios vitales del bosque que apoyen y sustenten la vida humana.

Los resultados obtenidos en la regeneración nos advierte que en los próximos años tendrá siempre la vegetación secundaria especies de poco valor económico, excepto que se realicen algunos tratamientos silviculturales como enriquecimiento con especies que demanda la población, para mejorar y acelerar la estructura y composición, ya que esta presenta altos porcentajes de tendencia al crecimiento de los individuos, tanto en brinzal como latizal (Cuadro 13).

Cuadro 13. Tendencia al crecimiento en la regeneración natural en Nandarola, 2009.

Brinzal		Latizal	
Categoría	Individuos %	Categoría	Individuos %
1= Vigoroso	48	1= Vigoroso	53
2= Vitalidad media	23	2= Vitalidad media	25
3= Vitalidad baja	29	3= Vitalidad baja	22

4.9 Implicaciones de los resultados para el manejo de bosque seco.

El éxito de los esfuerzos de conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los bienes y servicios que brinda el bosque, está vinculado principalmente al conocimiento de la composición, estructura y dinámica de la vegetación arbórea que la compone.

Al determinar la composición florística, permite conocer la riqueza y diversidad de las especies presentes en el bosque, cuáles de ellas tiene mucha o poca representatividad y de esta manera, decidir qué proporción aprovechar, permite saber si éstas tienen o no valor económico o demanda, permitiendo las pautas para realizar o no enriquecimientos.

A través de monitoreos periódicos de la composición, se detectan fluctuaciones o cambios que sufre la vegetación por causas naturales o antrópicas de un periodo a otro. Permite hacer comparaciones con otros estudios del bosque seco, así como determinar a qué grupo ecológico pertenecen las especies.

En el bosque de Nandarola el mayor número de especies (98 %), son heliófitas efímeras y de uso para leña, permitiendo saber que no estarán mucho tiempo en el bosque y que alcanzarán diámetros pequeños, de tal manera que el aprovechamiento es para leña, carbón, tutores de cultivos como el tomate y para construcciones rústicas o encierros de animales domésticos.

El entendimiento de la estructura, comprendido por el número de individuos y el área basal por hectárea agrupada en categorías diamétricas, permiten tomar decisiones de manejo bien fundamentadas, así como una buena información para definir la intensidad de un tratamiento silvicultural.

En el caso de Nandarola, si se aplicase un tratamiento silvicultural de raleo, este estaría dirigido con mayor rigor en la clase diamétrica de 5 a 9.9 y 10 a 14.5, ya que es la que muestra mayor número de individuos y área basal, indicando que las especies de estas categorías diamétricas están dominando el sitio y por ende están en competencia. Sin olvidar algunos criterios de interés como, no ralear más del 40 % del área basal original, respetando las especies de valor comercial por ser escasa y de baja densidad y las especies de poca representatividad en el bosque, esto mejoraría el crecimiento de las especies deseadas (Orozco y Brumer, 2002).

Conociendo los incrementos diamétricos y uso de las especies que lo componen, se determinan los ciclos de corta y los diámetros mínimos de corta en el bosque seco. En el caso de Nandarola el ciclo de corta del *Bombacopsis quinata* (Pochote), será mucho más corto que el de *Hymenaea courbaril* (Guapinol), por que el incremento periódico anual del Pochote es de 3.6 cm año⁻¹ y el Guapinol de 0.07 cm año⁻¹.

El conocimiento de la tasa de mortalidad y reclutamiento de los árboles y su influencia sobre la composición y estructura del bosque, debe ser estudiado para entender la dinámica de la vegetación y la tasa de cambio en la biomasa, el cambio en las poblaciones, así como para evaluar el impacto de las actividades del hombre sobre el bosque (Gomide., *et al* 1998).

La mortalidad y reclutamiento en los bosques secundarios contribuye a establecer estrategias adecuadas de manejo y conservación, así como para tomar decisiones y emitir recomendaciones, para la restauración de los ecosistemas forestales.

La relación entre la mortalidad y el reclutamiento, determinan la densidad de árboles en el bosque y predice con que intensidad disminuye (Uslar, 2003).

En el bosque de Nandarola la mortalidad de individuos supera en un 4 % al reclutamiento, por lo tanto la densidad de individuos tiende a disminuir en esta misma proporción en el periodo de estudio.

La pérdida en área basal por mortalidad no afecta la productividad del bosque, ya que la ganancia de área basal por los individuos sobrevivientes y reclutamientos es 6.8 % mayor en el periodo de estudio.

En comunicación personal con Benigno González (2012), el manejo estará en dependencia de los productos que ofrece el bosque y éste a su vez, de la composición florística y la edad del mismo (Figura 8).

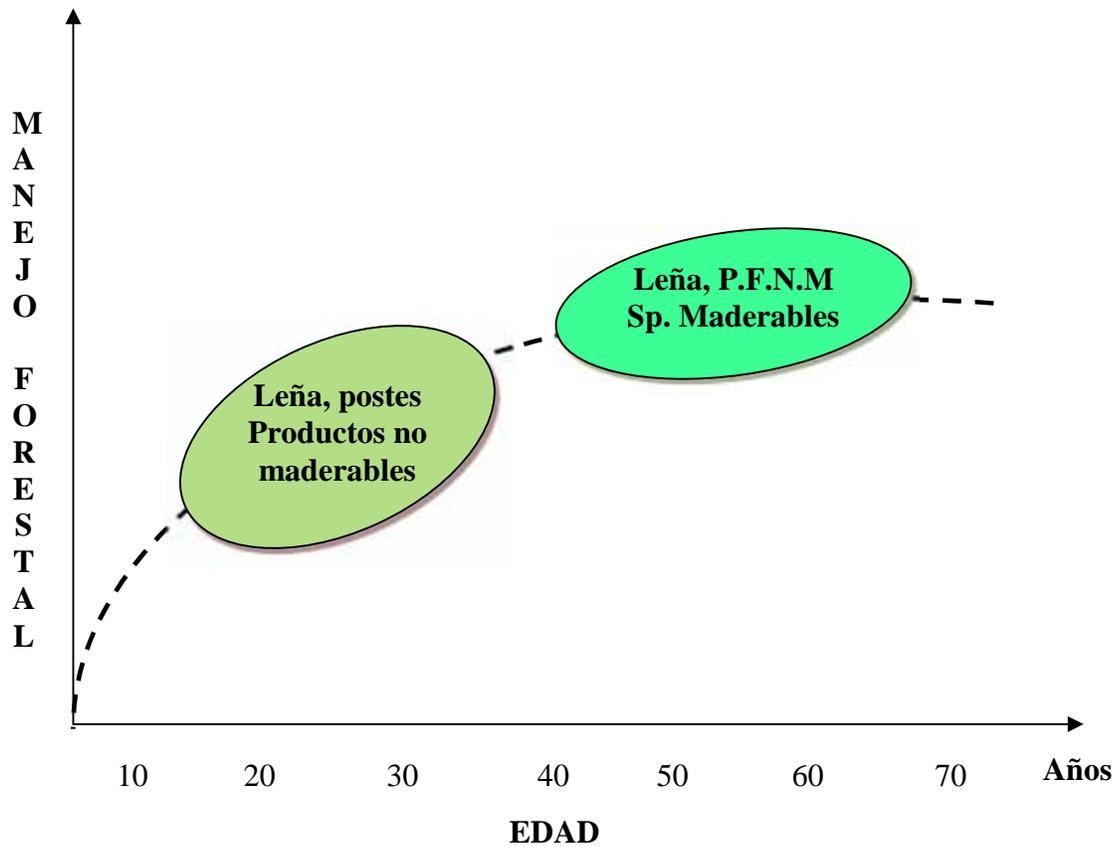


Figura 8: Relación del manejo del bosque secundario en dependencia de la etapa sucesional y los productos que proporciona el bosque de Nandarola (Benigno González; comunicación personal, 2012).

