

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente



TRABAJO DE GRADUACION

**Evaluación del establecimiento de tres especies forestales de valor comercial
(*Pachira quinata Jacq*, *Swietenia humilis Zucc* y *Cedrela odorata L*) bajo diferentes
niveles de cobertura como una medida de enriquecimiento del bosque seco
secundario de Nandaime, Granada.**

Autor:

Br. Gustavo Adolfo Sediles Palacio

Asesor:

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Dr. Guillermo Castro Marín

Ing. MSc. Alberto Sediles

Managua, Diciembre del 2010

DEDICATORIA

*Todo es hermoso y constante,
todo es música y razón,
y todo, como el diamante
antes que luz es carbón.*
José Julián Martí Pérez (Fragmento)

Dedico este trabajo a:

A Jehováí

A mi familia que me alentó a seguir trabajando siempre por mejores oportunidadesí

A mi papá, **Julio Cesar Sediles González** que me formó con esmero, enseñándome a luchar por las cosas que realmente quiero y a no darme por vencido nuncaí porque aun en las situaciones más complejas siempre habrá una respuesta; que Dios te tenga en su santo refugio.

A mi mamá, **Ileana del Socorro Palacios Guido** y mis hermanos porque a pesar de las dificultades siempre estuvieron presentes en mi formación profesional.

A la tía Gloria Sediles que a pesar de la distancia sé que estuvo pendiente de mi avance durante toda mi carrera de universitario.

A Doribel Chavarría Castillo quien me estimuló para ser cada vez mejor, y a mi hijo Fernando Josué Sediles Chavarríaí esa personita que me carga con alegría y fuerzas para seguir adelante.

Y finalmente dedico este trabajo a todas las personas que de forma directa o indirecta estuvieron presentes durante mi formación universitaria, brindando ánimo y oxigenando el sueño de llegar a ser una persona de éxitoí

Al esfuerzo realizado por mí en esta batalla a contra corriente, que, demuestra lo fiel que me conserve a las personas que creyeron y que siguen creyendo en este Leonés de múltiples aspiracionesí

A todas y todos.

Br. Gustavo Adolfo Sediles Palacio

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria nuestra Alma Mater

Al proyecto PACI por el aporte financiero brindado a este trabajo de investigación

A los profesores Francisco Reyes, Camilo Somarriba, Auxiliadora Gonzales y muy especialmente a doña Idalia Casco Mendieta.

A Anabel Martínez Vado y Marco Antonio López

A los asesores Guillermo Castro Marín, Álvaro Noguera Talavera y Alberto Sediles.

Al señor Carlos Sosa.

Y a todas aquellas personas que por algún motivo haya omitido ofrezco mis disculpas y agradecimientos por su invaluable aporte.

Br. Gustavo Adolfo Sediles Palacio

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
GLOSARIO DE TERMINOS RELACIONADOS AL ESTUDIO	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
1.1.3 HIPOTESIS	3
II. MATERIALES Y METODOS	
2.1 Ubicación del área de estudio	4
2.2 Metodología	6
2.2.1 Selección de los sitios y determinación del porcentaje de cobertura para la plantación de enriquecimiento	6
2.2.2 Descripción de los sitios seleccionados para establecer las unidades experimentales	6
2.2.2.1 Sitio 1	6
2.2.2.2 Sitio 2	6
2.2.2.3 Sitio 3	7
2.2.3 Delimitación de las parcelas de enriquecimiento	7
2.2.4 Descripción de las especies utilizadas en la plantación de enriquecimiento	7
2.2.5 Fase de plantación	8
2.2.6 Diseño de la plantación	9
2.2.7 Variables evaluadas	10
2.2.7.1 Supervivencia	10
2.2.7.2 Diámetro basal	11
2.2.7.3 Incremento en altura	11
2.2.7.4 Valoración de los daños causados por insectos en la plantación de enriquecimiento bajo diferentes niveles de cobertura	12
2.2.7.5 Análisis de los datos recopilados en la plantación de enriquecimiento	15
III. Resultados y discusión	
3.1 Evaluación de la supervivencia en una plantación de enriquecimiento bajo distintos niveles de cobertura	16
3.1.1 Supervivencia de las tres especies para el período de evaluación	16
3.1.2 Evaluación de la supervivencia por porcentaje de cobertura	18

3.1.3	Evaluación de la sobrevivencia en la interacción especie versus porcentaje de cobertura.....	19
3.2	Valores del incremento medio diamétrico obtenido en la plantación de enriquecimiento con distintos niveles de coberturaí	21
3.2.1	Incremento diamétrico por especie y medicióní í í í í í í í .í í í í í í í í í í	21
3.2.2	Incremento medio diamétrico para cada especie por porcentaje de coberturaí í í í í í ..	22
3.3	Cuantificación del incremento medio en altura para las tres especies en la plantación bajo distintos niveles de coberturaí ..	23
3.3.1	Valores de incremento medio en altura por medición para las tres especiesí í í í	23
3.3.2	Cuantificación del incremento en altura para las tres especies por porcentaje de coberturaí	25
3.4	Valoración de los daños causados por insectos y factores asociados a la sobrevivencia de las especiesí ..	26
3.4.1	Condición de la planta a partir de los daños causados por insectos en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundarioí .	27
3.4.2	Clasificación del tipo de daño causado por insectos en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundarioí ..	29
3.4.3	Severidad de los daños causados por insectos y otros agentes en la plantación de enriquecimientoí ..	32
3.4.4	Distribución de los ataques de insectos por porcentaje de cobertura y especie en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundarioí í í í í í í í í í í í í í í í ..	33
IV	Conclusiones í í í í í í í í í	35
V	Recomendaciones	36
VI	Literatura Citada	37

INDICE DE FIGURA

Figura		Pág.
1	Ubicación del área de estudio, comunidad La Chipopa, Nandaime, Nicaragua. Tomado de Pérez y Mota 2009	5
2	Dimensiones de las unidades experimentales establecidas en el bosque seco secundario en Nandaime, Granada.	9
3	Muestra de toma de datos del diámetro basal (mm) en una plantación de enriquecimiento en un bosque seco secundario	11
4	Muestra de toma de datos de la altura (cm) en una plantación de enriquecimiento en un bosque seco secundario	12
5	Valores de sobrevivencia para cada medición por especie en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	17
6	Valores porcentuales de sobrevivencia para cada medición por tipo de cobertura en plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.....	18
7	Porcentaje de sobrevivencia resultante de la interacción especie versus porcentaje de cobertura en plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	20
8	Valores del incremento medio dimétrico (mm) por medición por especie en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	21
9	Valores del incremento medio en diámetro (mm) por medición para cada tipo de cobertura en plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	22
10	Valores del incremento medio en altura (cm) para cada medición por especie en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	24
11	Valores del incremento medio en altura (cm) por especie para cada tipo de cobertura plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	26
12	Resultados del análisis de frecuencia de tipo de daños en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundario	26
13	Planta afectada por <i>Trips</i> en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	27
14	Efecto del daño causado por <i>Hypsipyla grandella</i> las plantas de la especie <i>C. odorata</i> en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco	29

15	Larva del genero <i>Manduca spp</i> encontrada en la especie <i>P. quinata</i> en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundario	í í í í í í í í í í í í í í í 30
16	Hojas de <i>S. humilis</i> afectadas por <i>Phyllocnistis meliacella</i> en una plantación de enriquecimiento forestal en el bosque seco secundario...	í í í í í í í í í í 31
17	Planta de <i>S. humilis</i> atacada por <i>Phyllophaga spp</i> en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario	í í í í í í í í í í í í í .í í í . 32
18	Valores porcentuales de severidad obtenida en la plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario de Nandaimeí	í í í í í í í í í í í í í í í í í . 33

RESUMEN

El presente estudio se realizó en **La Chipopa** una finca localizada en el Municipio de Nandaime, departamento de Granada. El propósito del estudio fue la evaluación del comportamiento de tres especies forestales de valor comercial *Pachira quinata* Jacq, *Swietenia humilis* Zucc y *Cedrela odorata* L. plantadas bajo tres tipos de cobertura en bosque seco secundario. Se establecieron tres parcelas de muestreo por sitio con dimensiones de 25m x 25m. Se realizaron cinco mediciones, con una frecuencia mensual para las variables dasométricas y cada quince días para la valoración de daños causados por insectos, a partir del establecimiento de la plantación en Junio 2010-Diciembre2010. Se plantaron 15 plantas por especie para un total de 45 individuos por parcela distribuidos en 5 líneas. La distancia utilizada entre plantas fue de 3 x 3m distribuidas en el siguiente orden: *Pachira quinata*, *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*. Se evaluaron las variables de sobrevivencia, incremento en diámetro basal e incremento en altura total así como los daños causados por insectos a las plantas. La plantación obtuvo una sobrevivencia global de 93.6%, con algunas variaciones por especie por tipo de cobertura siendo *C. odorata* la especie que presentó los valores más bajos en esta variable y *S. humilis* que presentó una mayor mortalidad en la cobertura superior al 50%. En cuanto al incremento en diámetro y altura total las especies muestran los siguientes valores, en la cobertura de 0 ó 20% las tres especies obtuvieron incrementos positivos en altura y diámetro; no así, en las coberturas superiores al 20 % donde estos incrementos fueron bajos. Los principales daños causados por insectos y otras enfermedades son reportados principalmente por las especies *C. odorata* y *S. humilis* que fueron atacados por *Hypsipyla grandella* (Cedro), *Phyllocnistis meliacella* y *Phyllophaga spp* (Caoba del pacífico) así como un alto porcentaje de defoliación para las tres especies. Con los resultados obtenidos se concluye que la especie *Pachira quinata* es la especie que presenta las condiciones necesarias para realizar plantaciones de enriquecimiento forestal con enfoque de rehabilitación de ecosistemas perturbados; sin embargo, *C. odorata* presentó un comportamiento similar por lo que se recomienda continuar experimentando con esta especie a pesar de los bajos resultados de sobrevivencia obtenidos por la especie.

Abstract

A research to evaluate the rate of survival, diameter and high increment of three economic valuable species was carried out at Chipopa village in Granada department. Seedlings were planted using different forest cover in a secondary tropical dry forest site. Three enrichment plots were established with large of 25m x 25m. Forty five seedlings were planted in each plot. Once a month measurements were done to get information about diameter and high increment and survival, and twice a month to evaluate the seedlings condition. During evaluation period was registered a high survival percent (93.6%). *Cedrela odorata* registered the lower mortality; while *Swietenia humilis* reached the highest mortality in ×50% forest cover. The increment rate on diameter and high were related with forest cover percent. Damages recorded were more associated to *C. odorata* and *S. humilis* species. *Pachira quinata* registered the highest rate to evaluated parameters, considering potentially useful in project with restoration approach at secondary dry forest.

Glosario de términos relacionados al estudio

Cobertura

Se refiere al grado de protección que genera el dosel o la copa de los árboles al suelo. Este factor se estima a través de la medición de la proyección de las copas sobre el suelo, o a través del uso de un densiómetro, que estima el espacio ocupado por las copas en un sitio determinado.

