

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**COMPORTAMIENTO DE *Cordia alliodora* ANTE APLICACIÓN DEL  
TRATAMIENTO PODA Y ELIMINACIÓN DE LIANAS EN EL BOSQUE  
SECO SECUNDARIO, FINCA "SANTA ANA", NANDAIME,  
NICARAGUA, (FEBRERO - NOVIEMBRE, 2002).**

Autor:

Br. Estanislao Salazar Quiroz.

Asesores:

Ing. MSc. Francisco Giovanni Reyes Flores.

Ing. MSc. Guillermo Castro Marín.

MANAGUA, NICARAGUA  
FEBRERO, 2003

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE ANEXOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Bosque seco tropical .....	4
2.2 El bosque secundario .....	4
2.2.1 Potencialidades del bosque secundario .....	5
2.3 Descripción de la especie <i>Cordia alliodora</i> ( Ruiz & Pavón) Oken.....	6
2.3.1 Generalidades .....	6
2.3.2 Requerimientos del sitio .....	7
2.4 Estudios realizados en la especie <i>Cordia alliodora</i> .....	8
2.5 Tratamientos silviculturales .....	10
2.5.1 La poda forestal .....	11
2.5.2 Eliminación de lianas.....	12
2.6 Clases de iluminación y forma de la copa .....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Descripción del área de estudio.....	14
3.1.1 Ubicación geográfica .....	14
3.1.2 Condiciones climáticas .....	15
3.1.3 Topografía .....	15
3.1.4 Suelo .....	15
3.1.5 Vegetación .....	15
3.2 Diseño de las parcelas permanentes de muestreo (PPM) .....	16
3.2.1 Forma y tamaño de las parcelas .....	16
3.2.2 Distribución de las parcelas permanentes de muestreo .....	17
3.3 Variables dasométricas evaluadas .....	18
3.3.1 Medición del diámetro basal (Db) .....	18
3.3.2 Medición de altura total .....	19

3.4 Variables silviculturales evaluadas .....	20
3.4.1 Forma de la copa (FC) .....	20
3.4.2 Calidad del fuste (CF) .....	21
3.4.3 Grado de iluminación de la copa.....	21
3.4.4 Grado de infestación de lianas en los individuos .....	22
3.5 Tratamientos silviculturales aplicados .....	22
3.5.1 Criterio para su aplicación.....	23
3.5.2 Ejecución de la poda y eliminación de lianas .....	23
3.6 Medición de la distancia entre árboles .....	26
3.7 Formulas utilizadas .....	26
3.7.1 Tamaño de la muestra .....	26
3.7.2 Intensidad de muestreo .....	27
3.7.3 Determinación del ara basal .....	27
3.7.4 Calculo del volumen .....	28
3.7.5 Incremento .....	28
3.7.6 Incremento relativo .....	29
3.7.7 Coeficiente de correlación de rangos de Spearman ( $r_s$ ).....	29
3.7.8 T-Student para datos pareados.....	30
3.7.9 T-Student para datos independientes.....	30
3.8 Análisis de la información .....	31
3.8.1 Análisis de variables y parámetros Dasométricos .....	31
3.8.2 Análisis de variables silviculturales .....	32
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Distancia promedio entre árboles .....	33
4.2 Análisis comparativo de los incrementos en diámetro, altura total, área basal, volumen, para las parcelas tratadas y no tratadas .....	33
4.2.1 Incremento en diámetro basal .....	34
4.2.2 Incremento en altura total .....	35
4.2.3 Incremento en área basal .....	36
4.2.4 Incremento en volumen .....	37
4.3 Relación entre los incrementos en área basal y algunas variables silviculturales.....	38
4.3.1 Forma de la copa .....	38
4.3.2 Calidad del Fuste .....	39
4.3.3 Grado de iluminación de la copa .....	40
4.3.4 Infestación por lianas .....	41
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS</b>	

**ÍNDICE DE CUADROS****Pág.**

1. Valores promedios de las variables y parámetros Dasométricos con su incremento en el periodo de estudio, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.....38
2. Incremento en área basal por categoría silvicultural en función de cuatro variables silviculturales, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.....42

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Especie de Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) en estado natural, finca "Santa Ana" Nandaime, Granada, Nicaragua, 2002.....	8
2. Ubicación del área de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002.....	14
3. Forma y tamaño de las parcelas utilizadas para la toma de datos, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.....	17
4. Distribución de las parcelas azarizadas de muestreo permanente en el área de estudio. finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.....	18
5. Medición del diámetro basal en la especie <i>Cordia alliodora</i> , finca "Santa Ana" Nandaime, Granada, Nicaragua, 2002.....	19
6. Medición de altura total en un árbol de <i>Cordia alliodora</i> , finca "Santa Ana" Nandaime, Granada, Nicaragua, 2002.....	20
7. Ejecución de poda y máxima altura a podar en los árboles de <i>Cordia alliodora</i> , finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua.....	24
8. Ejecución de poda y máxima altura a podar en los árboles de <i>Cordia alliodora</i> , finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua.....	24
9. Ejecución del tratamiento de eliminación de lianas en los árboles de <i>Cordia alliodora</i> , finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002.....	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Parámetros meteorológicos de precipitación, Temperatura, Humedad relativa y viento, característicos de la zona de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002.
2. Análisis físico - químico del suelo del área de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002.
3. Categorías de forma de copa. Hutchinson (1990)
4. Categorías de calidad de fuste. Adaptado de Hutchinson (1987)
5. Clases de iluminación utilizadas para evaluar el grado de iluminación en los árboles. Adaptado de Hutchinson (1990)
6. Condiciones de sitio, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.
7. Distanciamientos promedios entre individuos de *Cordia alliodora*, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

*Dios* : Por darme vida, salud, y guardar a mis seres queridos.

*Vilma Maria Quiroz Díaz* : Mi querida madre, por darme amor, comprensión y llevarme de la mano por primera vez a una escuela, y hacer suyos mis problemas.

*José Felicitó Salazar Andino* : Mi padre, mi ejemplo de humildad, por enseñarme que con esfuerzo y sacrificio podemos encontrar un sendero más transitable, hombre con quien tengo una deuda incancelable.

*Meybin Yajaira Espinales Lindo* : Mujer a quien aprecio y estimo mucho, por brindarme un espacio en su corazón, y sobreponerse a todo por estar a mi lado por siempre.