V CONCLUSIONES

En el periodo de estudio existe poca variación en la composición y riqueza florística, identificándose una nueva familia botánica, Anacardiáceae, las familias más representativas son Fabáceae, Euphorbeaceae, Hippocrateaceae, Mimosaceae y Rubeaceae y una similaridad de especies del 93 %, indicando que a medida que el tiempo pasa alcanza mayor riqueza de especies y diversidad florística.

Las especies más representativas por poseer el mayor número de individuos y ecológicamente más importantes, son *Casearia corymbosa*, *Gliricidia sepium*, *Myrospermum frutescens*, *Lonchocarpus minimiflorus* y *Stemmadenia obovata*, obteniéndose 3 nuevas especies en el periodo de 3 años (*Spondias mombin*, *Hippocratea rosea* y *Salacia macrantha*), el 92% son especies de poco o ningún valor económico desde el punto de vista de producción de madera.

El incremento periódico anual promedio en diámetro es de 0.58 mm año⁻¹ y el área basal se incrementó en 2 m² ha⁻¹, proporcionado por los individuos sobrevivientes y los reclutados, asegurando el grado de recuperación del bosque siendo las especies con mayor incremento *Bombacopsis quinata* con 3.6 cm año⁻¹, *Bursera simarouba* con 1.39 cm año⁻¹, *Cordia alliodora* con 1.25 cm año⁻¹, y *annona purpurea* con 1.17 cm año⁻¹.

La tasa de mortalidad es del 7 %, superando a la tasa de reclutamiento que resultó ser del 3 %, siendo la principal causa de mortalidad la antropogénica, también están las causas naturales y plagas (termitas). La mortalidad supera en un 4 % al reclutamiento, por lo tanto la densidad de individuos en el bosque tiende a disminuir en la misma proporción conforme el tiempo.

El principal uso de las especies identificadas en Nandarola, es para leña y construcciones rústicas, un 5 % forrajeras y un 2 % para madera.

La regeneración natural es abundante encontrándose una riqueza específica y densidades sumamente altas, en comparación con las densidades del fustal, apropiado para asegurar el éxito en las primeras etapas de la sucesión, así como el reemplazo de los individuos muertos o aprovechados, pero no se registraron las especies de alto valor comercial.

Los factores externos que influyen en la composición, estructura y los procesos dinámicos del bosque de Nandarola, son las causas antropogénicas (corta ilegal principalmente para leña y carbón, madera) y el viento principalmente en los meses de enero y febrero.

VI RECOMENDACIONES

Continuar monitoreando los cambios en la composición florística y estructura del bosque secundario de Nandarola y dinámica de las especies hasta alcanzar la madurez con el objetivo de tener bases científicas para el manejo de los bosques secos secundarios y detectar los cambios causados por la intervención del hombre o por efectos del calentamiento global.

Realizar raleos leves (20 % de la existencia), principalmente en la categoría de 5 a 10 cm de diámetro normal, cortas de saneamiento y control de lianas, con el objetivo de conservar la estructura, favorecer el crecimiento de las especies de alto valor económico y mejorar la calidad de los árboles del bosque.

Considerar en el manejo del bosque el enriquecimiento con especies maderables alto valor económico que se adapten al trópico seco como *Dalbergia retusa*, *Albizia caribaea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hymenaea courbaril*, *Cordia alliodora*, *Bombacopsis quinata*, *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata* para mejorar la composición y riqueza florística y la autosostenibilidad.

Impartir talleres de capacitación con los dueños de fincas y comunidades aledañas para orientarlos acerca del comportamiento, uso y el rol ecológico que juega la vegetación arbórea en el bosque seco tropical, así como capacitarlos para el manejo de este tipo de bosque.

VII LITERATURA CITADA

- Aich, D. M., Narváez, N. E., O. 1996. Evaluación preliminar de dos tratamientos silviculturales en vegetación secundaria del bosque tropical seco del refugio de vida silvestre, chacocente. Tesis de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua. Nic. 68 p.
- Araujo, A. Murakami, Luzmila Arroyo-Padilla, Timothy J. Killeen¹ & Mario Saldias-Paz. 2006. Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Bolivia. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Casilla N° 2489, Santa Cruz, Bolivia. 22 p.
- Castro, G. Nygard, R. y González, B. Oden, P CH. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. *Forest Ecology and Management*. 208. 63-75 p.
- Castro G. 2005 Stand Dynamics and Regeneration of Tropical Dry Forests in Nicaragua. Tesis doctoral. Sueciae. Swedish University of Agricultural Sciences Umea. Sueciae. 26 p.
- De Lucca, CA. 1993. Respuesta a la intervención silvicultural de un bosque secundario en el sur de Costa Rica. Caso de la finca Seis de ALCOA/IDA/COOPEMADEREROS R.L. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 64 p.
- Diaz A. Dixon L. 2006. Composición florística y estructural de un bosque secundario después de aplicarse tratamientos silviculturales en el refugio de vida silvestre chaco ente. Carazo. Tesis de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua. Ni. 56 p.
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Costa Rica. CATIE. 28p (Serie técnica. Informe técnico N° 188. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales).
- Finegan, B; y Delgado, D, 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales: un estudio de caso en Costa Rica. Parte 2. El Chasqui (CATIE). 18: 16-22 p.
- González B. 2005. Tree species Diversity and Regeneration of Tropical Dry Forests in Nicaragua. Soil seed bank Assembly Following secondary Succession on abandoned Agricultural Fields in Nicaragua. Tesis doctoral. Sueciae. Swedish University of Agricultural Sciences Umea. Sueciae. 29 p.
- Gomide, G.L.A.; Sanquetta, CR; Da Silva, JNM. 1998. Dynamics of a tropical secondary forest in Amapá State, Brazil *In: Guariguata, M y Finegan, B. (eds.) Ecology and Management of Tropical Secondary forest: Science, people and policy. Proceeding. Conference, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 99-108 p.*

- Guardia, S. 2004. Dinámica y efecto de un tratamiento silvicultural en un bosque secundario Florencia en San Carlos, Costa Rica. (en línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 15 Agos. 2009. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0276e/A276e/pdf>.
- Holdridge, L.A. 1996. Ecología basada en la zona de vida. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 216 p.
- Hoshino, D., Yamamoto, S. 2002. Dynamics of major conifer and deciduous broad-leave tree species in an oldgrowth *Chamaecyparis obtusa* forest, central Japan. *Forest Ecology and Management*. 159, 133-144
- Hutchinson, I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica-Informe técnico No.204. 32 p.
- InfoStat, 2008. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Instituto Nacional Forestal (INAFOR), 2009. Resultados del Inventario Nacional Forestal. Nicaragua, 2007-2008. INAFOR, 2^{da} ed. Managua. Nicaragua. 232 p.
- Janzen, H. D. y C. Vázquez-Yanes, 1990. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. p. 137-157 en A. Gómez-Pompa, T. C. Whitmore & M. Hadley (eds.). *Rainforest Regeneration and Management*. The Parthenon Publishing Group. Vol. 6.
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies en R. Guariguata y G. H. Kattan, editores. *Ecología y conservación de los bosques neotropicales*. Libro Universitario regional, Cartago, Costa Rica. 561 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. trad. A. Carrillo República Federal de Alemania .GTZ. 335 p.
- Laurance, W.F y Yensen E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*. 92 p.
- Lieberman, D. Lieberman, M. 1987. De árboles forestales de crecimiento y la dinámica en La Selva, Costa Rica (1960-1982). *J. Trop. Ecol.* 3, 359-366.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. University Press. Cambridge. London. Pag. 179.