Especie marco

El término hace referencia a especies nativas ampliamente estudiadas (crecimiento en viveros, fenología, germinación, establecimiento, crecimiento en plantaciones) y validadas para ser utilizadas en programas de restauración ecológica y rehabilitación de la estructura de bosques degradados (Blakesley *et al* 2002).

Plantaciones de enriquecimiento

Algunos bosques son degradados por el aprovechamiento excesivo. Estos a veces pierden las maderas más atractivas comercialmente porque no se encuentran representadas en algunos estadios avanzados de crecimiento en el bosque o porque este crecimiento fue dañado por las operaciones de aprovechamiento. Entonces las plantaciones de enriquecimiento son una alternativa para recuperar la productividad comercial del bosque utilizando en dichas plantaciones, especies presentes en el bosque natural (Lamb and Gilmour, 2003); siendo los sistemas más comunes, plantación bajo dosel protector, plantaciones en fajas, y plantaciones en claros.

Rehabilitación ecológica

Es el re-establecimiento de la productividad del bosque, pero no necesariamente en la totalidad de las especies de plantas y animales que originalmente estaban presentes. Por razones ecológicas o económicas el nuevo bosque puede incluir especies que originalmente no se encontraban presentes y con el tiempo las funciones de protección y servicios ecológicos pueden ser re-establecidas (Lamb and Gilmour, 2003).

I- INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco tiempo las investigaciones realizadas en silvicultura del bosque seco secundario resultaban ser pocas y desajustadas a la realidad cambiante de nuestros ecosistemas, pero producto de estas debilidades se han abierto puertas a nuevos paradigmas para los investigadores y a la vez se ha despertado el interés de un número creciente de especialistas en las distintas áreas que abarca la investigación.

Un avance de gran importancia resultó ser la relación entre el desarrollo económico de las poblaciones humanas y el subsiguiente deterioro de los ecosistemas tropicales, lo que muestra la fragilidad de los ecosistemas ante las distintas perturbaciones causadas por el aprovechamiento de los bosques.

Como resultado de la perturbación de los bosques primarios para la obtención de insumos y materia prima de calidad, han surgido nuevos ecosistemas con características (en algunos casos) similares a los originales; ejemplo de estos son los bosques secundarios, que han surgido en todo el mundo debido a las continuas perturbaciones antropogénicas (Gómez- Pompa, 1979).

El desarrollo de investigaciones en los bosques secundarios enfocadas a la rehabilitación ecológica ha venido incrementándose con el paso del tiempo, pero en Nicaragua, la información disponible es casi nula y por esta razón se hace necesario un mayor esfuerzo por conservar algunas áreas de interés científico para la generación de información útil y mediante estas investigaciones brindar respuestas concretas a las dificultades que se presentan actualmente por el deterioro de nuestras riquezas naturales.

Con el propósito de rehabilitar áreas de bosque perturbadas se propuso la utilización de especies nativas que, según Montagnini *et al*, 2006 es recomendable debido a que estas pueden presentar mayor adaptación a las condiciones del ecosistema alterado.

El presente estudio fue realizado en un área de bosque seco secundario en el que predominan especies de poco valor comercial; en estudios anteriores se han incorporado al bosque especies como guapinol, laurel, cedro y pochote con el objetivo de darle mayor valor económico mediante plantaciones de enriquecimiento.

El propósito de este trabajo es proporcionar información sobre potenciales especies marco a utilizarse en futuros programas de rehabilitación de ecosistemas de bosque seco de nuestro territorio; haciendo énfasis en el porcentaje de cobertura y la relación de esta con el porcentaje de sobrevivencia, incremento y la incidencia de insectos en la plantación.

Para este estudio se tomaron como base tres unidades experimentales con diferentes porcentajes de cobertura para obtener al final del período de observaciones criterios para manejo de coberturas óptimas en proyectos de rehabilitación de bosques degradados y de este modo facilitar la toma de decisiones en el campo de plantaciones forestales de enriquecimiento.

1.1- OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el establecimiento y crecimiento de tres especies forestales bajo diferentes niveles de cobertura como una medida de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

Objetivos Específicos

- 1- Evaluar la sobrevivencia de plantas de tres especies bajo diferentes niveles de cobertura en el bosque seco secundario.
- 2- Valorar la condición de las plantas ante la incidencia de daños provocados por insectos así como los causados por otros agentes.
- 3- Cuantificar el incremento en diámetro y altura total de las tres especies plantadas.

1.1.1- HIPOTESIS

Ho: El nivel de cobertura incide en el establecimiento y crecimiento de especies utilizadas para enriquecimiento del bosque seco secundario.

Ha: La cobertura no tiene influencia en el establecimiento y crecimiento de las especies utilizadas para enriquecimiento del bosque seco secundario.

II- MATERIALES Y METODOS

2.1- Ubicación descripción del área de estudio

El estudio se realizó en un área de bosque seco secundario perteneciente a La Chipopa una finca de la localidad del Río Medina; ubicada aproximadamente a 10 Km al Suroeste de la ciudad de Nandaime en el departamento de Granada (Figura 1).

En el área bajo estudio se presentan promedios anuales de precipitación y temperatura de 1444 mm y 27°C, respectivamente. La vegetación en el área es clasificada como una formación de bosque tropical seco deciduo (Ponce y Montalbán, 2005). Los suelos existentes en el área son principalmente vertisoles y alfisoles, originados de material volcánico y roca básica del terciario. La textura del suelo varia de arcillosa a franco arcillosa con pH de 7 (Castro-Marín, 2005).

En relación al uso anterior del suelo se puede referir que, en la década de los 60's el bosque seco de esta localidad fue talado en su totalidad para la producción de cultivos agrícolas (arroz, frijoles, maíz, etc.) y para la crianza de animales domésticos por lo que su estructura cambió drásticamente (Castro-Marín, 2005).

Luego estos fueron presionados por el cultivo de la caña para la producción azucarera; pero, es hasta en los años 1991 y 1992 cuando se inician los primeros pasos para la organización y elaboración de propuestas de proyectos de manejo forestal por parte del proyecto Nandarola en colaboración con pobladores de la zona (Castro-Marín, 2005).

La topografía que presenta la zona de estudio son las siguientes: áreas planas, áreas onduladas, áreas quebradas y poco escarpadas. Las elevaciones dentro del área están entre 103 msnm (en la parte más baja) hasta 261msnm (en las áreas quebradas), predominando el relieve ondulado con pendientes menores del 30%, aunque también existen pendientes de 45 y 80% pero en trechos cortos. En cuanto a la hidrología el área es atravesada por las quebradas Nandarola, San Rafael, Cebadilla y algunos ramales que solamente en el invierno presentan su caudal, siendo estos una sub-cuenca del río Ochomogo (Castro-Marín, 2005).



Figura 1. Ubicación del área de estudio, comunidad La Chipopa, Nandaime, Nicaragua. Tomado de Pérez y Mota 2009.

2.2- Metodología

2.2.1- Selección de los sitios y determinación del porcentaje de cobertura para la plantación de enriquecimiento

El experimento tuvo inicio el 18 Junio del año 2009 en la finca **La Chipopa** que cuenta con un área de tacional de 3.83ha en edad sucesional de 18 años y se localiza entre las coordenadas 11°42'31ö Norte y 86°05'08öOeste siendo su altitud promedio de 151msnm (Ponce y Montalbán, 2005).

El procedimiento consistió en realizar recorridos en toda el área del bosque para reconocer los sitios que fueran apropiados para el estudio, esto a su vez, facilitó el proceso de establecimiento de las unidades experimentales debido a que no hubo necesidad de abrir drásticamente el dosel en todas las parcelas.

El primer paso fue el establecimiento de las parcelas y la ubicación de las plantas en el terreno. Para provocar las menores alteraciones al bosque, se seleccionaron espacios de bosque que cumplieran con los requerimientos establecidos en los objetivos, en cuanto al porcentaje de cobertura por lo que fue necesario el uso de un densímetro.

2.2.2- Descripción de los sitios seleccionados para establecer las unidades experimentales

2.2.2.1- Sitio 1, con una cobertura de 0 a 20%. Este lugar fue seleccionado porque era un claro de unos 500m² provocado por un incendio ocurrido un mes antes de iniciada esta investigación; por lo que producto de esta perturbación poseía el porcentaje de cobertura requerida.

2.2.2.2- Sitio 2, con una cobertura de 20 a 50%. Fue seleccionado debido a que era un sitio constituido principalmente por cornizuelo (*Acacia colinsii*) combinado con arbustos como barazón (*Achatocarpus nigricans*), Jinocuabo (*Bursera simarouba*) y otras especies arbóreas que no poseen importancia comercial; por lo que no representaron pérdidas al momento de extraer este tipo de vegetación para lograr el porcentaje de cobertura deseada para el experimento.

2.2.2.3- Sitio 3, con cobertura mayor a 50%. El sitio seleccionado correspondió a un área con poca intervención previa, y con mayor densidad de arboles al igual que una pendiente superior a la de las otras unidades experimentales.

2.2.3- Delimitación de las parcelas de enriquecimiento

La delimitación del área de cada una de las unidades experimentales se hizo usando cinta métrica y brújula. En los vértices se colocaron estacas con etiqueta y cinta biodegradable de color que permitieron identificar la forma de la parcela, orientándola de Este a Oeste para que las plantas aprovecharan una mayor cantidad de horas luz.

2.2.4- Descripción de las especies utilizadas en la plantación de enriquecimiento

Nombre científico: *Pachira quinata*

Familia: Bombacaceae

P. quinata es una especie latifoliada y caduca, con flores hermafroditas. En su estado adulto es de porte medio y logra alcanzar de 25-35m de altura o incluso llegando a los 40m y un diámetro del tronco de 1-3m. El tronco es recto, relativamente corto, cilíndrico aunque irregular. La copa es bien desarrollada, amplia e irregular. Los ejemplares maduros de *P. quinata*, cuando son dominantes dentro del bosque o en campo abierto, muestran una amplia expansión de la copa y poca indicación de autopoda del tronco (Salas 1993).

La corteza del tronco y ramas está normalmente cubierta de gruesas espinas o aguijones de hasta 2cm de largo y que normalmente forman líneas o sierras en arbolillos jóvenes y sin ningún patrón definido en los adultos. El grado de espinosidad es muy variable, encontrándose incluso árboles sin ninguna espina (Salas 1993).

Nombre científico: *Cedrela odorata*

Familia: Meliaceae

Cedrela odorata es comúnmente conocido como cedro, es un árbol con una altura de 12 a 30 metros, y diámetro a la altura del pecho de 50 a 120 cm. La distribución de esta especie se extiende desde México hasta el Sur de América. En Nicaragua, cedro es encontrado en bajas elevaciones, en climas secos a muy húmedos. Cedro es generalmente encontrado en fincas grandes y pequeñas; además de zonas de pastizal en grupos pequeños. Cedro es una especie maderable importante por su alta calidad. Es su distribución natural se encuentra con poca regeneración (Salas 1993).