**"No hay límites para el hombre que posee la capacidad de soñar, sin duda, el hombre es artífice de su propia suerte"**

Estanislao Salazar Quiroz.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar un profundo agradecimiento a las siguientes personas y entidades, por su apoyo directo e indirecto en la realización de este trabajo:

- Proyecto Forestal (PROFOR) / BID, por el financiamiento de este trabajo.
- Ing. Roberto Mejía propietario de la finca "Santa Ana" y a los trabajadores que laboran en la finca por su valioso tiempo y ayuda para la conclusión de la etapa de campo.
- Universidad Nacional Agraria (UNA) ,mi alma mater, por abrirme sus puertas y crear en mi una cultura forestal.
- Ing. Msc. Francisco Giovanni Flores, jefe del departamento de bosques y ecosistemas de la Universidad Nacional Agraria, por asesorarme en la realización de este trabajo.
- Ing. Guillermo Castro, por la revisión del primer borrador y sus valiosas sugerencias.
- Ing. Claudio Calero, profesor de la Universidad Nacional Agraria, con Varios años de impartir la asignatura de Silvicultura, por las consultas brindadas y sus importantes sugerencias, las cuales fueron muy tomadas en cuenta.
- Ing. Álvaro Benavides, por su colaboración en la parte estadística.
- Ing. Rodolfo López, por su decidido apoyo en la digitalización de información y estructuración de este documento.

A todas aquellas personas que de una u otra manera estuvieron involucradas con la realización de este trabajo.

## **GRACIAS**

Br. Estanislao Salazar Quiroz.

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el bosque seco secundario Finca Santa Ana ubicada en el municipio de Nandaime, Nicaragua. La precipitación promedio anual es de 906.77 mm y la temperatura promedio es de 26.7 °C. Su objetivo fue analizar el efecto de la aplicación del tratamiento poda y eliminación de lianas, sobre el crecimiento en la especie *Cordia alliodora*.

Para realizar el estudio se efectuaron dos tomas de datos con intervalos de 9 meses (Febrero - Noviembre, 2002) Siguiendo como criterio la distribución natural de la especie *Cordia alliodora*, fueron establecidas al azar 18 parcelas con un tamaño de 100m<sup>2</sup> y un área efectiva de muestreo de 81m<sup>2</sup> cada una. A 9 de estas parcelas se les aplicó el tratamiento poda y eliminación de lianas y 9 parcelas fueron dejadas como testigos.

Las variables dasométricas evaluadas fueron diámetro y altura. Fueron evaluadas también las variables silviculturales forma de copa, calidad del fuste, iluminación e infestación por lianas. De acuerdo con los resultados, los incrementos de las variables dasométricas presentaron diferencias significativas entre mediciones, pero no se encontró diferencia significativa para los incrementos entre parcelas tratadas y parcelas testigos.

Un análisis de correlación (Spearman Rank correlations) encontró que las variables forma de la copa e iluminación presentan una fuerte correlación lineal con el incremento en el área basal, en tanto que las variables calidad de fuste e infestación por lianas no presentaron una correlación significativa.

## SUMMARY

The present study was done in a dry secondary forest at "Santa Ana" farm located in the municipality of Nandaime, Nicaragua. The precipitation annual average is of 906.77 mm and the temperature average is of 26.7 °C. The objective was to analyze the effect of the treatment pruning and vines elimination, over the growth in *Cordia alliodora* species.

To carry out the current study two data collections with intervals of nine months (February- November, 2002). Following the natural distribution of the *Cordia alliodora* species like criterion, 18 plots with a size of 100 m<sup>2</sup> were established one effective area of 81 m<sup>2</sup>. To nine of these plots applied prune and vines elimination. The variables evaluated were diameter, height, form of crown, quality of the trunk, illumination, and lianas climbing.

In accordance with the outputs, the increments of the dasometric cases variable introduced significant differences among mensurations, but didn't meet significant difference for the increments between the treatments and control plots.

An analysis of correlation (Spearman Rank correlations) found that the variables form of the crown and illumination introduces a strong lineal correlation with the increment in the basal area, meanwhile the variables quality of trunk and vines climbing didn't introduce a significant correlation.

## I. INTRODUCCION

La destrucción de los bosques es constante, como consecuencia de la sobreexplotación, cambio de uso del suelo, el crecimiento demográfico y el aumento de la demanda de bienes y servicios del bosque. Su valor económico y ecológico aumenta para la sociedad en general y con ello aumenta la necesidad de planificar su manejo sostenido (CODEFORSA, 1998).

En muchas zonas del trópico existen numerosos bosques secundarios en diferentes etapas de desarrollo, producto del abandono después de haber utilizado el terreno para cultivos agrícolas o ganadería (Budowsky, 1983).

Los bosques secundarios tienen ciertas características que le permiten sustituir el aprovechamiento del bosque primario, estas son: distancia cercana a poblados y ciudades, oferta de los productos demandados comparables a la de los bosques primarios, suelos más fértiles, seguridad jurídica para el uso del bosque secundario y la posibilidad de incentivos para el uso del bosque secundario (GTZ / ECO, 2000).

Debido a la facilidad con que la regeneración natural puede establecerse y a las consideraciones económicas, como el consumo de leña y madera de construcción que proporciona un bosque seco tropical regenerado naturalmente, su estudio es de especial interés e importancia para las comunidades de los bosques tropicales (Finol, 1976; citado por Romero y Ferrufino, 2001). Raras veces se han hecho esfuerzos para manejar inteligentemente las diferentes fases del bosque secundario (Budowsky, 1983).

La alta productividad y sencillez técnica de los bosques secundarios naturales permiten su incorporación en sistemas productivos de fincas medianas pudiendo ofrecer madera para la venta y el uso de la finca (Finegan, 1992).

La especie *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken, crece rápidamente donde se establece, y la madera alcanza buenos precios a poca edad. En buenos sitios cercanos a los talleres de carpintería, como en los alrededores de Masaya, se pueden comenzar a tener buenos ingresos a partir de los 8 años (Faurby *et al*, 1998) Esta especie crece en Nicaragua en una gran variedad de ambientes naturales que van de secos y calientes a muy húmedos y frescos (Salas, 1993).

Los tratamientos silviculturales son manipulaciones del bosque para favorecer ciertas especies, cuyo propósito es dirigir el bosque hacia los objetivos del manejo. (Whitmore, 1991, citado por CODEFORSA, 1998), son las medidas a tomar para mantener y mejorar las condiciones productivas del rodal, por ejemplo, las podas y la eliminación de lianas el raleo contribuyen a este propósito (Aich y Narváez, 1996).

La importancia del estudio de crecimiento y rendimiento es grande. Los conocimientos del tiempo que pasará entre la regeneración natural de un árbol y su cosecha son primordiales, al igual que la cantidad de producto (volumen de madera) que se logrará producir. Estos conocimientos básicos deben abarcar los efectos sobre determinada especie forestal de los diferentes factores (luz, formas de la copa, competencia, lianas) que modifican el crecimiento y rendimiento, y que pueden ser manipulados por el silvicultor (Finegan, 1995 citado por CODEFORSA, 1998) .