- MARENA (Ministerio de los Recursos Naturales y del Ambiente, Nic). 2001. Informe del estado ambiental en Nicaragua, 2001. Managua, Nicaragua. Gráfica editora. 118 p.
- Matteucci, S. D. y A. Colma. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Washington. 168 p.
- Moraes Ch. 2001. Almacenamiento de carbono en bosques secundarios en el municipio de San Carlos Nicaragua. Tesis de Mag.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación. Escuela de Posgrado. 116 p.
- Orozco, L y Brumer, C. 2002 (editoras). Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central. Turrialba Costa Rica, CATIE, 2002. Serie técnica. Manual técnico/CATIE; N° 50. 164 p.
- Pérez Pérez, A, M. 2004. Aspectos conceptuales, análisis numérico, monitoreo y comunicación de datos sobre Biodiversidad. Primera edición MARENA- ARAUCARIA. Centro de malacología/Diversidad animal UCA. Managua. Nicaragua. 302 p.
- Ponce, L. y Montalbán H.2005. Evaluación del Banco de Semilla de Suelo en Tres Diferentes Sitios en Estado Sucesionales en un bosque Seco Secundario en Nandaime, granada. Trabajo de Tesis Managua, Nicaragua. 68 p.
- Prodan, M.; R. Peters; F. COX; P. Real. 1997. Mensura Forestal. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. 586p.
- Stephen H. Bullock, Harold A. Mooney, Ernesto Medina. 1995. Seasonally Dry Tropical forests. Cambridge Univesity Press. New York. USA. 450 p.
- Valerio L. Sabogal C. 1995. Composición florística, estructura y regeneración del bosque seco de la reserva biológica escalante-chacocente. Universidad Nacional Agraria. Escuela de ciencias forestales. Managua, 1995. 34p.
- Uslar, Y. 2003. Composición, Estructura y Dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 114/2003. Proyecto Manejo Forestal Sostenible, BOLFOR, Bolivia. Consultado 16 Agost. 2010. Disponible en <http://www.una-piquitos.edu.pelintranet/pagsphp/docentes/archivo/pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Lista general de las especies arbóreas encontradas en el inventario de las 3 PMP, que se realizó en el área de estudio en el 2006 y 2009, Nandarola.

Familia	N. Científico	N. Común	2006			2009		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Jocote jobo				X		
Annonaceae	<i>Sapranthus nicaraguensis</i> .	Palanco		X			X	
Annonaceae	<i>Anona purpurea</i> Moc.	Sincoya			X			X
Apocináceae	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum	Cachito	X	X	X	X	X	X
Araleaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb	Palo lagarto		X			X	
Bignonaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> Cham Stand	Cortez		X			X	
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	X			X		
Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> Jacq	Pochote	X			X		
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Cham	Laurel	X	X	X	X	X	X
Burseraceae	<i>Bursera simarouba</i> L.	Jiñocuabo	X		X	X	X	X
Caesalpináceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Casco de venado	X	X		X	X	
Caesalpináceae	<i>Caesalpinia corearea</i> (Jacq) Wild	Nacascolo	X		X	X		X
Ebenaceae	<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito		X	X		X	X
Flacourtiaceae	<i>Homalium racemosum</i> Jacq	Sangre toro	X			X		
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	Copalchí		X		X	X	
Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco	X	X	X	X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L	Tempate			X			X
Fabáceae	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Granadillo		X	X		X	X
Fabáceae	<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I. M. Johnst	Palo de sapo	X			X		
Fabáceae	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Siete pellejo	X	X	X		X	
Fabáceae	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn	Chaperno	X	X	X	X	X	X
Fabáceae	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq	Chiquirín	X	X	X	X	X	X
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth	Cerillo	X	X	X	X	X	X
Hippocrateaceae	<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo de rosa				X		
Hippocreataceae	<i>Semialarium mexicanum</i> Miers.	Palo de bejuco	X		X	X		X
Hippocreataceae	<i>Salacia macrantha</i> A. C. Sm.	Pico de pájaro					X	

Meliaceae	<i>Thrichilia glabra</i> L.	Palo negro			X			X
Meliaceae	<i>Thrichilia hirta</i> L.	Palo de piojo	X			X		
Mimosaceae	<i>Acacia collinsii</i> . Safford.	Cornizuelo	X	X	X	X		X
Mimosaceae	<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton & Rose	Guanacaste blanco	X	X	X	X	X	X
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . Jacq	Guanacaste negro			X			X
Moraceae	<i>Chlorophora tictoria</i> (L)	Mora			X			X
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Espino negro	X	X	X	X	X	X
Papilionácea	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex Walp	Madero negro	X	X	X	X	X	X
Papilionácea	<i>Hymenaea courbaril</i> . L	Guapinol	X			X		
Ramnácea	<i>Karwinskia calderón</i> Standl	Guiliguiste	X	X	X	X	X	X
Rubiácea	<i>Randia neochrysantha</i> (A.H. Gentry)	Crucita	X	X		X	X	
Rubiácea	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	Madroño	X			X		
Rubiácea	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	Malacagüiste	X	X	X	X	X	X
Sapindaceae	<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero	X	X		X	X	
Sapindaceae	<i>Allophylus occidentalis</i> (Swartz). Radlk.	Pata de venado			X			X
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guácimo de ternero	X	X	X	X	X	X
Tiliaceae	<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch	Guácimo de molenillo		X	X		X	X

Anexo 2a. Número de individuos por especies identificadas en el 2006.

Nombre científico	Nombre común	Nº Individuos
<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth	Cerillo	196
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex Walp	Madero negro	185
<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq	Chiquirín	162
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn	Chaperno	145
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum	Cachito	136
<i>Chomelia Spinosa</i> Jacq.	Malacagüiste	63
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guácimo de ternero	43
<i>Karwinskia calderón</i> Standl	Guiliguiste	22
<i>Acacia collinsii</i> Safford.	Cornizuelo	21
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Granadillo	18
<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero	15
<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco	11
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton & Rose	Guanacaste blanco	10
<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Jiñocuabo	10
<i>Randia neochrysantha</i> (A.H. Gentry)	Crucita	8
<i>Semialarium mexicanum</i> Miers.	Palo de bejuco	8
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Espino negro	7
<i>Bauhinia unglata</i> L.	Casco de venado	6
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Cham	Laurel	5
<i>Caesalpinia corearea</i> (Jacq) Wild	Nacascolo	5
<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch	Guácimo de molenillo	4
<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito	3
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	Madroño	3
<i>Chlorophora tictoria</i> (L) Gaud	Mora	3
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Siete pellejo	3
<i>Anona purpurea</i> Moc. & Sesse ex Dunal	Sincoya	3
<i>Hymenaea courbaril</i> . L	Guapinol	2
<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo negro	2
<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I. M. Johnst.	Palo de sapo	2
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	Copalchí	1
<i>Tabebuia ochracea</i> Cham Stand	Cortez	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb	Guanacaste negro	1
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> Seem	Palanco	1
<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb	Palo lagarto	1
<i>Thrichilia hirta</i> L.	Palo de piojo	1
<i>Allophylus occidentalis</i> (Swartz). Radlk.	Pata de venado	1
<i>Bombacopsis quinata</i> Jacq	Pochote	1
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	1

<i>Adelia triloba</i> Mull. Arge	Sangre toro	1
<i>Jatropha curcas</i> L	Tempate	1
Total		1112

Anexo 2b. Número de individuos por especies identificadas en el 2009.