Nombre científico: *Swietenia humilis*

Familia: Melicidae

Se encuentra normalmente en el bosque seco y seco pre montano logrando tolerar diferentes tipos de suelo, desde fértiles a calizos infértiles, tal y como lo muestra su amplia distribución. En plantaciones de enriquecimiento se plantan en líneas, a 10m entre líneas y 3m entre árboles de la misma línea. Las plantaciones deben, a menudo, protegerse del fuego y se ha observado crecimiento de árboles con valores anuales en altura de 1.0 a 1.3m y 1.5 cm. de DAP en árboles bajo espaciamiento inicial de 2*2m (Salas 1993).

2.2.5- Fase de plantación

La plantación fue realizada en el mes de Junio del año 2009 utilizando tres especies de valor comercial como el Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia humilis*) y Pochote (*Pachira quinata*). El material vegetativo se obtuvo en el vivero El Buen Pastor ubicado a unos 3 km de la ciudad de Nandaime.

Las especies seleccionadas para este estudio responden a la solicitud realizada por el propietario de la finca pues anteriormente se habían introducido plantas de estas especies en el bosque para dar mayor valor al mismo, debido a que la vegetación predominante es arbórea de poco valor comercial, así como hierbas y arbustos principalmente.

Al momento de ubicar las plantas en el terreno estas presentaban dimensiones medias de altura y diámetro respectivamente, y descritas a continuación: *P. quinata* (35.9cm y 4.24mm), *S. humilis* (24.2cm y 3.28mm) y *C. odorata* (38.7cm y 5.02mm). Durante la obtención del material vegetativo en el vivero fue necesaria la selección de los individuos por especie, tomando únicamente los que no poseían ningún tipo de daño y que fueran de altura y diámetro similar y el mismo tiempo en el vivero.

2.2.6- Diseño de la plantación

Se establecieron tres unidades experimentales en el terreno, una por cada área de bosque seleccionada. Las dimensiones de las parcelas fueron 25m x 25m (Figura 2), es decir 0.0625 hectáreas; cada una con diferentes porcentajes de cobertura. Una vez delimitadas las parcelas se procedió a realizar el trazado y ahoyado de las filas de plantación que presentaron un distanciamiento de 3m entre planta por 3m entre cada fila de plantación. El número de plantas por parcela fue cuarenta y cinco (45), distribuidas en cinco (5) líneas con un orden por línea que se definió de la siguiente manera: 1) *Pachira quinata* 2) *Swietenia humilis* 3) *Cedrela odorata* para un total de 15 plantas de cada especie por parcela. Establecidas las unidades experimentales se continuó con el levantamiento de datos con una frecuencia mensual para el caso de las variables dasométricas y cada quince días para evaluar daños causados por insectos; durante estas visitas también se tomaron datos de sobrevivencia de las plantas debido a la información detallada recogida en las unidades experimentales por especie en la valoración de daños.

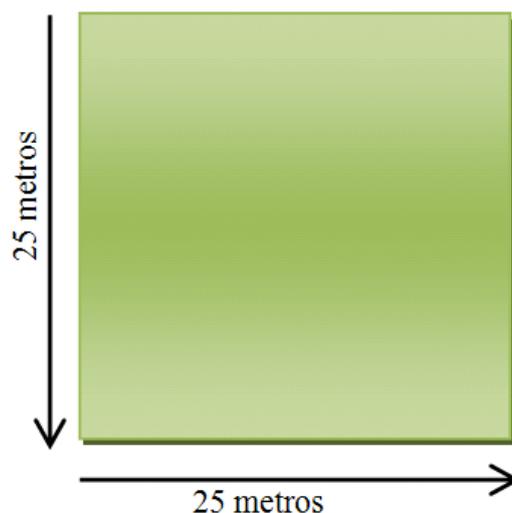


Figura 2. Dimensiones de las unidades experimentales establecidas en el bosque seco secundario de Nandaime, Granada.

2.2.7- Variables evaluadas

2.2.7.1- Supervivencia

Este dato fue utilizado para determinar el porcentaje de individuos vivos que presentó la plantación tomando como referencia el número inicial de plantas en el experimento y la cantidad de las mismas al final del período evaluado y, de esta manera, conocer el comportamiento de cada especie bajo las condiciones presentes en cada parcela.

La supervivencia se tomó de la información presente en los muestreos de daños por insectos, ya que en estos se presenta información detallada por cada individuo incluyendo el estado general de la planta.

La supervivencia se valoró retomando la clasificación definida en Centeno (1993), quien utilizó los siguientes rangos para evaluar supervivencia en un sistema de plantación forestal (Cuadro 1):

Cuadro 1. Clasificación de una plantación forestal en relación al porcentaje de supervivencia.

Porcentaje de supervivencia	Calidad resultante de la plantación.
80 ó 100 %	Muy Buena
70 ó 80 %	Buena
40 ó 70 %	Regular
Menos 40 %	Mala

2.2.7.2- Diámetro basal

Las mediciones se realizaron con una frecuencia mensual iniciando en junio y finalizando en diciembre. Para obtener este dato se utilizó un vernier tomando el mismo lo más horizontal posible a la base de la planta. Una vez realizadas las mediciones correspondientes al período de estudio (6 meses) se continuó con la comparación del incremento obtenido por cada especie bajo los distintos niveles de cobertura (Figura 3).



Figura 3. Muestra de toma de datos del diámetro basal (mm) en una plantación de enriquecimiento en un bosque seco secundario.

2.2.7.3- Incremento en altura

Para esto fue necesario el uso de una cinta métrica de 5m que se extendía desde la base hasta el ápice de la planta (Figura 4). El muestreo para esta variable se realizó con una frecuencia mensual, iniciando en Junio y finalizando en Diciembre.

Al momento del análisis de los datos de la variable altura, únicamente se consideraron las plantas que no habían sufrido daños que sugirieran disminución en la longitud del tallo, es decir las plantas que sufrieron daños en su ápice no se incluyeron en el cálculo del incremento en altura.



Figura 4. Muestra de toma de datos de la altura (cm) en una plantación de enriquecimiento en un bosque seco secundario.

Los incrementos medios en diámetro y altura por especie para el período de estudio se obtuvieron a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{IMMd} = \frac{df \text{ ó } di}{6 \text{ meses}}$$

6 meses

df = diámetro final

di = diámetro inicial

IMMd = incremento medio mensual en diámetro

$$\text{IMMa} = \frac{hf \text{ ó } hi}{6 \text{ meses}}$$

6 meses

hf = altura final

hi = altura inicial

IMMa = incremento medio mensual en altura

2.2.7.4- Valoración de los daños causados por insectos en la plantación de enriquecimiento bajo diferentes niveles de cobertura

La información correspondiente a los daños causados por insectos que se presentaron en la plantación se recolectó en cada parcela mediante la observación y monitoreo de cada planta. Para este procedimiento se hizo necesaria la marcación de cada una de las plantas por parcela, donde se consideró la especie y el número de individuo correspondientemente.

Esta metodología fue propuesta por Fettig *et al*, 2001 quien realizó investigaciones sobre el comportamiento de los insectos según el nivel de cobertura en que se encontraran y los lugares específicos en que se encontraban distribuidos en la planta (Cuadro 2).

En el proceso de valoración se obtuvo algunos rasgos individuales que hicieron posible la observación directa del daño provocado por los insectos en cada una de las plantas, luego se anotó indicando el tipo de daño que presentaba en ese instante, el porcentaje de afectación y la captura del insecto (Cuadro 3 y 4).

En los casos en que se presentó esta situación (que se encontró al insecto) se procedió a la anotación específica del área de la planta en que se localizó (hoja, tallo o ápice) y la descripción general del insecto.

En esa etapa se recolectaron muestras de los insectos presentes en las parcelas de la plantación, luego eran transportadas al laboratorio en frascos de vidrio (viales) con alcohol para su respectiva identificación.

También se tomaron larvas que se encontraron en las plantas para tratar de desarrollarlas hasta su estado adulto, alimentándolas artificialmente en el laboratorio con brotes de la misma especie arbórea de la que fueron retiradas. Estas se hallaron principalmente en *C. odorata* y *P. quinata*.

Durante la observación de las muestras larvales en el laboratorio se hizo necesario un registro detallado del estado de desarrollo en que se encontraban las larvas, nivel de deterioro causado al hospedero artificial y tiempo en que surgía el adulto; para este efecto se hizo un registro fotográfico de las muestras en sus diferentes estadios.

Cuadro 2. Formato propuesto por Fettig *et al* 2001 para el muestreo del grado de defoliación en plantación de enriquecimiento con diferentes niveles de cobertura en un bosque seco secundario

Clases de defoliación	Apariencia del área foliar de la planta	Defoliación %
leve (1)	No existe cambio visible en el área foliar.	< 10%
Ligera (2)	Ligera defoliación en la parte superior de la corona.	20-40%
Moderada a alta (3)	Amarillo a ligeramente café y caída de follaje.	50-100%
Severa (4)	Corona completamente grisácea, parte superior muerta o planta muerta.	50-100%

Cuadro 3. Formato de muestreo de daños causados por insectos en una plantación de enriquecimiento con diferentes niveles de cobertura en un bosque seco secundario.

Especie	# de individuo	# de línea	Condición de la planta	Severidad	Observaciones

Cuadro 4. Criterios para la predicción del efecto de los insectos sobre las plantas en una plantación de enriquecimiento bajo distintos niveles de cobertura.

Tipo de daño causado por insectos			
1	Sana		
2	Defoliada	1	Hoja
		2	Ápice
3	Presencia de huevos	1	Haz de la hoja
		2	Envés de la hoja
		3	Tallo
4	Presencia de larvas	1	Haz de la hoja
		2	Envés de la hoja
		3	Tallo

Esta valoración de los daños causados por insectos fue de suma importancia para el experimento, debido a que este tipo de plantaciones, según la especie utilizada, suelen ser muy susceptibles a los ataques de insectos, que al final se traducen en pérdidas económicas, pues la inversión realizada en el establecimiento de la plantación no es recuperada por la mala calidad de la madera resultante.

También fue necesaria la clasificación de los daños esperados en la plantación, para lo que se presenta el siguiente cuadro (Cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación de los tipos de daños esperados en una plantación de enriquecimiento forestal en el bosque seco secundario.

Clasificación del tipo de daño	
1	Animales domésticos
2	Defoliación
3	Enfermedades
4	Antropogénicos
5	Sin daños

2.2.7.5- Análisis de los datos recopilados en la plantación de enriquecimiento

Una vez obtenida la información de las distintas variables se procedió a la construcción de la base de datos en EXCEL y de esta manera se organizó toda la información recopilada durante la fase de campo. Después de haber organizado la información se procedió a realizar el análisis estadístico para lo que se utilizó el programa *Infostat*.

El primer paso en esta fase fue la aplicación de estadística descriptiva para obtener así los valores de los estadígrafos como media, error estándar y coeficiente de variación para cada una de los individuos para las variables diámetro basal, altura de la planta, sobrevivencia y afectación en las diferentes condiciones de cobertura.

A continuación se realizó el análisis de varianza para determinar diferencias estadísticas en el comportamiento de las variables evaluadas en las tres condiciones de cobertura utilizadas en el trabajo. Finalmente a través del análisis de tablas de contingencia se buscó la relación entre las variables evaluadas y las condiciones que prevalecieron en cada parcela.

III- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1- Evaluación de la sobrevivencia en una plantación de enriquecimiento bajo distintos niveles de cobertura

3.1.1- Sobrevivencia de las tres especies para el período de evaluación

Luego de evaluar por un período de seis meses la plantación de enriquecimiento en el área de bosque seco secundario; fue posible observar una tendencia general a favor de una sobrevivencia satisfactoria de las tres especies evaluadas en el estudio, Cedro (*Cedrela odorata*), Pochote (*Pachira quinata*) y Caoba del pacifico (*Swietenia humilis*). Como es común en la fase inicial de una plantación, los valores de sobrevivencia muestran una tendencia a disminuir de forma progresiva (Figura 5). Aun así, el porcentaje global de sobrevivencia de la plantación fue de 93.6%, lo que sugiere un resultado satisfactorio para los primeros seis meses.

En referencia a los valores de sobrevivencia, Arteaga e Izaguirre (2004) reportan fuertes afectaciones a una plantación realizada bajo dosel protector, donde el porcentaje de sobrevivencia fue de 16% para las especies *C. odorata* y *S. humilis*.

Esto muestra la importancia de continuar con investigaciones enfocadas a la rehabilitación ecológica de los bosques degradados, y, de esta manera brindar alternativas viables para obtener mejores resultados en cuanto a la calidad de las plantaciones forestales establecidas bajo esta modalidad.

El comportamiento de esta variable fue similar para las especies *S. humilis* y *C. odorata*; y diferente para *P. quinata* (Figura 5) que mostró una mejor respuesta durante el experimento.

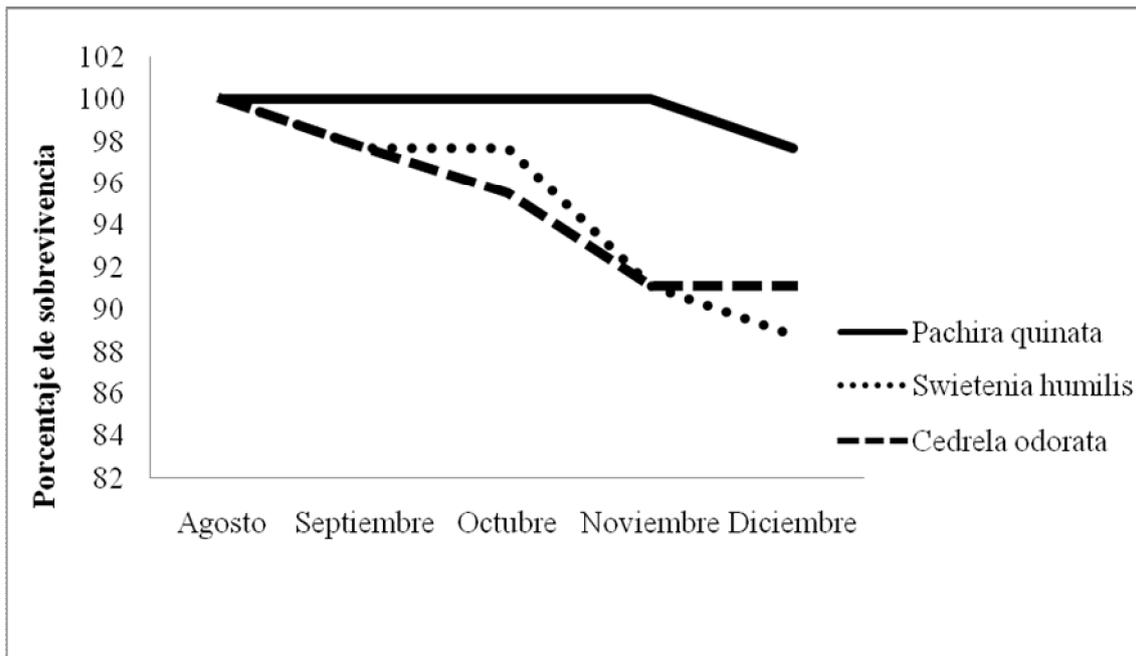


Figura 5. Valores de sobrevivencia para cada medición por especie en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

La especie que mostró los porcentajes más altos en la variable sobrevivencia fue *P. quinata* (figura 5), observándose un leve descenso a partir de la cuarta medición que está relacionado con la disminución de las lluvias lo que implica la reducción de humedad en el suelo.

Sin embargo las tres especies muestran respuestas positivas en cuanto a sobrevivencia, pero estos resultados muestran variaciones según los sitios en que se estableció el experimento; por lo que cada especie respondió de forma diferente según el porcentaje de cobertura en el que se encontraba.

En este sentido López y Oporta (1999) reportaron porcentajes de sobrevivencia similares a los resultados de este estudio, donde *C. odorata* es la especie que presentó los valores más bajos para la variable sobrevivencia, mencionándose que este comportamiento es producto del daño causado por el barrenador de meliáceas *Hypsipyla grandella* que se presentó en la plantación atacando a *S. humilis* y *C. odorata*.

3.1.2- Evaluación de la sobrevivencia por porcentaje de cobertura

La cuantificación de la sobrevivencia por porcentaje de cobertura presentó la misma tendencia que los resultados de sobrevivencia por especie, es decir, de decrecimiento paulatino (figura 6); siendo la excepción a lo señalado la especie *C. odorata* que obtuvo mejores respuestas a medida que aumento el porcentaje de cobertura.

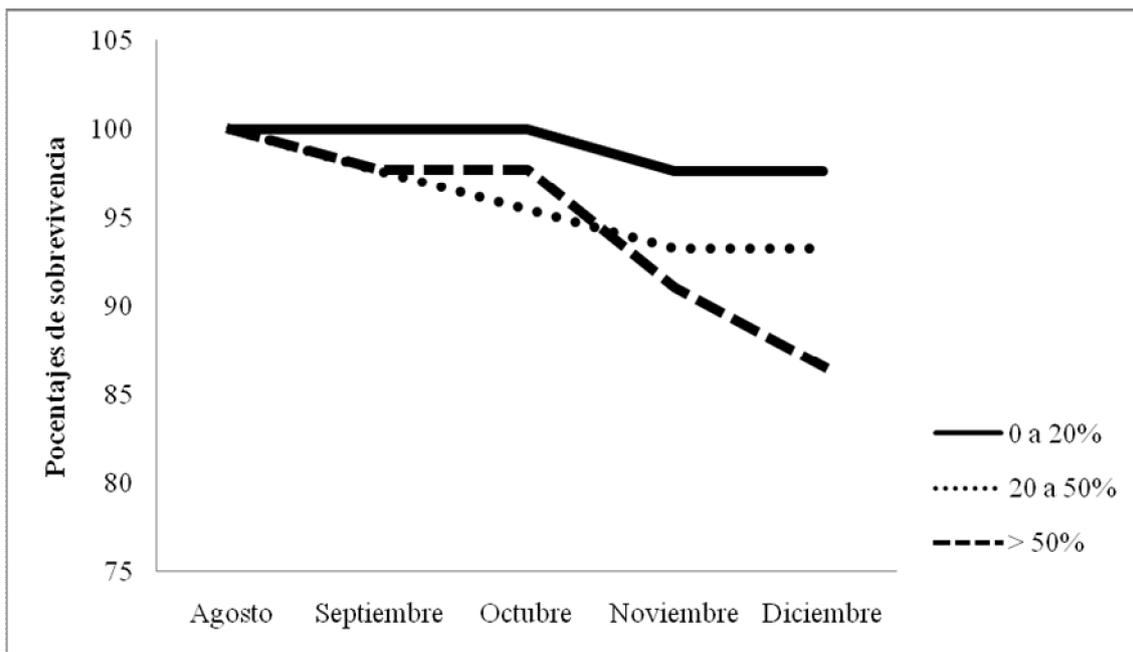


Figura 6. Valores porcentuales de sobrevivencia para cada medición por tipo de cobertura en plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

De manera general los valores más altos de sobrevivencia para el estudio se presentaron en la cobertura 0 a 20%, lo que sugiere que las especies estudiadas requieren de un alto grado de iluminación durante la fase inicial de establecimiento. En esta cobertura (0 - 20%) fue posible notar que *C. odorata* presentó una sobrevivencia menor en comparación a las otras especies del estudio.

Estos resultados muestran que el bajo valor de cobertura del sitio 1 impactó en el establecimiento de la plantación, por lo que es recomendable realizar este tipo de plantaciones en bosques en las que se maneje la cobertura en un porcentaje de entre 20% y 50% donde es posible observar una considerable disminución en los daños causados por insectos pero un menor incremento en diámetro y altura de las especies.

En trabajos realizados en plantaciones bajo distintos niveles de cobertura se ha reportado una respuesta diferente por las plantas ante un mayor porcentaje de cobertura, es decir, que presentan algunas dificultades en su establecimiento inicial y luego tienden a estabilizarse; como ejemplo de esto se cita el trabajo realizado por Barchuk (2000) en una plantación de quebracho-blanco y *Prosopis chilensis*, en el cual el autor concluye que la cobertura no se relacionó con el establecimiento de las especies evaluadas.

Es decir que, contrario a los resultados obtenidos por Barchuk (2000), en el presente estudio, las especies utilizadas respondieron positivamente a los diferentes porcentajes de cobertura; lo que sugiere que la sobrevivencia final de la plantación presentó un comportamiento particular donde cada especie tuvo un comportamiento diferenciado según la cobertura en la que se encontrara.

3.1.3- Evaluación de la sobrevivencia en la interacción especie versus porcentaje de cobertura

De la misma forma la estimación de la interacción del porcentaje de cobertura y su relación con las especies, se logró observar que *P. quinata* y *S. humilis* presentan una reacción positiva a las condiciones donde la cobertura fue menor por lo que experimentaron valores iguales en los sitios con cobertura 0 a 50%; sin embargo fue notorio que en la cobertura superior al 50% se dio una disminución en la sobrevivencia de estas dos especies (figura 7). Esto se debe a la competencia por luz y nutrientes, pues en la cobertura superior al 50% estas condiciones se vieron reducidas al mínimo para las plantas jóvenes del ensayo; por lo tanto, al no ser capaces de competir al mismo nivel que los árboles mayores la sobrevivencia de éstas empezó a disminuir de forma gradual.

El análisis de la sobrevivencia por especie y por tipo de cobertura, muestra que *C. odorata* experimentó altos valores de sobrevivencia en la cobertura superior al 50% en comparación a la sobrevivencia que obtuvo esta misma especie en la cobertura de 0 a 20%. Esta respuesta fue causada de forma directa por la cobertura pues a medida que hubo mayor iluminación en las parcelas los niveles de desarrollo alcanzados por *C. odorata* se convirtieron en una fuente de atracción para los insectos y como consecuencia esto produjo impactos negativos en la sobrevivencia de la especie.

El comportamiento de *C. odorata* en cuanto a los daños causados por insectos y la sobrevivencia de la especie presenta una disminución considerable a medida que aumenta la cobertura, como es reflejado en un estudio realizado por CATIE (2001) donde aplicando un mayor porcentaje de cobertura lograron reducir los niveles de afectación por insectos en la plantación; reduciendo así los costos de mantenimiento de la plantación (replante) en sitios degradados lo que brinda cierta ventaja en comparación a plantaciones a campo abierto de esta especie.