El presente estudio pretende presentar al productor elementos técnico científico que le permita tomar las decisiones necesarias para mejorar la calidad del rodal de *Cordia alliodora*, a fin de obtener un mejor producto maderable. Al mismo tiempo el mejoramiento de la calidad del rodal permitirá una mayor productividad (mayor producción de madera por unidad de área) contribuyendo así al logro de un rendimiento sostenible.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Analizar el efecto de la aplicación del tratamiento silvícola poda y eliminación de lianas sobre el crecimiento en la especie *Cordia alliodora*.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar los incrementos en diámetro, altura, área basal y volumen logrados en el periodo del estudio.
- ✓ Relacionar las variables silviculturales forma de copa, calidad del fuste, iluminación, infestación por lianas con los incrementos en área basal.
- ✓ Determinar la categoría que presenta los mayores incrementos en cada variable silvicultural.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Bosque seco tropical**

Los bosques secos tropicales representan el tercer grupo de formaciones selváticas de importancia, cuentan con una gran diversidad biológica y ecológica. Se caracterizan por asociaciones vegetales que comprenden arbustos espinosos, matorrales suculentos, plantas xerófitas (plantas altamente adaptadas para soportar periodos secos) y en algunos lugares se manifiestan como áreas semidesérticas (Lamprecht, 1990).

En Nicaragua los bosques secos tropicales se encuentran en su mayoría en las llanuras del pacífico con elevaciones por debajo de los 500 msnm con una marcada estación seca de seis meses. La temperatura oscila anualmente de 25 a 30 °C y la precipitación varia de 700 a 1500 mm anuales, existiendo unas 258 especies de árboles en diferentes estados de sucesión y desarrollo que son usados para el abastecimiento de leña y carbón (Filomeno, 1996) .

### **2.2. El Bosque Secundario**

La deforestación en el trópico no sólo reduce el total de la cobertura boscosa, sino que deja en pie gran cantidad de bosque alterado en su estructura y composición. Grandes extensiones de tierras deforestadas son abandonadas al fracasar los intentos de producción agropecuaria o ganadera, y en tales tierras se desarrolla un bosque secundario (Finegan, 1992).

El bosque secundario es una secuencia de cobertura boscosa que surge después de la devastación primaria causada por el hombre, de tal forma que el cambio del microclima y las diferentes condiciones de regeneración conducen a una estructura distinta a la del bosque original (GTZ / ECO 2000).

El concepto de bosque secundario abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial que se forma en una superficie natural o antropogénica, hasta su fin, excluyendo el estudio de bosque climático, el cual ya no es abarcado por este concepto (Lamprech, 1990).

Las etapas sucesionales son migración, écesis, agregación, competencia y dominancia. La migración es el traslado de las semillas desde el área ocupada a la nueva área donde se desarrollaran las nuevas comunidades. La écesis es la adaptación de las especies emergentes al nuevo lugar. La agregación es el aumento de los individuos de una especie. La competencia y la dominancia determinan el establecimiento de una comunidad de especies que lograron sobresalir (López y Chacón, 1994).

Los bosques tropicales se ven afectados periódicamente en forma natural o antropogénica, los cuales provocan alteraciones en la estructura y composición florística de la vegetación primaria.

La influencia del hombre, ha permitido el desarrollo de comunidades vegetales, características de los tipos de vegetación secundaria. El aumento de esta vegetación ha estado en relación con el impacto del asentamiento humano (Halleslevens y Méndez, 1994).

### **2.2.1. Potencialidades del bosque secundario**

En un estudio realizado en la zona norte de Costa Rica se llegó a la conclusión de que los bosques secundarios ofrecen un alto potencial para la producción sostenible de madera para varios usos. Así mismo, recomiendan utilizar el manejo de los bosques secundarios con finqueros seleccionados, para que de esta manera se conciba el manejo de estos bosques como una alternativa de uso de la tierra rentable y sostenible.

A la vez se señala que deben implementarse más estudios de crecimiento y rendimiento en diferentes sitios al igual que las actividades tendientes a promover el uso de nuevas especies y diámetros menores (CATIE, 1993).

Según Budowsky (1983) algunas investigaciones previas notablemente cuatro tesis de estudiantes (González, 1995; Rosero, 1960; Madriz, 1965; Martínez, 1979) mostraron la factibilidad biológica y en algunos casos económica para controlar las intervenciones de estos rodales, desde el momento de intervenir y con fines de venta (o sea una entrada económica inmediata). El principio que se siguió siempre era el siguiente:

- Cortar los bejucos y arbustos o árboles pequeños sin valor comercial.
- Cortar árboles grandes sin valor comercial, particularmente cuando entorpecen el desarrollo de árboles jóvenes valiosos.
- Cortar árboles valiosos, especialmente cuando hay una buena regeneración (brinzales y latizales) de otros árboles valiosos establecidos en su sombra o cerca de ellos y que necesitan de más luz en esta fase crítica de su desarrollo.

## **2.3 Descripción de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken**

### **2.3.1 Generalidades**

El Laurel (*Cordia alliodora*) es una especie de la familia boragináceae, con un ámbito de distribución natural que abarca desde el norte de México hasta el norte de Argentina. En el ámbito centroamericano, es típico de las zonas húmedas y ocasionalmente asciende hasta 1000 msnm, donde no se desarrolla muy bien.

El árbol es de mediano o grande, con aletones basales, fuste circular o angular, de color gris blanquecino, con la corteza fisurada o agrietada (Fig. 1) En condiciones óptimas alcanza hasta 40 m de altura y diámetros superiores a 1 metro. Sin embargo en el bosque seco tropical es pequeño y de mala forma (CATIE, 1994).

El Laurel es una especie pionera comúnmente se le encuentra en áreas de bosque degradados o intervenidos. Es una especie con gran valor potencial para la reforestación debido a la calidad de la madera, a su exitoso empleo en sistemas agroforestales y a su adaptabilidad a varias condiciones ambientales (MARENA / SFN, 1995) .

En los bosques secos deciduos, los árboles de Laurel son pequeños y de formas no muy perfectas, y alcanzan altitudes hasta de más de 20 metros y diámetros de 30 centímetros. (Oxford Forestry Institute, 1997). En Nicaragua crecen en todo el país, en una gran variedad de ambientes naturales que van de secos y calientes a muy húmedos y frescos (Salas, 1993).

### **2.3.2 Requerimientos del Sitio**

*Cordia alliodora*, requiere de suelos profundos y sin fuertes problemas de drenaje. Se desarrolla pobremente en terrenos sobre explotados, con baja cantidad de materia orgánica y probablemente con distorsiones mecánicas y por la sedimentación de horizontes duros. Necesita un amplio espacio para el desarrollo de sus raíces, la cual indica que tiene problemas en suelos superficiales (Faurby y Barahona, 1998).

Aunque la especie sobrevive en medio de sombra, esta le afecta mucho su desarrollo. La competencia lateral puede estimular su crecimiento en altura (Haggar y Ewel, 1995; citados por Faurby y Barahona en 1998).



**Fig.1.** Especie de Laurel (*Cordia alliodora*) en estado natural, finca "Santa Ana" Nandaime, Granada, Nicaragua, 2002

#### **2.4. Estudios realizados en la especie *Cordia alliodora***

El crecimiento es el incremento gradual del individuo o de un grupo de individuos en un determinado periodo de tiempo. El crecimiento acumulado hasta una edad determinada, representa el rendimiento a esa edad. La estimación de crecimiento es una etapa esencial en el manejo forestal. El concepto básico de recurso renovable, se deriva precisamente de la capacidad de crecimiento y cualquier planificación encierra el concepto de predicción del crecimiento (Prodan *et al*, 1997).