Nombre científico	Nombre común	Nº Individuos
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex Walp	Madero negro	166
<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq	Chiquirín	160
<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth	Cerillo	135
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum	Cachito	127
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn	Chaperno	115
<i>Chomelia Spinosa</i> Jacq.	Malacagüiste	58
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton & Rose	Guanacaste blanco	44
<i>Karwinskia calderón</i> Standl	Guiliguiste	24
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Granadillo	17
<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero	16
<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Jiñocuabo	12
<i>Acacia collinsii</i> Safford.	Cornizuelo	11
<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco	10
<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch	Guácimo de molenillo	9
<i>Randia neochrysantha</i> (A.H. Gentry)	Crucita	8
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Casco de venado	7
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Espino negro	7
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Cham	Laurel	5
<i>Semialarium mexicanum</i> Miers.	Palo de bejuco	5
<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito	4
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guácimo de ternero	4
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	Madroño	4
<i>Caesalpinia corearea</i> (Jacq) Wild	Nacascolo	4
<i>Anona purpurea</i> Moc. & Sesse ex Dunal	Sincoya	3
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	Copalchí	2
<i>Tabebuia ochracea</i> Cham Stand	Cortez	2
<i>Chlorophora tictoria</i> (L) Gaud	Mora	2
<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I. M. Johnst.	Palo de sapo	2
<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo negro	2
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq). Griseb	Guanacaste negro	1
<i>Hymenaea courbaril</i> . L	Guapinol	1
<i>Spondias mombin</i> L.	Jocote jobo	1

<i>Sapranthus nicaraguensis</i> . Seem	Palanco	1
<i>Thrichilia hirta</i> L.	Palo de piojo	1
<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb	Palo lagarto	1
<i>Allophylus occidentalis</i> (Swartz). Radlk.	Pata de venado	1
<i>Salacia macrantha</i> A. C. Sm.	Pico de pájaro	1
<i>Bombacopsis quinata</i> Jacq	Pochote	1
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	1
<i>Adelia triloba</i> Mull. Arge	Sangre toro	1
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Siete pellejo	1
<i>Jatropha curcas</i> L	Tempate	1
Total		979

Anexo 3. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies en vegetación secundaria de Nandarola, 2006.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I
	Abs	Rel %	Abs	Rel %	Abs	Rel %	
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) K. Madero negro	246.7	16.6	3.00	31.6	3	3.9	17.3
<i>Myrospermum frutescens</i> . Jacq Chiquirín	216.0	14.6	1.19	12.6	3	3.9	10.4
<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth Cerillo	261.3	17.6	0.87	9.1	3	3.9	10.2
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> . Donn Chaperno	193.3	13.0	0.99	10.4	3	3.9	9.1
<i>Stemmadenia obovata</i> . K. Schum Cachito	181.3	12.2	0.67	7.1	3	3.9	7.7
<i>Guazuma ulmifolia</i> . Lam Guácimo de ternero	57.3	3.9	0.82	8.6	3	3.9	5.5
<i>Chomelia spinosa</i> . Jacq. Malacagüiste	84.0	5.7	0.31	3.3	3	3.9	4.3
<i>Karwinskia calderón</i> . Standl Guiliguiste	29.3	2.0	0.35	3.6	3	3.9	3.2
<i>Acacia collinsii</i> . Safford. Cornizuelo	28.0	1.9	0.09	1.0	3	3.9	2.3
<i>Albizia caribaea</i> . Britton & Rose Guanacaste blanco	13.3	0.9	0.11	1.2	3	3.9	2.0
<i>Cordia alliodora</i> . (Ruiz & Pav) Cham Laurel	6.7	0.5	0.14	1.5	3	3.9	2.0
<i>Adelia triloba</i> . (Mull. Arg) Hemsl Espino blanco	14.7	1.0	0.05	0.5	3	3.9	1.8
<i>Dalbergia retusa</i> . Hemsl Granadillo	24.0	1.6	0.12	1.3	2	2.6	1.8
<i>Pisonia aculeata</i> . L. Espino negro	9.3	0.6	0.04	0.4	3	3.9	1.6
<i>Thounidium decandrum</i> . (Hum) Melero	20.0	1.4	0.06	0.7	2	2.6	1.6
<i>Bursera simarouba</i> . (L.) Sarg. Jiñocuabo	13.3	0.9	0.11	1.1	2	2.6	1.5
<i>Machaerium biovulatum</i> . Micheli Siete pellejo	4.0	0.3	0.01	0.1	3	3.9	1.4
<i>Randia neochrysantha</i> (A.H. Gentry) Crucita	10.7	0.7	0.04	0.5	2	2.6	1.3
<i>Bauhinia unguolata</i> . L. Casco de venado	8.0	0.5	0.04	0.4	2	2.6	1.2
<i>Semialarium mexicanum</i> . Miers. Palo de bejuco	10.7	0.7	0.03	0.3	2	2.6	1.2
<i>Luehea seemannii</i> . Triana & Planch Guácimo de molenillo	5.3	0.4	0.02	0.2	2	2.6	1.1
<i>Caesalpinia corearea</i> . (Jacq) Wild Nacascolo	6.7	0.5	0.03	0.3	2	2.6	1.1

<i>Dyospirus nicaraguensis</i> . Scheck Chocoyito	4.0	0.3	0.02	0.2	2	2.6	1.0
<i>Calycophyllum candidissimum</i> . (Vahl) Madroño	4.0	0.3	0.07	0.7	1	1.3	0.8
<i>Chlorophora tictoria</i> . (L) Gaud Mora	4.0	0.3	0.08	0.8	1	1.3	0.8
<i>Anona purpurea</i> . Moc. & Sesse. Sincoya	4.0	0.3	0.07	0.7	1	1.3	0.8
<i>Bombacopsis quinata</i> . Jacq Pochote	1.3	0.1	0.03	0.4	1	1.3	0.6
<i>Croton reflexifolius</i> . Kunth Copalchí	1.3	0.1	0.00	0.0	1	1.3	0.5
<i>Tabebuia ochracea</i> . Cham Stand Cortez	1.3	0.1	0.00	0.0	1	1.3	0.5
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . Jacq Guanacaste negro	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.3	0.5
<i>Hymenaea courbaril</i> . L Guapinol	2.7	0.2	0.01	0.1	1	1.3	0.5
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> . Seem Palanco	1.3	0.1	0.00	0.0	1	1.3	0.5
<i>Thrichilia hirta</i> . L. Palo de piojo	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.3	0.5
<i>Piscidia grandifolia</i> . I. M. Johnst. Palo de sapo	2.7	0.2	0.01	0.1	1	1.3	0.5
<i>Sciadodendron excelsum</i> . Griseb Palo lagarto	1.3	0.1	0.01	0.1	1	1.3	0.5
<i>Hippocratea rosea</i> . L. Palo negro	2.7	0.2	0.01	0.1	1	1.3	0.5
<i>Allophylus occidentalis</i> . (Swartz). Pata de venado	1.3	0.1	0.00	0.0	1	1.3	0.5
<i>Cochlopermum vitifolium</i> . (Wild) Poro poro	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.3	0.5
<i>Homalium racemosum</i> . Jacq Sangre toro	1.3	0.1	0.00	0.0	1	1.3	0.5
<i>Jatropha curcas</i> . L Tempate	1.3	0.1	0.01	0.1	1	1.3	0.5
Total	1482.7	100	9.51	100	77	100	100

Anexo 4. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies en vegetación secundaria de Nandarola, 2009.

