

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**



**EFFECTOS DEL TRATAMIENTO SILVICULTURAL DE CORTA INTERMEDIA**  
**EN EL BOSQUE RESIDUAL DE COLINAS, TINGO MARÍA**

**Tesis**

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCIÓN FORESTALES**

**BALDOMERO ALFONSO NUÑEZ ALEJOS**

**Promoción: 2009 - II**

**Tingo María – Perú**

**2011**



K10

N94

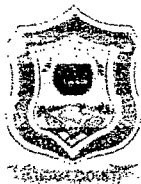
Núñez Alejos, Baldomero Alfonso.

Efectos del Tratamiento Silvicultural de Corta intermedia en el Bosque residual de Colinas, Tingo María. Tingo María, 2011

77 h.; 31 cuadros; 15 fgrs.; 35 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales)  
Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

ESTRUCTURA HORIZONTAL Y VERTICAL / TRATAMIENTO  
SILVICULTURAL / VARIABLES DASONÓMICAS Y ECOLÓGICAS  
TINGO MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 11 de Febrero de 2011, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

### “EFECTOS DEL TRATAMIENTO SILVICULTURAL DE CORTA INTERMEDIA EN EL BOSQUE RESIDUAL DE COLINAS, TINGO MARÍA”

Presentado por el Bachiller: **BALDOMERO ALFONSO NUÑEZ ALEJOS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, MENCIÓN FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título de conformidad con lo establecido en el Art. 81° inc. m) del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 21 de Febrero de 2010

.....  
Ing. RAÚL ARAUJO TORRES  
Presidente

.....  
Blgo. MSc. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE  
Vocal



.....  
Ing. WARREN RIOS GARCÍA  
Vocal

.....  
Ing. M.Sc. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE  
Asesor

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Por darme la vida, salud, fortaleza, inteligencia y por guiarme por un buen camino. "Pedir sin fe, es como nadar sin agua".

### **A MI MADRE:**

Martha R. Alejos Sevillano por su amor, comprensión y su deseo de verme ser profesional, ahora desde el cielo me ilumina y me guía para ser una persona de bien. "De noche rezo para que todo te vaya bien".

### **A MI VIDA:**

Lisci Lara, por su amor incondicional, por comprenderme y apoyarme a terminar mi carrera profesional.

### **A MIS AMIGOS:**

Luis Barreda, Julio Flores, Edmundo Guillen, Liliana Palacios, quienes me inspiraron confianza para superarme, además me apoyaron para seguir adelante y llegar a ser profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los Docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por su esfuerzo y despliegue en mi formación académica y profesional.

Al Ing. M.Sc. Casiano Aguirre Escalante, por su apoyo como asesor en el presente trabajo de investigación y su orientación en el trabajo de campo y redacción.

Al Ing. Edilberto Díaz Quintana, por su orientación profesional, apoyo durante el trabajo de campo y culminación de este documento.

Al Ing. Ytavclerh Vargas Clemente, por darme el ejemplo e inspiración de superación como profesional y como persona.

Al Ing. Ronald Hugo Tuesta Puerta, por darme confianza y la oportunidad de aprender de él en lo profesional y como persona.

Al Ing. Warren Ríos García, por ayudarme en la identificación de especies forestales y orientación profesional.

Al Blgo. M.Sc. Edilberto Chuquilin Bustamante, por su apoyo y orientación en la revisión del artículo científico y de la tesis.

A mis amigos por brindarme su amistad incondicional durante nuestra vida universitaria y por colaborar en la instalación, evaluación del trabajo de investigación: Frits Palomino, Edwin Alcahuaman, Josseph Canchanya, Emmanuel Panduro, Jaime Reátegui.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Bosque residual .....	3
2.2. Ámbitos estructurales de los bosques .....	3
2.2.1. Estructura horizontal.....	4
2.2.2. Estructura vertical.....	5
2.3. La silvicultura y los tratamientos silviculturales .....	7
2.3.1. Silvicultura .....	7
2.3.2. Tratamientos silviculturales .....	8
2.3.3. Corta intermedia.....	10
2.4. Cambios en estructura y composición del bosque bajo tratamiento silvicultural .....	11
2.5. Parcelas permanentes de medición (PPM).....	12
2.5.1. Importancia de las parcelas permanentes de monitoreo.....	13
2.5.2. Distribución de parcelas .....	14
2.5.3. Tamaño y ubicación de la muestra.....	14
2.6. Variables dasonómicas .....	15
2.6.1. Diámetro del fuste .....	15
2.6.1.1. Medición del área basal.....	16
2.6.1.2. Importancia del área basal .....	16
2.6.2. Crecimiento .....	17
2.6.3. Incremento .....	18
2.6.4. Mortalidad.....	19
2.6.5. Reclutamiento .....	20
2.7. Variables ecológicas .....	20
2.7.1. Calidad de fuste .....	20
2.7.2. Forma de copa .....	21
2.7.3. Iluminación de la copa.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	22

3.1. Ubicación del área de investigación.....	22
3.1.1. Zona de vida.....	23
3.1.2. Condiciones climáticas.....	23
3.1.3. Fisiografía.....	23
3.1.4. Hidrografía.....	23
3.1.5. Vegetación.....	24
3.2. Materiales.....	24
3.2.1. Materiales de campo.....	24
3.2.2. Equipos de campo.....	24
3.3. Metodología.....	25
3.3.1. Ubicación y delimitación las parcelas y sub parcelas.....	25
3.3.2. Codificación e identificación de la regeneración vegetal.....	25
3.3.3. Medición y evaluación de variables.....	26
3.3.3.1.Dasonómicas (diámetro y área basal).....	26
3.3.3.2.Ecológicas (variables cualitativas).....	27
3.3.4. Intervención silvicultural.....	27
3.3.5. Evaluación después de la intervención silvicultural.....	28
3.3.6. Procesamiento de la información.....	29
3.3.6.1.Análisis de la estructura horizontal.....	29
3.3.6.2.Análisis de la estructura vertical.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Efectos del tratamiento sobre la estructura horizontal.....	33
4.1.1. Cambios en la composición florística.....	33
4.1.2. Cambios en la abundancia.....	36
4.1.3. Variación del área basal.....	38
4.1.3.1.Crecimiento del área basal.....	38
4.1.3.2.Incremento medio anual (IMA %).....	39
4.1.3.3.Incremento diamétrico por especies comunes.....	40
4.1.4. Cambios en la dinámica estructural.....	44
4.1.4.1.Mortalidad y reclutamiento de especies.....	44
4.2. Cambios en la estructura vertical en relación de variables ecológicas....	48
4.2.1. Calidad de fuste.....	48

4.2.2. Forma de copa .....	50
4.2.3. Iluminación de copa (exposición de copa).....	52
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES .....	57
VII. ABSTRACT .....	58
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
IX. ANEXOS .....	66
Anexo 1. Cuadros.....	67
Anexo 2. Figuras .....	78



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Coordenadas UTM (Datum WGS 84) de las PPM - BRUNAS. ....	22
2. Categorías de evaluación y tamaño de las sub parcelas. ....	26
3. Cociente de mezcla de las parcelas permanentes en estudio.....	35
4. Número de individuos por hectárea y su promedio, según las categorías de la parcela tratada y parcela testigo, según el tiempo de evaluación. ....	36
5. Promedio de área basal (m <sup>2</sup> /ha) por tratamiento, según su categoría y tiempo de evaluación. ....	38
6. Incremento Medio Anual (IMA %) de la parcela tratada y parcela testigo en un año de estudio, según las categorías.....	40
7. Incremento diamétrico anual (cm/año) de las categorías, según la parcela tratada y parcela testigo. ....	41
8. Comparación de incrementos diamétricos anuales de las especies comunes por grupo ecológico de los árboles sobrevivientes en el BRUNAS. ....	43
9. Dinámica entre la mortalidad y reclutamiento del número de árboles y área basal por hectárea, según la categoría, durante un año de estudio en el BRUNAS, Tingo María, Perú. ....	46
10. Porcentaje total de la calidad de fuste, antes y después del tratamiento en un año de estudio, según la parcela tratada y la parcela testigo.....	48
11. Porcentaje total de la forma de copa antes y después del tratamiento en un año de estudio, según la parcela tratada y la parcela testigo.....	51
12. Porcentaje total de la iluminación de copa antes y después del tratamiento en un año de estudio, según la parcela tratada y la parcela testigo.....	53
13. Código de las variables ecológicas (diagnósticas). ....	67
14. Variables y categorías de evaluación. ....	67
15. Lista de especies presentes en el área de estudio. ....	68
16. Especies más representantes según el índice de valor de importancia (IVI) en el área de estudio. BRUNAS, Tingo María. ....	70

17. Porcentaje del número y área basal registrada como línea base antes de la aplicación del tratamiento según la calidad de fuste. ....	70
18. Porcentaje del número y área basal reducida por la aplicación del tratamiento según la calidad de fuste.....	71
19. Descripción de la dinámica estructural y porcentaje del cambio en un año de estudio, en la parcela tratada. ....	71
20. Descripción de la dinámica estructural y porcentaje del cambio en un año de estudio, en la parcela testigo.....	72
21. PPM1 (parcela tratada), Lista de especies del número de individuos reclutados (NR) y muertos (NM) con porcentaje (%) del total, durante un año de estudio.....	72
22. PPM2 (parcela tratada), Lista de especies del número de individuos reclutados (NR) y muertos (NM) con porcentaje (%) del total. ....	73
23. PPM3 (parcela testigo), Lista de especies del número de individuos reclutados (NR) y muertos (NM) con porcentaje (%) del total. ....	74
24. Registro de los parámetros climáticos Set. 2009 – Noviembre 2010.....	74
25. Comparación de la intensidad de luz (luxes), antes y después de aplicar tratamiento en la parcela tratada.....	75
26. Comparación de la intensidad de luz (luxes), antes y después de aplicar tratamiento en la parcela testigo. ....	75
27. Evaluación de intensidad de luz (luxes) en la parcelas permanentes de monitoreo, según las subparcelas y su unidad muestral.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución vertical de las características micro climáticas y de la concentración de árboles en los diferentes niveles del perfil.....	6
2. Distribución y delimitación de las parcelas, sub parcelas y flujo de la evaluación en la PPM.....	25
3. Etiquetado y pintado para la identificación de la regeneración natural.....	26
4. Porcentaje de calidad de fuste, antes y después del tratamiento según las categorías en la parcela tratada. ....	49
5. Porcentaje de iluminación de copa, antes y después del tratamiento según las categorías en la parcela tratada.....	53
6. Mapa de ubicación del área de estudio y las parcelas permanentes de monitoreo .....	78
7. Características para evaluar calidad de fuste.....	79
8. Características para la calificación de la copa.....	80
9. Características para calificar la iluminación de la copa .....	81
10. Ubicación, orientación y delimitación de la parcela testigo.....	82
11. Árboles con calidad de fuste que fueron extraídos.....	82
12. Etiquetado y pintado de las variables dasonómicas.....	83
13. Evaluación y medición de las variables dasonómicas.....	83
14. Evaluación de la intensidad de luz. ....	84
15. Árbol con calidad de fuste comercial actual y forma de copa perfecta.....	84

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento silvicultural de corta intermedia sobre la estructura y dinámica del bosque en las variables dasonómica (diámetro y área basal) y ecológicas (calidad de fuste, forma de copa y iluminación de copa), se realizó una evaluación durante doce meses del 2010, en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Se utilizaron tres parcelas permanentes de monitoreo (PPM) de 50 m x 50 m; a dos parcelas se aplicó tratamiento silvicultural de corta intermedia y una parcela se utilizó como testigo. La evaluación de los cambios en la estructura horizontal consistió en evaluar variables dasonómicas y en la estructura vertical evaluar las variables cualitativas del árbol. Para el estudio del efecto del tratamiento se trabajó a nivel de parcela testigo y parcela tratada; para el análisis de variables ecológicas se hizo pruebas para muestras relacionadas el antes y después del tratamiento con un nivel de confianza del 95%.

Los resultados del efecto del tratamiento sobre la estructura horizontal del bosque, reveló que la composición florística del bosque en estudio fue muy heterogénea. En la parcela tratada y parcela testigo se ha registrado un cambio de 6,1 % y 0,88 % de su población inicial respectivamente. En la parcela tratada, el área basal ha aumentado por el 6,85 % (2,04 m<sup>2</sup>/ha/año) con un IMA de 6,6 %. El incremento diamétrico por categoría fluctuaron entre 0,013 y 0,835 cm/año. En cuanto a la dinámica los efectos del

reclutamiento y mortalidad repercutieron sobre la parcela tratada aumentando el 3,7 % de la población inicial (indiv./ha).

Los cambios en la estructura vertical del bosque, el efecto del tratamiento ha incrementado la calidad de fuste comerciales en el futuro de 44,2 % a 62,1 %; ha disminuido fustes deformados de 21,1 % a 6,5 % y fustes dañados de 5,1 % a 0,4 %. El tratamiento no tuvo efecto inmediato sobre la forma de copa esto depende de la cantidad de horas luz y de recurso disponible. El efecto del tratamiento reveló cambios en la parcela tratada, los individuos con iluminación nada directo se redujo de 28,8 % a 19,9 %, incrementando a aquellos con iluminación oblicua de 25,8 % a 30,9 %.

## I. INTRODUCCIÓN

En los bosques de selva alta la extracción selectiva de árboles y la tala ilegal de maderas de valor económico, son las principales actividades que generan la pérdida de bosques naturales primarios, debido a que altera fuertemente la capacidad de la dinámica natural de la regeneración; consecuentemente, perturba la composición y estructura del bosque, toda vez que el bosque alberga una diversidad de nichos ecológicos esenciales para promover el mantenimiento y renovación de los ecosistemas esenciales.

Los bosques primarios luego de la tala selectiva de árboles son denominados bosques remanentes, ecosistemas que aún mantienen la estructura y composición de bosque primario, donde se conservan maderas con potencial de cosecha futura, pero la falta de experiencias y prácticas de manejo forestal no permiten conocer con mayor certeza la dinámica del bosque, comportamientos dasométricos y ecológico de las especies forestales.

Cabe señalar, la calidad de árboles deseables en un bosque residual cuenta con un potencial aprovechamiento a futuro de árboles comerciales; sin embargo, predominan lianas, árboles deformados y enfermos, árboles de bajo valor comercial. Por ello, es necesario mejorar la estructura y composición de dichos bosques, mediante la aplicación de tratamientos silviculturales, entre ellos corta intermedia de árboles no deseables, para

incrementar la calidad de árboles de valor comercial. Por lo que es necesario conocer el estado actual de la regeneración natural, la estructura diamétrica y ecológica. Dichos datos solamente es posible obtenerlas estableciendo parcelas permanentes de medición (PPM), herramienta útil y práctico que permite conocer el estado actual del bosque.

En el presente estudio mediante el conocimiento de la dinámica de mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural, la estructura diamétrica y ecológica del bosque; permite tomar decisión adecuada y oportuna durante la elaboración de planes de manejo forestal, entre ellas el plan silvicultural. Entonces, ¿los bosques residuales cambian en el tiempo y qué procesos determinan los cambios?

Bajo este contexto se planteó los objetivos siguientes:

- Evaluar el efecto del tratamiento silvicultural de corta intermedia en la estructura horizontal del bosque en relación a las variables dasonómicas (diámetro y área basal).
- Evaluar el efecto del tratamiento silvicultural de corta intermedia en la estructura vertical del bosque en relación a las variables ecológicas (iluminación de copa, calidad de fuste y forma de copa).

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Bosque residual**

WADSWORTH (2000) menciona que más de la mitad de los bosques secundarios de los trópicos han sido talados, la mayoría selectivamente y no a tala rasa. Esto ha reducido la representación de las especies más valiosas y han dañado algunos de los árboles remanentes, con lo que mengua la productividad potencial de la madera.

La distinción básica entre los bosques secundarios sucesionales y los bosques residuales, es que en este último son esencialmente bosques primarios (referidos también como bosques altos, maduros o densos) que mantienen aun la estructura y composición florística de un bosque primario, ya que la extracción de madera (como producto principal) no los ha modificado drásticamente.

### **2.2. Ámbitos estructurales de los bosques**

Los sistemas silviculturales deben responder a las características ecológicas del bosque, a las necesidades, gustos y preferencias de la población (HUTCHINSON, 1993). La silvicultura de bosque natural es la aplicación de los principios ecológicos, necesarios para comprender los procesos naturales y para determinar, las posibles modificaciones de la



estructura y función del ecosistema, para satisfacer las expectativas económicas actuales, sin amenazar la posibilidad de satisfacer las futuras (BOLFOR *et al.*, 1998).

### **2.2.1. Estructura horizontal**

Se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles. En los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de individuos por clase de diámetro. Algunas especies presentan una distribución de jota invertida. Otras no parecen presentar una tendencia identificable en su distribución debido a sus propias características. Los factores que determinan la presencia de un árbol, de una especie y edad determinadas son (Hartshorn, 1980; citado por BOLFOR *et al.*, 1998):

- Presencia de una semilla en el lugar y momento oportuno
- Temperamento de la especie
- Frecuencia de apertura de claros
- Tamaño del claro
- Estrategia de escape de la especie

Para explicar la distribución espacial de las diferentes especies en el bosque hay que comprender la dinámica originada por la caída natural de los árboles. La variedad de microambientes que se forman, los claros permiten el establecimiento y desarrollo de diferentes especies de flora y fauna, por lo que es un generador de diversidad biológica y un factor que mantiene la dinámica del bosque. El tiempo transcurrido desde la apertura del claro determina la

edad, dimensión de los árboles que se establecieron en él; las diferentes cantidades de energía determinan la entrada de diferentes especies con exigencias lumínicas propias.

Las características del suelo y del clima determinan la estructura del bosque. Esta estructura es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características ambientales y a las limitaciones y amenazas que presentan. Cuando se produce un claro inmediatamente se desarrolla un proceso de ocupación, por la germinación de las semillas que lleva el viento (lluvia de semillas), o las que han estado esperando la entrada de luz (banco de semillas del suelo). También contribuyen a esta ocupación los árboles que han estado esperando mayores niveles de energía para completar su pleno desarrollo (BOLFOR *et al.*, 1998).

### **2.2.2. Estructura vertical**

La estructura vertical está determinada por la distribución de los organismos a lo alto del perfil del bosque. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones micro climáticas, presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el microclima permiten que especies de diferentes temperamentos se ubiquen en los niveles que satisfagan sus demandas.