La silvicultura pretende influir sobre el proceso de crecimiento para obtener el producto deseado (madera de ciertas dimensiones y calidad) El crecimiento implica un estado inicial mensurable y cambio en ese estado con el cambio del tiempo, así

se puede hablar de incremento total, incremento corriente anual, incremento medio anual e incremento relativo (CATIE, 2001).

Esta especie está relativamente bien estudiada respecto a su crecimiento en el clima tropical húmedo (en Costa Rica y Colombia), de ahí se sabe un poco sobre su comportamiento biológico y su desarrollo potencial. Debido que su uso en estos países es más que todo agroforestal, no se sabe mucho sobre su silvicultura, por ejemplo, sobre como estimular el buen desarrollo del fuste (Faurby y Barahona, 1998).

Estimaciones de incrementos medios anuales (IMA) en diámetro y altura en regeneración natural de *Cordia alliodora* realizados en Turrialba Costa Rica, revelaron que: en un rango de edad de 1 – 5 años, la especie presentó un IMA en altura de 2 metros / año, y un IMA en diámetro de 3 cm / año. En un rango de 6 – 7 años, presentó un IMA en altura de 1 m / año, y a edades mayores de 10 años, presentó un IMA en diámetro de 1.5 cm / año (CATIE, 1994).

En Siquirres Costa Rica, se evaluaron dos lotes de bosque secundario manejado. En el lote 1 de 1,000 m<sup>2</sup> *C. alliodora* presentó un rendimiento ( a los 15 años de edad) de 9.286 m<sup>3</sup> y en lote 2 también de 1000 m<sup>2</sup> presentó un rendimiento de 6.435 m<sup>3</sup> (Budowsky, 1983).

Estudios de crecimiento en sistemas agroforestales realizados en las zonas húmedas bajas de Costa Rica revelan que el crecimiento de *C. alliodora* decrece visiblemente para diferentes etapas de desarrollo a partir de los diez años de edad. Se ha determinado también que su crecimiento diamétrico en sistemas agroforestales varía en función del manejo del cultivo asociado (Somarriba y Beer, 1987, citado por CATIE, 1994).

Estudios realizados en Costa Rica señalan que los sitios Sarapiquí, Ticabán, y Los diamantes en Guápiles presentan buenas condiciones de suelo para crecimiento de *C. alliodora* en los primeros años. A estos sitios correspondieron los mejores crecimientos, registrándose incrementos medios anuales superiores a 2 cm al año en el caso del diámetro, y de 3 m / año en altura (CATIE, 1994).

No se conocen datos de crecimiento en el trópico seco. Los datos conocidos provienen de sitios con precipitaciones por encima de los 2000 mm / año (Faurby y Barahona, 1998).

## **2.5. Tratamientos Silviculturales**

Tratamiento silvicultural, es toda intervención para mejorar la producción y calidad de la madera, de otros productos y de servicios con criterios ecológicos que garanticen la sostenibilidad de la producción y del mismo ecosistema bosque. La aplicación de estos tiene como objetivo generar las condiciones favorables para incrementar la producción comercial de la vegetación forestal (Bueso, 1997).

Los tratamientos silviculturales aplicados a la regeneración natural afectan positivamente al bosque, ya que mejora su estadio silvicultural en cuanto a número de árboles por hectárea, área basal y volumen (Lindo y Orozco, 2001).

Los tratamientos silviculturales son operaciones que modifican la estructura del bosque, y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en general a reducir la intensidad de la competencia sobre los árboles de interés. Principalmente se pretende dar un espacio o sitio ideal para el desarrollo de cada individuo deseado, y permitirle además un buen grado de iluminación (CATIE, 2001).

### **2.5.1. La Poda Forestal**

La poda forestal es una práctica silvicultural que consiste en cortar ramas de los árboles con el propósito de producir madera limpia, es decir libre de nudos y obtener un producto de mejor calidad. Mientras persistan las ramas en el tronco de un árbol, la madera productiva va a tener nudos. Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes y su presencia disminuye la calidad y el valor de la madera. Las ramas se cortan a ras del fuste, sin herirlos, ya que las heridas pueden debilitar al árbol y hacerlo más susceptible a ataques de hongos que luego pudren la madera.

La poda de ramas de hasta 4 ó 5 centímetros de diámetro se puede realizar con serrucho en un solo trazo. Lo importante es sujetar bien las ramas para que no se raje la corteza cuando caigan (CATIE, 1993).

Los principales tipos de poda son: poda baja (remoción de ramas bajas de 2.5 a 3 metros de altura), poda alta (remoción de ramas altas de 3 metros de altura), poda viva (remoción de ramas vivas) y poda muerta (remoción de ramas muertas) [Vincent, 1975].

Los objetivos de la poda son: Facilitar el acceso a las plantaciones jóvenes, mejorar la calidad de la madera (Dyson, 1965 citado por Vincent, 1975)

Las podas de calidad consisten en cortar las ramas vivas a ras del fuste, sin herir el rodete situado en la base de la rama. Se practica sistemáticamente de abajo hacia arriba, y tienen por objeto aumentar la proporción de madera sin nudos y, por tanto, el valor de los árboles en el momento de su venta.

Los nudos, marca de paso de las ramas por el tronco, parten del corazón del árbol. Este es el motivo por el que nos interesa intervenir precozmente. Cuanto antes comience la poda de calidad es más eficaz y menos cuesta (IDF, 1995).

La poda se realiza solo hasta la mitad de la altura total del árbol, porque si se eliminan demasiadas ramas vivas, se reduce la cantidad de hojas y por ende el crecimiento del árbol al reducir la capacidad fotosintética.

La primera poda debe ejecutarse al final de la época seca, para garantizar rápido secado de los cortes, bajo riesgo de enfermedades, cicatrización rápida de los cortes, facilidad de realizar los cortes cuando los árboles tienen poco follaje. La segunda poda se realiza inmediatamente después del primer raleo (INTECFOR, 1993).

## **2.5.2 Eliminación de Lianas**

Las lianas constituyen uno de los problemas más difíciles para un silvicultor. Es cierto que algunas lianas estrangulan a los árboles, pero los daños principales de las lianas incluyen: deformación de los fustes de los árboles jóvenes por el peso de las lianas de las copas; crecimiento prolífico en las copas de árboles lo cual reduce su crecimiento diamétrico debido a la competencia por luz; enredados entre las copas de los árboles, factor que causa daños excesivos en las operaciones de raleo y la entresaca (Hutchinson, 1993).

La corta de lianas es necesaria por requerimientos silviculturales de eliminar o disminuir la competencia, además, evita la apertura de grandes claros producto de la caída de árboles atados al árbol cosechado. Por lo tanto la corta de lianas evita el desperdicio de árboles de futura cosecha dañados durante el aprovechamiento.