Especies	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I
	Abs	Rel %	Abs	Rel %	Abs	Rel %	
<i>Gliricidia sepium.</i> (Jacq) K. Madero negro	221.3	17.0	3.74	32.5	3	3.80	18.0
<i>Myrospermum frutescens.</i> Jacq Chiquirín	213.3	16.3	1.45	12.6	3	3.80	11.0
<i>Lonchocarpus minimiflorus.</i> Donn Chaperno	153.3	11.7	0.96	8.3	3	3.80	8.0
<i>Stemmadenia obovata.</i> (Hook. & Arn.) Cachito	169.3	13.0	0.75	6.5	3	3.80	7.8
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth Cerillo	180.0	13.8	0.66	5.7	3	3.80	7.8
<i>Guazuma ulmifolia.</i> Lam Guácimo de ternero	58.7	4.5	1.15	10.0	3	3.80	6.2
<i>Chomelia Spinosa.</i> Jacq. Malacaguiste	77.3	5.9	0.34	3.0	3	3.80	4.2
<i>Karwinskia calderón.</i> Standl Guiliguiste	32.0	2.5	0.51	4.4	3	3.80	3.6
<i>Bursera simarouba.</i> (L.) Sarg. Jiñocuabo	16.0	1.2	0.19	1.7	3	3.80	2.2
<i>Cordia alliodora.</i> (Ruiz & Pav) Cham. Laurel	6.7	0.5	0.21	1.8	3	3.80	2.1
<i>Albizia caribaea.</i> Britton & Rose Guanacaste blanco	12.0	0.9	0.15	1.3	3	3.80	2.0
<i>Dalbergia retusa.</i> Hemsl Granadillo	22.7	1.7	0.12	1.0	2	2.53	1.8
<i>Adelia triloba.</i> (Mull. Arg) Hemsl Espino blanco	13.3	1.0	0.05	0.4	3	3.80	1.7
<i>Pisonia aculeata.</i> L. Espino negro	9.3	0.7	0.04	0.3	3	3.80	1.6
<i>Thounidium decandrum.</i> (Hum) Melero	21.3	1.6	0.09	0.8	2	2.53	1.6
<i>Acacia collinsii.</i> Safford. Cornizuelo	14.7	1.1	0.05	0.4	2	2.53	1.4
<i>Bauhinia unguolata.</i> L. Casco de venado	9.3	0.7	0.08	0.7	2	2.53	1.2
<i>Randia neochrysantha.</i> (A.H. Gentry) Crucita	10.7	0.8	0.07	0.6	2	2.53	1.2
<i>Dyosporus nicaraguensis.</i> Scheck Chocoyito	5.3	0.4	0.07	0.6	2	2.53	1.1
<i>Luehea seemannii.</i> Triana & Planch Guácimo de molenillo	5.3	0.4	0.05	0.4	2	2.53	1.1
<i>Caesalpinia corearea.</i> (Jacq) Wild Nacascolo	5.3	0.4	0.05	0.4	2	2.53	1.1
<i>Semialarium mexicanum.</i> Miers. Palo de bejuco	6.7	0.5	0.02	0.1	2	2.53	1.1

<i>Croton reflexifolius</i> . Kunth Copalchí	2.7	0.2	0.02	0.2	2	2.53	0.9
<i>Calycophyllum candidissimum</i> . (Vahl) Madroño	5.3	0.4	0.11	1.0	1	1.27	0.9
<i>Chlorophora tictoria</i> . (L) Gaud Mora	2.7	0.2	0.09	0.8	1	1.27	0.8
<i>Anona purpurea</i> . Moc. & Sesse Sincoya	4.0	0.3	0.09	0.8	1	1.27	0.8
<i>Bombacopsis quinata</i> . Jacq Pochote	1.3	0.1	0.097	0.8	1	1.27	0.7
<i>Cochlopermum vitifolium</i> . (Wild) Poro poro	1.3	0.1	0.047	0.4	1	1.27	0.6
<i>Tabebuia ochracea</i> . Cham Stand Cortez	2.7	0.2	0.027	0.2	1	1.27	0.5
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . (Jacq) Guanacaste negro	1.3	0.1	0.027	0.2	1	1.27	0.5
<i>Hymenaea courbaril</i> . L Guapinol	1.3	0.1	0.007	0.1	1	1.27	0.5
<i>Spondias mombin</i> . L. Jocote jobo	1.3	0.1	0.007	0.1	1	1.27	0.5
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> . Seem Palanco	1.3	0.1	0.01	0.1	1	1.27	0.5
<i>Thrichilia hirta</i> . L. Palo de piojo	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.27	0.5
<i>Hippocratea rosea</i> . L Palo de rosa	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.27	0.5
<i>Piscidia grandifolia</i> . (Donn. Sm.) Palo de sapo	2.7	0.2	0.02	0.2	1	1.27	0.5
<i>Sciadodendron excelsum</i> . Griseb Palo lagarto	1.3	0.1	0.01	0.1	1	1.27	0.5
<i>Hippocratea rosea</i> . L. Palo negro	2.7	0.2	0.02	0.2	1	1.27	0.5
<i>Allophylus occidentalis</i> . (Swarts) Pata de venado	1.3	0.1	0.027	0.2	1	1.27	0.5
<i>Salacia macrantha</i> . A. C. Sm. Pico de pájaro	1.3	0.1	0.01	0.1	1	1.27	0.5
<i>Homalium racemosum</i> . Jacq Sangre toro	1.3	0.1	0.01	0.1	1	1.27	0.5
<i>Machaerium biovulatum</i> . Micheli Siete pellejo	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.27	0.5
<i>Jatropha curcas</i> . L Tempate	1.3	0.1	0.02	0.2	1	1.27	0.5
Total	1305.3	100	11.51	100	79	100	100

Anexo 5. Incremento periódico anual (IPA) mm año-1, en el periodo de 3 años en el bosque de Nandarola.