Los rasgos meteorológicos de mayor importancia que determinan el microclima, tal como se muestra en la Figura 1, son (Bourgeron, 1983; citado por BOLFOR *et al.*, 1998):

- Radiación
- Temperatura
- Viento
- Humedad relativa
- Evaporación
- Concentración de CO<sub>2</sub>

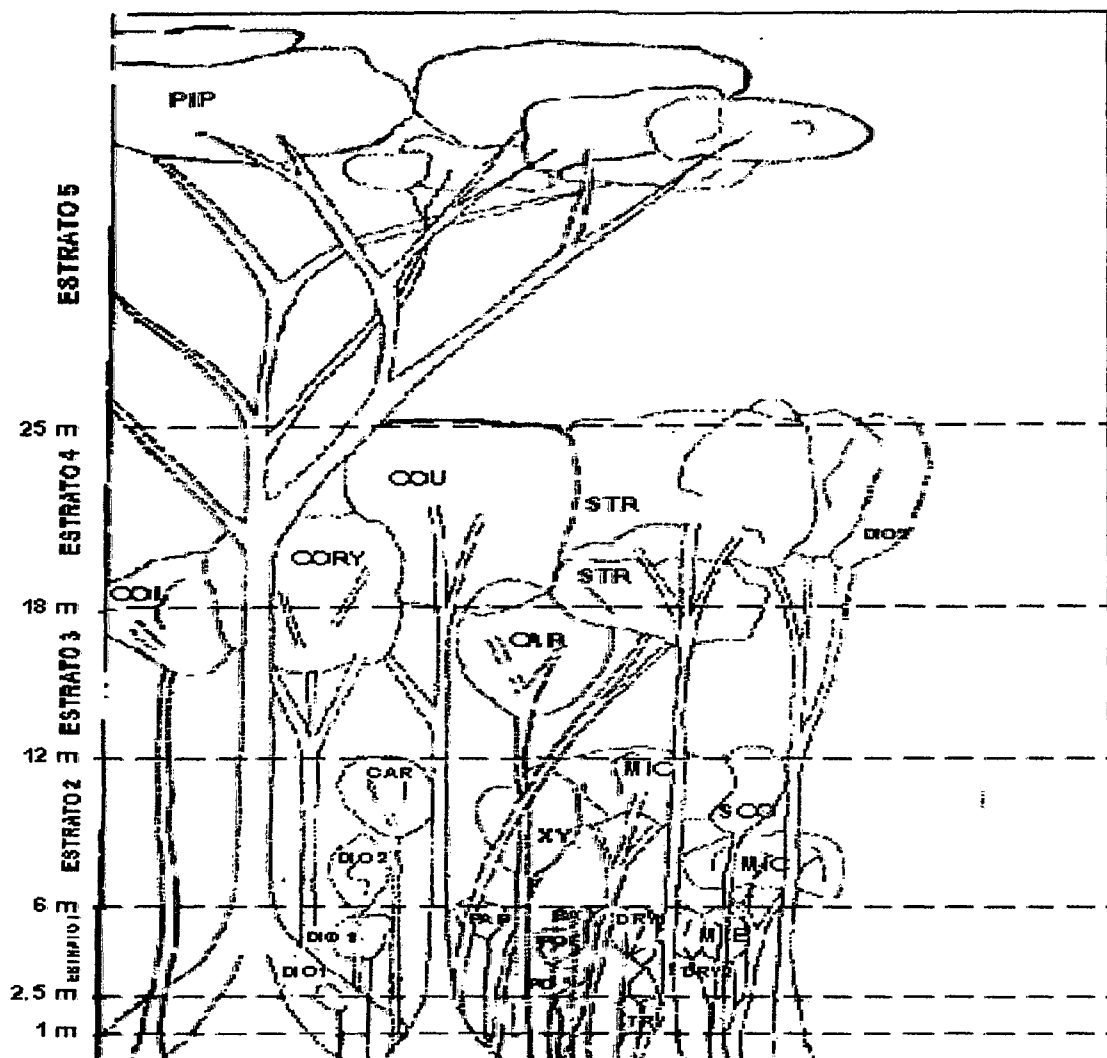


Figura 1. Distribución vertical de las características micro climáticas y de la concentración de árboles en los diferentes niveles del perfil.

Sobresalen algunos árboles emergentes, que por las características de su especie, están adaptados a las condiciones microclimáticas, estos árboles tienen pleno acceso a la radiación, tanto en cantidad de horas de luz, como en la calidad de la misma (BOLFOR *et al.*, 1998).

## **2.3. La silvicultura y los tratamientos silviculturales**

### **2.3.1. Silvicultura**

Es una disciplina que forma parte de las ciencias forestales y cuyo objetivo fundamental es la producción vegetal leñosa con el propósito de obtener el máximo de beneficios, en el menor tiempo posible y en forma sostenida (Alonso, 1996; citado por ALDANA, 2005). Louman *et al.* (2001), citados por GALVÁN (2003) indica que la silvicultura es la ciencia y el arte de cultivar el bosque y sus productos. La silvicultura controla la densidad, composición y estructura de los rodales; interviniendo en el crecimiento de los árboles mediante tratamientos silviculturales (Daniel *et al.*, 1982; citados por GALVÁN, 2003). Estos tratamientos silviculturales (la liberación por ejemplo) pueden modificar el microambiente, el ciclo hidrológico, las propiedades del suelo y la estructura, composición genética y crecimiento de los bosques (WADSWORTH, 2000).

La fotosíntesis es uno de los procesos fisiológicos del crecimiento de los árboles que más interesa al silvicultor, dado que se puede influir por el manejo de la iluminación solar de la copa, lo cual aumenta la tasa de crecimiento (Daniel *et al.*, 1982; citados por GALVÁN, 2003). Por lo tanto, el

efecto de un tratamiento silvicultural se evalúa de acuerdo con el cambio que produce en dicha intensidad de iluminación, para lo cual el actual grado de iluminación de copa indicaría la necesidad de efectuar una liberación (HUTCHINSON, 1993).

El éxito del manejo de un bosque tropical depende en gran parte de la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo. Los procesos que ocurren al caer un árbol son especialmente importantes para entender cambios en la estructura y dinámica de la comunidad arbórea, sobre todo porque la diversidad de tamaños y formas de estas aperturas producen una cantidad de micro ambientes en luz, temperatura, humedad e intensidad, los vientos crean condiciones favorables para la regeneración natural de especies arbóreas Denslow (1980) y Brokaw (1985), citado por SAENZ (1998).

El único factor limitante es la luz y este hecho solo afecta a las plantas de los doseles inferiores (regeneración natural). A pesar de que estas se han llegado a adaptar bastante bien para crecer en la sombra y puedan utilizar exhaustivamente cualquier calidad de luz disponible (VICKERY, 1991).

### **2.3.2. Tratamientos silviculturales**

Son operaciones que modifican la estructura del bosque para dar mayor espacio e iluminación a los árboles deseados. Se conoce como un conjunto de operaciones, cuyo propósito es dirigir el bosque hacia los objetivos de manejo. QUIRÓS (2001) señala que existen dos tipos de tratamientos, los

que favorecen el establecimiento de nueva regeneración y los dirigidos a favorecer el crecimiento de los árboles establecidos (d.a.p. > 10 cm).

En los bosques secundarios de Tingo María se han aplicado evaluaciones de la regeneración natural, evaluación de PPM, tratamientos silviculturales de corta de lianas, que han mostrado tasas de crecimiento: GUTIÉRREZ (2006), en evaluación de PPM categoría brinzales, reporta un crecimiento de 0,053 cm a 0,156 cm/año en el bosque reservado de la UNAS. DÍAZ *et al.*, (2004) al realizar mediciones en PPM bosque secundario de la UNAS, reportó un crecimiento de 0,23 cm a 0,3 cm/año. RUIZ (2004) en evaluación de PPM reporta para los bosques secundarios de Tingo María, un crecimiento de 0,56 cm/año en el BRUNAS y 0,10 cm/año en SUPTE San Jorge. Según VALDIVIA (2009), en tratamiento silvicultural de corta de lianas, determinó un promedio de 0,138 cm/año en el BRUNAS.

En los bosques tropicales se han aplicado varios tratamientos silviculturales: liberación, refinamiento, raleo, mejoramiento o saneamiento, corta del dosel medio (dosel protector), corta de lianas, modificaciones al suelo, limpieza del sotobosque, entre otros. En los bosques húmedos tropicales, que han mostrado bajas tasas de crecimiento en los trópicos de Asia, África y América (WADSWORTH, 2000). Estudios del crecimiento para especies agrupadas en bosques residuales reportan incrementos medios de 0,20 a 0,31 cm/año (PINELO, 1997) e incrementos medianos de 0,35 mm/año a 13,41 mm/año en la Selva en Costa Rica (Lieberman *et al.*, 1985; citados por GALVÁN, 2003). Según WADSWORTH (2000), en los bosques pluviales de la

India el crecimiento es de 0,3 cm/año, en los bosques pluviales de Nigeria de 0,7 cm/año. Señala excepcionalmente árboles expuestos en los bosques húmedos tropicales de Puerto Rico pueden crecer a una tasa de 2,5 cm/año de diámetro.

### **2.3.3. Corta intermedia**

Es dar las condiciones más adecuadas de luz para la regeneración que se establece. En la medida que ella se establece y se desarrolla, se van extrayendo los árboles viejos, esto depende de la tolerancia de las especies, para que el proceso se alargue y se acorte. En general se extrae entre el 25 al 50 % de la masa (ALDANA, 2005).

HUTCHINSON (1993) y WADSWORTH (2000) definen a la liberación, como la eliminación de los árboles que disminuyen la iluminación de la copa de los árboles de futura cosecha, o que compiten por espacio y nutrientes. Stanley (1998), citado por GALVÁN (2003) ve a la liberación como un raleo dirigido para disminuir la competencia superior y lateral en los árboles de futura cosecha, pero WADSWORTH (2000) define a la liberación como el tratamiento que disminuye la competencia desde arriba (principalmente), mientras que el raleo tiene que ver con la competencia lateral en árboles de tamaño similar.

Se considera que los tratamientos silviculturales pueden reducir el ciclo de corta y elevar la calidad y productividad de las especies comerciales del bosque (Hutchinson, 1987; Díaz, 1996; citados por GALVÁN, 2003).

Además, un tratamiento silvicultural permite que los árboles mantengan tasas altas de crecimiento, por ejemplo, en un bosque secundario de Costa Rica, la liberación aumentó hasta el doble la tasa de crecimiento de los árboles seleccionados en comparación con los árboles no liberados (HUTCHINSON, 1993). Además, la eliminación del estrato superior puede incrementar notoriamente el crecimiento en altura de brinzales y latizales (WADSWORTH, 2000), pero se recomienda repetir el tratamiento para mantener este efecto, principalmente sobre las especies heliófitas (Schulz, 1967; citado por GALVÁN, 2003). Sin embargo, cuando se hace un análisis a nivel de especie ya no resulta claro el efecto de la liberación. Por ejemplo, en un bosque residual de Nicaragua (Castillo, 1997; Sabogal *et al.*, 2001; citados por GALVÁN, 2003) se encontró que la mayoría de especies mantienen sus tasas de crecimiento, en tanto que en otras aumenta o disminuye, resultado no concluyente, dada la baja abundancia de muchas especies evaluadas.

#### **2.4. Cambios en estructura y composición del bosque bajo tratamiento silvicultural**

Un sistema práctico para el manejo forestal científico debe basarse en tres elementos que son: diseño de opciones, parcelas demostrativas y análisis de los cambios registrados (Gadow, 2004; citado por HÉRNADEZ, 2007).

La estructura horizontal es el arreglo de las comunidades vegetales en una superficie determinada a lo largo de un gradiente horizontal (INE, 1994; citado por HÉRNADEZ, 2007). Desde el punto de vista de la silvicultura, la



medida más importante de la organización horizontal es el área basal, se calcula como el área de un círculo de diámetro igual al diámetro a 1,30 m del árbol (Louman, 2001; citado por HÉRNADEZ, 2007). El bosque en su desarrollo natural tiene la capacidad de regenerarse por sí solo. Sin embargo, esto toma más tiempo comparado con la intervención del hombre mediante técnicas de manejo silvícola (Chacón, 1998; citado por HÉRNADEZ, 2007). El crecimiento de los árboles individuales está influenciado por sus características genéticas y su interrelación con el ambiente (factores climáticos y de suelo) y características topográficas, cuya suma representa la calidad de sitio (PRODAN *et al.*, 1997).

El incremento en volumen del árbol depende del crecimiento en altura y diámetro, y del grado de conicidad, la variación en el grado de crecimiento de cada lugar provoca que la especie presente variaciones en el volumen, también depende el número de árboles por unidad de área (Klepac, 1976; Spurr y Barnes, 1982; Ramírez y Zepeda, 1994; citados por HÉRNADEZ, 2007).

## **2.5. Parcelas permanentes de medición (PPM)**

Una PPM es una superficie de terreno debidamente delimitada y ubicada geográficamente en donde se registran datos sobre la vegetación, sea estos, ecológicas y dasométricas con la finalidad de obtener resultados como el incremento medio anual, mortalidad, reclutamiento u otro tipo de información previamente determinada, cuyos elementos serán necesarios para la elaboración de modelos de crecimiento y rendimiento (PINELO, 2000).

La primera medición debe hacerse efectiva en el momento de la instalación de la parcela y antes del aprovechamiento. La segunda a finales del mismo año y después de haberse realizado el aprovechamiento total o parcial del área de aprovechamiento (BOLFOR, 1999).

### **2.5.1. Importancia de las parcelas permanentes de monitoreo**

Las observaciones en parcelas permanentes representan una base de datos muy importante para desarrollar modelos de crecimiento. Durante un largo período se registran en las mismas los cambios cuantitativos y cualitativos de los atributos de los árboles. De esta manera las observaciones obtenidas permiten la construcción de un modelo de crecimiento para un conjunto de condiciones dado. Una desventaja del diseño de parcelas permanentes es el elevado costo del establecimiento y la larga espera por los datos (Gadow *et al.*, 2004; citado por HÉRNADEZ, 2007).

El uso de parcelas permanentes de muestreo (PPM) tiene un rol importante en la investigación ecológica y de manejo de los bosques naturales, un uso principal es la parametrización, calibración y verificación de modelos de crecimiento (Sheil, 1995; citado por GALVÁN, 2003). Las PPM también son recomendadas para la evaluación de plantaciones, pues favorecen la calidad de los datos para elaborar modelos de crecimiento (Vanclay *et al.*, 1995; citados por GALVÁN, 2003).

Las parcelas temporales pueden proporcionar una rápida solución en situaciones donde no existen datos sobre el desarrollo forestal. Estas

parcelas se miden sólo una vez pero cubren un amplio rango de edades aproximadas que se determinan mediante la extracción de virutas con el apoyo del taladro de Pressler y las edades aproximadas se relacionan con las condiciones de sitios, con edades conocidas nos puede brindar informaciones sobre tasas de crecimiento. Con las parcelas temporales se puede conocer las existencias volumétricas de las especies de interés en un tiempo relativamente corto (Gadow *et al.*, 2004; Klepac, 1976; citados por HÉRNADEZ, 2007). Las parcelas permanentes representan la base en manejo e investigación forestal. Las predicciones de crecimiento y producción tienen implicaciones directas para la toma de decisiones del uso adecuado de los recursos forestales (Kleinn y Morales, 2002; citado por HÉRNADEZ, 2007).

### **2.5.2. Distribución de parcelas**

Las PPM se pueden distribuir al azar o en forma sistemática, pero siempre basadas en la estratificación; es decir en condiciones similares (estratos) para posteriormente comparar y unir los resultados obtenidos en cada una de ellas. Además las PPM en bosques tropicales deben tener el tamaño mínimo de una hectárea con la finalidad de abarcar mayor variabilidad posible y facilitar el análisis de la información (Synnott, 1991; Alder, 1980; citados por PINELO, 2000).

### **2.5.3. Tamaño y ubicación de la muestra**

CAMACHO (2000) indica que el tamaño y la ubicación de un conjunto de PPM parten del análisis de cierta información básica:

- Variabilidad de las condiciones abióticas del sitio: altitud, topografía, exposición de pendientes y suelo.
- Tipos de bosques en términos de composición florística, densidad de individuo, área basal, volúmenes totales y comerciales.
- Tipo de estudio conducido: descriptivo o ensayo formal.
- Tamaño de la superficie boscosa.
- Recursos disponibles.

La variabilidad y los tipos de bosques, permiten la identificación de estratos en el área de estudio, mientras que los últimos tres puntos proporcionan la base para determinar el número para cada estrato.

## **2.6. Variables dasonómicas**

De acuerdo a Synnott (1991) citado por (LEAÑO y SARAIVA, 1998), recomienda que un conjunto de PPM, es necesario contar con datos básicos como: variables dasonómicas (diámetro y altura) y ecológicos (calidad de fuste, iluminación de copa, forma de copa y presencia de lianas). Las variables dasométricas del árbol que se modifican son: altura, diámetro, área basal y volumen. La altura es la variable que presenta mayor crecimiento en mejores calidades de estación (Hocke, 1984; citado por HÉRNADEZ, 2007).

### **2.6.1. Diámetro del fuste**

Los diámetros pueden medirse razonablemente al milímetro completo. En árboles en pie, la altura normal del diámetro definido del árbol es

a 1,30 m desde el nivel del suelo, medidos sobre la pendiente por la altura de medición, se denomina diámetro a la altura del pecho (PRODAN *et al.*, 1997).

El diámetro del fuste puede medirse con cinta diamétrica, preferiblemente con cinta de metal ó fibra de vidrio, para evitar que se estire; se toma la medida al milímetro inferior, ya que se considera un error sistemático incierto (Synnott, 1991; citado por PINELO, 2000). Al requerirse mayor precisión, tomar la circunferencia a 1,30 m y convertirlo a diámetro, dividiendo por " $\pi$ ", la medida tomada (PINELO, 2000).

#### **2.6.1.1. Medición del área basal**

Una de las dimensiones validadas con mayor frecuencia para caracterizar el estado de desarrollo de un árbol es el área basal que se define como el área de una sección transversal del fuste a 1,3 m de altura sobre el suelo. El área basal, por su forma irregular nunca se mide en forma directa, sino que se desvía de la dirección del diámetro (PRODAN *et al.*, 1997).

#### **2.6.2. Importancia del área basal**

RODRIGUEZ (1985) indica que el área basal ostenta importancia para cubicar un bosque, así mismo es importante para ver la biomasa del área, es imprescindible conocer tal sección, ya sea de un árbol individualmente o de una hectárea, teniendo en este último caso, el área basal por hectárea. Según ZOUDRE (1998), el área basal es el indicador de la fertilidad natural del sitio o el que permite medir la capacidad productiva del bosque. En un bosque virgen se tiene en promedio estimado de 38 m<sup>2</sup>/ha. Además se estima el área basal

entre 32 y 37 m<sup>2</sup>/ha. Estos valores definen métodos para evaluar los niveles de deterioro.

### **2.6.3. Crecimiento**

El crecimiento se define como la variación del tamaño de un individuo en el tiempo y la magnitud de la variación se denomina incremento.