Por lo general las lianas se cortan con hacha, machete o motosierra. Se debe cuidar de no dañar la albura de los árboles de especies deseables. Lo ideal es cortarlas a nivel del suelo (tratando de eliminar la mayor parte a nivel de superficie) y hacer otros cortes más arriba, a la altura máxima que el operador alcance. Muchas veces es ventajoso desprenderlas después de cortarlas (CATIE, 2001).

## **2.6. Clase de iluminación y forma de la copa**

Estas dos variables, junto con la evaluación de la calidad del fuste, califica al árbol en su tendencia de crecimiento y posibilidades silviculturales. La copa de cada árbol se califica separadamente con relación a la iluminación que recibe, lo cual implica que debe observarse la posición de las copas de los árboles vecinos. Por otro lado se califica la forma de la copa atendiendo al criterio de volumen y simetría de la masa foliar (Coronado y Valerio, 1991).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

La zona de estudio está ubicada en el municipio de Nandaime departamento de Granada, al oeste del gran lago Cocibolca, en el kilómetro 72 carretera Nandaime - Rivas, aproximadamente 6 kilómetros al este, en la finca "Santa Ana" (Fig.2). Sus coordenadas geográficas están entre  $86^{\circ}01' 14''$  -  $86^{\circ}05' 10''$  de longitud este y  $11^{\circ}38'50''$  -  $11^{\circ}41'40''$  de latitud norte Se encuentra a una elevación de 0 a 200 msnm (López y García, 2002).

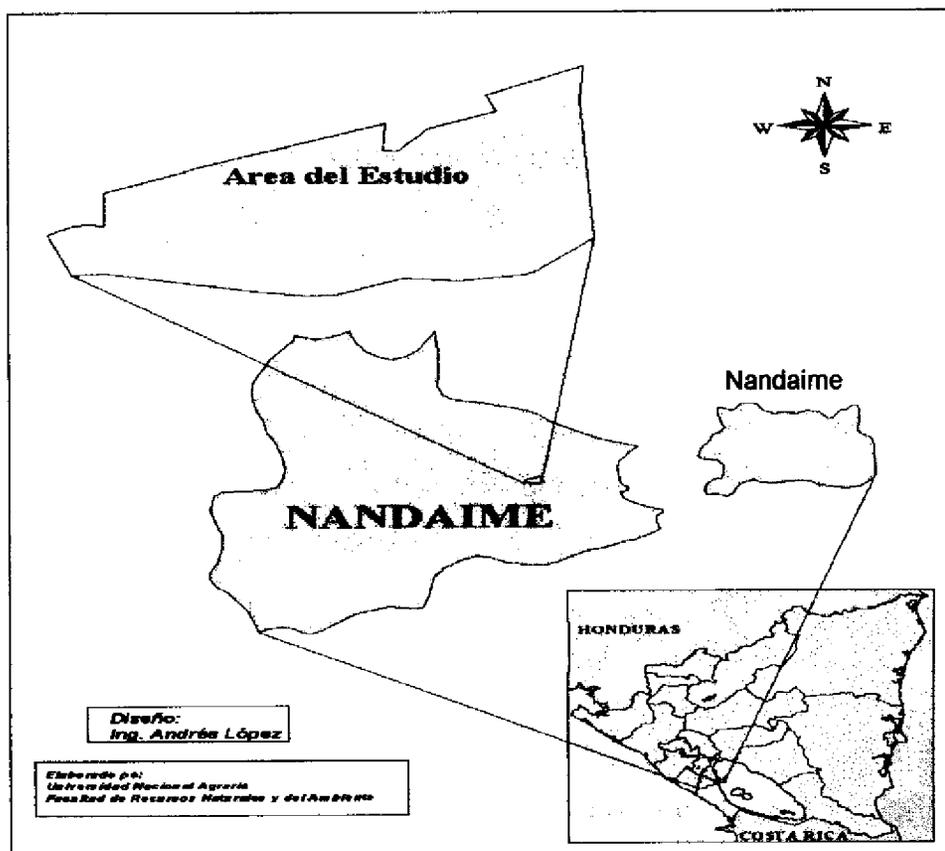


FIGURA 2. Ubicación del área de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002

### **3.1.2. Condiciones climáticas**

Basándose en las zonas de vida de Holdrige (1987), el lugar del estudio está ubicado dentro del bosque seco tropical.

La precipitación total anual en promedio es de 906.77 mm / año. Las lluvias más consistentes son: las que caen desde Mayo ( 217 mm ) hasta octubre (262.5 mm ).

La temperatura media anual es de 26.7 °C, siendo Abril el mes más caliente (28.4 °C ). La humedad relativa oscila entre 63.7% y 89.1 %. La velocidad del viento en promedio anual es de 6 metros / segundo (anexo 1).

### **3.1.3. Topografía**

Las condiciones topográficas dentro del bosque las podemos clasificar en áreas planas y áreas onduladas (pendientes entre 0 - 30 %), con elevaciones promedio entre 100 - 200 msnm (anexo 6).

### **3.1.4. Suelo**

La clase textural va de franco - arcilloso a franco - arcillo arenoso. El porcentaje de materia orgánica varía desde 1.75 % a 3.04 %. El pH va de 6.5 a 7.5, predominando el neutro (anexo 2).

### **3.1.5. Vegetación**

Según la zonificación de las regiones ecológicas, el lugar del estudio pertenece a la región ecológica I. En términos generales, es la región más seca y caliente del país. Su extensión es de unos 28,043 Km<sup>2</sup>. Desde el punto de vista de la fisonomía de la vegetación y de su composición florística, la región ecológica I comprende diferentes categorías de vegetación. La formación vegetal pertenece a

la de bosques medianos a bajos sub-caducifolios de zonas cálidas y semi-húmedas (Salas, 1993). La composición florística en la zona de estudio varía en los diferentes estados de desarrollo, siendo la categoría de vegetación brinzal (individuos a partir de 0.30 m a 1.50 m de altura) la que presenta una mayor diversidad de especies en comparación a las categorías de fustales y latizales. Esto indica que la densidad poblacional es mayor en los primeros estados de desarrollo, siendo la especie *Cordia alliodora* la más abundante en toda el área (López y García, 2002).

### **3.2. Diseño de las parcelas permanentes de muestreo (PPM)**

#### **3.2.1 Forma y tamaño de las parcelas**

Una parcela permanente de muestreo, es una extensión de terreno suficiente para obtener datos representativos a través de mediciones periódicas, con el propósito de suministrar información confiable en cuanto al número, tamaño, y especies del bosque a lo largo del tiempo, así mismo variación en composición, producción respecto al sitio, tratamientos y las relaciones entre las variables de árboles individuales del rodal que puedan usarse para predecir futuros volúmenes de producción (Synnot, 1991 citado por Quant, 1999).