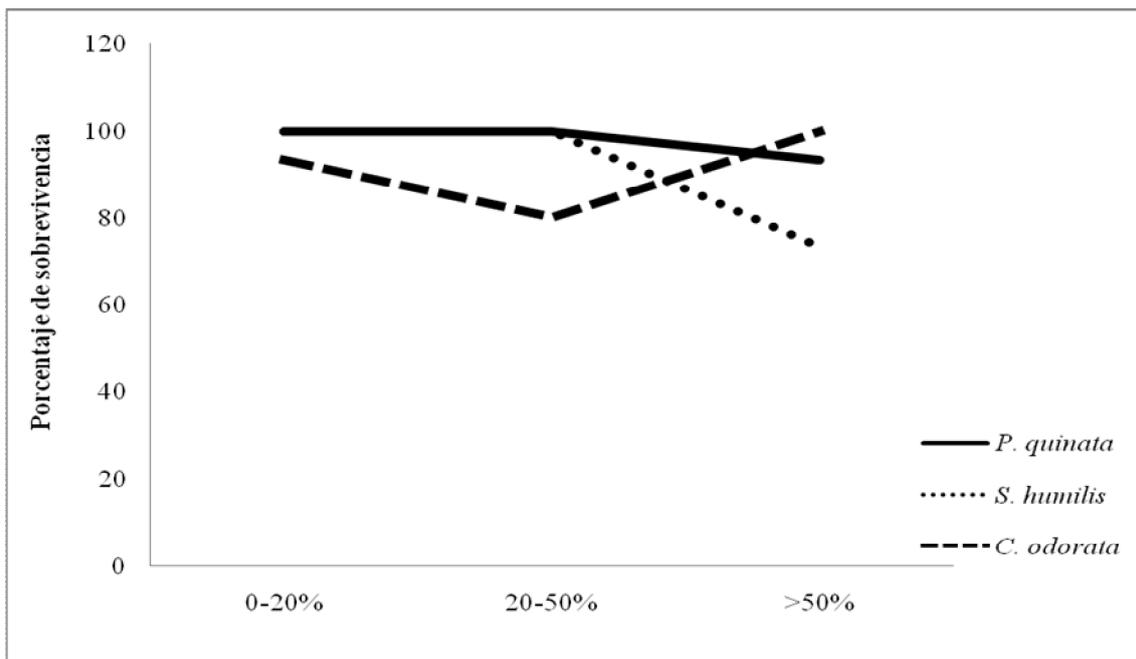


Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia resultante de la interacción especie versus porcentaje de cobertura en plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

3.2- Valores del incremento medio mensual en diámetro obtenido en la plantación de enriquecimiento con distintos niveles de cobertura

3.2.1- Incremento medio diamétrico por especie y medición

De manera general, las tres especies presentaron incrementos importantes durante el período evaluado. Los valores más altos registrados para el período de estudio correspondieron a la especie *C. odorata*, seguida de *P. quinata* y *S. humilis* (Figura 8). El mayor incremento para las tres especies se registra en los meses de Agosto a Septiembre y de Octubre a Noviembre lo que relaciona el incremento de las especies con los meses de mayor precipitación, sin embargo en el análisis estadístico se mostró que no existen diferencias significativas para esta variable entre mediciones ($F= 1.39$, $P>0.05$).

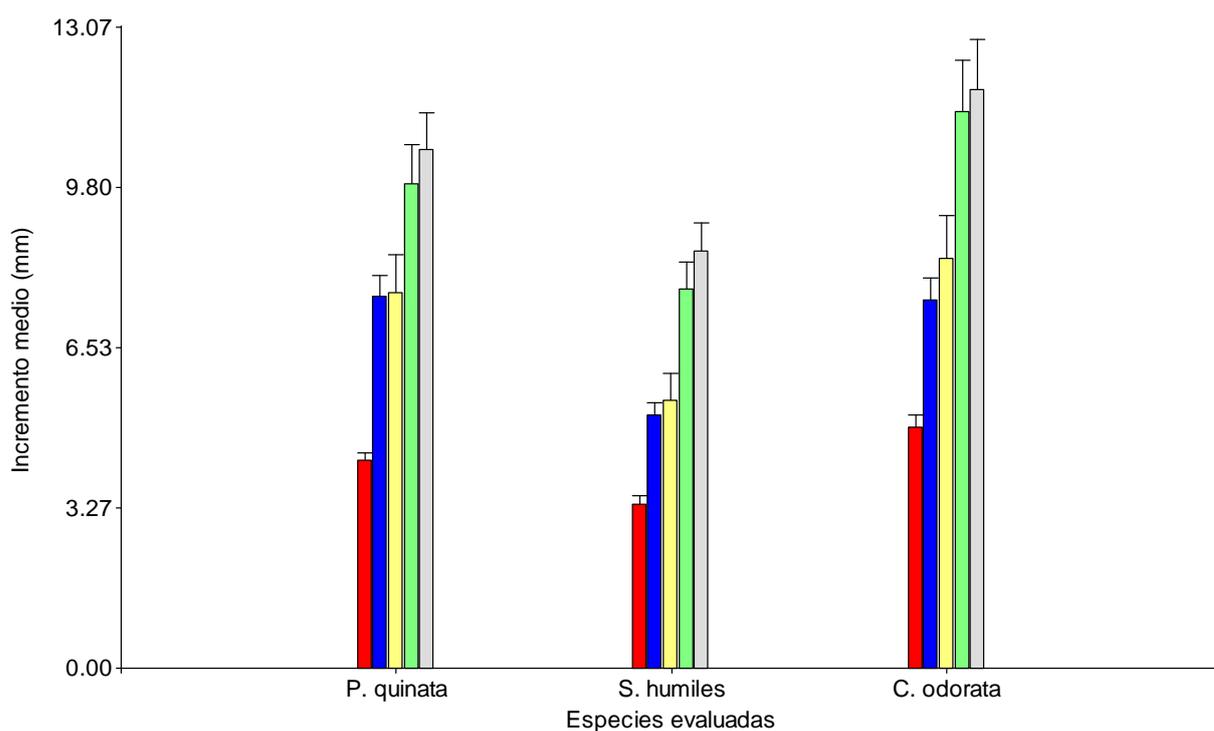


Figura 8. Valores del incremento medio dimétrico (mm) por medición por especie en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

López y Oporta (1999) obtuvieron resultados similares en cuanto al incremento diamétrico de estas especies lo que indica que estas poseen potencial para plantaciones por su capacidad de adaptarse a las condiciones ambientales presentes en el área de estudio, como las bajas precipitaciones y temperaturas que oscilan entre los 27 y 35°C.

3.2.2- Incremento medio mensual en diámetro para cada especie por porcentaje de cobertura

El comportamiento en incremento medio diamétrico por porcentaje de cobertura muestra valores importantes al inicio de la plantación sin embargo, el incremento varía según el porcentaje de cobertura en que se encuentren las especies. Presumiblemente, los valores registrados al inicio fueron influenciados por las ventajas provistas durante el período lluvioso (Figura 9).

De acuerdo con Schulze (2007), existe una correlación positiva entre el incremento diamétrico obtenido por las especies maderables y el porcentaje de cobertura en que éstas se encontraran; siendo posible afirmar que con una cobertura moderada (20 -50%) se logran obtener resultados satisfactorios de incremento diamétrico para las especies maderables.

La figura 8, proporciona una mejor idea de la relación entre el incremento diamétrico y el porcentaje de cobertura; observándose que el mayor incremento dimétrico para las tres especies evaluadas se dio en la cobertura 0 a 20% seguido de la cobertura 20 a 50% donde se logra apreciar un importante incremento para las especies que, aún cuando es menor que en la cobertura uno (0 - 20%) se recomienda continuar con futuras investigaciones en plantaciones forestales con enfoque de rehabilitación ecológica con este porcentaje de cobertura (20 - 50%).

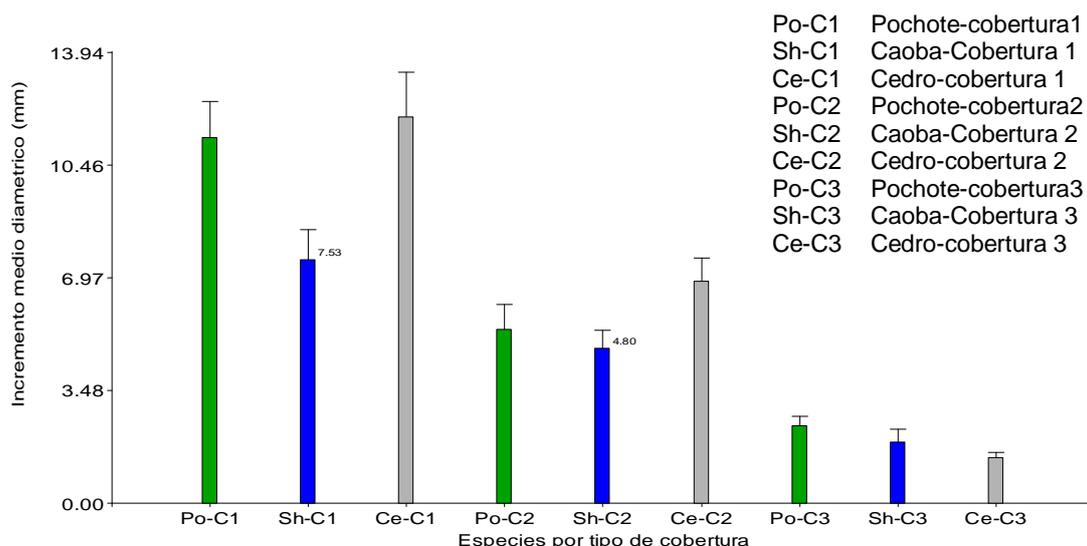


Figura 9. Valores del incremento medio en diámetro (mm) por medición para cada tipo de cobertura en plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

En la cobertura superior al 50% todos los valores de incremento diamétrico son bajos y no muestran ninguna variación a lo largo de las mediciones lo que indica que bajo estas condiciones de cobertura las especies maderables encuentran mayores dificultades para su desarrollo pues la competencia existente por luz y nutrientes con el dosel circundante es muy elevada e impide el desarrollo de las plantas jóvenes.

Este tipo de respuestas de las especies ante la escasa tolerancia a la cobertura superior al 50% nos brindan una idea más clara sobre las condiciones en las que estas especies pueden desarrollarse con mayor ventaja sobre el entorno; como es la relación del incremento diamétrico y el porcentaje de cobertura.

Martínez (2004) menciona otro factor potencialmente influyente en el incremento diamétrico; ya que en su trabajo encontró que existe relación directa entre el incremento diamétrico y la herbívoría pues la especie *Dipteryx oleífera* presentó valores bajos en el incremento diamétrico debido a afectaciones causadas por defoliación. Esto se debe a que las plantas sufren daños en sus estructuras foliares lo que contribuye a una menor actividad metabólica, y por tanto en el desarrollo e incluso puede incidir con el porcentaje de sobrevivencia resultante en las plantaciones forestales.