BOLFOR (1998) señala que para poder analizar el crecimiento del bosque como un todo y de los árboles individuales, deben analizarse las características del medio y las de los individuos. Se debe tener presente que el crecimiento total es la suma del crecimiento de los individuos, el efecto de las características genéticas como la especie, el vigor (su capacidad intrínseca para aprovechar los recursos disponibles), la etapa de desarrollo de los árboles (edad), el sitio (disponibilidad de agua, minerales, luz, y temperatura), el manejo (referido a la competencia)

En las plantas, el crecimiento se restringe en zonas que tienen células producidas (recientemente) por división celular en un meristemo. No obstante, el crecimiento no es originado solamente por la división celular, sino también por el incremento de los productos celulares (Salisbury y Ross 1992; citados por GALVÁN, 2003). Los principales meristemos de la planta son las puntas de tallos, raíces y órganos rameales en crecimiento. Igual importante es el cambium de la raíz y el tallo, que en los árboles llevan a cabo el crecimiento en grosor mediante los incrementos anuales del floema y el xilema (Bidwell, 1993; citado por GALVÁN, 2003).

El crecimiento de los árboles está influenciado por la capacidad genética de una especie, interactuando con el ambiente (Husch *et al.* 1982); por lo tanto, el principio del crecimiento en los árboles es principalmente fisiológico, pero se debe considerar la influencia de los factores climáticos, edáficos y características topográficas, cuya suma representa la calidad del sitio (Daniel *et al.*, 1982: citados por GALVÁN, 2003).

Además, la competencia es un factor importante y el más controlable a través del manejo silvicultural (PRODAN *et al.*, 1997). El crecimiento de los árboles tropicales comienza con fuerza, pero disminuye cuando los árboles alcanzan un tercio del diámetro máximo de su tronco (Dawkins, 1963; citado por WADSWORTH, 2000).

Un resumen de crecimiento en Dap de más de 500 árboles, durante 25 años en un tipo de bosque húmedo secundario subtropical de Puerto Rico registró un promedio de 0,12 cm/año en extremos de 0,04 y 0,5 (Weaver, 1979; citado por WADSWORTH, 2000).

#### **2.6.4. Incremento**

La magnitud de la variación de crecimiento se denomina incremento determinado por dos mediciones: uno al inicio de periodo y otro al final (Keplac, 1976; Finegan, 1994; Gálvez, 1996; citados por PINELO, 2000). En investigaciones forestales, es muy común el uso de incremento diamétrico y absoluto, aunque para manejo forestal, los datos de incremento o medio anual en área basal, son de mayor utilidad para determinar la sostenibilidad del

recurso. Del mismo modo obteniendo la tasa de incremento, mortalidad y de reclutamiento anual, se podría determinar el porcentaje máximo de área basal potencial a aprovechar (PINELO, 2000).

Debido a la distribución sesgada y un coeficiente de variación, el incremento promedio no determina, de ninguna manera, el crecimiento de la población en estudio. Dicho promedio sobreestima el crecimiento en general de la mayoría de los árboles, y a la vez subestima el crecimiento de los mejores árboles del rodal, es decir de aquellos pocos que crecen de manera rápida (FINEGAN, 1997).

#### **2.6.5. Mortalidad**

La importancia de registro sobre mortalidad en estudios sobre dinámica del bosque, ayuda a interpretar el comportamiento natural del bosque y compararlo con lo que ocurre en los otros tratamientos. De esta manera se puede determinar la influencia de dichas intervenciones en la mortalidad.

La tasa de crecimiento, tasa de mortalidad, densidad y otras son significativas únicamente a nivel de grupo. Si se quiere comprender en su totalidad la ecología de una especie, se deben estudiar y medir las características de ese grupo de población (ODUM, 1996). Se representa una curva cóncava, cuando la mortalidad es alta durante las etapas jóvenes (ODUM, 1983).

A nivel de un rodal entero, el porcentaje de mortalidad para bosques húmedos tropicales varían entre 0,5% y 2,5%. Estudios realizados en



bosque húmedo de la selva, registró porcentajes anuales de mortalidad más altas para bosques húmedos tropicales: entre 1,8% y 2,25% (Swaine *et al.*, 1987; citados por FINEGAN, 1997).

#### **2.6.6. Reclutamiento**

Se consideran como reclutas a los individuos que en una medición alcanzan la dimensión establecida. Se puede calcular la tasa de reclutamiento y el número de reclutas por hectárea. Esta última información, sin embargo, es necesario manejar con mesura ya que es un dato relativo que depende de la densidad del bosque donde se establece el experimento (PINELO, 2000). La determinación del reclutamiento y mortalidad nos permite, por condición, dar seguimiento a los cambios del tamaño poblacional para cada especie presente en la vegetación (FINEGAN, 1997).

### **2.7. Variables ecológicas**

#### **2.7.1. Calidad de fuste**

Se refiere a un índice de calidad y cantidad de trozas aserrables que se pueden obtener de un árbol. Es de gran importancia durante el madereo y la utilización en inventarios madereros eventualmente, se incluye como factor a ser anotado en estudios de parcelas permanentes y estudios de tasa de crecimiento. Pero de todo modo la mala forma del fuste ciertamente esta correlacionada con la futura producción de madera en varias categorías y puede verse afectada por varias practicas silviculturales (PINELO, 2000).

### **2.7.2. Forma de copa**

Dentro de la población de cualquier especie, el aspecto o calidad de la copa en relación con el tamaño y estado de desarrollo del árbol esta correlacionado con el incremento potencial, lo que refleja como índice de calidad, siendo su valor dependiente de la historia pasada y que tal vea indica su potencial futuro (PINELO, 2000).

### **2.7.3. Iluminación de la copa**

La luz es un factor ecológico de extraordinaria importancia. Según la forma en que se utiliza y las relaciones que se dan (MARGALEF, 1986). La iluminación que recibe la copa de los árboles es una de las variables más importantes en el estudio del crecimiento, pues existe una alta correlación entre el nivel de iluminación y la tasa de crecimiento de los árboles (CAMACHO, 2000).

Los árboles del bosque difieren en cuanto a sus niveles de tolerancia, la capacidad de sobrevivir y crecer en condiciones de baja intensidad de luz. Muchos árboles del dosel que viven completamente expuestos en la madurez, en un inicio aguantaron años de sombra intensa, hasta que ocurrieron aperturas adecuadas para estimular su crecimiento (WADSWORTH, 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado al margen derecho del río Huallaga a 1,5 km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco (Figura 6 del Anexo 2).

Cuadro 1. Coordenadas UTM (Datum WGS 84) de las PPM - BRUNAS.

Parcelas	Vértice	Coordenadas		Pendiente
		Este	Norte	
PPM 1	1	391526,00	8969908,00	42 %
	2	391522,51	8969957,90	
	3	391472,63	8969954,40	
	4	391476,12	8969904,50	
PPM 2	1	391109,00	8970894,00	47 %
	2	391092,89	8970941,00	
	3	391044,91	8970923,90	
	4	391062,01	8970876,90	
PPM 3	1	391109,00	8970894,00	37 %
	2	391092,89	8970940,98	
	3	391044,91	8970923,88	
	4	391062,01	8970876,89	

PPM: Parcela permanente de medición

BRUNAS: Bosque Reservado de la UNAS.

### **3.1.1. Zona de vida**

La zona de estudio se encuentra ubicada, en la formación de bosque muy húmedo Pre Montano Tropical (bmh - PT) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú. Según Javier Pulgar Vidal, se encuentra en la zona selva alta o Rupa Rupa (HOLDRIDGE, 1987).

### **3.1.2. Condiciones climáticas**

Según datos de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2010), las condiciones climáticas del área de estudio presenta una temperatura máxima de 30,3 °C la mínima de 20,7 °C, y una temperatura media anual de 25,5 °C. La precipitación promedio anual es de 2 681,3 mm, y una humedad relativa de 84,9 % (Cuadro 24 del Anexo 1).

### **3.1.3. Fisiografía**

Presenta una fisiografía predominante de colinas con relieve ondulado quebradiza, con pendientes que van de 20 a 50 % con una altitud entre los 660 hasta los 1 000 m.s.n.m. (CARDENAS, 1995).

### **3.1.4. Hidrografía**

El sistema hidrográfico está formado por seis principales quebradas que drenan al río Huallaga. Se ubican (de norte a sur): Quebrada del Águila, Asunción Saldaña, Naranjal, Zocriadero, Córdova y Cocheros.

### **3.1.5. Vegetación**

La formación boscosa tiene las condiciones favorables para el desarrollo y crecimiento de la vegetación natural, las especies que comúnmente predominan en el área de estudio y en toda la zona tenemos: *Senefeldera macrophylla* “huangana caspi”, *Guateria elata* “carahuasca”, *Pouroma guianensis* “sacha uvilla”, *Miconia Terragona* “manzanita”, *Virola calophylla* “cumala” (GUTIÉRREZ, 2006).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Materiales de campo**

Se utilizó material cartográfico: mapa forestal, fisiográfico, plano de la parcelación del BRUNAS; wincha de 50 metros (dimensionamiento de las PPM), cinta diamétrica (para la evaluación del Dap), cuerda de rafia y estacas de madera (delimitación de la parcela y separación de las sub parcelas), pinturas esmalte (pintado y codificación), brochas, pinceles y formatos de campo para el registro de datos, plumón indeleble para el etiquetado. Se utilizó machete para cortar fustes de menor diámetro (latizales) y hacha para los fustes de mayor diámetro (fustales y árboles maduros).

### **3.2.2. Equipos de campo**

Se utilizó brújula para la orientación del diseño, levantamiento y delimitación de las parcelas, altímetro para registrar la altitud aproximada del lugar, GPS que nos permitió georreferenciar y obtener las coordenadas UTM de

las parcelas, vernier para la evaluación del diámetro de brinzal y latizal bajo. Luxómetro para evaluar la intensidad de luz.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Ubicación y delimitación las parcelas y sub parcelas

Para la ubicación se utilizó GPS y brújula para la orientación según el norte. Para la delimitación se prosiguió según la metodología propuesta por (PINELO, 2000), modificado. Para ello se utilizó rafias y estacas de madera, quedando de esta manera delimitada la vegetación de una sub parcela a otra.

#### 3.3.2. Codificación e identificación de la regeneración vegetal

Para la codificación y categorización silvicultural se ha utilizado la propuesta de CAMACHO (2000) y MANTA (1998), modificado, donde señalan las categorías de evaluación y tamaño de las parcelas (Cuadro 2 y Figura 2).

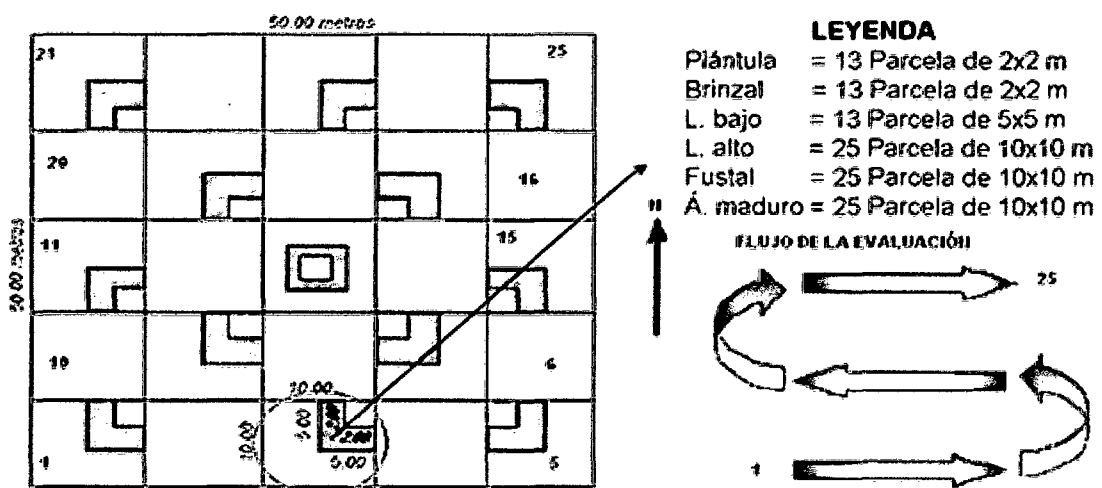


Figura 2. Distribución y delimitación de las parcelas, sub parcelas y flujo de la evaluación en la PPM.

Cuadro 2. Categorías de evaluación y tamaño de las sub parcelas.

Categoría	Dimensiones del individuo	Tamaño de la sub parcela (m)	Unidades de evaluación
Plántula	< de 0,30 m de altura	2 x 2	13
Brinzal	> 0,30 m - < 1,50 m de altura	2 x 2	13
Latizal bajo	> 1,50 m de altura – 5 cm de Dap	5 x 5	13
Latizal alto	> 5 cm de Dap - < 10 cm de Dap	10 x 10	25
Fustal	> 10 cm de Dap - < 40 cm de Dap	10 x 10	25
Árbol maduro	> 40 cm de Dap	10 x 10	25

Fuente: PINELO (2000).

Para la identificación se realizó la labor de etiquetado y pintado (Figura 3 y Cuadro 21 del Anexo 1).

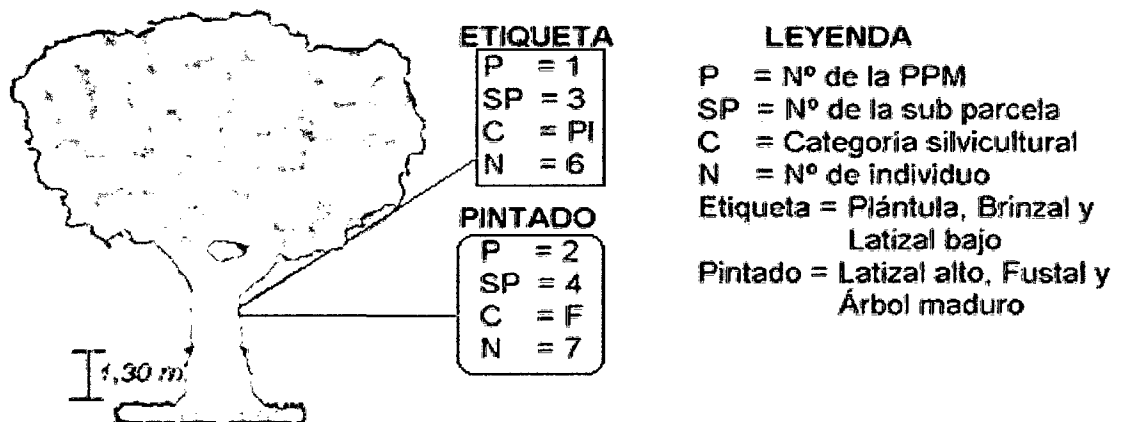


Figura 3. Etiquetado y pintado para la identificación de la regeneración natural.

### 3.3.3. Medición y evaluación de variables

#### 3.3.3.1. Dasonómicas (diámetro y área basal)

La metodología utilizada, fue de Synnott (1991), citado por PINELO (2000) se tomó la medida al milímetro inferior, considerando como error

sistemático incierto. PINELO (2000) al requerirse mayor precisión, tomar la circunferencia a 1,30 m y convertirlo a diámetro, dividiendo por "pi", la medida tomada. La primera evaluación fue línea base, luego se registró una segunda a los 6 meses y una tercera evaluación a los 12 meses.

### **3.3.3.2. Ecológicas (variables cualitativas)**

La metodología utilizada, fue de PINELO (2000) y CAMACHO (2000). Según las claves de evaluación (Cuadro 20 del anexo 1 y figuras 9, 10 y 11 del anexo 2) que consistió en evaluar y registrar en un formato, los códigos de calidad de fuste, forma de copa e iluminación de copa para las categorías latizal bajo, latizal alto, fustal y árbol maduro.

### **3.3.4. Intervención silvicultural**

Descripción del tratamiento silvicultural:

- Tratamiento testigo (parcela 3): en esta parcela no se realizó ningún tipo de intervención silvicultural.
- Tratamiento de corta intermedia (parcelas 1 y 2): se realizó una liberación para favorecer a los árboles de futura, reduciéndose la competencia sobre los mismos en espacio y nutrientes.

Aplicación del tratamiento silvicultural:

- Se seleccionó las especies indeseables de poco o ningún valor que perturbaban el desarrollo de las demás especies



valiosas con calidad de fuste entre ellos: deformados, dañados y podridos (Cuadro 13 del anexo 1). Luego de analizar los datos de la evaluación línea base se han extraído 155 árboles que representa el 16,7% del total de árboles registrados en el 2009 (Cuadro 20 de anexo 1) en cuanto al área basal representa 3,49% de 14,88 m<sup>2</sup> registrado en el 2009 (Cuadro 21 del anexo 1).

- Se ha tenido en cuenta la recomendación de SABOGAL (2004), la intensidad del tratamiento no deberá sobrepasar la tercera parte del área basal inicial, es decir, la intensidad del tratamiento para este caso fue menor que 4,96 m<sup>2</sup>.

### **3.3.5. Evaluación después de la intervención silvicultural**

Luego de hacer intervención silvicultural, se evaluó los cambios en: variables dasonómicas: crecimiento de plántulas, brinzales, latizales, fustales y árboles maduros, así como el incremento medio anual; y variables ecológicas: iluminación de copa, calidad de fuste y forma de la copa.

Además se registró la intensidad de luz con el Luxómetro antes y después de dicho tratamiento silvicultural, cuyos datos fueron necesarios para determinar el incremento de luz por apertura del dosel a consecuencia del tratamiento realizado en las parcelas de evaluación (Cuadro 25, 26 y 27 del Anexo 1).

### 3.3.6. Procesamiento de la información

#### 3.3.6.1. Análisis de la estructura horizontal

El análisis de la vegetación se resumió en una lista existente según el Índice de Valor Importancia (IVI), un índice que ha sido propuesto por Curtis y Macintosh (1950), donde considera los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia relativa para cada especie y ofrece así un criterio objetivo para la determinación de la importancia ecológica de las especies.

El IVI se obtuvo de la siguiente manera (Curtis y Macintosh, 1950; citados por GUARDIA, 2004).

$$\text{IVI especie} = A\% + D\% + F\%$$

Donde:

$A\% = \text{Abundancia relativa de la especie, calculada: } A/N \times 100$

$A = \text{Número de individuos de la especie}$

$N = \text{Número total de individuos}$

$D\% = \text{Dominancia relativa de la especie, calculada: } D/G \times 100$

$D = \text{Suma de áreas basales de la especie}$

$G = \text{Suma de áreas basales de todos los individuos}$

$F\% = \text{Frecuencia relativa de las especies, calculada: } F/S \times 100$

$F = \text{Número de subparcelas donde ocurre la especie} /$   
 número total de subparcelas

$S = \text{Suma de las frecuencias absolutas de todas las especies}$

Cociente de mezcla (CM). Es el indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales ( $S: N$  ó  $S / N$ ).