En este estudio fueron establecidas 18 parcelas cuadradas con un tamaño de 100 m<sup>2</sup> cada una, con un área efectiva de muestreo de 81 m<sup>2</sup>, en donde se muestrearon todos los árboles en la categoría de 3 - 10 cm de diámetro (Fig.3).

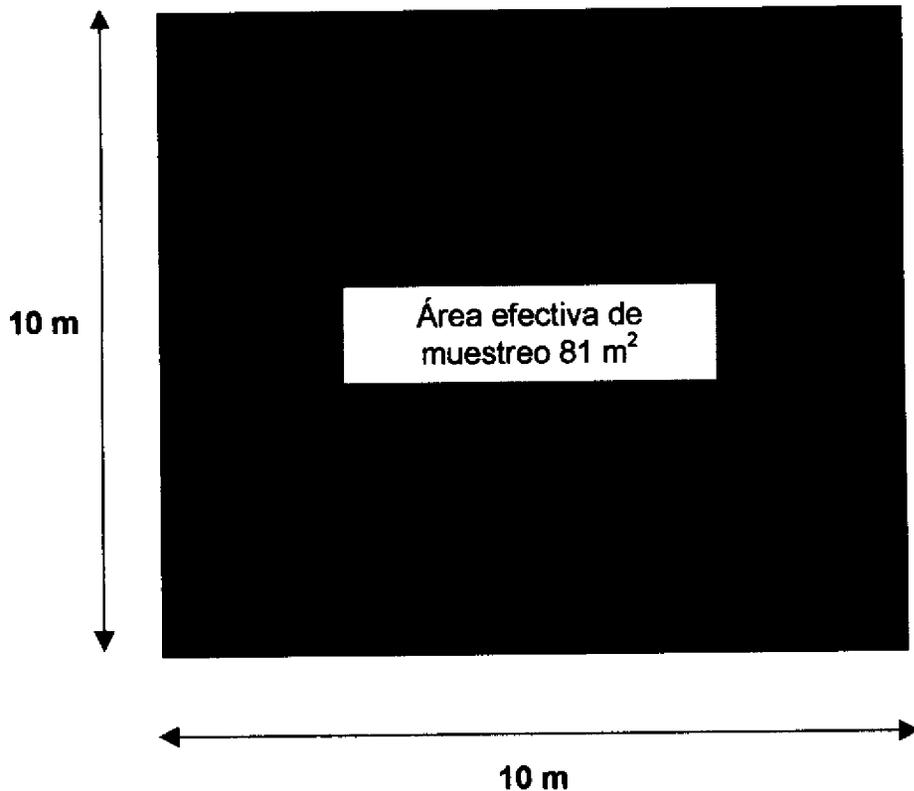


Fig. 3. Forma y tamaño de las parcelas utilizadas para la toma de datos, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002

### 3.2.2 Distribución de las parcelas permanentes de muestreo (PPM)

El área de bosque estudiado fue de 40.16 ha. En este bosque se encontraban agrupaciones (manchas) de *Cordia alliodora* en forma dispersa en todo el bosque, por lo que inicialmente fueron ubicadas 40 parcelas siguiendo como criterio las características de distribución natural de la especie. Posteriormente se eligieron al azar 18 parcelas únicamente, de las cuales 9 fueron sometidas al tratamiento poda y eliminación de lianas, las otras 9 parcelas no se les aplicó dicho tratamiento para que sirvieran como testigo (Fig. 4).

Las parcelas fueron diseñadas utilizando una cinta métrica para medir las distancias de 10 metros y una brújula para orientarlas con rumbos francos. Se utilizó una cinta biodegradable para señalar las estacas de demarcación de las parcelas.

Cada una de las parcelas fue geo-referenciada utilizando un G.P.S. (Global Positionment System). Los datos tomados fueron procesados utilizando el programa ArcView.

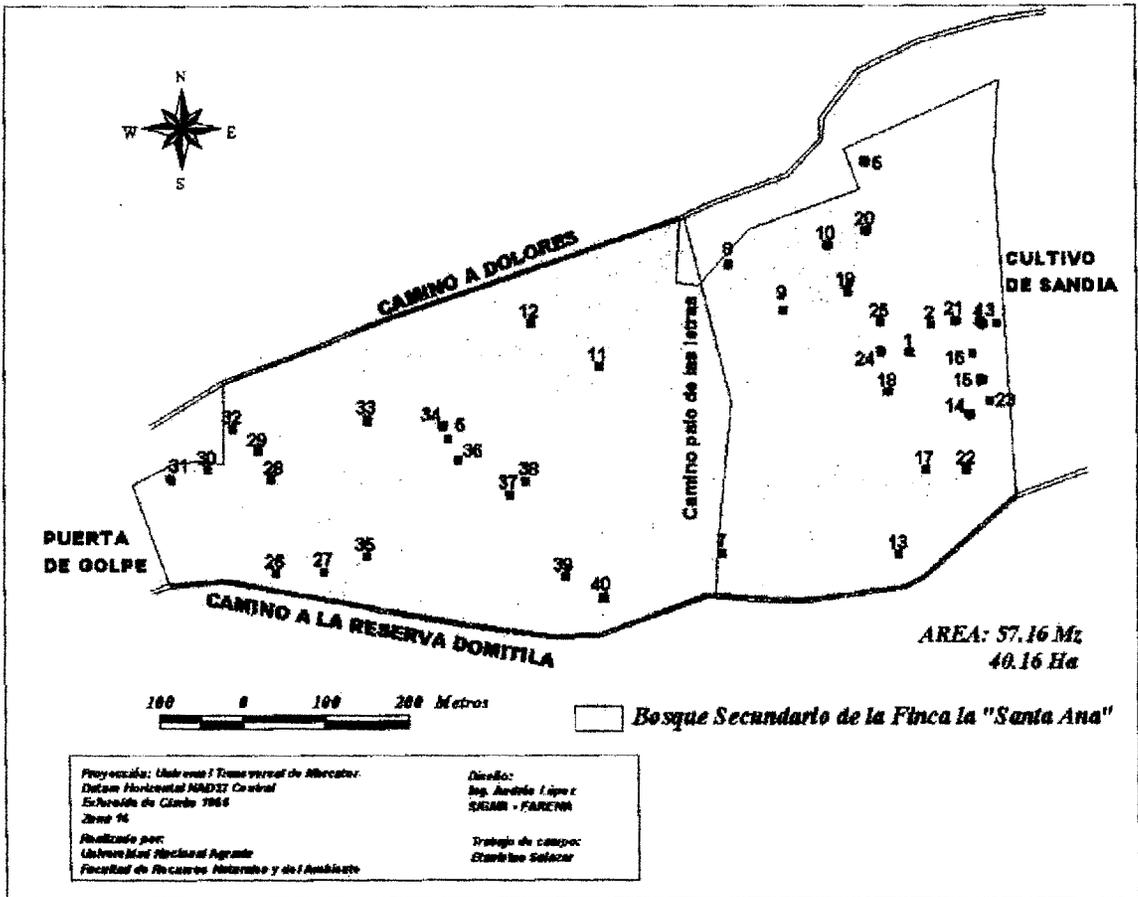


Figura 4. Distribución de las parcelas azarizadas de muestreo permanente en el área de estudio, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002

### 3.3. Variables dasométricas evaluadas

#### 3.3.1. Medición del Diámetro basal (Db)

El diámetro basal fue medido a 20 cm del piso, utilizando una cinta diamétrica y fue medido en centímetros, luego se procedió a marcar el árbol con pintura roja en el lugar donde se tomó el diámetro para poder localizar fácilmente el mismo lugar al momento de realizar la segunda medición.