Especie	Incremento Periódico Anual (IPA) cm año-1			
	n	Máximo	Mínimo	IPA
<i>Gliricidia sepium.</i> (Jacq) K. Madero negro	143	1.97	0.03	0.61
<i>Myrospermum frutescens.</i> Jacq Chiquirín	114	2.43	0.03	0.31
<i>Lonchocarpus minimiflorus.</i> Donn Chaperno	92	1.23	0.03	0.37
<i>Stemmadenia obovata.</i> (Hook. & Arn.) Cachito	89	1.83	0.03	0.35
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth Cerillo	81	2.63	0.03	0.22
<i>Guazuma ulmifolia.</i> Lam Guácimo de ternero	41	1.83	0.03	0.81
<i>Chomelia Spinosa.</i> Jacq. Malacagüiste	41	1.0	0.03	0.29
<i>Karwinskia calderón.</i> Standl Guiliguiste	15	3.43	0.47	1.15
<i>Bursera simarouba.</i> (L.) Sarg. Jiñocuabo	8	2.83	0.7	1.39
<i>Cordia alliodora.</i> (Ruiz & Pav) Cham Laurel	5	1.77	0.47	1.25
<i>Albizia caribaea.</i> Britton & Rose Guanacaste blanco	8	1.34	0.12	0.63
<i>Dalbergia retusa.</i> Hemsl Granadillo	10	0.43	0.03	0.20
<i>Adelia triloba.</i> (Mull. Arg) Hemsl Espino blanco	5	0.53	0.03	0.15
<i>Pisonia aculeata.</i> L. Espino negro	2	0.17	0.07	0.12
<i>Thounidium decandrum.</i> (Hum) Melero	8	0.6	0.1	0.28
<i>Acacia collinsii.</i> Safford. Cornizuelo	7	0.73	0.07	0.26
<i>Bauhinia unguolata.</i> L. Casco de venado	4	0.5	0.07	0.28
<i>Randia neochrysantha.</i> (A.H. Gentry) Crucita	7	0.33	0.009	0.18
<i>Dyospirus nicaraguensis.</i> Scheck Chocoyito	3	1.2	1.0	1.11
<i>Luehea seemannii.</i> Triana & Planch Guácimo de molenillo	3	1.23	0.07	0.62
<i>Caesalpinia corearea.</i> (Jacq) Wild Nacascolo	3	0.53	0.07	0.23
<i>Semialarium mexicanum.</i> Miers. Palo de bejuco	3	0.13	0.03	0.09

<i>Croton reflexifolius</i> . Kunth Copalchí	1			0.23
<i>Calycophyllum candidissimum</i> . (Vahl) DC Madroño	3	1.37	0.33	1.0
<i>Chlorophora tictoria</i> . (L) Gaud Mora	2	1.57	0.17	0.78
<i>Anona purpurea</i> . Moc. & Sesse ex Dunal Sincoya	1			1.17
<i>Bombacopsis quinata</i> . Jacq Pochote	1			3.63
<i>Cochlopermum vitifolium</i> . (Wild) Poro poro	1			0.87
<i>Tabebuia ochracea</i> . Cham Stand Cortez	1			0.17
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . (Jacq) Griseb Guanacaste negro	1			0.4
<i>Hymenaea courbaril</i> . L Guapinol	1			0.07
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> . Seem Palanco	1			0.27
<i>Thrichilia hirta</i> . L. Palo de piojo	1			0.6
<i>Piscidia grandifolia</i> . (Donn. Sm.) Palo de sapo	2	0.43	0.4	0.42
<i>Sciadodendron excelsum</i> . Griseb Palo lagarto	1			0.47
<i>Hippocratea rosea</i> . L. Palo negro	2	0.23	0.07	0.15
<i>Homalium racemosum</i> . Jacq Sangre toro	1			0.73
<i>Machaerium biovulatum</i> . Micheli Siete pellejo	1			0.3
<i>Jatropha curcas</i> . L Tempate	1			0.5
Total				22.66

Anexo 6. Incremento de las especies maderables encontradas en Nandarola.

Especie	Incremento Periódico Anual (IPA) cm año-1			
	n	Máximo	Mínimo	IPA
<i>Bombacopsis quinata</i> Jacq Pochote	1			3.63
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Cham Laurel	5	1.77	0.47	1.25
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton & Rose Guanacaste blanco	8	1.34	0.12	0.63
<i>Enterolobium cyclocarpum.</i> Jacq Guanacaste negro	1			0.40
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl Granadillo	10	0.43	0.03	0.20
<i>Hymenaea courbaril.</i> L Guapinol	1			0.07

Anexo 7. Porcentaje de mortalidad, reclutamiento y uso de las especies en el bosque de Nandarola.

Especie	Mortalidad % año-1	Reclutamiento % año-1	Uso
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth Cerillo	37.6	13.8	Leña
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn Chaperno	16.0	11.7	Leña
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) K. Madero negro	10.8	17.0	Leña Forraje
<i>Stemmadenia obovata.</i> K. Schum Cachito	10.3	13.0	Leña
<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq Chiquirín	6.6	16.3	Leña
<i>Acacia collinsii</i> Safford. Cornizuelo	5.6	1.1	Leña
<i>Chomelia Spinosa</i> Jacq. Malacagüiste	4.2	5.9	Leña
<i>Semialarium mexicanum</i> Miers. Palo de bejuco	1.4	0.5	Leña
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl Granadillo	0.9	1.7	Madera
<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg. Jiñocuabo	0.9	1.2	Leña
<i>Thounidium decandrum</i> (Hum) Melero	0.9	1.6	Leña
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli Siete pellejo	0.9	0.1	Leña
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Guanacaste blanco	0.5	0.9	Madera Forraje
<i>Hymenaea courbaril.</i> L Guapinol	0.5	0.1	Madera
<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl Espino blanco	0.5	1.0	Leña
<i>Pisonia aculeata</i> L. Espino negro	0.5	0.7	Leña
<i>Chlorophora tictoria</i> (L) Gaud Mora	0.5	0.2	Leña
<i>Allophylus occidentalis</i> (Swarts). Pata de venado	0.5	0.1	Leña
<i>Caesalpinia corearea</i> (Jacq) Wild Nacascolo	0.5	0.4	Leña Forraje
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam Guácimo de ternero	0.5	4.5	Leña Forraje
<i>Enterolobium cyclocarpum.</i> Jacq Guanacaste negro	0.0	0.1	Madera Forraje
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav)	0.0	0.5	Madera

Laurel			
<i>Bombacopsis quinata</i> Jacq Pochote	0.0	0.1	Madera
<i>Bauhinia unguolata</i> L. Casco de venado	0.0	0.7	Leña
<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck Chocoyito	0.0	0.4	Leña
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth Copalchí	0.0	0.2	Leña
<i>Tabebuia ochracea</i> Cham Stand Cortez	0.0	0.2	Leña
<i>Randia neochrysantha</i> A.H. Gentry Crucita	0.0	0.8	Leña
<i>Karwinskia calderón</i> Standl Guiliguiste	0.0	2.5	Leña
<i>Calycophyllum candidissimum</i> Vahl Madroño	0.0	0.4	Leña
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> Seem Palanco	0.0	0.1	Leña
<i>Thrichilia hirta</i> L. Palo de piojo	0.0	0.1	Leña
<i>Piscidia grandifolia</i> I. M. Johnst. Palo de sapo	0.0	0.2	Leña
<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb Palo lagarto	0.0	0.1	Leña
<i>Hippocratea rosea</i> L. Palo negro	0.0	0.1	Leña
<i>Cochlopermum vitifolium</i> (Wild) Poro poro	0.0	0.1	Leña
<i>Homalium racemosum</i> Jacq Sangre toro	0.0	0.1	Leña
<i>Anona purpurea</i> Moc. & Sesse Sincoya	0.0	0.1	Leña
<i>Jatropha curcas</i> L Tempate	0.0	0.1	Leña
<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch Guácimo de molenillo	0.0	0.4	Forraje Leña

Anexo 8. Especies con mayor área basal por hectárea, Nandarola, 2009.