El Cociente de mezcla permite tener una idea general de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque. Los valores del cociente de mezcla dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad.

$$C.M. = \frac{S}{N} = \frac{1}{N/S}$$

Donde:

S = Número total de especies en el muestreo

N = Número total de individuos en el muestreo

Para analizar el efecto del tratamiento sobre la estructura en términos de abundancia (número de árboles) en la parcela tratada y parcela testigo se tomaron los datos obtenidos de las mediciones antes del tratamiento aplicado en 2009 (todos vivos), durante y después del tratamiento en 2010 (sobrevivientes y reclutas).

El análisis del crecimiento en área basal ( $m^2/ha$ ) promedio por tratamiento, consistió en calcular la diferencia entre área basal inicial y el

área basal final en cada período. Para obtener el incremento medio anual (IMA) se utilizó la fórmula propuesta por WADSWORTH (2000).

Incremento medio anual (IMA):

$$\text{IMA (\%)} = \frac{(\text{Abu} - \text{Abi}) / t}{\text{Abi} + \text{Abu}/2} \times 100$$

Donde:

Abu = Área basal registrada en la última medición.

Abi = Área basal del árbol registrada en la primera medición.

t = Intervalo de tiempo transcurrido entre la primera y última medición, expresada en años decimales.

Para el análisis del crecimiento diamétrico por tratamiento silvicultural, se consideró el diámetro inicial y el diámetro final por periodo (o sea que no hubieran muerto). Se excluyeron las palmas porque no presentan crecimiento secundario.

Se tomó en cuenta la propuesta de FINEGAN (1997), quien indica tres categorías poblacionales para la descripción de los patrones dinámicos en el tiempo: poblaciones decadentes (reclutas < mortalidad), poblaciones estáticas (reclutas = mortalidad) y poblaciones crecientes (reclutas > mortalidad). Para el presente estudio ésta categoría poblacional se basará en la ganancia (reclutas) o pérdida (muertos).

Para los cálculos de mortalidad y reclutamiento se utilizó la fórmula propuesta por Hall y Bawa (1993), citados por PINELO (2000).

$$\text{Mortalidad: } M (\%) = 100 \{ \text{Ln} [N / (N - M)] / t \}$$

Donde:

Ln = logaritmo natural.

N = número de árboles registrados en la primera medición.

M = número de árboles muertos registrados en última medición.

t = intervalo de tiempo entre la primera y última medición.

$$\text{Reclutamiento: } R (\%) = [(r / N) / t] * 100$$

Donde:

t = intervalo de tiempo entre la primera y última medición.

N = número de árboles registrados en la primera medición.

R = número de individuos que ingresaron a la clase diamétrica por categoría silvicultural.

### **3.3.6.2. Análisis de la estructura vertical**

Se realizó un análisis para evidenciar la correlación del crecimiento con la iluminación de copa, forma de copa y calidad de fuste de los individuos de las especies comunes por tratamiento, la realización de las pruebas fue para muestras relacionadas el antes y después del tratamiento con un nivel de confianza del 95%. Por falta de datos en la parcela tratada no se relacionó con la variable ecológica presencia de lianas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efectos del tratamiento sobre la estructura horizontal

#### 4.1.1. Cambios en la composición florística

En toda el área de estudio se registró 29 familias, 59 géneros, 72 especies, con un promedio de 3 000 indiv./ha, considerando todas las categorías desde plántulas hasta árboles maduros. Las familias más representadas en términos del número de géneros fueron MIMOSACEAE, RUBIACEAE, LAURACEAE, MORACEAE (Cuadro 13 del Anexo 1). Las familias EUPHORBIACEAE, RUBIACEAE, MYRISTICACEAE, MIMOSACEAE fueron las que más representaron al número de especies.

CÁRDENAS (1995) indica que en un inventario realizado en el BRUNAS, determinó la existencia de 32 familias, 70 géneros, 111 especies y 1 693 árboles; de los cuales 1,124 árboles corresponden al bosque de producción forestal y 569 árboles al bosque de protección. RUIZ (2004), en trabajos realizados en el bosque secundario del BRUNAS, registró 20 especies distribuidas en 10 familias.

El Índice de valor de importancia (IVI) permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. Las especies con mayor peso ecológico en el estudio realizado fueron: *Senefeldera*

*macrophylla*, seguido *Cecropia sciadophylla*, *Inga peltademia*, *Hamelia patens*, *Theobroma suvicanum*, *Cecropia uctubambana*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Virola pavonis*, *Pouroma minor*, *Guatteria elata*, etc. (Cuadro 16 del Anexo 1). Estos resultados son más cercanos a los obtenidos por CÁRDENAS (1995) en un inventario realizado en el BRUNAS.

**Abundancia:** De las especies encontradas en el bosque la más abundante es *Senefeldera macrophylla* con el 45,9 %, seguido de *Hamelia patens* con el 3,8 %, *Inga peltademia* y *Virola pavonis* con el 2 % respectivamente.

**Dominancia:** En el estudio realizado la especie más dominante fue *Senefeldera macrophylla* con el 21,4 % seguida de *Cecropia sciadophylla* con el 11,5 %, *Nectandra capanahuensis* con el 4 % y *Cedrelinga catenaeformis* con el 3,8 %.

**Frecuencia:** Todas las especies presentaron una frecuencia del 2,2 % a excepción de las especies *Cedrelinga catenaeformi*, *Hamelia patens*, *Nectandra capanahuensis* presentaron el 1,5 %.

CÁRDENAS (1995) señala que en un inventario realizado en el BRUNAS, indica que las cinco especies más abundantes en el bosque de producción forestal son: *Senefeldera macrophylla* (184 individuos) *Pseudolmedia lavets* (47 individuos) *Hevea guianensis* (36 individuos),

*Pouroma minor* (34 individuos) y *Cecropia engleriana* (32 individuos); en un muestreo de 3 has.

GUTIÉRREZ (2006) indica que las especies que comúnmente predominan en el área de estudio y en toda la zona del BRUNAS tenemos: *Senefeldera macrophylla* "huangana caspi", *Guatteria elata* "carahuasca", *Pouroma guianensis* "sacha uvilla", *Miconia Tetragona* "manzanita", *Virola calophylla* "cumala".

Cociente de mezcla (CM). El cociente de mezcla da un valor de 1: 9,3 indicando que por cada especie encontrada se presentan 10 individuos en la PPM1 (Cuadro 3), en la PPM2 por cada especie encontrada se presentan 11 individuos y en la PPM3 por cada especie encontrada se presentan 21 individuos. Se observó un bosque con mucha heterogeneidad.

Cuadro 3. Cociente de mezcla de las parcelas permanentes en estudio.

Cociente de mezcla	PPM1	PPM2	PPM3
Número de especies	51	41	44
Número de individuos	473	448	921
C.M.	0,108	0,092	0,048
N/S	9,3	10,9	20,9

Los bosques naturales tropicales son muy heterogéneos y están conformados por una gran diversidad de especies, con diferentes edades dentro de las cuales, según FAO, citado por WADSWORTH (2000), se diferencian tres estados sucesionales a saber: Brinzal, Latizal y Fustal.



#### 4.1.2. Cambios en la abundancia

La dinámica estructural en número de árboles, en la parcela tratada, reveló un cambio de - 6,1 % de su población inicial (Cuadro 4). Por otro lado, la parcela testigo mostro una dinámica diferente, reveló un cambio de - 0,98% de su población inicial.

Cuadro 4. Número de individuos por hectárea y su promedio, según las categorías de la parcela tratada y parcela testigo, según el tiempo de evaluación.

Categoría	Parcela tratada			Cambio	Parcela testigo			Cambio
	1°	2°	3°	%	1°	2°	3°	%
A. maduro	36	42	42	16,7	28	24	24	-14,29
Fustal	614	608	568	-7,5	752	764	752	0
L. alto	690	458	442	-35,9	848	852	864	1,89
L. bajo	516	404	326	-36,8	1076	1064	1140	5,95
Brinzal	216	216	204	-5,6	704	700	752	6,82
Plántula	318	454	662	108,2	676	560	512	- 24,26
<b>Total</b>	<b>2 390</b>	<b>2 182</b>	<b>2 244</b>	<b>- 6,1</b>	<b>4 084</b>	<b>3 964</b>	<b>4 044</b>	<b>- 0,98</b>

Nota: 1° = evaluación antes del tratamiento, 2° = evaluación después del tratamiento, 3° = evaluación seis meses después del tratamiento.

En la parcela tratada, en la segunda evaluación ha reducido por el tratamiento en la categoría fustal el 1,63 %, en latizal alto el 31,88 %, en latizal bajo el 15,5 %, recudiendo un total de 12,97 % de la población inicial (Cuadro 19 del anexo 1); por reclutamiento, en el Cuadro 4, solo mostró una reducción del 6,1 %, es decir, la población se está recuperando con la entrada de luz, dicho esto, con la aplicación del tratamiento se estimuló el crecimiento de plántulas en 108,2 %; por lo contrario, en la parcela tratada

la categoría de plántula murieron el 24,26 % de su población inicial por falta de condiciones favorables para su desarrollo.

En la parcela tratada se ha encontrado 2 244 indiv./ha, en la categoría árbol maduro 42, fustal 568, latizal alto 442, latizal bajo 326, brinzal 204 y plántula 662. Considerando solo individuos con d.a.p. > 10 cm se ha encontrado 1 052 indiv./ha en la última evaluación, los resultados son similares a los encontrados por la FAO, citado por WADSWORTH (2000), la cantidad de árboles con d.a.p., de 10 cm a más, por unidad de área varía con el sitio. Para los bosques estacionales, el promedio es de casi 500 árboles/ha; para los bosques pre-montanos el promedio es de hasta 1 000 árboles/ha.

VALDIVIA (2009) señala que en el área de la parcela tratada donde se hizo tratamiento silvicultural de corta de lianas, encontró 1 269 indiv./ha, para la categoría latizal alto 352, latizal bajo 258, brinzales 96 y plántulas 563. Asimismo, GUTIÉRREZ (2006) reporta 1 487 indiv./ha, para latizal alto 214, latizal bajo 345, brinzal 167 individuos; evaluados en 4 PPM de hectárea cada una. DÍAZ *et al.* (2004), encontró 800 indiv./ha en bosque secundario (Supte San Jorge), encontró para latizal alto 170, latizal bajo 358, brinzales 272 individuos.

Al respecto, tanto en la parcela tratada como testigo se registró mayor número de individuos a comparación con las evaluaciones hechas en la misma área y otros lugares.

### 4.1.3. Variación del área basal

#### 4.1.3.1. Crecimiento del área basal

Con relación crecimiento del área basal registrada en un año (Cuadro 5) se observó, en la parcela tratada aumentó 6,85 % (2,04 m<sup>2</sup>/ha/año), mientras que en la parcela testigo disminuyó 12,24 % (3,75 m<sup>2</sup>/ha/año) respecto a su área basal inicial.

Cuadro 5. Promedio de área basal (m<sup>2</sup>/ha) por tratamiento, según su categoría y tiempo de evaluación.

Categoría	Parcela tratada			Prom.	Crec.	Parcela testigo			Prom.	Crec.
	1°	2°	3°			1°	2°	3°		
Árbol maduro	8,20	9,32	9,72	9,08	1,52	5,54	3,29	3,62	4,15	-1,91
Fustal	18,69	19,72	18,81	19,07	0,11	19,49	20,45	19,53	19,83	0,04
L. alto	2,69	1,93	3,17	2,59	0,48	3,40	3,52	3,41	3,44	0,01
L. bajo	0,19	0,17	0,11	0,15	-0,07	0,33	0,33	0,29	0,32	-0,04
Brinzal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	1,88	0,02	0,02	0,64	-1,85
<b>Total</b>	<b>29,77</b>	<b>31,14</b>	<b>31,82</b>	<b>30,91</b>	<b>2,04</b>	<b>30,63</b>	<b>27,63</b>	<b>26,88</b>	<b>28,38</b>	<b>-3,75</b>

Nota: 1° = evaluación antes del tratamiento, 2° = evaluación después del tratamiento, 3° = evaluación seis meses después del tratamiento.

En la parcela tratada, en la segunda evaluación ha reducido por la aplicación del tratamiento en la categoría fustal el 0,89 %, en latizal alto el 31,66 %, en latizal bajo el 11,29 %, reduciendo un total de 3,49 % de su área basal inicial (Cuadro 19 del anexo 1); por reclutamiento paso de una categoría a otra y el incremento del área basal, se mostró un crecimiento de 2,04 m<sup>2</sup>/ha. Por lo contrario, en la parcela testigo por la muerte de árboles maduros ha reducido su área basal inicial.

Chacón (1998), citado por HÉRNADEZ (2007) menciona que el bosque en su desarrollo natural tiene la capacidad de regenerarse por sí solo. Sin embargo, esto toma más tiempo comparado con la intervención del hombre mediante técnicas de manejo silvícola. La parcela tratada reveló un promedio de 30,91 m<sup>2</sup>/ha. y la parcela testigo un promedio de 28,38 m<sup>2</sup>/ha.

ZOUDRE (1998) plantea que en un bosque virgen tiene un promedio estimado de 38 m<sup>2</sup>/ha. LOMBARDI (1989) el área basal, es para estimar la velocidad de recuperación de los bosques intervenidos, estimados entre los 32 y 37 m<sup>2</sup>/ha. GUARDIA (2004) encontró valores de área basal de 25 m<sup>2</sup>/ha a 31 m<sup>2</sup>/ha obtenidos de bosques secundarios de 16 y 18 años de edad. (Finegan y Guillen, 1992; citados por GUARDIA, 2004) de 16 m<sup>2</sup>/ha a 25 m<sup>2</sup>/ha, obtenido de bosques secundarios menores a 25 años de edad.

Estos datos concuerdan con lo propuesto por HÉRNADEZ (2007) a medida que el número de árboles aumenta por hectárea el área basal total tiende a aumentar.

#### **4.1.3.2. Incremento medio anual (IMA %)**

La parcela tratada (Cuadro 6), reveló un IMA de 6,6 % en un año de monitoreo. Mientras que en la parcela testigo presentó un IMA negativo de -13 % en un año.

Cuadro 6. Incremento Medio Anual (IMA %) de la parcela tratada y parcela testigo en un año de estudio, según las categorías.

Categoría	A. maduro	Fustal	L. alto	L. bajo	Brinzal	Total
Parcela tratada IMA %	17,0	0,6	16,4	-49,8	39,5	6,6
Parcela testigo IMA %	-41,8	0,2	0,4	-12,0	-194,9	-13,0

Nota: IMA % (área basal inicial y final), DS = desviación estándar del promedio.

En la parcela tratada se reportó un IMA general de 6,64 %; por categoría para brinzal (39,7 %), árbol maduro (17 %), latizal alto (16,4 %), fustal (0,6 %) y latizal bajo (-49,8 %). En la parcela testigo, las categorías presentaron menor porcentaje de IMA: latizal alto (0,4 %), fustal (0,2 %), latizal bajo (-12%), árbol maduro (-41,8 %) y brinzal (-194,9 %).

VALDIVIA (2009) reveló un IMA general de 2,6 %; y por categoría registró 6,1 %, por categoría 45,7 % brinzal, 10,8 % latizal bajo y 5,7 % latizal alto. GUTIERREZ (2006) registró el porcentaje de IMA para brinzal (23,67), latizal bajo (14,25) y latizal alto (6,62). RUIZ (2004) determinó que el IMA del Bosque secundario del BRUNAS es de 4,76 % y de SUPTE 4,87 %. A comparación la parcela tratada se registro un IMA (%) mayor que los valores obtenidos por estos autores.

#### 4.1.3.3. Incremento diamétrico por especies comunes

Los incrementos diamétricos la categoría fustal y latizal alto los incrementos medianos son más altos en la parcela tratada que en la parcela testigo a través de un año de monitoreo (Cuadro 7), con excepción de la categoría árbol

maduro y brinzal que los incrementos medianos son más altos en la parcela testigo. Esto quiere decir que los árboles grandes tanto en las parcelas testigo como en la parcela tratada no presentaban crecimiento similar antes del tratamiento.

Cuadro 7. Incremento diamétrico anual (cm/año) de las categorías, según la parcela tratada y parcela testigo.

Categoría	Parcela Tratada			Parcela Testigo			Promedio		
	N	cm/año	DS	N	cm/año	DS	N	cm/año	DS
A. maduro	21	0,248	0,271	6	0,379	0,396	14	0,313	0,334
Fustal	284	0,732	0,461	188	0,056	0,132	236	0,394	0,297
L. alto	221	0,835	0,206	216	0,021	0,738	219	0,428	0,472
L. bajo	163	0,013	0,028	285	0,133	0,014	224	0,073	0,021
Brinzal	102	0,088	0,013	188	0,818	0,847	145	0,453	0,430
Total	791	0,476	0,279	883	0,366	0,079	837	1,096	0,421

La población de la parcela tratada presentó un incremento diamétrico anual de 0,476 cm/año con fluctuación de 0,013 a 0,835 cm/año, mientras que en la parcela testigo 0,366 cm/año oscilaron de 0,021 a 0,818 cm/año. GUTIÉRREZ (2006), en una evaluación de PPM categoría brinzales, reporta un crecimiento de 0,053 cm a 0,156 cm/año. DÍAZ *et al.* (2004) al realizar mediciones en PPM bosque secundario de la UNAS, reportó un crecimiento de 0,23 cm a 0,3 cm/año. RUIZ (2004) en evaluación de PPM, reporta para los bosques secundarios de Tingo María, un crecimiento de 0,56 cm/año en el BRUNAS y 0,10 cm/año en SUPTE San Jorge. VALDIVIA (2009) indica que en tratamiento silvicultural de corta de lianas determinó un promedio de 0,138 cm/año en el BRUNAS que fluctuaron de 0,03 a 0,42 cm/año. Tanto en la parcela testigo como parcela tratada el crecimiento del diámetro fue mayor que obtenidos por estos autores. Según FINEGAN (1997) el

incremento promedio no determina, de ninguna manera, el crecimiento de la población en estudio. Dicho promedio sobreestima el crecimiento en general de la mayoría de los árboles, y a la vez subestima el crecimiento de los mejores árboles del rodal, es decir de aquellos pocos que crecen de manera rápida. Por esta razón, el crecimiento del diámetro se hizo por especies comunes en ambas parcelas.

A continuación se mencionan las especies con mayor incremento diamétrico (Cuadro 8), en la parcela tratada: cinchona (*Cinchona micrantha* 3,54 cm/año), huamanzamana (*Jacaranda copaia* 3,29 cm/año), tomillo (*Cedrelinga catenaeformis* 2,86 cm/año), sachá uvilla (*Pouroma minor* 2,19). Al contrario las especies con menor incremento diamétrico fueron: chemicua (*Perebea angustifolia* 0,06 cm/año) y anonilla (*Annona excellens* 0,03 cm/año). En la parcela testigo las especies con mayor incremento diamétrico fueron: cinchona (*Cinchona micrantha* 2,13 cm/año), Aceite caspi (*Sheflera morotoni* 0,89 cm/año), cético colorado (*Cecropia sciadophylla* 0,87 cm/año), huamanzamana (*Jacaranda copaia* 0,74 cm/año). Las especies con menor incremento diamétrico fueron: ucshaquiro blanco (*Tachigalia cavipes* 0,07 cm/año) y pashaco cutanillo (*Macrobium gracile* 0,06 cm/año). La clasificación de las especies por gremios ecológicos, nos permitió observar la amplia variación entre incrementos por especie, además hace suponer que el crecimiento rápido de algunos árboles dependía de su posición dentro de la jerarquía competitiva así como recursos de suelo y luz para su crecimiento.