**Figura 5.** Medición del diámetro basal en la especie *Cordia alliodora*, finca "Santa Ana" Nandaime, Granada, Nicaragua, 2002

### **3.3.2. Medición de Altura total**

La altura total de un árbol es la longitud de la línea recta que une el pie del árbol (nivel del suelo) con la extremidad de la yema terminal del tallo. Las mediciones de altura son más laboriosas y delicadas que las mediciones de diámetro. En cada parcela se midió la altura desde la base del árbol hasta el ápice a todos los individuos evaluados. El equipo utilizado para esta medición fue una vara telescópica (Fig. 6). La altura fue medida en metros, tomando únicamente dos decimales.



**Fig.6.** Medición de altura total en un árbol de *Cordia alliodora*, finca "Santa Ana" Nandaime, Granada, Nicaragua, 2002

### **3.4. Variables silviculturales evaluadas**

#### **3.4.1. Forma de la copa (FC)**

La forma de la copa está relacionada ampliamente con el incremento potencial del árbol (Hutchinson, 1993).

Fueron asignadas 3 categorías (anexo 3), basadas en las categorías de Hutchinson, 1993:

- **Forma de copa 1:** Copa regular, circular. Es una copa cuya forma es perfecta y forma un círculo completo.
- **Forma de copa 2:** Es una copa buena que forma un semicírculo.

- **Forma de copa 3:** Copa irregular, no circular. Es una copa de forma pobre o muy pobre. Son árboles con pocas ramas y muy irregulares o árboles con una sola rama.

### 3.4.2 Calidad del fuste (CF)

Se refiere específicamente a la cantidad de trozas aprovechables que se pueden obtener de un árbol. Es un parámetro que recibe mucha atención en los inventarios madereros (Hutchinson, 1993).

Fueron asignadas 3 categorías (anexo 4 ):

- **Calidad del fuste 1:** Fuste recto, sin nudos, sin daños; es un fuste de muy buena calidad.
- **Calidad del fuste 2:** Fuste con alguna curvatura, sin daño evidente, sin nudos.
- **Calidad del fuste 3:** Fuste curvo o podrido, con daño evidente, deformado, ramas quebradas, cortadas o despuntadas, hueco.

### 3.4.3 Grado de iluminación de la copa

La clase de iluminación es importante para el conocimiento de la dinámica y la ecología de las especies, tiene que ver directamente con la influencia de la luz solar en los diferentes estratos del bosque donde se encuentran ubicados los individuos (Hutchinson, 1993).

Fueron asignadas 4 categorías (anexo 5):

- **Iluminación 1:** Iluminación vertical y lateral plena. El árbol recibe luz en toda la copa.
- **Iluminación 2:** Iluminación vertical plena. El árbol recibe luz en toda la parte superior de la copa.
- **Iluminación 3:** Iluminación vertical parcial. El árbol recibe luz sólo en la parte superior de la copa.
- **Iluminación 4:** Sin iluminación. Iluminación no directa. El árbol sólo recibe luz difusa

#### **3.4.4. Grado de Infestación por lianas en los individuos**

La infestación por lianas tiene un gran efecto en el crecimiento, sobre vivencia y producción futura de la madera (Hutchinson, 1993). Se asignaron 4 categorías:

Categoría 1: Árbol totalmente libre de lianas.

Categoría 2: Árbol con lianas en el fuste.

Categoría 3: Árbol con lianas en la copa.

Categoría 4: Árbol con lianas en el fuste y en la copa.

#### **3.5. Tratamiento silvicultural aplicado: Poda y eliminación de lianas**

Aquí se utiliza el término tratamiento en un sentido meramente silvicultural, que según el CATIE (2001), se define como "*operaciones que modifican la*

*estructura del bosque, y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en general a reducir la intensidad de la competencia sobre los árboles de interés".*

### **3.5.1. Criterio para su aplicación**

La literatura forestal (CATIE, 1994; Oxford Forestry Institute, 1997) señala que en los bosques secos tropicales *Cordia alliodora* es pequeño y de mala forma. CATIE (1993) afirma que los nudos son uno de los defectos más comunes y que reducen la calidad de la madera. Hutchinson (1993) expresa que las lianas causan deformación en los fustes jóvenes a causa del peso de estas, y que además reducen el crecimiento diamétrico debido a la competencia por luz .

Tomando en consideración las afirmaciones anteriores, el criterio fundamental por el que se decidió aplicar el tratamiento poda y eliminación de lianas fue para incentivar el crecimiento de un fuste de buena calidad con la menor cantidad de nudos y curvaturas posibles.

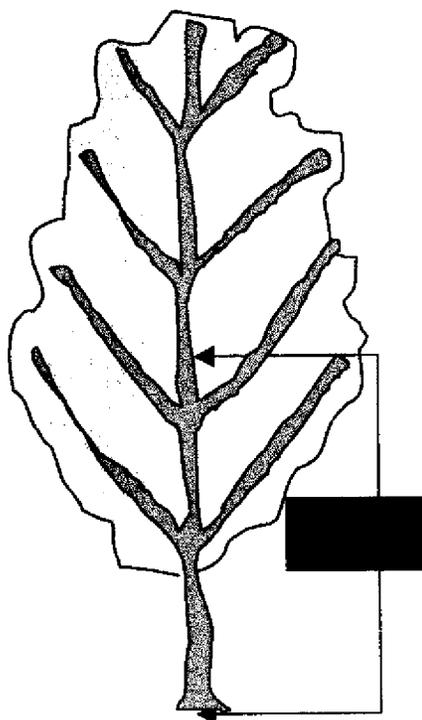
### **3.5.2. Ejecución de la poda y eliminación de lianas**

De las 18 parcelas establecidas, a 9 se les aplicó poda y eliminación de lianas como un solo tratamiento. A las 9 parcelas restantes no se les aplicó el tratamiento, para poder comparar el incremento logrado por las parcelas en donde se aplicó el tratamiento y el incremento en las parcelas en donde no se aplicó el tratamiento.

La poda aplicada fue una combinación de poda baja y poda viva, es decir, fueron cortadas las ramas vivas bajas de los árboles. El IDF (1995), define a esta poda como "poda de calidad", y dice que consiste en cortar las ramas vivas del árbol hasta la mitad de la altura total del árbol.