3.3- Cuantificación del incremento medio mensual en altura para las tres especies en la plantación bajo distintos niveles de cobertura

3.3.1- Valores de incremento medio mensual en altura por medición para las tres especies

El incremento en altura para cada especie en el período de evaluación correspondiente a los meses de Junio a Diciembre, muestra un comportamiento similar para las especies *P. quinata* y *C. odorata* en esta variable lo que permite tomar decisiones acertadas para la selección de las especies a utilizarse para dar valor a bosques secos secundarios debido a este importante registro en incremento mostrado por las dos especies que se encuentran dentro de la categoría de especies marco.

La presencia de *Hypsipyla grandella* representó una verdadera limitante para *C. odorata*; especialmente en la cobertura comprendida entre 0 y 20% donde las incidencias del ataque se intensificaron a partir del tercer mes de evaluación (Septiembre); sin embargo, fue posible observar que los individuos de *C. odorata* que no presentaron daños por *H. grandella* experimentaron los mayores incrementos en altura.

Estudios realizados por Whitmore, (1976) sugieren que este insecto representa verdaderos desafíos en el establecimiento de plantaciones con especies como el Cedro y Caoba, debido a que ataca los brotes tiernos reduciendo así el incremento en altura del tallo y en el peor de los casos llega a representar hasta el 90% de mortalidad en las plantaciones puras con especies de la familia Meliaceae.

Pachira quinata registró un crecimiento en altura de 73.96cm; seguido de *S. humilis* que obtuvo 39.77cm y *C. odorata* con 72.55cm. El incremento en altura mostrado por *P. quinata* y *C. odorata* en comparación a *S. humilis*, se debe a que las dos especies bajo condiciones apropiadas de cobertura logran establecerse sin dificultades sobre el entorno, con la diferencia que presentó *C. odorata* que a pesar de obtener incrementos medios en altura importantes fue la especie más atacada por el barrenador de brotes *Hypsipyla grandella* (Figura 10), y, en el análisis de varianza realizado para esta variable se comprueba que si hubo diferencias altamente significativas en el incremento por cada medición ($F=4.1, P < 0.05$).

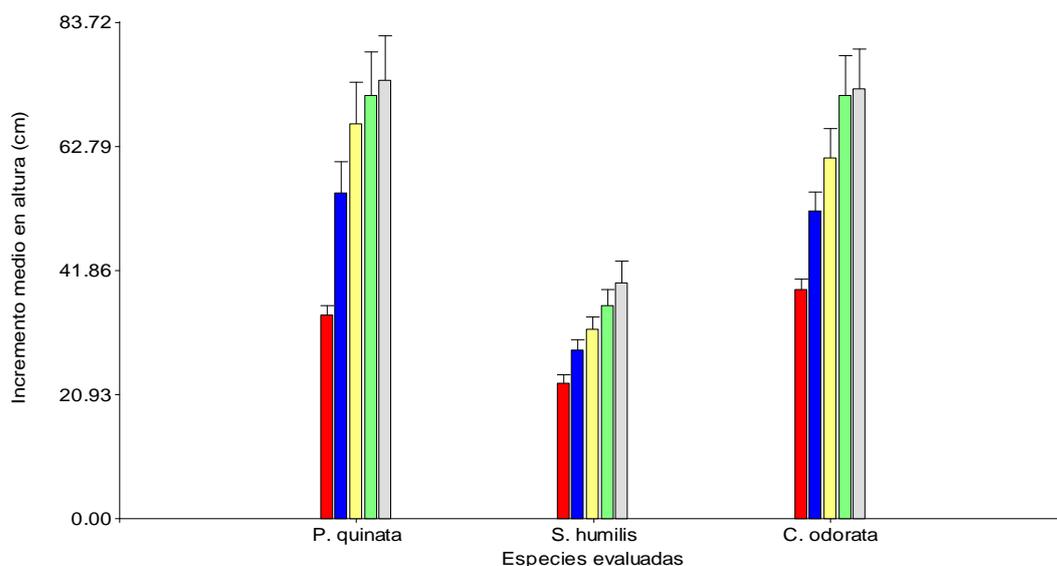


Figura 10. Valores del incremento medio en altura (cm) para cada medición por especie en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

3.3.2- Cuantificación del incremento medio en altura para las tres especies por porcentaje de cobertura

Es posible observar que el incremento presentado por la plantación en términos de altura por porcentaje de cobertura es muy variable, donde es apreciable el efecto que ejerce la cobertura sobre el incremento en altura de las plantas.

En la cobertura uno (0 - 20%) es notorio el incremento medio presentado por la especie *C. odorata*, que en un período de seis meses obtuvo 52.28cm en altura seguida de *P. quinata* y *S. humilis* con 44.19 y 30.62cm respectivamente (Figura 11). Esto muestra que para términos de incremento una baja cobertura contribuye en el desarrollo de la planta, no así para su establecimiento debido a que los daños causados por insectos en este porcentaje de cobertura son acelerados lo que ejerce mayor presión sobre la plantación por la severidad de los daños obtenidos.

En la cobertura correspondida del 20 al 50% se reportaron bajos incremento para las tres especies, sin embargo en este porcentaje de cobertura los daños sufridos en la plantación por efecto de la herbivoría se redujeron drásticamente; en este porcentaje de cobertura aun cuando los valores de incremento son bajos se recomienda como una cobertura óptima para el establecimiento de futuras plantaciones.

La cobertura de 20 ó 50% es la más apropiada para el establecimiento de plantaciones con enfoque de rehabilitación ecológica debido a que la sobrevivencia obtenida para las tres especies aunada a los incrementos lentos y a los bajos daños causados por insectos la convierten en una cobertura óptima para plantaciones forestales con especies maderables de valor comercial.

En la cobertura superior al 50% los valores obtenidos en incremento en altura son mínimos (Figura 11) por lo que no se recomienda la práctica de plantaciones bajo este porcentaje de cobertura al menos para las especies utilizadas en el presente estudio.

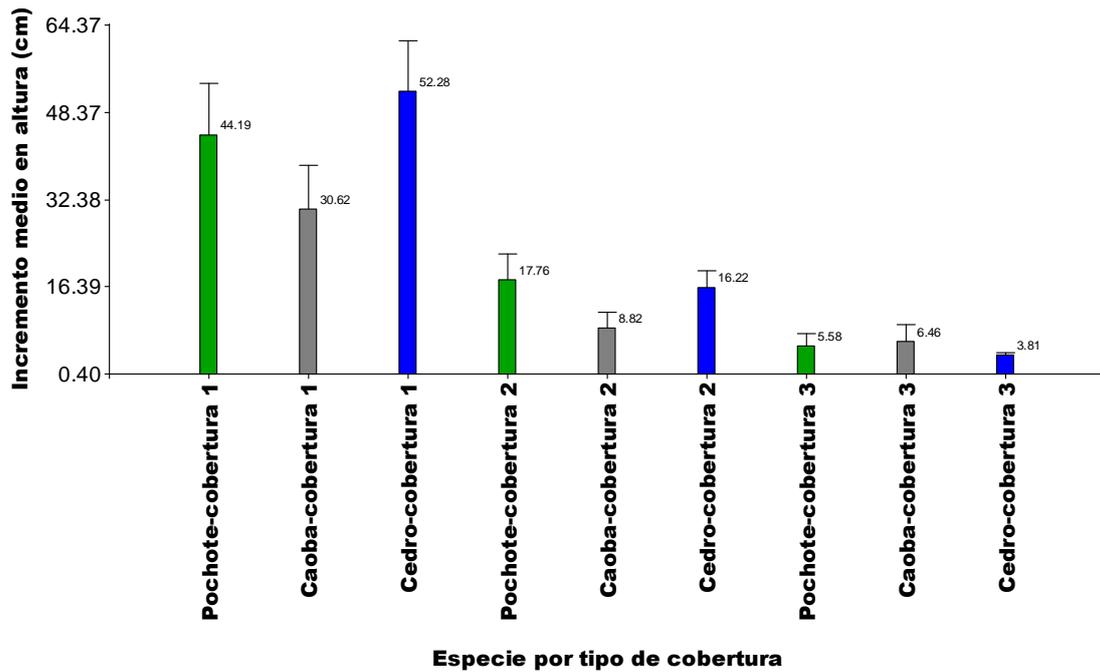


Figura 11. Valores del incremento medio en altura (cm) por especie para cada tipo de cobertura plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario.

3.4- Valoración de los daños causados por insectos y factores asociados a la sobrevivencia de las especies

La tendencia general está marcada por el aumento en el porcentaje de defoliación que es el daño más observado en relación al porcentaje de plantas sanas presentes en las tres unidades experimentales; sin embargo, no se evidencia que la defoliación haya afectado la sobrevivencia final de la plantación (Figura 12).

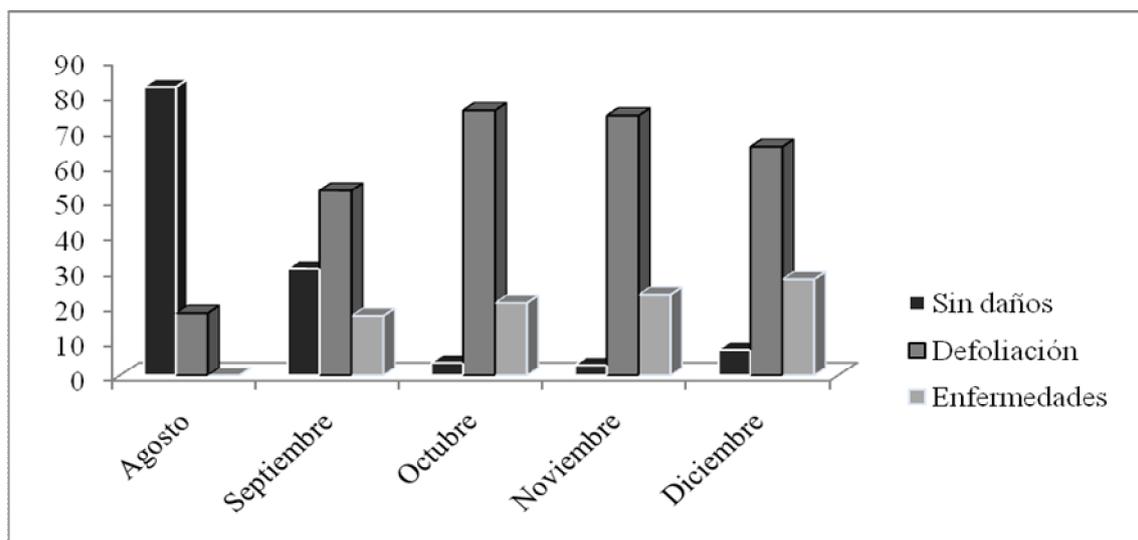


Figura 12. Resultados del análisis de frecuencia de daños (porcentuales) en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundario.

Las plantas enfermas o cloróticas fueron observadas en las coberturas superiores al 20%, este fenómeno se debe a que en condiciones de sombra las plantas no son capaces de realizar normalmente sus actividades fotosintéticas y por la presencia de chupadores en la plantación (Figura 13) que, aun cuando no fue posible su identificación, se logró inferir al anotar detalladamente las características del ataque.