En este sentido se cree que los árboles grandes consiguen la mayor parte de los recursos y crecen rápido. No obstante, los árboles con diámetros pequeños aunque crecen lento por el hecho de estar suprimidos y poca

disponibilidad del recurso luz, podrían aumentar sus tasas de crecimiento al ocurrir una abertura en el dosel del bosque (HUTCHINSON, 1993). Según WADSWORTH (2000), el crecimiento en d.a.p. en un tipo de bosque húmedo secundario subtropical de Puerto Rico registró un promedio de 0,12 cm/año en extremos de 0,04 y 0,5.

Cuadro 8. Comparación de incrementos diamétricos anuales de las especies comunes por grupo ecológico de los árboles sobrevivientes en el BRUNAS.

Nombre científico	Tratada		Testigo		Grupo
	N	cm/año	N	cm/año	
<i>Cinchona micrantha</i> L.	2	3,5	2	2,1	HE
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	5	3,3	5	0,7	HE
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke D.	7	2,9	1	0,1	HD
<i>Pouroma minor</i> Benoist	23	2,2	3	0,3	HE
<i>Cecropia uctubambana</i> Linn.	2	2,1	21	0,7	HE
<i>Nectandra capanahuensis</i> O. Schmidt	17	1,6	8	0,2	EP
<i>Tachigalia cavipes</i> (Spruce ex Benth)	3	1,6	13	0,1	ET
<i>Tachigalia setifera</i> (Ducke)	4	1,4	4	0,2	ET
<i>Spondias mombin</i> L.	1	0,9	1	0,1	
<i>Guatteria elata</i> R. E. Fries	22	0,8	2	0,5	ET
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	7	0,8	83	0,3	
<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) D.C.	14	0,7	20	0,3	HD
<i>Cecropia sciadophylla</i> C. Martius	16	0,7	18	0,9	HE
<i>Macrolobium gracile</i> Spruce.	14	0,7	1	0,1	HD
<i>Sheflera morotoni</i> (Aubl.)	5	0,7	1	0,9	HE
<i>Claricia racemosa</i> R. y P.	14	0,6	8	0,3	HD
<i>Virola pavonis</i> (ADC) Smith	20	0,6	26	0,1	EP
<i>Senefeldera macrophylla</i> Ducke	250	0,6	531	0,2	
<i>Aniba perutilis</i> Hemsley	13	0,4	2	0,3	HD
<i>Aniba amazonica</i> (Meisn.) Mez.	1	0,4	4	0,4	HD
<i>Theobroma suvinkanum</i> C. Martius.	28	0,2	7	0,2	HE
<i>Protium plagiocarpium</i> Benoist.	2	0,1	4	0,2	
<i>Perebea angustifolia</i> Berg.	18	0,1	17	0,7	HD
<i>Annona excellens</i> R.E.Fries	1	0,0	5	0,1	

Nota: HE = heliófitas efímeras, HD = heliófitas durables, EP = esciófitas parciales, ET = esciófitas totales



Schulz (1960), citado por WADSWORTH (2000), menciona que la luz solar adecuada, especies oportunistas como *Cecropia sp.*, pueden crecer 10 m. de altura en 2 años.

El principio del crecimiento en los árboles es principalmente fisiológico, pero se debe considerar la influencia de los factores climáticos, edáficos y características topográficas, cuya suma representa la calidad del sitio (Daniel *et al.*, 1982; Husch *et al.*, 1982; citados por GALVÁN, 2003).

#### **4.1.4. Cambios en la dinámica estructural**

En la parcela tratada, el 23,5 % de los individuos murieron mientras que el reclutamiento significó el 27,2 %, mostrando un cambio del 3,7 %, es decir, la población es creciente (Cuadro 9), en la parcela testigo, el 12,3 % de los individuos murieron mientras que el reclutamiento significó el 12,2 %, ha mostrado un mínimo cambio del -0,1 %, es decir, la población es estática.

No obstante, para tener una idea de cómo ha evolucionado el desarrollo estructural de las poblaciones de las especies comunes (Anexo1, Cuadro 21) muestra un listado de especies con porcentaje de reclutamiento y mortalidad.

##### **4.1.4.1. Mortalidad y reclutamiento de especies**

La mortalidad se separó por causa "natural" y por efecto del tratamiento (Cuadro 22 y 23 del Anexo 1), para este caso se consideró

muerte “natural” por categorías. La parcela tratada (Cuadro 9), presentó una mortalidad para plántula 89,5 %, brinzal 18,2 %, latizal bajo 31,1 %, latizal alto 10,1 % y fustal 12,5 %. En la parcela testigo, se observó una mortalidad para plántula 35,1 %, brinzal 15,3 %, latizales bajos 8,9 %, en latizal alto 6,3 %, en fustal 3,2 % y en árbol maduro 15,4 %.

Según FINEGAN (1997), a nivel de rodal entero la tasa de mortalidad oscila entre 1,8 % y 2,5 %. BLAS (2004), encontró que la mortalidad en el BRUNAS es de 0,41 %. RUIZ (2004), registró una tasa de mortalidad para los bosques del BRUNAS de 9,02 % y de SUPTE de 6,85 %. DÍAZ *et al.* (2004) reporta la mortalidad para brinzal 11,71 %, latizal bajo 7,15 % y latizal alto 7,9 %. VALDIVIA (2009) registró una mortalidad en plántulas de 136,78 %, brinzal 21,89 %, latizal bajo 7,6% y latizal alto 7,95 %.

Los autores citados no toman en cuenta la categoría plántulas, por lo que los resultados obtenidos en la investigación se incrementan considerablemente; en cambio, VALDIVIA (2009) registra mayor mortalidad de plántulas. Así mismo estos resultados se corroboran con lo indicado por ODUM (1983), donde señala una curva altamente cóncava se produce cuando la mortalidad es alta durante las etapas jóvenes.

Cuadro 9. Dinámica entre la mortalidad y reclutamiento del número de árboles y área basal por hectárea, según la categoría, durante un año de estudio en el BRUNAS, Tingo María, Perú.

Categoría	Datos	Tratada				Testigo			
		2009	R	M	Crec.	2009	R	M	Crec.
Maduros	Nº	36	16,7	-	16,7	28	-	15,4	-15,4
	AB (m <sup>2</sup> )	8,201	9,54	-	9,5	5,54	-	50,2	-50,2
Fustales	Nº	614	5,86	12,5	-6,6	756	3,175	3,23	-0,1
	AB (m <sup>2</sup> )	18,69	1,97	10,7	-8,7	19,5	1,816	2,09	-0,3
L. altos	Nº	690	7,83	10,1	-2,2	848	11,32	6,33	5,0
	AB (m <sup>2</sup> )	2,687	5,16	8,99	-3,8	3,4	11,97	4,53	7,4
L. bajos	Nº	516	5,81	31,1	-25,3	1076	13,75	8,94	4,8
	AB (m <sup>2</sup> )	0,186	3,89	34,6	-30,7	0,33	9,26	8,3	1,0
Brinzales	Nº	216	20,4	18,2	2,1	704	22,73	15,3	7,4
	AB (m <sup>2</sup> )	0,008	17,5	15,6	1,9	1,88	0,159	54,4	-54,3
Plántulas	Nº	318	151	89,5	61,5	676	10,65	35,1	-24,4
Total	Nº	2 390	27,2	23,5	3,7	4 088	12,23	12,3	0,0
	AB (m <sup>2</sup> )	29,77	4,36	7,59	-3,2	30,6	2,592	12,3	-9,7

Nota: R = porcentaje de reclutamiento, M = porcentaje de mortalidad.

El porcentaje del reclutamiento, se consideró por categoría, en la parcela tratada se registro para plántula 150,9 %, brinzal 20,4 %, latizal bajo 5,8 %, latizal alto 7,8 %, fustal 5,9 % y árbol maduro 16,7 %. En la parcela testigo, para plántula 10,7 %, brinzal 22,7 %, latizal bajo 13,8 %, latizal alto 11,3 % y fustal 3,2 %.

VALDIVIA (2009) registró una tasa de reclutamiento para plántulas 103,89 %, brinzal 36,2 %, latizal bajo 13 % y latizal alto 11,4 %. AGUIRRE (2009) reportó reclutamiento para fustales 1,29 % y árboles

maduros 5,56 %. GUTIERREZ (2006), reporta porcentajes de reclutamiento para brinzal 6,6 %, latizal bajo 1,88 % y latizal alto 0,88. DÍAZ *et al.* (2004) reporta reclutamiento para brinzales 0,58 %, latizal bajo 1,07 % y latizal alto 0,78 %.

Esta diferencia de porcentaje se deriva a que no considera la categoría plántulas en las evaluaciones de los autores citados; debido la apertura del dosel por corta intermedia, germinan las semillas que están esperando alguna entrada de luz, por las condiciones favorables la regeneración natural incrementa su crecimiento en diámetro y pasa de una categoría a otra. FINEGAN (1996) indica que el patrón dinámico en cada bosque secundario está relacionado con las condiciones particulares de cada sitio como factores edáficos, la madurez del bosque, la longevidad de las especies, etc.

Estos resultados son importantes como indica PINELO (2000), que es de suma importancia registrar la mortalidad, sobre todo cuando se trata de dinámica del bosque, lo cual ayudara a interpretar el comportamiento natural del bosque. Además indica que esta información debe manejarse con cautela ya que es un dato relativo que depende de la densidad del bosque donde se establece el experimento.

Por otro lado, FINEGAN (1997) señala que la determinación del reclutamiento y mortalidad nos permite, dar seguimiento a los cambios del tamaño poblacional por cada especie presente en la vegetación.

## 4.2. Cambios en la estructura vertical en relación de variables ecológicas

Los datos expuestos, ponen en evidencia que las características de la copa y la intensidad de luz recibida, influyen en el crecimiento de los árboles.

### 4.2.1. Calidad de fuste

Respecto a la calidad de fuste, en la parcela tratada (Cuadro 10 y figura 4), se observó que el efecto del tratamiento ha incrementado la calidad de fuste comerciales en el futuro de 44,2 % a 62,1 %; ha disminuido fustes deformados de 21,1 % a 6,5 % y fustes dañados de 5,1 % a 0,4 %.

Cuadro 10. Porcentaje total de la calidad de fuste, antes y después del tratamiento en un año de estudio, según la parcela tratada y la parcela testigo.

Calidad de fuste	Tratada		Testigo	
	Antes %	Después %	Antes %	Después %
Comercial actualmente	25,66	25,02	23,05	26,49
Comercial en el futuro	44,29	62,09	35,90	35,16
Comercial en el futuro, base podrida	3,43	5,75	5,28	1,31
Deformado	21,10	6,51	34,83	36,29
Dañado	5,12	0,44	0,81	0,61
Podrido	0,39	0,18	0,13	0,13

Estadísticamente tiene una significancia de 0,8% para muestra relacionadas el antes y después.

En la parcela testigo, la calidad de fuste se mantiene casi contante, es decir, a medida que aumenta el número de individuos el porcentaje de la calidad de fuste aumenta en todas sus variables.

VALDIVIA (2009) las características predominantes fueron comercial en el futuro 49,41 %, deformado 36,87 %, fuste dañado 13,41 %. GUTIERREZ (2000), reporta 55,90 y 50 % de la característica comercial en el futuro, para las categorías latizal bajo y latizal alto, respectivamente. RUIZ (2004), encontró que la característica comercial en el futuro registró 70,08 %.

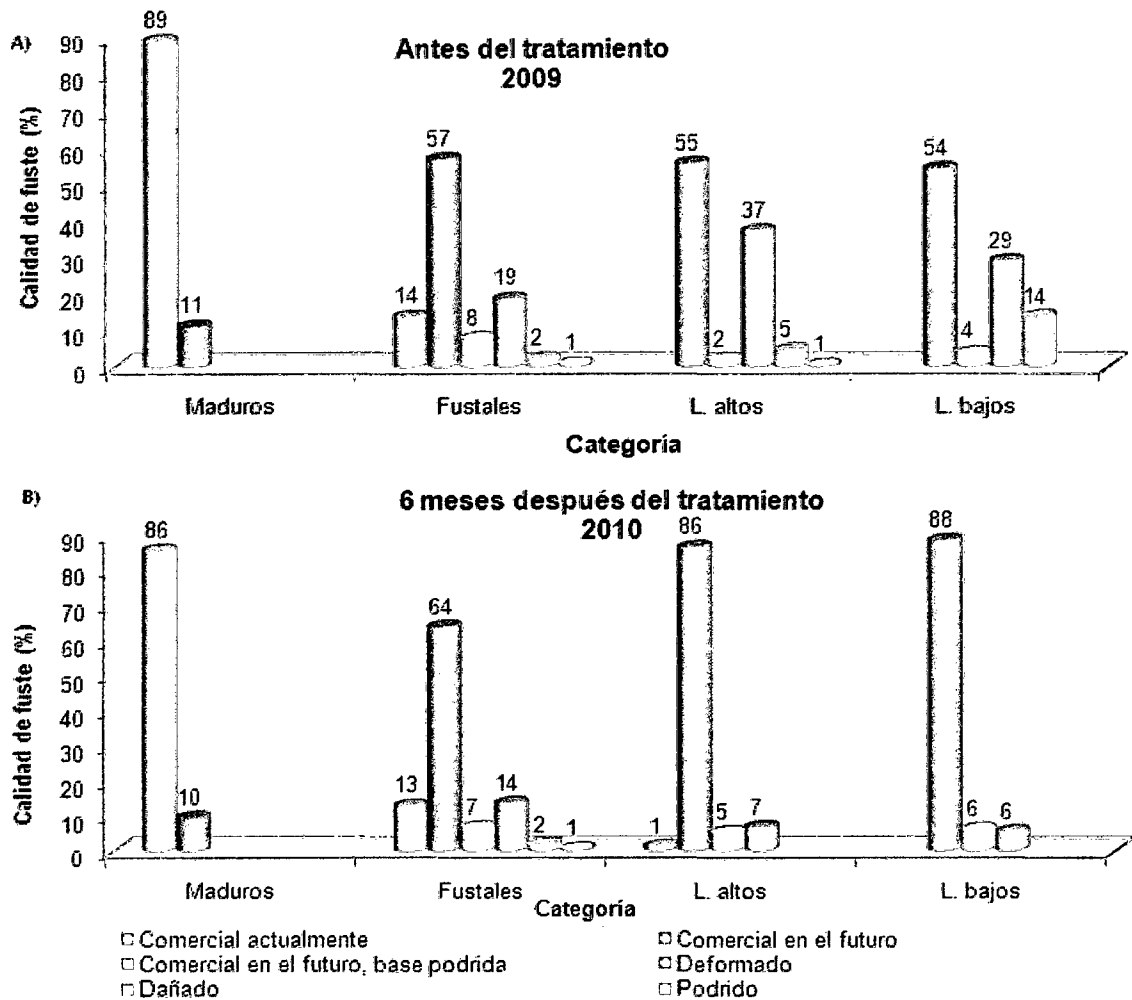


Figura 4. Porcentaje de calidad de fuste, antes y después del tratamiento según las categorías en la parcela tratada.

Esta variable se usa para estudios de producción de madera, que según Hutchinson (1992), citado por PINELO (2000) se utilizan estas

características fitosanitarias, para determinar el potencial de trozas a aprovechar. HUTCHINSON (1993) indica que la calidad de fuste se usa generalmente para producción de madera y la clasificación se basa en las características fitosanitarias y potencial para producción de trozas. Según PINELO (2000), de todos modos la mala forma del fuste ciertamente esta correlacionada con la futura producción de madera en varias categorías y puede verse afectada por varias practicas silviculturales.

#### **4.2.2. Forma de copa**

La forma de copa tiene una valiosa actividad moderadora sobre el clima, durante el día, la mayor parte de la radiación solar es absorbida por las altas copas. La sombra del follaje disminuye la temperatura dentro del bosque. La humedad es mayor en el suelo, porque la lluvia se infiltra lentamente debido a la materia orgánica acumulada. Para una mejor comprensión en el (Cuadro 13 del Anexo1), se muestra los parámetros climáticos durante el periodo de estudio.

En el estudio se determinó que las características de copa predominantes en la parcela tratada (Cuadro 11) fueron: círculo irregular 33,9 %, medio círculo 23,2 %. En la parcela testigo, predomina medio círculo 45,3 % y círculo irregular 23,3 %.

Cuadro 11. Porcentaje total de la forma de copa antes y después del tratamiento en un año de estudio, según la parcela tratada y la parcela testigo.

Forma de copa	Tratada		Testigo	
	Antes %	Después %	Antes %	Después %
Círculo completo	9,89	9,94	13,09	19,04
Círculo irregular	30,10	33,89	26,76	23,27
Medio círculo	24,41	23,16	47,95	45,31
Menos que medio círculo	16,05	14,55	9,50	10,26
Pocas ramas	16,65	16,88	2,59	2,01
Principales rebrotes	2,42	1,38	0,12	0,12
Vivo sin copa	0,48	0,20	0	0

Estadísticamente no tiene una significancia para muestras relacionadas el antes y después.

RUIZ (2004) señala que la forma de copa predominante fue círculo irregular 88,46 %. BLAS (2004) reporta que la característica predominante fue medio círculo 47,22 %. VALDIVIA (2009), indica que la forma de copa predominante medio círculo 35,56 % y menos que medio círculo 32,05 %.

PINELO (2000) y WADSWORTH (2000) la forma y tamaño de copa del árbol indica el vigor del individuo, según la especie y estado de desarrollo, las mismas que influyen en la productividad de madera. En efecto del tratamiento está relacionado con acceso a la radiación, a mayor cantidad de horas de luz y son las que predominan sobre los estratos más bajos. La dinámica está basada en el comportamiento individualista de los árboles relacionado con los recursos disponibles.



Siteo (1992), citado por (GUARDIA, 2004) explica que la exposición de la copa es la variable más importante para el crecimiento diamétrico, ya que la forma de copa es el resultado del proceso de crecimiento de la copa. En tal sentido, se puede suponer que la exposición de copa es independiente de factores internos, ya que el individuo puede tener buena exposición de copa desde su posición o por la oportuna abertura de un claro en el dosel del bosque.