Especie	Area Basal ha-1	(%)	Uso
<i>Gliricidia sepium.</i> (Jacq) K. Madero negro	3.74	33.2	Leña Forraje
<i>Myrospermum frutescens.</i> Jacq Chiquirín	1.45	12.9	Leña
<i>Guazuma ulmifolia.</i> Lam Guácimo de ternero	1.15	10.2	Leña Forraje
<i>Lonchocarpus minimiflorus.</i> Donn Chaperno	0.96	8.5	Leña
<i>Stemmadenia obovata</i> Hook. & Arn. Cachito	0.75	6.7	Leña
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth. Cerillo	0.66	5.8	Leña
SubTotal	8.70	77.3	
Otras especies	2.56	22.7	
Total	11.26	100	

Anexo 9. Distribución de las especies h-1, por grupo de uso inventariadas en el 2006 y 2009 en el bosque de Nandarola.

Especie	2006			2009		
	Leña	Madera	Forraje	Leña	Madera	Forraje
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth Cerillo	261.3			180.0		
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) K. Madero negro	246.7			221.3		
<i>Myrospermum frutescens.</i> Jacq Chiquirín	216.0			213.3		
<i>Lonchocarpus minimiflorus.</i> Donn Chaperno	193.3			153.3		
<i>Stemmadenia obovata.</i> K. Schum Cachito	181.3			169.3		
<i>Chomelia Spinosa.</i> Jacq. Malacaguiste	84.0			77.3		
<i>Karwinskia calderón.</i> Standl Guiliguiste	29.3			32.0		
<i>Acacia collinsii.</i> Safford. Cornizuelo	28.0			14.7		
<i>Dalbergia retusa.</i> Hemsl Granadillo	24.0			22.7		
<i>Thounidium decandrum.</i> (Hum) Melero	20.0			21.3		
<i>Adelia triloba.</i> (Mull. Arg) Hemsl Espino blanco	14.7			13.3		
<i>Bursera simarouba.</i> (L.) Sarg. Jiñocuabo	13.3			16.0		
<i>Randia neochrysantha</i> A.H. Gentry Crucita	10.7			10.7		
<i>Semialarium mexicanum.</i> Miers. Palo de bejuco	10.7			6.7		
<i>Pisonia aculeata.</i> L. Espino negro	9.3			9.3		
<i>Bauhinia ungulata.</i> L. Casco de venado	8.0			9.3		
<i>Dyospirus nicaraguensis.</i> Scheck Chocoyito	4.0			5.3		
<i>Calycophyllum candidissimum</i> Vahl Madroño	4.0			5.3		
<i>Chlorophora tictoria.</i> (L) Gaud Mora	4.0			2.7		
<i>Machaerium biovulatum.</i> Micheli Siete pellejo	4.0			1.3		
<i>Anona purpurea.</i> Moc. & Sesse. Sincoya	4.0			4.0		
<i>Hippocratea rosea.</i> L. Palo negro	2.7			2.7		

<i>Piscidia grandifolia</i> . I. M. Johnst. Palo de sapo	2.7			2.7		
<i>Croton reflexifolius</i> . Kunth Copalchí	1.3			2.7		
<i>Tabebuia ochracea</i> . Cham Stand Cortez	1.3			2.7		
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> . Seem Palanco	1.3			1.3		
<i>Sciadodendron excelsum</i> . Griseb Palo lagarto	1.3			1.3		
<i>Thrichilia hirta</i> . L. Palo de piojo	1.3			1.3		
<i>Allophylus occidentalis</i> . (Swarts). Pata de venado	1.3			1.3		
<i>Cochlopermum vitifolium</i> . (Wild) Poro poro	1.3			1.3		
<i>Homalium racemosum</i> . Jacq Sangre toro	1.3			1.3		
<i>Albizia caribaea</i> . Britton & Rose Guanacaste blanco		13.3			12.0	
<i>Luehea seemannii</i> . Triana & Planch Guácimo de molenillo			5.3			5.3
<i>Guazuma ulmifolia</i> . Lam Guácimo de ternero			57.3			58.7
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . Jacq Guanacaste negro		1.3			1.3	
<i>Hymenaea courbaril</i> . L Guapinol		2.7			1.3	
<i>Spondias mombin</i> . L. Jocote jobo				1.3		
<i>Cordia alliodora</i> . (Ruiz & Pav) Laurel		6.7			6.7	
<i>Caesalpinia corearea</i> . (Jacq) Wild Nacascolo			6.7			5.3
<i>Hippocratea rosea</i> . L Palo de rosa				1.3		
<i>Cochlopermum vitifolium</i> . (Wild) Poro poro				1.3		
<i>Bombacopsis quinata</i> . Jacq Pochote		1.3			1.3	
<i>Jatropha curcas</i> . L Tempate		1.3			1.3	
Total	1386.7	26.7	69.3	1212	24.0	69.3

Anexo 10. Brinzal, número de individuos por hectárea y uso registrados en el bosque de Nandarola.

Nombre científico	Nombre común	2006 Ind ha-1	2009 Ind ha-1	Uso
<i>Lonchocarpus minimoflorus</i> Donn.	Chaperno	1733.3	2266.7	Leña
<i>Acacia collinsii</i> . Saff	Cornizuelo	1200.0	2400.0	Leña
<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth	Cerillo	933.3	800.0	Leña
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K.	Cachito	800.0	1466.7	Leña
<i>Chomelia Spinosa</i> Jacq.	Malacaguiste	266.7	400.0	Leña
<i>Senna sp.</i> L	Abejon	266.7	0.0	Leña
<i>Celtis caudata</i> Wall.	Arenillo	133.3	0.0	Leña
<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito	133.3	0.0	Leña
<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco	133.3	0.0	Leña
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Granadillo	133.3	0.0	Madera
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guacimo	133.3	0.0	Forraje
<i>Chlorophora tictoria</i> (L) Gaud	Mora	133.3	0.0	Leña
<i>Cochlopermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	133.3	0.0	Leña
<i>Cordia dentata</i> . Poir.	Tiguilote	133.3	0.0	Leña
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.	Sardinillo	0.0	666.7	Leña
<i>Randia neochrysantha</i> Schltr.	Crucita	0.0	266.7	Leña
<i>Allophylus occidentalis</i> (Swartz). Radlk	Pata de venado	0.0	266.7	Leña
<i>Jacquinia aurantiaca</i> Mult.	Barbasco	0.0	133.3	Leña
<i>Bauhinia unguolata</i> L	Casco de venado	0.0	133.3	Leña
<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Jiñocuabo	0.0	133.3	Leña
<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero	0.0	133.3	Leña
<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo de rosa	0.0	133.3	Leña
<i>Thrichilia glabra</i> L.	Palo negro	0.0	133.3	Leña
<i>Anona purpurea</i> Moc. & Sesse ex Dunal.	Sincoya	0.0	133.3	Leña
Total		6266.7	9466.7	Leña

Anexo 11. Latizal, número de individuos por hectárea y uso registrados en el bosque de Nandarola.