Se observó que a medida que se avanzaba en las evaluaciones de campo, el porcentaje de enfermedades incrementaba considerablemente, hasta la quinta medición donde se observa un leve aumento en el porcentaje de plantas sanas que se vincula al cambio de estación pues la mayor concentración de insectos se presenta en el período lluvioso por la abundante vegetación.



Figura 13. Planta afectada por *Trips* en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario

3.4.1- Condición de la planta a partir de los daños causados por insectos en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundario

El fenómeno que se presentó en la plantación de enriquecimiento para la valoración de daños causados por insectos fue representado por secuencias homogéneas en los ataques a las tres especies bajo estudio. Los daños presentes en la plantación están relacionados con la presencia de enfermedades y la defoliación, que son los casos observados con mayor frecuencia en las tres especies.

Al momento de realizar la primera medición posterior al establecimiento de la plantación fue posible observar que el 82.2% de la plantación aun permanecía sin daños evidentes; sin embargo, en las siguientes mediciones se observó una mayor proporción de plantas afectadas por insectos lo que se relaciona con los meses de mayor precipitación en la zona (Septiembre-Noviembre) donde las plantas obtuvieron un mayor desarrollo en el área foliar brindando así mayor disposición de alimento para los insectos (Cuadro 6).

Durante la cuarta medición el porcentaje de plantas sin daños fue extremadamente bajo con apenas el 3.2%, lo que se traduce en serias afectaciones a la plantación por causa de la defoliación que disminuye lo procesos fotosintéticos de las plantas; esto a su vez, reduce el incremento de las plantas y según la severidad del daño impacta con la sobrevivencia de la plantación. Las frecuencias de los ataques se concentran desde la segunda medición y aumentan al finalizar las observaciones.

Los resultados obtenidos muestran una mayor afectación por defoliación que incrementa, de forma acelerada, a partir de la segunda medición, disminuyendo al finalizar el período de estudio.

Según Emmel (1975) el fenómeno de defoliación presenta un patrón de distribución temporal donde los insectos se distribuyen en las distintas horas del día para sus procesos alimenticios, principalmente en las horas de la mañana donde se encuentran un mayor número de insectos en las plantas y disminuyen a medida que la temperatura del bosque aumenta durante el día.

Cuadro 6. Condición de la planta en la plantación de enriquecimiento forestal en el bosque seco secundario bajo distintos niveles de cobertura.

Condición de la planta	Mediciones				
	1	2	3	4	5
Sin defoliación	82.2%	31.6%	3.8%	3.2%	7.9%
Con defoliación	17.8%	68.4%	96.2%	96.8%	92.1%

3.4.2- Clasificación del tipo de daño causado por insectos en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario

El tipo de daño correspondía a las diferentes afectaciones relacionadas con los insectos, a esta categoría corresponde la observación directa de los insectos más frecuentes y los daños correspondientes a cada una de ellos. El grado de afectación en la plantación se logra observar desde el inicio de las evaluaciones y evolucionan gradualmente hasta la tercera, cuarta y quinta medición (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de daños causados por insectos en una plantación de enriquecimiento forestal en el bosque seco secundario bajo distintos niveles de cobertura.

Tipo de daño	Mediciones				
	1	2	3	4	5
Insectos	17.8%	52.6%	75.6%	74.1%	65.2%
Planta sin daño	82.2%	17%	20.7%	23%	27.4%

Los daños que se presentaron en la plantación se reportaron de forma similar en *C. odorata*, especie que sufrió el ataque directo de *H. grandella* lo que produjo un impacto negativo en el incremento de las plantas de esta especie de la familia Meliaceae; la destrucción del ápice en las plantas se convirtió luego en la deformación del tallo que, producto del ataque se bifurcaba (Figura 14).

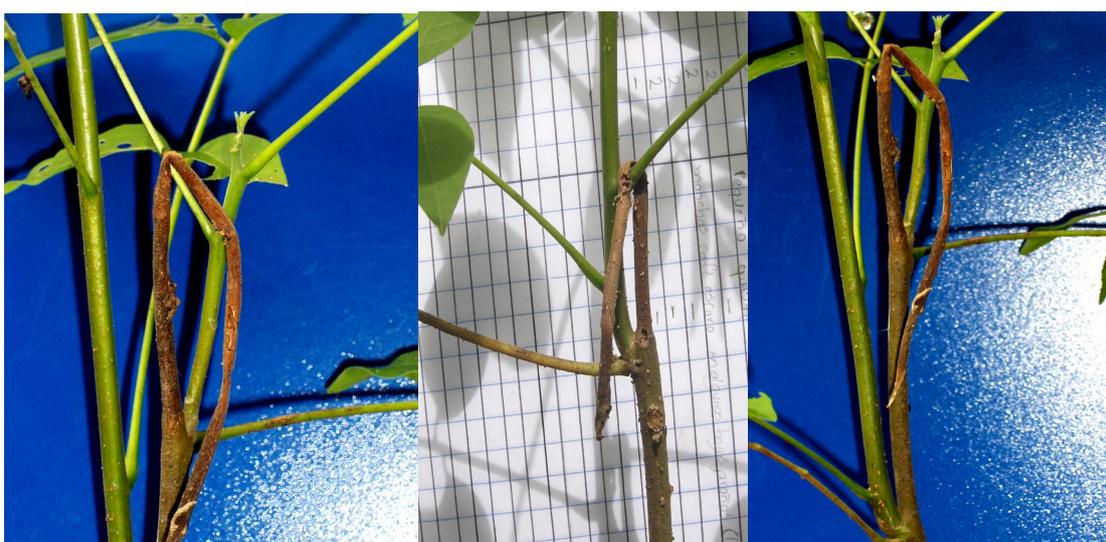


Figura 14. Efecto del daño causado por *Hypsipyla grandella* las plantas de la especie *C. odorata* en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario

En el caso particular de *C. odorata* los ataques se concentraron en el tercer mes de realizada la plantación (Septiembre) donde la especie obtuvo incrementos en diámetro y altura importantes lo que la hizo llamativa al barrenador de brotes provocando una mayor mortalidad de la especie; este comportamiento del ataque mostró diferencias según el porcentaje de cobertura en que se encontraba el Cedro pues los daños más importantes se concentraron en la cobertura uno (0 ó 20%) y disminuyeron en las coberturas superiores al 20%.

Según Whitmore (1976) y Romero (2004) esta es una característica de *H. grandella* que ataca indistintamente a las especies de la familia Meliaceae, sin embargo, este barrenador no ataca a plantas de bajo desarrollo y siempre se hospeda en los brotes que le ofrecen mayor protección y alimento para completar su ciclo.

En las coberturas comprendidas entre 0 y 50% los daños se concentraron con mayor frecuencia en las especies *C. odorata* y *S. humilis*, sin embargo en *P. quinata* se presentaron algunos daños pero no con la misma severidad y frecuencia que en las otras especies del estudio. Los daños provocados a la especie *P. quinata* fueron principalmente relacionados a la defoliación provocados por una larva del género *Manduca* spp (Figura 15)

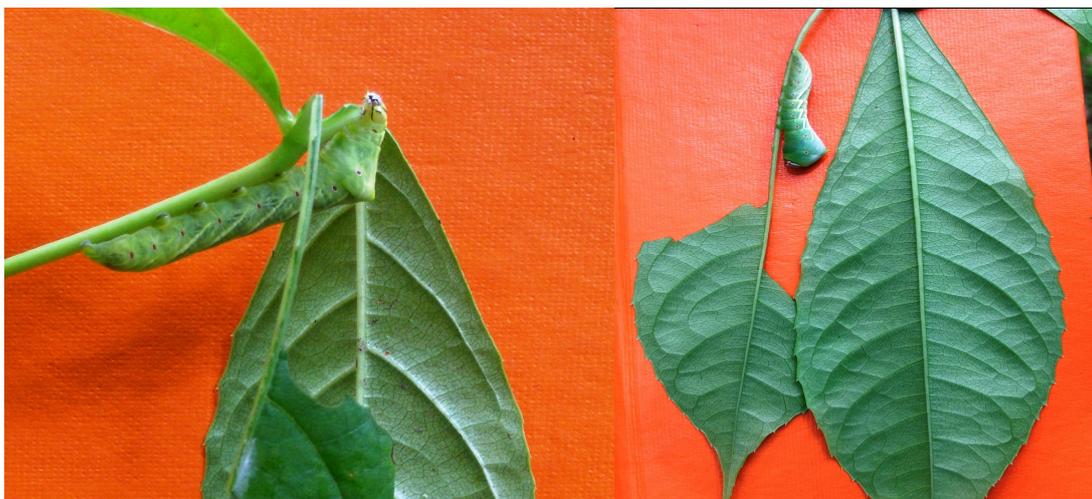


Figura 15. Larva del género *Manduca* encontrada en la especie *P. quinata* en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundario.

En el caso de *S. humilis* se reporta el ataque de *Phyllocnistis meliacella* (Figura 16) un minador de la hoja que en altas densidades causa serios problemas de defoliación, las hojas de las plantas se contraen y por consiguiente los procesos metabólicos del hospedero se interrumpen. En este sentido, Becker (1973) obtuvo como resultado que este insecto forma galerías en las hojas de las plantas y ataca a todas las especies dentro de la familia Meliaceae.

El ataque de *Phyllocnistis meliacella* debilita a las plantas lo que afecta a la plantación y según la severidad del daño puede llegar a convertirse en un problema mayor para la sobrevivencia de las plantas atacadas.



Figura 16. Hojas de *S. humilis* afectadas por *Phyllocnistis meliacella* en una plantación de enriquecimiento forestal en el bosque seco secundario.

La concentración de los ataques disminuyó a medida en que se incrementaba la cobertura, por lo que en la cobertura con porcentaje superior a 50% no se presentaron daños como en las coberturas entre 0 y 50%. De igual manera hubo algunas afectaciones en *S. humilis* como los daños causados por la gallina ciega (*Phyllophaga spp*) en la cobertura superior a 50% que de acuerdo al monitoreo realizado se comprobó que impactaron directamente en la sobrevivencia de las plantas atacadas (Figura 17)

Este invertebrado (*Phyllophaga spp*) cuyo adulto pertenece al orden de los coleópteros ataca las plantas alojándose en las raíces y se alimenta de la savia, por consiguiente sustrae los nutrientes necesarios para el desarrollo e incremento en la plantación CATIE (2001).



Figura 17. Planta de *S. humilis* atacada por *Phyllophaga spp* en una plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario

3.4.3- Severidad de los daños causados por insectos y otros agentes en la plantación de enriquecimiento

La tendencia observada en la severidad de los daños presentes en la plantación de enriquecimiento fueron subdivididos en cuatro categorías según el porcentaje de afectación que presentaba la planta al momento del levantamiento de los datos en el campo (Figura 18).

En este caso se puede observar que en el primer muestreo realizado en el campo la categoría predominante es la de 20 a 40% (Ligera) que se presenta en la primera y segunda medición lo que indica una alta concentración de insectos; pero, se observa un incremento considerable en las categorías de mayor agresividad a medida que avanza el período de estudio.