Al estudiar la estructura horizontal del bosque, en la mayoría de los casos, se observa que en las categorías diamétricas menores, hay una predominancia de individuos de especies no comerciales, muchos de los cuales no alcanzan tamaños mayores. Por lo general son especies tolerantes a la sombra que presentan copas amplias, pues en el nivel en que se ubican las mismas, han encontrado las condiciones de luz que les permite expresar plenamente su modelo arquitectural. Las copas de estos árboles del dosel intermedio junto con otros que "van de paso" y que por lo tanto presentan copas estrechas, forman una barrera que impiden que la luz llegue al piso del bosque, donde se pueden encontrar plántulas y brinzales de algunas especies de interés, en espera de condiciones apropiadas de luz para continuar su desarrollo. Si estas condiciones no se presentan en determinado tiempo, morirán.

#### **4.2.3. Iluminación de copa (exposición de copa)**

El efecto del tratamiento corta intermedia reveló cambios en la parcela tratada (Cuadro 12) los individuos con iluminación nada directo se redujo de 28,8 % a 19,9 %, incrementando a aquellos con iluminación oblicua de 25,8 % a 30,9 %;

predominando antes y después iluminación oblicua (Figura 5). En la parcela testigo, predomina vertical emergente antes y después con 43 %.

Cuadro 12. Porcentaje total de la iluminación de copa antes y después del tratamiento en un año de estudio, según la parcela tratada y la parcela testigo.

Iluminación de copa	Tratada		Testigo	
	Antes %	Después %	Antes %	Después %
Emergente	23,66	21,76	10,47	15,69
Plena emergente	9,37	11,83	24,82	22,94
Vertical emergente	12,42	15,61	44,30	42,96
Iluminación oblicua	25,78	30,86	13,54	12,85
Nada directa	28,77	19,93	6,87	5,56

Estadísticamente tiene una significancia de 13,3% para muestras relacionadas el antes y después.

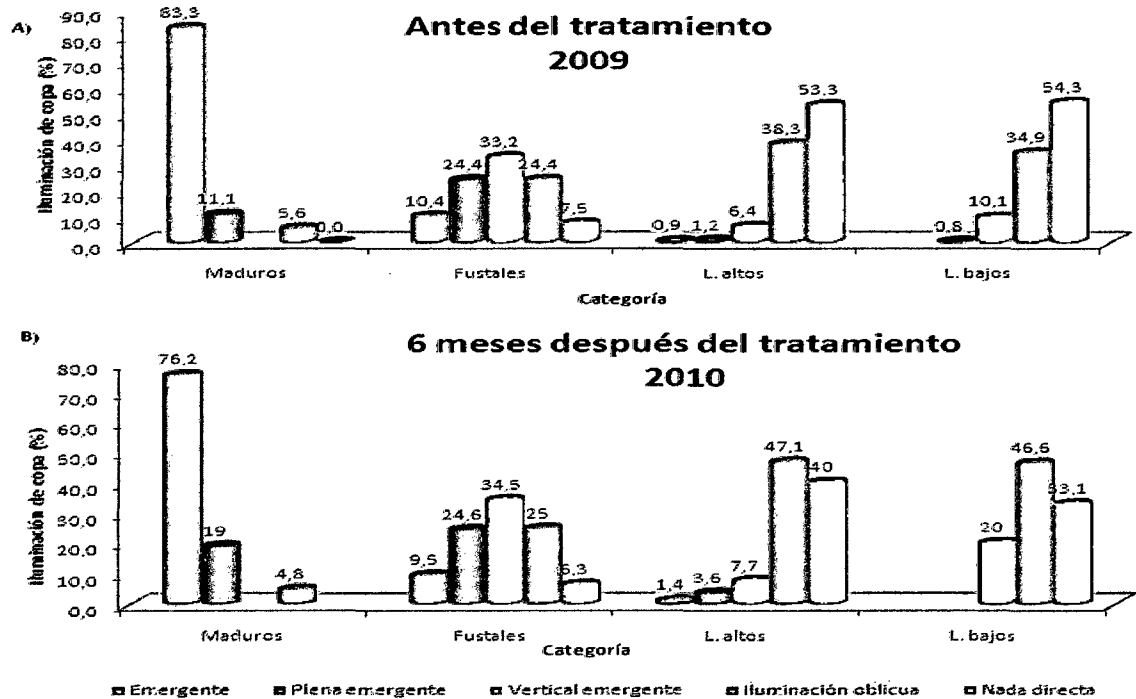


Figura 5. Porcentaje de iluminación de copa, antes y después del tratamiento según las categorías en la parcela tratada.

De lo anterior expuesto hace sugerir, desde el inicio ambas parcelas presentaban diferente iluminación de copa ya que en la parcela tratada predomina iluminación oblicua, mientras en la parcela testigo predomina iluminación vertical.

GUTIERREZ (2006) determinó en el área de estudio para la categoría de latizal bajo y latizal alto, el mayor porcentaje en la característica sin ninguna iluminación (48,30 %) e iluminación oblicua (42,03 %). Del mismo modo VALDIVIA (2009), determinó para la categoría latizal bajo y latizal alto, la característica nada directa (50,53 y 36,70 %), iluminación oblicua (37,83 y 46,45 %).

En un año de estudio la intensidad de luz a cambiado (Anexo 1: Cuadro 31 y 32), en la parcela tratada: las categorías de árboles maduros, fustales y latizales altos han aumentado su intensidad de luz en un 187,8 %, latizales bajos en un 58 %, brinzales y plántulas en un 1,02 %. En la parcela testigo, las categorías de árboles maduros, fustales y latizales altos han aumentado su intensidad de luz en un 48 %, latizales bajos en un 139,2 %, brinzales y plántulas en un 2,4 %.

Las estrategias para alcanzar la luz, cada planta tiene características biomecánicas propias: desarrollan contrafuertes y otras estructuras de apoyo mecánico, corrigen deformaciones debidas al viento o a la gravedad o desarrollan fuerzas internas para reorientar el brote en vez de favorecer el crecimiento de la masa (SIERRA, 2006).

WADSWORTH (2000) señala también que los árboles del bosque difieren en cuanto a su nivel de tolerancia, capacidad de sobrevivir y crecer en condiciones de baja intensidad de luz. Según Schulz (1960), citado por WADSWORTH (2000), menciona que con luz solar adecuada, especies oportunistas como *Cecropia*, pueden crecer 10 m. de altura en 2 años.

El efecto del tipo de iluminación de copa sobre el incremento depende de las características fisiológicas y ecológicas de cada especie, por lo tanto, no debe generalizarse la creencia de que la liberación beneficia directamente el crecimiento secundario (d.a.p. o área basal) del fuste de los árboles (GALVÁN, 2003).

En general, se asume que el crecimiento de los árboles está sujeto a la disponibilidad del recurso luz sobre las copa de los árboles. Otros estudios relacionados con la dinámica de los incrementos diamétricos, encontraron que existe relación entre la iluminación y forma de copa con el crecimiento (CAMACHO y FINEGAN 1997, FINEGAN 1997, SABOGAL et al., 2004) de modo que los mayores crecimientos se obtienen en árboles con buena iluminación, copas circulares o poco asimétricas y libres de lianas (CAMACHO y FINEGAN, 1997).

## V. CONCLUSIONES

1. La composición florística se reveló que el bosque en estudio es muy heterogéneo. En la parcela tratada y parcela testigo se ha registrado un cambio de 6,1 % y 0,98 % de su población inicial respectivamente.
2. En la parcela tratada, el área basal ha aumentado en 6,85 % (2,04 m<sup>2</sup>/ha/año) con un IMA de 6,6 %. El incremento diamétrico por categoría fluctuaron entre 0,013 y 0,835 cm/año.
3. Los efectos del reclutamiento y mortalidad repercutieron sobre la parcela tratada aumentando el 3,7 % de la población inicial (indiv./ha).
4. El efecto del tratamiento ha incrementado la calidad de fuste comerciales en el futuro de 44,2 % a 62,1 %; ha disminuido fustes deformados de 21,1 % a 6,5 % y fustes dañados de 5,1 % a 0,4 %.
5. El tratamiento no tuvo efecto inmediato sobre la forma de copa esto depende de la cantidad de horas luz y de recurso disponible.
6. El efecto del tratamiento reveló cambios en la parcela tratada, los individuos con iluminación nada directo se redujo de 28,8 % a 19,9 %, incrementando a aquellos con iluminación oblicua de 25,8 % a 30,9 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda continuar con el monitoreo en las parcelas permanentes por lo menos 10 años, para obtener hasta cuando dura el efecto del tratamiento silvicultural, ya que este dado no se conoce aun.
2. Se recomienda analizar los procesos ocurrientes en las poblaciones de las especies forestales según el grupo ecológico (heliófitas y esciófitas) ya que se pone énfasis el papel de la producción maderable (maderas suaves y maderas duras) y la importancia ecológica (aportan nutrientes al suelo).
3. Evaluar los efectos del tratamiento silvicultural de corta intermedia dos o tres veces en distintos lugares para comprobar si se obtiene los mismos resultados, de esta manera obtener un patrón de comportamiento y de respuesta de las especies a la aplicación de dicho tratamiento.
4. El tratamiento silvicultural debe hacerse de manera que la muerte de los árboles suceda simultáneamente con la aparición de las plántulas de las especies deseadas; para esto es indispensable el conocimiento de la fenología de esas especies.

## VII. ABSTRACT

In the Forest Reserve of the National University Agrarian of the Jungle, Tingo Maria, Huanuco, Perú. An assessment was made during the period (September 2009 to Nov. 2010). The objective was to evaluate the effect of short-term silvicultural treatment on the structure and dynamics of forests in dasonomic variables (diameter and basal area) and ecological (quality of stem, and cup-shaped glass lighting). We used three permanent monitoring plots (PPM) of 50 m x 50 m plots were applied to two short-term silvicultural treatment and a plot was used as control. The assessment of changes in the horizontal structure dasonomic was to evaluate variables and assess the vertical structure of the tree qualitative variables. To study the effect of treatment is worked at the farm level control and treated plot, for the analysis of ecological variables was related samples tests before and after treatment with a confidence level of 95%.

The results of the treatment effect on the horizontal structure of forest, revealed that the floristic composition of forest under study was very heterogeneous. In the treated plot and control plot has been a change of 6,1 % and 0,88 % of its initial population, respectively. In the treated plot, basal area has increased by 6,85 % (2,04 m<sup>2</sup>/ha/year) with a 6,6 % IMA. The diameter increment per category ranged between 0,013 and 0,835 cm/year. As for the

dynamic effects of recruitment and mortality impact on the treated plot increased to 3,7 % of the initial population (indiv./ha).

Changes in the vertical structure of the forest, the effect of treatment has increased the quality of future trade stem from 44,2 % to 62,1 % decreased from 21,1 % deformed stems to 6,5 % and shafts damaged from 5,1 % to 0,4 %. The treatment had no immediate effect on the way to drink it depends on the number of daylight hours and available resource. The effect of treatment revealed changes in the plot treated, individuals with no direct lighting was reduced from 28,8 % to 19,9 %, increasing to those with oblique illumination from 25,8 % to 30,9 %.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, L. 2009. Efecto del tratamiento silvicultural de corta de lianas en el crecimiento de los árboles en el bosque residual de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Tesis para optar el título de ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales, Tingo María, Perú.
- ALDANA, J. 2005. Fundamentos de dasonomía y silvicultura tropical. Docente de la universidad de los andes, Venezuela.
- BLAS, J. D. 2004. Establecimiento y evaluación de Parcelas Permanentes de Medición en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Tesis para optar el título de ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales, Tingo María, Perú. 78 p.
- BOLFOR, VALERIO, J., SALAS, C. 1998. Selección de Prácticas Silviculturales para Bosques Tropicales. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Segunda edición corregida y aumentada. Santa Cruz, Bolivia
- BOLFOR. 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 51 p.

- CAMACHO, M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: "Guía para el establecimiento y medición" Turrialba, Costa Rica: CAME, 2000. Manual Técnico N° 42/CATIE.
- CAMACHO, M.; FINEGAN, B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del norte de Costa Rica: Crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Serie Técnica/Informe Técnico n° 295 CATIE, Turrialba, Costa Rica. 38 p.
- CARDENAS, S. 1995. Inventario Exploratorio del Potencial Maderable en los Bosques de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Tingo María, Perú. 91 p.
- DIAZ, E; POCOMUCHA, V. Y AGUIRRE, C. 2004. Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en bosque secundario de Tingo María. Tingo María - Perú.
- FINEGAN, B. 1996. Bases Ecológicas para el Manejo de Bosques Tropicales. Comunidades de Bosques tropicales. CATIE. Turrialba – Costa Rica.
- FINEGAN, B. 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques húmedos tropicales secundarios. En Memorias del taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina. Pucallpa – Perú. 106-119 p.
- GALVÁN G., O. 2003. Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra macroloba* y *Goethalsia meiantha* e implicaciones para

la silvicultura de los bosques tropicales húmedos. Turrialba, Costa Rica  
[En línea]: (<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0137e/a0137e.pdf>, 2010).

GUARDIA, S. 2004. Dinámica y efectos de un tratamiento silvicultural en el bosque secundario "Florencia", San Carlos, Costa Rica. Tesis M. Sc. en Manejo Forestal Sostenible de Bosques Secundarios. Turrialba, Costa Rica. 141p. [En línea]: (<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0276e/A0276e.pdf>, Nov.2010)

GUTIÉRREZ, R. 2006. Evaluación de la Regeneración Natural en Parcelas Permanentes de Medición en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis Ing. En Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 65 p.

HÉRNADEZ, I. 2007. Cambios en la estructura y composición del bosque bajo dos tratamientos silviculturales en la comunidad de Capulálpam de Méndez, Ixtlán, Oaxaca, México. Tesis M. Sc. en Manejo y Conservación de Bosque Tropical y Biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 90 p.

HOLDRIDGE, L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA San José, Costa Rica, 219 p.

HUTCHINSON, I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba. Costa Rica. (Serie Técnica. Informe técnico/CATIE; N° 204).

- MANTA N. M. 1998. Análisis silvicultural de dos tipos de Bosque húmedo de bajura en la vertiente Atlántica de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. SC. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.
- MARGALEG, R. 1986. Ecología. 5ta Edición. Editorial Omega, S.A., Barcelona, España.
- LEAÑO CH. C. y SARAÑA P. 1998. Monitoreo de Parcelas Permanentes de Medición en el bosque caimanes. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Documento técnico 67/1998. Santa Cruz, Bolivia. 22 p.
- LOMBARDI, I. (1989). Ecosistemas forestales tropicales y sus posibilidades de manejo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 74 p.
- ODUM, E. 1983. Ecología. Tercera Edición. Editorial Interamericana, S.A. México, D, F.
- ODUM, E. 1996. Ecología décima octava reimposición. Editorial Continental S.A. DC. C.V. México.
- PINELO, M. 2000. Manual para el Establecimiento de Parcelas Permanentes de Muestreo en la reserva de la biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica 52 p.
- PRODAN, M; PETERS, R; COX, F y REAL, P. 1997. Mensura Forestal. Proyecto IICAT/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. San José de Costa Rica.

- QUIRÓS M, D. 2001. Tratamientos silviculturales. In Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Eds. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Cr, CATIE. Pág.131-153. (Serie Técnica. Manual técnico nº 46).
- RODRIGUEZ, S. 1985. Dasonomía. Iquitos, Perú. 103 p.
- RUIZ, G. 2004. Evaluación en Parcelas Permanentes de Medición (PPM) en bosques secundarios de Tingo María, Tingo María, Perú (tesis) 76 p.
- SABOGAL, C., CAMERA, F. (2004). Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la amazonia peruana. Proyecto INRENA – CIFOR – FONDEBOSQUE. Lima, Perú.
- SAENZ, J. 1998. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Turrialba, Costa Rica. 13 p.
- SIERRA, M. 2006. Iluminación: intensidad de luz. Ministerio de educación. [En línea]: ([http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales\\_didacticos/fotosíntesis/Concentracion\\_gases.htm](http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/fotosíntesis/Concentracion_gases.htm), Nov. 2010)
- VALDIVIA, J. 2009. Respuesta de la regeneración natural al tratamiento silvicultural de corta de lianas en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Tesis para optar el título de ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales, Tingo María, Perú.
- VICKERY, L. M. 1991. Ecología de plantas tropicales. Editorial Limusa, México. 122 p.

WADSWORTH, F. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Versión Español USDA, CATIE y IUFRO, Costa Rica, 98 p.

ZOUDRE, Z. 1998. Análisis de un sistema de manejo de regeneración natural para la producción de madera aserrada de tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), en el bosque reservado Alexander Von Humboldt. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Lima, Perú. 103 p.

## **IX. ANEXOS**

## Anexo 1. Cuadros

Cuadro 13. Código de las variables ecológicas (diagnósticas).

Calidad de fuste	Código	Calificativo
Comercial actualmente	1	
Comercia en el futuro	2	
Comercial en el futuro, con base podrida	3	
Deformado	4	
Dañado	5	
Podrido	6	
Forma de copa	Código	Calificativo
Circulo completo	1	Perfecta
Circulo irregular	2	Buena
Medio circulo	3	Regular
Menos que medio circulo	4	Pobre
Pocas ramas	5	Muy pobre
Principales rebrotes	6	
Vivo sin copa	7	
Iluminación de la copa	Código	Calificativo
Emergente	1	Bueno
Plena emergente	2	
Vertical emergente	3	Aceptable
Iluminación oblicua	4	Deficiente
Nada directa	5	

Fuente: HUTCHINSON (1992), citado por PINELO (2000)

Cuadro 14. Variables y categorías de evaluación.

Variables	Categoría de regeneración					
	Plántula	Brinzal	Latizal b	Latizal a	Fustal	Maduro
Conteo de individuos	x	x	x	x	x	x
Especie	x	x	x	x	x	x
Altura		x				
Diámetro 10 cm altura		x				
Dap 1,30 m de altura			x	x	x	x
Forma de copa			x	x	x	x
Calidad de fuste			x	x	x	x
Iluminación de copa			x	x	x	x

Fuente: CLARK (1992) y MANTA (1998).



Cuadro 15. Lista de especies presentes en el área de estudio.