Nombre Científico	Nombre común	2006 Ind ha-1	2009 Ind ha-1	Uso
<i>Casearia corymbosa.</i> Kunth	Cerillo	466.7	166.7	Leña
<i>Lonchocarpus minimiflorus.</i> Donn.	Chaperno	166.7	333.3	Leña
<i>Capparis odoratissima.</i> Jacq	Naranjito	133.3	0.0	Leña
<i>Acacia collinsii.</i> Saff	Cornizuelo	100	433.3	Leña
<i>Tabebuia ochracea.</i> Cham Stand	Cortez	100	0.0	Leña
<i>Adelia triloba.</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco	100	100	Leña
<i>Guazuma ulmifolia.</i> Lam	Guácimo	100	133.3	Forraje
<i>Bursera simarouba.</i> (L.) Sarg.	Jiñocuabo	100	133.3	Leña
<i>Myrospermum frutescens.</i> Jacq	Chiquirin	66.7	0.0	Leña
<i>Chlorophora tictoria.</i> (L) Gaud	Mora	66.7	33.3	Leña
<i>Cochlopermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	66.7	0.0	Leña
<i>Stemmadenia obovata.</i> Hook. & Arn.	Cachito	33.3	500.0	Leña
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Espino negro	33.3	0.0	Leña
<i>Lonchocarpus sp.</i> Smith	Gavilan	33.3	0.0	Leña
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton.	Guanacaste blanco	33.3	66.7	Madera
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq).	Guanacaste negro	33.3	0.0	Madera
<i>Chomelia Spinosa</i> Jacq.	Malacaguiste	33.3	166.7	Leña
<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero	33.3	66.7	Leña
<i>Semialarium mexicanum.</i> Miers.	Palo bejuco	33.3	33.3	Leña
<i>Cordia dentata.</i> Poir	Tiguilote	33.3	33.3	Leña
<i>Jacquinia aurantiaca</i> Mult.	Barbasco	0.0	100	Leña
<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito	0.0	66.7	Leña
<i>Genipa americana</i> L.	Guaytil	0.0	33.3	Leña
<i>Sapranthus nicaraguensis</i> Seem	Palanco	0.0	66.7	Leña
<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo de rosa	0.0	33.3	Leña
<i>Piscidia grandifolia.</i> Donn. Sm.	Palo de sapo	0.0	33.3	Leña
<i>Thrichilia glabra</i> L.	Palo negro	0.0	33.3	Leña
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.	Sardinillo	0.0	100	Leña
Total		1766.7	2666.7	

Anexo 12. Porcentaje de especies compartidas por etapa de desarrollo mediante el índice de Jaccard en la vegetación de Nandarola.

	Fustal-06	Fustal-09	Latizal-06	Latizal-09	Brinzal-06	Brinzal-09
	%	%	%	%	%	%
Fustal-06	100	90.5	36.4	33.3	25.6	25.0
Fustal-09	0	100	36.4	30.4	25.6	25.0
Latizal-06	0	0.0	100	48.1	41.7	25.0
Latizal-09	0	0.0	0.0	100	41.7	40.0
Brinzal-06	0	0.0	0.0	0.0	100	20.8
Brinzal-09	0	0.0	0.0	0.0	0.0	100

Anexo 13. Distribución de las especies en las parcelas de muestreo permanente para **brinzal** en el boque de Nandarola. (Prc 5x5) > 0.30m a < 1.49 m DAP.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	2006			2009		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Annonaceae	<i>Anona purpurea</i> Moc. & Sesse.	Sincoya						X
Apocináceae	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum	Cachito	X			X	X	
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.	Sardinillo						X
Bixaceae	<i>Cochlopermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	X					
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i> . Poir.	Tiguilote		X				
Burseraceae	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Jiñocuabo				X		
Caesalpináceae	<i>Bauhinia unguolata</i> L	Casco de venado					X	
Caesalpináceae	<i>Senna sp.</i> L	Abejon		X	X			
Ebenaceae	<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito	X					
Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco		X				
Fabáceae	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	Granadillo			X			
Fabáceae	<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo de rosa					X	
Fabáceae	<i>Lonchocarpus minimoflorus</i> Donn.	Chaperno	X	X		X	X	
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth	Cerillo	X	X	X	X		X
Meleaceae	<i>Thrichilia glabra</i> L.	Palo negro						X
Mimosaceae	<i>Acacia collinsii</i> . Saff	Cornizuelo	X		X	X	X	X
Moraceae	<i>Chlorophora tictoria</i> (L) Gaud	Mora			X			
Rubiáceae	<i>Randia neochrysantha</i> Schltr.	Crucita						X
Rubiáceae	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	Malacaguiste	X			X	X	
Sapindaceae	<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero					X	
Sapindaceae	<i>Allophylus occidentalis</i> (Swarts).	Pata de venado						X
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guacimo			X			
Teophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Mult.	Barbasco						
Ulmaceae	<i>Celtis caudata</i> Wall.	Arenillo		X				

Anexo 14. Distribución de las especies en las parcelas de muestreo permanente para **latizal** en el boque de Nandarola. (Pr. 10 x10) >1.5m < 4.9 cm DAP).

Familia	Nombre científico	Nombre Común	2006			2009		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Annonaceae	<i>Sapranthus nicaraguensis</i> Seem	Palanco					X	
Apocináceae	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum	Cachito	X			X	X	X
Bignoniáceae	<i>Tabebuia ochracea</i> Cham Stand	Cortez	X	X				
Bignoniáceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.	Sardinillo					X	
Bixáceae	<i>Cochlopermum vitifolium</i> (Wild)	Poro poro	X					
Boragináceae	<i>Cordia dentata</i> . Poir.	Tiguilote	X			X		
Burséraceae	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Jiñocuabo	X	X		X		X
Capparaceae	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq	Naranjito		X				
Ebenaceae	<i>Dyospirus nicaraguensis</i> Scheck	Chocoyito					X	X
Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i> (Mull. Arg) Hemsl	Espino blanco			X	X		
Fabáceae	<i>Lonchocarpus sp</i> Smith	Gavilan	X					
Fabáceae	<i>Piscidia grandifolia</i> . I. M. Johnst	Palo de sapo				X		
Fabáceae	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn.	Chaperno	X	X		X	X	
Fabáceae	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq	Chiquirin	X		X			
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i> . Kunth	Cerillo	X	X	X	X		X
Hippocrateaceae	<i>Hippocratea rosea</i> L.	Palo de rosa						X
Hippocreataceae	<i>Semialarium mexicanum</i> . Miers.	Palo bejuco	X			X		
Meleaceae	<i>Thrichilia glabra</i> L.	Palo negro				X		
Mimosaceae	<i>Acacia collinsii</i> . Saff	Cornizuelo			X	X		X
Mimosaceae	<i>Albizia caribaea</i> . Britton & Rose	Guanacaste blanco		X			X	
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . Jacq	Guanacaste negro			X			
Moraceae	<i>Chlorophora tictoria</i> (L) Gaud	Mora	X			X		
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Espino negro			X			
Rubiáceae	<i>Genipa americana</i> L.	Guaytil						X
Rubiáceae	<i>Chomelia Spinosa</i> Jacq.	Malacaguiste			X			X
Sapindaceae	<i>Thounidium decandrum</i> (Hum)	Melero		X			X	
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guacimo	X	X		X		
Teophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Mult.	Barbasco				X	X	

Anexo 15. Número de familias, especies e individuos así como los resultados de la prueba de *t* *Hutchinson*, entre los índices de Shannon - wiener para las tres parcelas.

	PMP1		PMP2		PMP3	
	2006	2009	2006	2009	2006	2009
Nº Familias	18	19	18	20	20	20
Nº de Especies	27	29	24	25	26	25
Nº de Individuos	359	379	374	338	330	311
Shannon - Wiener.	2,29	2,36	2,08	2,15	2,19	2,15
t de Hutchinson Para los datos de Shannon	p= 0.52 t= -0.64		p= 0.46 t= -0.74		p= 0.67 t= 0.43	
Jaccard	0.86		0.88		0.96	
Simpson 1-D	0,84	0,82	0,81	0,85	0,83	0,80