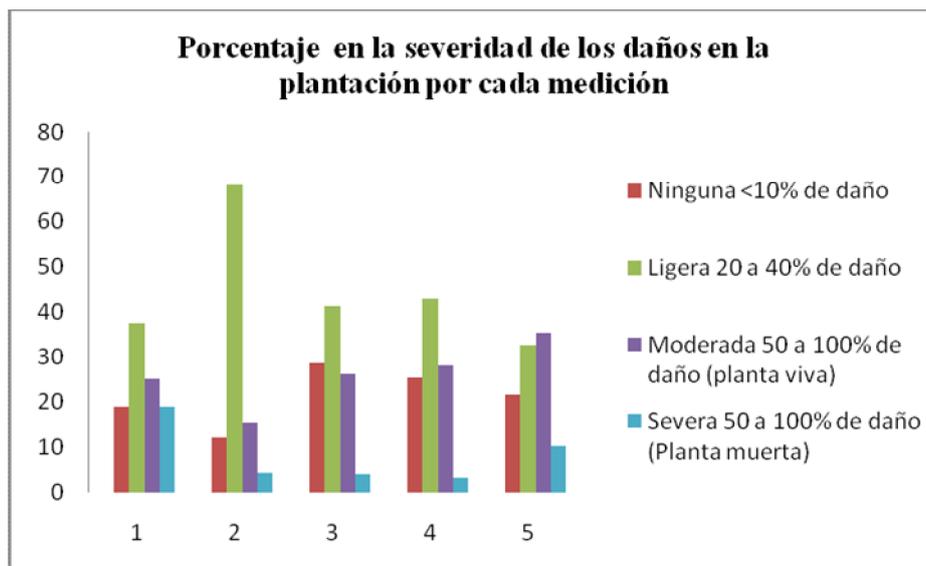


Figura 18. Valores porcentuales de severidad obtenida en la plantación de enriquecimiento en el bosque seco secundario de Nandaime.

A medida que se continuaba con las evaluaciones se logró observar un efecto de adición en los daños, lo que significa que las plantas que presentaban un cierto grado de afectación en un período determinado de tiempo y sufrían un nuevo ataque, evolucionaban a la categoría superior inmediata (Figura 18).

Sin embargo es importante resaltar que el porcentaje de severidad resultante al final de este estudio no representa peligro para la plantación debido a que son valores bajos, pero de igual forma se requiere de una mayor presencia en la plantación para tener mejor control sobre las posibles afectaciones causadas por los insectos.

3.4.4- Distribución de los ataques de insectos por porcentaje de cobertura y especie en una plantación de enriquecimiento del bosque seco secundario

Los daños causados por insectos presentaron una distribución diferenciada según el porcentaje de cobertura en que se encontrara la especie hospedera (Cuadro 8); como en la cobertura uno (0 ó 20%) donde se aprecia una mayor presencia de insectos que se concentran principalmente en *C. odorata*. Los daños sufridos por el Cedro bajo este porcentaje de cobertura causaron la mortalidad de la especie especialmente al ser atacado por *H. grandella* que igualmente impacto sobre el incremento de la especie.

Para las especies *P. quinata* y *S. humilis* en la cobertura uno (0 ó 20%) se reportaron daños pero con una menor frecuencia y severidad lo que permitió una mayor sobrevivencia de las mismas.

En la cobertura dos (20 ó 50%) el número de insectos se redujo para las tres especies y aun cuando estuvo presente el barrenador de brotes para *C. odorata* no generó mayores complicaciones para el establecimiento de la especie. En esta cobertura se hizo posible reducir los daños por efecto de la cobertura pues las especies no presentaban los niveles de incremento en diámetro y altura que poseían las mismas especies en la cobertura uno (0 ó 20%) lo que permitió que no fueran atacadas.

En la cobertura tres (>50%) los ataques se redujeron drásticamente para *C. odorata* y *P. quinata*, sin embargo para la especie *S. humilis* se reportó el ataque por gallina ciega que redujo la sobrevivencia de la especie por el daño causado al sistema radicular de la Caoba.

Como se muestra en el Cuadro 8, la poca presencia de insectos en la cobertura dos (20 ó 50%) contribuye con el establecimiento de las especies debido a que los daños que sufren no muestran la misma severidad y frecuencia que en la cobertura uno (0 ó 20%).

Cuadro 8. Distribución de los daños causados por insectos en la plantación de enriquecimiento

COBERTURA				
		1	2	3
<i>P. quinata</i>	1	<i>C.F. Manduca</i>	<i>Trips</i>	-----
		<i>Trips</i> (<i>Thysanoptera:Tripidae</i>)		
<i>S. humilis</i>	2	<i>Phyllocnistis meliacella</i> (<i>Lepidoptera: Gracillariidae</i>)	<i>Phyllocnistis meliacella</i>	<i>Phyllophaga spp</i> (<i>Coleoptera: Scarabaeidae</i>)
<i>C. odorata</i>	3	<i>Phyllocnistis meliacella</i>	<i>H. grandella</i> (<i>Lepidoptera:Pyralidae</i>)	-----
		<i>H. grandella</i>		
		<i>Trips</i>		

CONCLUSIONES

Los resultados de sobrevivencia por especie muestran respuestas positivas a los diferentes porcentajes de cobertura obteniendo un promedio de 93% al final del período evaluado.

Los principales daños observados en la plantación para los tres tipos de coberturas se encuentran dentro de la categoría correspondiente a la defoliación.

Los daños causados por insectos fueron registrados principalmente en la cobertura uno (0 a 20%) siendo la especie *C. odorata* la más afectada en esta cobertura por el barrenador de brotes *Hypsipyla grandella* y para la especie *S. humilis* que fue atacada por *Phyllophaga spp* en la cobertura superior al 50%.

Las especies *P. quinata* y *C. odorata* son las especies que registraron los valores más altos de incremento medio en diámetro y altura en las coberturas correspondidas entre 0 y 50% para el período evaluado.

La cobertura dos (20 a 50%) muestra mayor potencial para el establecimiento de plantaciones de enriquecimiento bajo dosel, debido las respuestas positivas en sobrevivencia, incremento y la poca presencia de daños causados por insectos.

RECOMENDACIONES

Continuar experimentando con *Pachira quinata* debido a que los resultados que se obtuvieron en su establecimiento e incremento inicial en la plantación de enriquecimiento fueron positivos, y responde a las características para ser usada como especie marco.

Aun cuando *C. odorata* presenta a nivel general porcentajes de sobrevivencia menores es recomendable seguir experimentando con esta especie por lo que es capaz de alcanzar niveles de desarrollo semejantes a los de *P. quinata* y superiores a los que presento *S. humilis* bajo condiciones similares de estudio.

Continuar con los estudios de plantaciones forestales con enfoque de rehabilitación ecológica en bosques secos secundarios haciendo énfasis en la incidencia de la cobertura como un factor determinante para el establecimiento de las mismas.

Realizar una caracterización detallada del sitio en cuanto a los insectos en plantaciones forestales en latifoliadas debido a la poca existencia de información relacionada a este tema, específicamente, en el comportamiento y distribución del insecto en relación a las especies hospederas presentes en la plantación de enriquecimiento.

Realizar con mayor frecuencia el monitoreo de daños causados por insectos en plantaciones forestales debido al rápido ciclo biológico que presentan los mismos, y, si se toman muestras de larvas en la plantación transportarlas hasta el laboratorio y ubicarlas en la planta hospedera para obtener el adulto para proseguir con la identificación acertada.

En los ensayos futuros, realizar un análisis de suelo para cada unidad experimental pues esto brinda mayores elementos para la comparación entre el comportamiento por especie y sitio; y, especie versus cobertura.

Bibliografía

- Arteaga Martínez, B; Izaguirre Rangel, C. 2004.** Comportamiento de especies tropicales bajo tres sistemas de plantación. *Foresta Veracruzana* 6(1): 45-51.
- Barchuk, A. H. 2000.** Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de aspidosperma quebracho-blanco y de *Prosopis chilensis* en el chaco árido. Vol. 8. Pp 17-29.
- Becker, O. V. 1973.** Microlepidópteros asociados con *Carapa*, *Cedrela* y *Swietenia*. Vol. 2. pp 85-90.
- Blakesley, D.; Elliott, S.; Kuarak, CH.; Navakitbumrung, P.; Zangkum, S.; Anunsarnsunthorn. 2002.** Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. *Forest Ecology and Management*. Vol 164:1-3. 31-38.
- Castro- Marín, G. 2005.** Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest Reserve in Nicaragua. Doctoral Thesis. *Forest Ecology and Management*, 208. 63-75.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) 2001.** Silvicultura de los bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica. 265 Pág.
- Centeno, M. 1993.** Inventario nacional de plantaciones en Nicaragua. Trabajo de diploma. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 79 p.
- Emmel, T. C. 1975.** Ecología de poblaciones. México, D. F. 182 Pág.
- Fettig, Ch. J.; Fidgen, J.; McClellan, Q.; Salom, S. 2001.** Sampling methods for forest and shade tree insects of North America. Forest Health Technology Enterprise Team. Morgan town, West Virginia, 246p.
- Gómez-Pompa, A. 1979.** Regeneración de selvas. México. Pág. 661.
- Lamb, D. Gilmour D. 2003.** Rehabilitation and restoration of degraded forest. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF. 110 pp.
- Lamprech, M. 1990.** La silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido.
- López, L; Oporta Fuentes, D. 1999.** Evaluación del crecimiento a los dos años y análisis de costo de establecimiento y mantenimiento de especies maderables. Municipio de Camoapa, Boaco. Trabajo de Diploma. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua.

- Martinez, L. 2004.** Herbivoria foliar en la mortalidad y establecimiento de almendro (*Dipterix oleífera Benth*) y palo de mayo (*Vochysia ferruginea Mart.*) en Blufilds, RAAS. pp 56-68.
- Montagnini, F.; Eibl, B.; Fernandez, R; Brewer, M. 2006.** Estrategias para la rehabilitación de paisajes forestales. Experiencias en misiones Argentina.
- Pérez Treminio, Y. I; Mota Hernández, D. A. 2009.** Evaluación del establecimiento de tres especies forestales bajo dosel (*Cedrela odorata L.*), (*Cordia alliodora Ruiz & Pavon Oken*) (*Hymenaea Courbaril L.*), como medida de restauración del bosque seco secundario. Trabajo de Diploma. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua. 57 Pág.
- Ponce Valladares, L. A; Montalbán Mena, H 2005.** Banco de semillas del suelo de tres sitios de Nandarola, Nandaime. Trabajo de Diploma. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua. 23 Pág.
- Romero, L.; Talavera Siles, T.; Sediles Jáen, A. 2004.** Prevención de plagas en plantaciones forestales con prácticas silviculturales. Ed. F. Alemán. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria 10 p. (Guía técnica 2)
- Salas, J. B. 1993.** Árboles de Nicaragua. Ministerio del ambiente y los recursos naturales. Managua, Nicaragua. 270pp.
- Schulze, M. 2007.** Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon. pp 866-879.
- Whitmore, J.L. 1976.** Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).Turrialba, Costa Rica. VOL. II. 129p.