FAMILIA	Nombre Científico	PPM		
		1	2	3
ANACARDEACEAE	<i>Spondias mombin</i> L.	x		
ANONACEAE	<i>Annona excellens</i> R.E.Fries	x		x
	<i>Fusaea decurrens</i> R.E.Fries	x		
	<i>Guatteria elata</i> R.E.Fries	x	x	x
	<i>Guatteria melosma</i> Diels			x
APOCYNACEAE	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	x	x	
	<i>Taleemaemontana sanango</i> R y P.	x		
ARALIACEAE	<i>Sheflera morotoni</i> (Aubl.)	x	x	x
ASTERACEAE	<i>Oliganthes discolor</i> (Kunth) Sch.			x
BIGNONACEAE	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	x	x	x
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	x	x	
BURSERACEAE	<i>Protium plagiocarpium</i> Benoist.	x	x	x
CAESALPINACEAE	<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> Poepp. Et Endl.			x
	<i>Tachigalia cavipes</i> (Spruce ex Benth) Macbr.	x	x	x
	<i>Tachigalia setifera</i> (Ducke)	x	x	x
CARYOCARACEAE	<i>Anthodiscus gutierrezii</i> L. Wms.			x
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> C. Martius	x	x	x
	<i>Cecropia uctubambana</i> Linn.	x	x	x
	<i>Machaerium inundatum</i> (Benth) Ducke			x
	<i>Pouroma bicolor</i> C. Martius.	x	x	
	<i>Pouroma minor</i> Benoist	x	x	x
CLUSIACEAE	<i>Clusia spruceana</i> Planch et. Triana.	x	x	
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	x	x	x
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy.	x	x	
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea discolor</i> Endle	x		
	<i>Hevea nitida</i> Muel. Arg.	x	x	x
	<i>Senefeldera macrophylla</i> Ducke	x	x	x
LAURACEAE	<i>Aniba amazonica</i> (Meisn.) Mez.		x	x
	<i>Aniba perutilis</i> Hemsley	x	x	x
	<i>Mezilaurus opaca</i> Kubitaki y Vander Werff.			x
	<i>Nectandra capanahuensis</i> O. Schmidt		x	x
	<i>Ocotea amplifolia</i> (Mez. & Donn. Sm.)			x
MELASTOMATACEAE	<i>Mouriri niger</i> Linn.	x	x	
	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) D.C.	x	x	x
	<i>Miconia minutifolia</i> Cong.	x		
	<i>Miconia tetragona</i> Cong.	x		
MELIACEAE	<i>Guarea kuntiana</i> Adr. Juss	x	x	
	<i>Guarea trichiloides</i> L.			x
	<i>Trichilia japurensis</i> C. DC.	x		
	<i>Trichilia rudgeoides</i> Linn.			x

Cuadro 15. (Continuación...)

FAMILIA	Nombre Científico	PPM		
		1	2	3
MIMOSACEAE	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke D.	x		x
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Tacq.) Griseb.			x
	<i>Inga peltademias</i> Harms.	x	x	x
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	x	x	
	<i>Macrolobium gracile</i> Spruce.	x	x	x
	<i>Parkia pendula</i> (Willdenow) Bentham ex Walpers			x
	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke			x
MORACEAE	<i>Brosimum acutifolium</i> Hubert.	x	x	
	<i>Claricia racemosa</i> R. y P.	x	x	x
	<i>Perebea angustifolia</i> Berg.	x	x	x
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl			x
MYRISTICACEAE	<i>Osteophloem plathyspermum</i> (ADC.) Warb.	x	x	
	<i>Virola calophylla</i> Warb.	x	x	
	<i>Virola elongata</i> (Benth) Warb.	x	x	
	<i>Virola pavonis</i> (ADC) Smith	x	x	x
MYRTACEAE	<i>Psidium rutidocarpus</i> Linn.			x
PAPILONACEAE	<i>Erythrina glauca</i> Willd.	x		
	<i>Ormosia coccinea</i> Ducke			x
PIPERACEAE	<i>Piper pseudomatico</i> Trel.	x		x
ROSACEAE	<i>Eriobotrya</i> sp. Lindl.			x
RUBIACEAE	<i>Cinchona micrantha</i> L.	x	x	x
	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	x		x
	<i>Ladenbergia magnifolia</i> Klots	x		
	<i>Pagamea guianensis</i> Aublet.	x	x	
	<i>Remijia peruviana</i> Standley.	x		
SAPINDACEAE	<i>Sapium marmieri</i> Hubert.	x		
SAPOTACEAE	<i>Manilkara bidentata</i> (ADC) Chev.			x
	<i>Manilkara surimanensis</i> (Miq.) Durbord			x
	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.			x
STERCULIACEAE	<i>Theobroma suvicanum</i> C. Martius.	x	x	x
TILIACEAE	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce.	x		
VERBENACEAE	<i>Vitex psudolea</i> Rusby			x

Cuadro 16. Especies más representantes según el índice de valor de importancia (IVI) en el área de estudio. BRUNAS, Tingo María.

BRUNAS Nombre científico	Frec. R.		A. R.		Dom. R.		IVI %	
	I*	F*	I*	F*	I*	F*	I*	F*
<i>Senefeldera macrophylla</i>	2,1	2,2	47,9	45,9	21,8	21,4	71,9	69,5
<i>Cecropia sciadophylla</i>	2,1	2,2	1,7	1,6	9,6	11,5	13,5	15,3
<i>Inga peltademia</i>	2,1	2,2	2,0	2,0	3,6	3,5	7,7	7,7
<i>Hamelia patens Jacq.</i>	1,4	1,5	4,3	3,8	2,0	2,0	7,7	7,3
<i>Theobroma suvincanum</i>	2,1	2,2	1,8	1,5	2,8	2,7	6,8	6,4
<i>Cecropia uctubambana</i>	2,1	2,2	1,1	0,9	3,1	3,3	6,3	6,4
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	2,1	1,5	0,5	0,5	3,4	3,8	6,0	5,7
<i>Virola pavonis</i>	2,1	2,2	2,1	2,0	1,8	1,1	6,0	5,3
<i>Pouroma minor</i>	2,1	2,2	1,8	1,8	1,8	2,2	5,7	6,3
<i>Guatteria elata</i>	2,1	2,2	1,6	1,4	2,1	2,2	5,9	5,8
<i>Miconia longifolia</i>	2,1	2,2	1,8	1,9	1,4	1,5	5,3	5,5
<i>Nectandra capanahuensis</i>	1,4	1,5	1,1	1,2	2,7	4,0	5,2	6,6
<i>Tachigalia cavipes</i>	2,1	2,2	0,6	0,6	1,9	2,1	4,7	4,9
<i>Jacaranda copaia</i>	2,1	2,2	0,5	0,4	2,1	2,3	4,7	4,9
<i>Macrolobium gracile</i>	2,1	2,2	0,9	0,8	1,6	3,6	4,6	6,7
Primeras 15 especies	31	31	70	66	62	67	162	164
Resto de especies *	69	69	30	34	38	33	138	136
Total	100	100	100	100	100	100	300	300

Nota: el resto de especies comprende 58 en 2009 y 2010;  
I\*: evaluación inicial en el 2009, F\*: evaluación final en el 2010.

Cuadro 17. Porcentaje del número y área basal registrada como línea base antes de la aplicación del tratamiento según la calidad de fuste.

Categoría	Datos	1	2	3	4	5	6	Total	%
Maduros	Nº	16	2	-	-	-	-	18	2
	AB (m <sup>2</sup> )	3,64	0,46	-	-	-	-	4,10	28
Fustales	Nº	42	174	24	57	7	3	307	33
	AB (m <sup>2</sup> )	2,37	4,72	0,58	1,36	0,28	0,04	9,35	63
L. altos	Nº	1	191	7	128	16	2	345	37
	AB (m <sup>2</sup> )	0,01	0,78	0,02	0,47	0,06	0,01	1,34	9
L. bajos	Nº	-	139	10	74	35	-	258	28
	AB (m <sup>2</sup> )	-	0,05	0,01	0,03	0,01	-	0,09	1
Total	Nº	59	506	41	259	58	5	928	100
	AB (m <sup>2</sup> )	6,03	6,00	0,61	1,85	0,35	0,05	14,88	100
%	Nº	6,36	54,53	4,42	27,91	6,25	0,54	100	
	AB (m <sup>2</sup> )	40,48	40,34	4,10	12,42	2,35	0,31	100	

Nota: 1, 2, 3, 4, 5 y 6; Códigos de las variables ecológicas según el cuadro 20.

Cuadro 18. Porcentaje del número y área basal reducida por la aplicación del tratamiento según la calidad de fuste.

Categoría	Datos	3	4	5	Total	%
Fustales	Nº		5		5	3
	AB (m <sup>2</sup> )		0,08		0,08	16,07
L. altos	Nº		100	10	110	71
	AB (m <sup>2</sup> )		0,39	0,04	0,43	81,90
L. bajos	Nº	1	36	3	40	26
	AB (m <sup>2</sup> )	0,00	0,01	0,00	0,01	2,02
Total	Nº	1	141	13	155	100
	AB (m <sup>2</sup> )	0,00	0,48	0,04	0,52	100
%	Nº	1	91	8	100	
	AB (m <sup>2</sup> )	0,02	92,90	7,08	100	

Nota: 3, 4 y 5; Códigos de las variables ecológicas según el cuadro 20.

Cuadro 19. Descripción de la dinámica estructural y porcentaje del cambio en un año de estudio, en la parcela tratada.

Categoría	Datos	2009	T	%	M	%	R	%	2010	Crec.	%
A. maduro	Nº	18	-	-	-	-	3	16,7	21	3	16,7
	AB (m <sup>2</sup> )	4,1	-	-	-	-	0,4	9,5	4,9	0,8	18,5
Fustal	Nº	307	5	1,6	36	11,7	18	5,9	284	-23	-7,5
	AB (m <sup>2</sup> )	9,3	0,1	0,9	0,9	10,1	0,2	2,0	9,4	0,1	0,6
L. alto	Nº	345	110	31,9	33	9,6	27	7,8	221	-124	-35,9
	AB (m <sup>2</sup> )	1,3	0,4	31,7	0,1	8,6	0,1	5,2	1,6	0,2	17,9
L. bajo	Nº	258	40	15,5	70	27,1	15	5,8	163	-95	-36,8
	AB (m <sup>2</sup> )	0,1	0,0	11,3	0,0	29,3	0,0	3,9	0,1	0,0	-40,3
Brinzal	Nº	108	-	-	28	25,9	22	20,4	102	-6	-5,6
	AB (m <sup>2</sup> )	0,0	-	-	0,0	14,5	0,0	30,8	0,0	0,0	37,7
Plántula	Nº	159	-	-	68	42,8	240	150,9	331	172	108,2
	AB (m <sup>2</sup> )	14,9	0,5	3,5	1,1	7,3	0,6	4,4	15,9	1,0	6,9
Total	Nº	1 195	155	13,0	243	20,3	325	27,2	1 122	-73	-6,1
	AB (m <sup>2</sup> )	14,9	0,5	3,5	1,1	7,3	0,6	4,4	15,9	1,0	6,9

Nota: T= muertos por aplicación de tratamiento, M = mortalidad, R = reclutamiento.

Cuadro 20. Descripción de la dinámica estructural y porcentaje del cambio en un año de estudio, en la parcela testigo.

Categoría	Datos	2009	M	%	R	%	2010	Crec.	Cambio %
A. maduro	Nº	7	1				6	-1,0	-14,3
	AB (m <sup>2</sup> )	1,4	1,1				0,9	-0,5	-34,6
Fustal	Nº	188	7	3,7	7	3,7	188	0,0	0,0
	AB (m <sup>2</sup> )	4,9	0,1	2,1	0,2	4,9	4,9	0,0	0,1
L. alto	Nº	212	13	6,1	17	8,0	216	4,0	1,9
	AB (m <sup>2</sup> )	0,8	0,0	4,4	0,1	12,0	0,9	0,0	0,4
L. bajo	Nº	269	24	8,9	40	14,9	285	16,0	5,9
	AB (m <sup>2</sup> )	0,1	0,0	8,0	0,0	9,3	0,1	0,0	-11,3
Brinzal	Nº	176	28		40	22,7	188	12,0	6,8
	AB (m <sup>2</sup> )	0,5	0,2		0,0	0,2	0,0	-0,5	-98,7
Plántula	Nº	169	59		18	10,7	128	-41,0	-24,3
Total	Nº	1 021	132	12,9	122	11,9	1 011	-10,0	-0,98
	AB (m <sup>2</sup> )	7,7	0,9	11,6	0,2	2,6	6,7	-0,9	-12,3

Cuadro 21. PPM1 (parcela tratada), Lista de especies del número de individuos reclutados (NR) y muertos (NM) con porcentaje (%) del total, durante un año de estudio.

N	Especie	NR	%	Especie	NM	%
1	<i>Senefeldera macrophylla</i>	53	24,9	<i>Senefeldera macrophylla</i>	45	38,1
2	<i>Pouroma minor</i>	8	3,8	<i>Remijia peruviana</i>	5	4,2
3	<i>Inga thibaudiana</i>	5	2,3	<i>Pouroma bicolor</i>	4	3,4
4	<i>Claricia racemosa</i>	4	1,9	<i>Inga thibaudiana</i>	3	2,5
5	<i>Pouroma bicolor</i>	4	1,9	<i>Perebea angustifolia</i>	3	2,5
6	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	3	1,4	<i>Pouroma minor</i>	3	2,5
7	<i>Symphonia globulifera</i>	3	1,4	<i>Guatteria elata</i>	3	2,5
8	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	2	0,9	<i>Aniba perutilis</i>	2	1,7
9	<i>Hevea nitida</i>	1	0,5	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	2	1,7
10	<i>Inga peltademia</i>	1	0,5	<i>Macrolobium gracile</i>	2	1,7
11	<i>Miconia longifolia</i>	1	0,5	<i>Symphonia globulifera</i>	2	1,7
12	<i>Perebea angustifolia</i>	1	0,5	<i>Theobroma suvicanum</i>	2	1,7
13	<i>Aniba perutilis</i>	3	1,4	<i>Cordia alliodora</i>	1	0,8
14	Otras especies	124	58,2	Otras especies	41	34,7
	Total	213	100	Total	118	100

Cuadro 22. PPM2 (parcela tratada), Lista de especies del número de individuos reclutados (NR) y muertos (NM) con porcentaje (%) del total.

N	Especie	NR	%	Especie	NM	%
1	<i>Senefeldera macrophylla</i>	38	32,5	<i>Senefeldera macrophylla</i>	39	29,5
2	<i>Inga peltademia</i>	11	9,4	<i>Inga peltademia</i>	7	5,3
3	<i>Miconia longifolia</i>	9	7,7	<i>Pouroma bicolor</i>	4	3,0
4	<i>Nectandra capanahuensis</i>	6	5,1	<i>Clusia spruceana</i>	3	2,3
5	<i>Pouroma bicolor</i>	5	4,3	<i>Nectandra capanahuensis</i>	3	2,3
6	<i>Guatteria elata</i>	4	3,4	<i>Parkia pendula</i>	3	2,3
7	<i>Pouroma minor</i>	4	3,4	<i>Cinchona micrantha</i>	2	1,5
8	<i>Claricia racemosa</i>	3	2,6	<i>Guatteria elata</i>	2	1,5
9	<i>Cecropia sciadophylla</i>	2	1,7	<i>Perebea angustifolia</i>	2	1,5
10	<i>Parkia pendula</i>	2	1,7	<i>Trichilia rudgeoides</i>	2	1,5
11	<i>Theobroma suvincanum</i>	2	1,7	<i>Virola calophylla</i>	2	1,5
12	<i>Aniba perutilis</i>	1	0,9	<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0,8
13	<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0,9	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	0,8
14	<i>Hevea nitida</i>	1	0,9	<i>Guarea kuntiana</i>	1	0,8
15	<i>Perebea angustifolia</i>	1	0,9	<i>Hevea nitida</i>	1	0,8
16	<i>Shefflera morototoni</i>	1	0,9	<i>Inga thibaudiana</i>	1	0,8
17	<i>Symphonia globulifera</i>	1	0,9	<i>Osteophloem plathyspermum</i>	1	0,8
18	<i>Virola pavonis</i>	1	0,9	<i>Symphonia globulifera</i>	1	0,8
19	Otras especies	24	20,5	Otras especies	56	42,4
Total		117	100	Total	132	100

Cuadro 23. PPM3 (parcela testigo), Lista de especies del número de individuos reclutados (NR) y muertos (NM) con porcentaje (%) del total.

N	Especie	NR	%	Especie	NM	%
1	<i>Senefeldera macrophylla</i>	102	82,9	<i>Senefeldera macrophylla</i>	90	76,3
2	<i>Hamelia patens</i>	5	4,1	<i>Hamelia patens</i>	6	5,1
3	<i>Annona excellens</i>	2	1,6	<i>Cecropia sciadophylla</i>	4	3,4
4	<i>Miconia longifolia</i>	2	1,6	<i>Aniba perutilis</i>	2	1,7
5	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	0,8	<i>Cecropia uctubambana</i>	2	1,7
6	<i>Claricia racemosa</i>	1	0,8	<i>Claricia racemosa</i>	2	1,7
7	<i>Guatteria melosma</i>	1	0,8	<i>Miconia longifolia</i>	2	1,7
8	<i>Nectandra capanahuensis</i>	1	0,8	<i>Piper pseudomatico</i>	2	1,7
9	<i>Pouteria torta</i>	1	0,8	<i>Virola pavonis</i>	2	1,7
10	<i>Tachigalia setifera</i>	1	0,8	<i>Guatteria elata</i>	1	0,8
11	<i>Theobroma suvincanum</i>	1	0,8	<i>Guatteria melosma</i>	1	0,8
12	<i>Virola pavonis</i>	1	0,8	<i>Psidium rutidocarpus</i>	1	0,8
13	Otras especies	4	3,3	Otras especies	3	2,5
Total		123	100	Total	118	100

Cuadro 24. Registro de los parámetros climáticos Set. 2009 – Noviembre 2010.

Tiempo (Meses)	Temperatura (°)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas sol
	Máxima	Mínima	Media			
Setiembre	30,8	20,4	25,6	80	1776	191,5
Octubre	31,0	20,9	25,9	82	1118	175,3
Noviembre	29,9	21,0	25,4	86	4069	124,7
Diciembre	28,4	21,0	24,7	80	5228	81,8
Enero	29,4	21,2	25,3	87	3082	97,4
Febrero	29,7	21,2	25,4	87	5898	93,6
Marzo	30,8	21,4	26,1	84	3999	116,9
Abril	30,4	21,3	25,9	85	2658	136,5
Mayo	30,2	21,1	25,6	85	1934	152,4
Junio	30,2	20,4	25,3	86	1075	164,4
Julio	29,8	19,7	24,7	86	1187	192,0
Agosto	31,2	19,6	25,3	83	541	206,1
Setiembre	31,7	20,0	25,8	89	954	180,3
Octubre	30,8	20,3	25,5	86	1933	151,5
Noviembre	30,2	20,6	25,4	87	4768	143,5
Promedio	30,3	20,7	25,5	84,9	2681,3	147,2

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de la UNAS (2010).

Cuadro 25. Comparación de la intensidad de luz (luxes), antes y después de aplicar tratamiento en la parcela tratada.

Categoría silvicultural	Unidad muestral	Altura (m)	Iluminación		Cambio %	
			Antes	Después		
Maduros, Fustales y L. altos	10x10	> 3	1 892,2	5 446,0	3 553,8	187,82
Latizales bajos	5x5	1,5	976,4	1 544,6	568,2	58,20
Brinzales y plántulas	2x2	0,3	875,1	884,1	9,0	1,02
<b>Total</b>			<b>1 318,9</b>	<b>2 956,5</b>	<b>1 637,6</b>	<b>124,16</b>

Cuadro 26. Comparación de la intensidad de luz (luxes), antes y después de aplicar tratamiento en la parcela testigo.

Categoría silvicultural	Unidad muestral	Altura (m)	Iluminación		Cambio %	
			Antes	Después		
Maduros, Fustales y L. altos	10x10	> 3	895,9	1 326,0	430,1	48,01
Latizales bajos	5x5	1,5	727,7	1 740,6	1 012,8	139,18
Brinzales y plántulas	2x2	0,3	539,5	552,5	12,9	2,40
<b>Total</b>			<b>1 148,8</b>	<b>1 330,9</b>	<b>182,1</b>	<b>15,85</b>

Cuadro 27. Evaluación de intensidad de luz (luxes) en la parcelas permanentes de monitoreo, según las subparcelas y su unidad muestral.

Sub parcela	Unidad muestral	Altura (m)	PPM1	PPM2	PPM3
1	2x2	0,3	490	589	565
1	5x5	1,5	1 100	542	187
1	10X10	3	1 220	1 400	1399
2	5x5	1,5	2 150	9 100	1145
2	10X10	3	1 850	3 600	830
3	2x2	0,3	460	930	346
3	5x5	1,5	1 120	1 440	385
3	10X10	3	1 200	2 160	3720
4	5x5	1,5	685	1 600	297
4	10X10	3	695	1 310	501



Cuadro 27. (Continuación...)

Sub parcela	Unidad muestral	Altura (m)	PPM1	PPM2	PPM3
5	2x2	0,3	1 200	1 040	300
5	5x5	1,5	631	2 300	1 195
5	10X10	3	1030	1 240	304
6	5x5	1,5	562	1 460	292
6	10X10	3	570	4200	240
7	2x2	0,3	640	662	2 290
7	5x5	1,5	1 223	1 620	521
7	10X10	3	7 050	2 800	322
8	5x5	1,5	774	970	525
8	10X10	3	1 123	1 900	650
9	2x2	0,3	586	1 520	280
9	5x5	1,5	595	1 838	633
9	10X10	3	12 800	850	472
10	5x5	1,5	740	4 700	411
10	10X10	3	3 100	5 300	490
11	2x2	0,3	912	3920	347
11	5x5	1,5	1 097	8 500	739
11	10X10	3	1 080	5 100	730
12	5x5	1,5	1 024	1 120	575
12	10X10	3	1 020	2 220	643
13	2x2	0,3	950	760	169
13	5x5	1,5	890	1 900	404
13	10X10	3	1 020	2 400	484
14	5x5	1,5	480	1 230	2 680
14	10X10	3	512	4 000	3 640
15	2x2	0,3	1 152	505	672
15	5x5	1,5	1 400	730	17 200
15	10X10	3	2 020	730	2 740
16	5x5	1,5	502	5 000	10 930
16	10X10	3	713	2 500	11 500
17	2x2	0,3	1 030	507	576
17	5x5	1,5	1 520	592	1 104
17	10X10	3	1 800	1 270	186
18	5x5	1,5	2 590	1 015	409
18	10X10	3	4 470	1 530	446
19	2x2	0,3	409	1 602	200
19	5x5	1,5	736	1 002	262
19	10X10	3	48 100	4 300	1 030
20	5x5	1,5	635	2 100	286
20	10X10	3	740	4 820	250

Cuadro 27. (Continuación...)

Sub parcela	Unidad muestral	Altura (m)	PPM1	PPM2	PPM3
21	2x2	0,3	663	305	142
21	5x5	1,5	2 100	257	448
21	10x10	3	972	540	315
22	5x5	1,5	1 568	1 135	687
22	10x10	3	1 822	3 850	703
23	2x2	0,3	298	550	250
23	5x5	1,5	245	390	177
23	10x10	3	320	895	307
24	5x5	1,5	480	355	602
24	10x10	3	932	620	690
25	2x2	0,3	416	890	1 045
25	5x5	1,5	618	870	1 420
25	10x10	3	533	873	559

Nota: Evaluado con luxómetro (Modelo: LX1330B), Octubre - 2010.

Anexo 2. Figuras

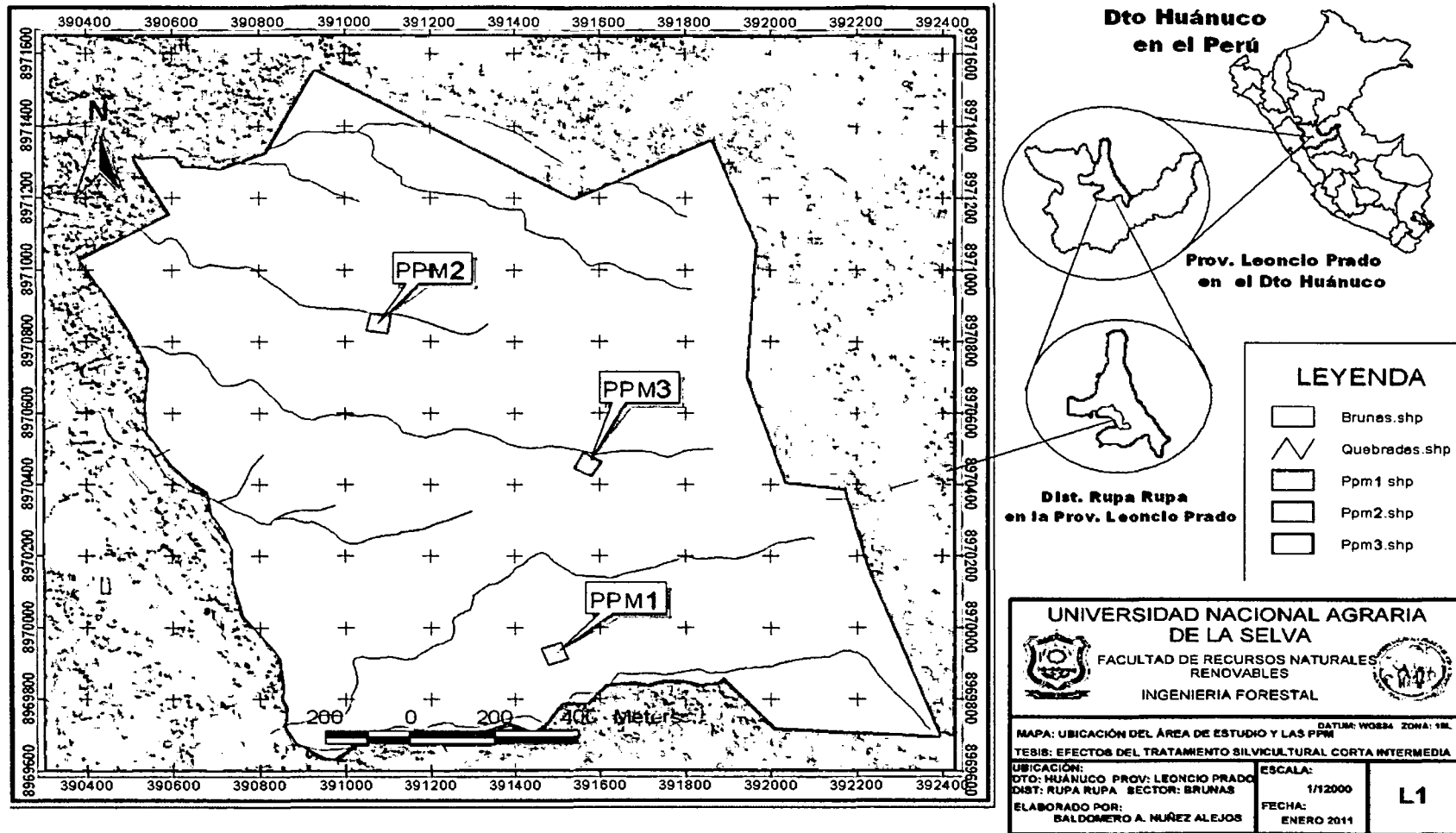


Figura 6. Mapa de ubicación del área de estudio y las parcelas permanentes de monitoreo

Clasificación del árbol 1	1	1	1	
2	2	Clasificación del árbol 2	2	2 / 6 = 3
4	4	Clasificación del árbol 4	5	6

Figura 7. Características para evaluar calidad de fuste (Hutchinson, 1992; citado por PINELO, 2000).

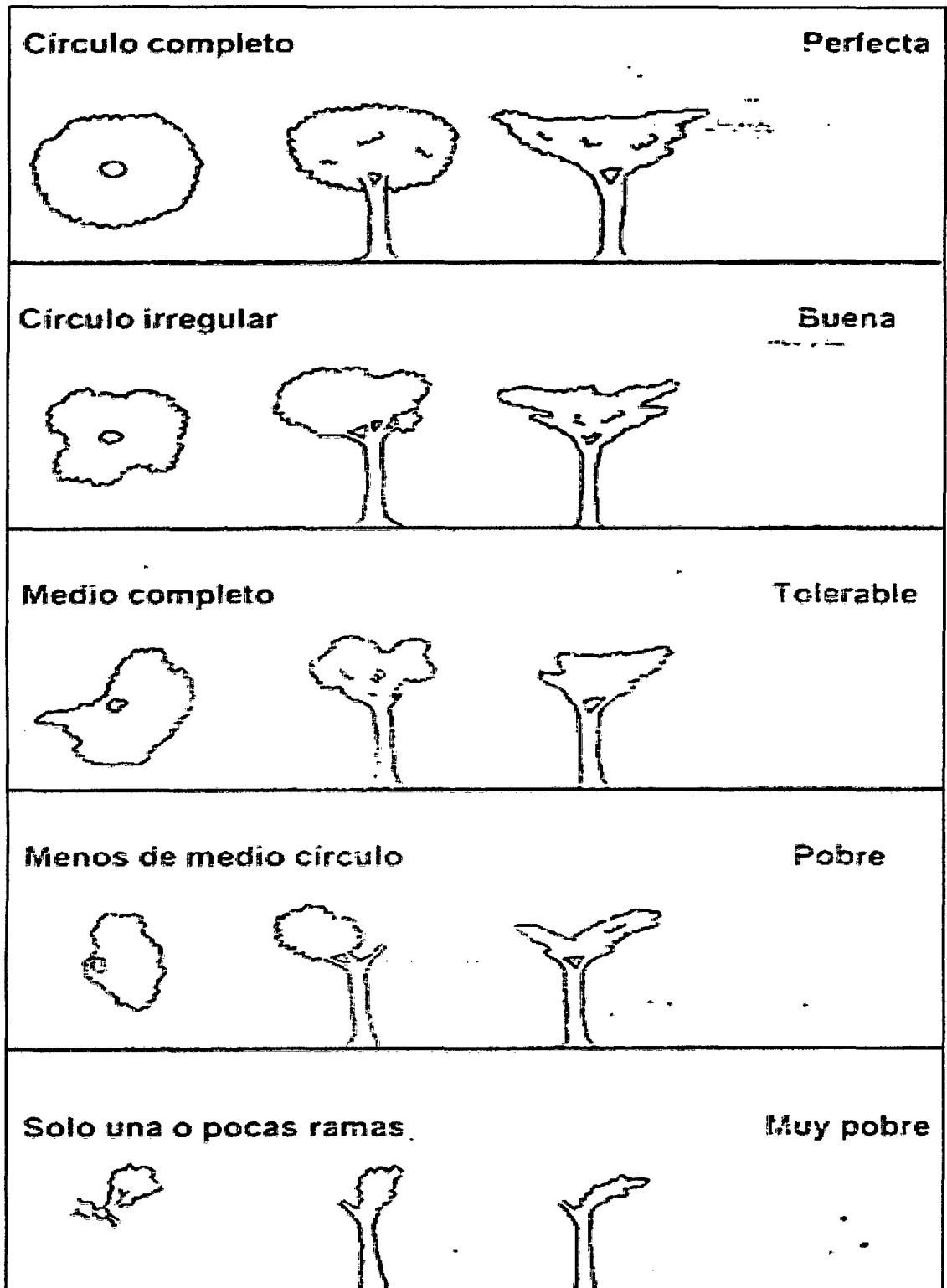


Figura 8. Características para la calificación de la copa (Hutchinson, 1992; citado por PINELO, 2000).

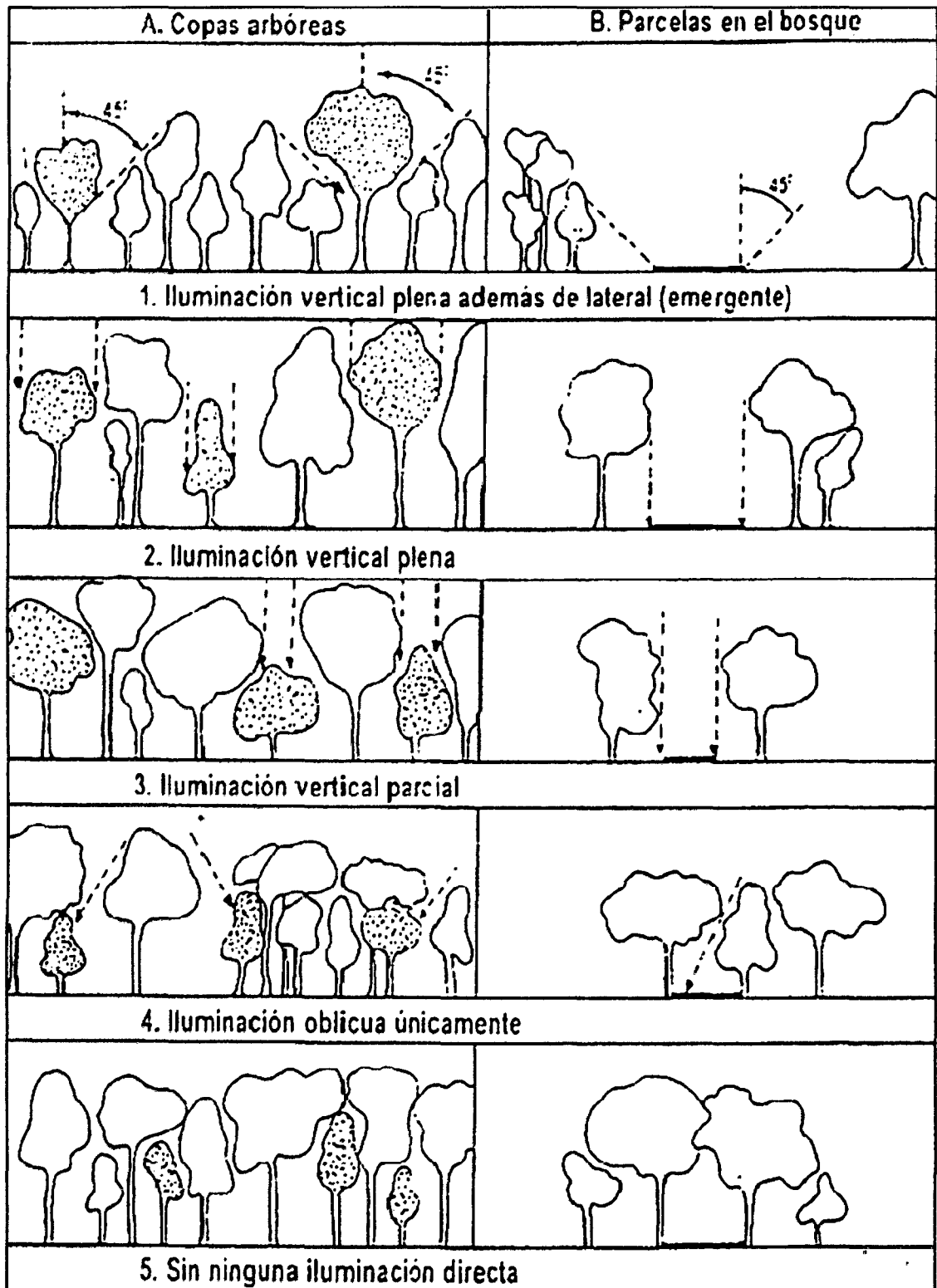


Figura 9. Características para calificar la iluminación de la copa (Hutchinson, 1992; citado por PINELO, 2000).



Figura 10. Ubicación, orientación y delimitación de la parcela testigo.



Figura 11. Árboles con calidad de fuste que fueron extraídos.

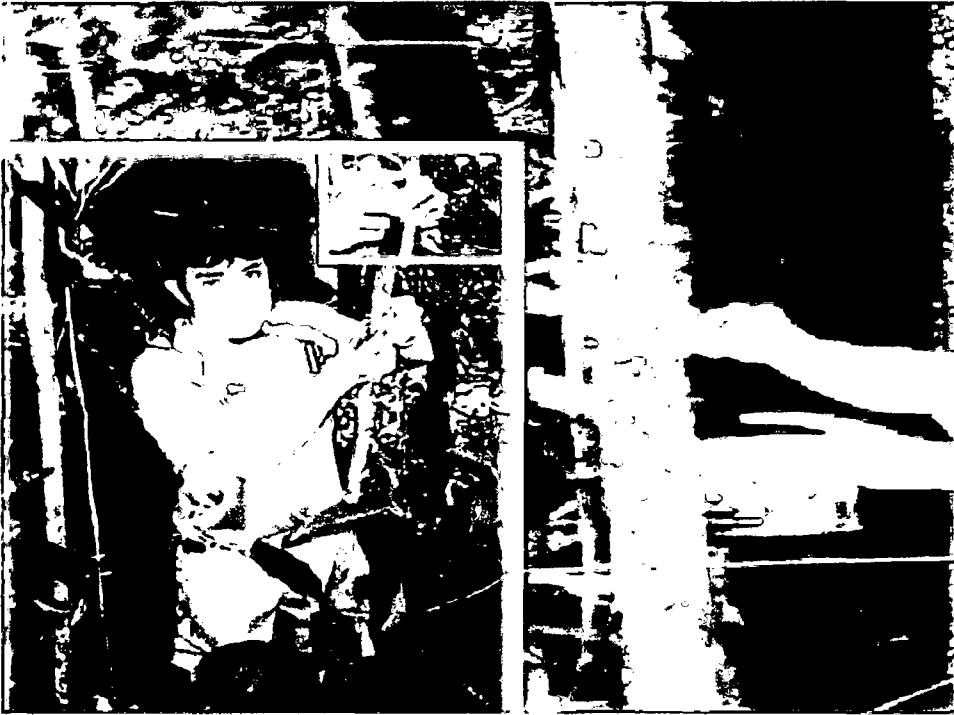


Figura 12. Etiquetado y pintado de las variables dasonómicas.



Figura 13. Evaluación y medición de las variables dasonómicas.





Figura 14. Evaluación de la intensidad de luz.



Figura 15. Árbol con calidad de fuste comercial actual y forma de copa perfecta