Tomando como criterio que la altura promedio de los árboles era de 4 metros, se decidió podar hasta una altura de 2 metros, teniendo el cuidado de no dañar el fuste del árbol. El corte de las ramas fue ejecutado con una sierra de mano, de forma paralela al fuste sin dejar prolongación del corte. Para aquellos árboles que no tenían altura suficiente como para podarlos hasta una altura de 2 metros, se redujo la altura a podar para evitar una reducción excesiva del follaje que pudiera afectar el proceso fotosintético e influir negativamente en el incremento del árbol (Fig. 7 y 8).

Fue tomada muy en cuenta la sugerencia del INTECFOR (1993), de que la poda debe realizarse en época seca, para que los cortes cicatricen rápido y no existan problemas por hongos.



**Figura 7 y 8.** Ejecución de poda y máxima altura a podar en los árboles de *Cordia alliodora*, Finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua

La eliminación de lianas consistió en cortar con machete especies trepadoras que estuvieran afectando a los árboles. Fueron cortadas al nivel del suelo y desenredadas del fuste del árbol, a fin de reducir la competencia por luz, agua y nutrientes (figura9). La especie de liana predominante y la que más se observó enredando a los árboles fue *Mucuna pruriens* (pica-pica).

Tomando en cuenta el aspecto ecológico, no fueron eliminadas las lianas que estuvieran afectando a otras especies forestales o a individuos de *Cordia alliodora* con diámetros menores de 3 cm o mayores de 10 cm, garantizando así la existencia de especies trepadoras, pero al mismo tiempo reduciendo la intensidad de la competencia.



**Figura 9.** Ejecución del tratamiento de eliminación de lianas en los árboles de *Cordia alliodora*, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002

### 3.6. Medición de la distancia entre árboles

En cada una de las 18 parcelas se midió con la cinta métrica la distancia entre los árboles que entraron en la categoría de 3 a 10 centímetros de diámetro, se elaboró un mapa para cada parcela de tal forma que se pudiera localizar fácilmente cada individuo y además poder calcular la distancia promedio a que se encuentran los árboles dentro de cada parcela.

### 3.7. Fórmulas utilizadas

#### 3.7.1. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra en la que se evaluarían los individuos de la especie *Cordia alliodora*, de acuerdo a parámetros silviculturales y Dasométricos, se utilizó la siguiente ecuación propuesta por CATIE (2001). El tamaño de la muestra que se determinó para el estudio fue de 1800 m<sup>2</sup> (0.18 ha) en un área de 20.5 ha que corresponde al área efectivamente ocupada por la especie *Cordia alliodora*.

$$T_m = T_p \times N$$

Donde:  $T_m$  : Tamaño de la muestra  
 $T_p$  : Tamaño de la parcela  
 $N$  : Numero de parcelas

### 3.7.2 Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo utilizada fue de 1 % determinada a través de la Metodología propuesta por CATIE (2001):

$$Im = Tm / AT \times 100$$

Donde: Im : Intensidad de muestreo  
Tm : Tamaño de la muestra  
AT : Área Total

### 3.7.3 Determinación de área basal

La determinación del área basal se hizo mediante la fórmula propuesta por Prodan *et al* (1997), la cual fue determinante al momento del cálculo del volumen, la razón matemática responde a:

$$Ab = 0.7854 \times (Db)^2$$

Donde:

Ab : Área basal en m<sup>2</sup>

0.7854 : Constante

Db : diámetro basal

### 3.7.4. Cálculo del volumen

Para calcular el volumen en función de las variables dasométricas diámetro basal y altura, se utilizó la ecuación de volumen general propuesta por CATIE (2001), se utilizó un coeficiente de forma de 0.7. La razón matemática es la siguiente:

$$V = Ab \times H \times CF$$

Donde:

V : Volumen (m<sup>3</sup>)

H : Altura total

CF : coeficiente de forma

### 3.7.4 Incremento

El incremento es el crecimiento del árbol durante el periodo del estudio (febrero-Noviembre, 2002) . Para calcularlo se utilizó la metodología propuesta por CATIE( 2001), esta relación es la siguiente:

$$I = M_2 - M_1$$

Donde: I : Incremento

M<sub>2</sub>: segunda medición

M<sub>1</sub>: primera medición

### 3.7.6. Incremento Relativo

Es el porcentaje del tamaño total promedio entre el comienzo y el final del periodo de medición. Para determinarlo se utilizó la metodología del CATIE (2001) que corresponde a la siguiente ecuación matemática:

$$\text{IR} = \left[ \frac{\text{I}}{(\text{M1} + \text{M2}) / 2} \right] \times 100$$

Donde: I : Incremento Relativo

M1: Primera medición

M2: Segunda medición

### 3.7.7. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman ( $r_s$ )

Es un estadístico no paramétrico o de distribución libre. En esta prueba, primero se asignan rangos a los resultados de cada variable, ( el resultado mas bajo obtiene rango 1 y así sucesivamente). Luego se toman las diferencias de los rangos ( $d_i$ ) y finalmente estas se elevan al cuadrado ( $d_i^2$ ). la suma de los cuadrados de las diferencias se usa para calcular el estadístico de prueba. El valor de  $r_s$  es una estimación de coeficiente de rango Poblacional  $\rho_s$ , puede variar de [-1, + 1], indicando los extremos correlaciones perfectas entre rangos, y el valor de cero correlación nula entre rangos (Gutiérrez, 2000).

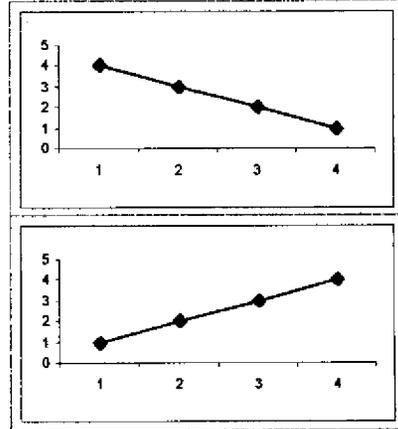
$$r_s = 1 - \frac{6 \sum (di)^2}{n^3 - n}$$

donde:

$r_s$  = Coeficiente de correlación

$di$  = Diferencia de los rangos

$n$  = Número de datos



### 3.7.8. T-Student para datos pareados

El objetivo en las pruebas de comparaciones pareadas es eliminar un número máximo de fuente de variación extraña, haciendo a las parejas semejantes con respecto a tantas variables como sea posible. Los mismos individuos se miden antes y después de recibir el tratamiento (Wayne, 1983).

$$t = \frac{\bar{d} - \mu d}{S_d / (n)^{1/2}}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum di}{n}$$

$$S_d^2 = \frac{n \sum di^2 - (\sum di)^2}{n(n-1)}$$

$\bar{d}$  = Media de las diferencias

$S_d^2$  = Desviación estándar de las diferencias

$t$  = Estadístico de prueba

### 3.7.9. T-Student para datos independientes

Se utiliza cuando se desconocen las desviaciones estándares de las poblaciones y se desea estimar la diferencia entre dos medias de población con

cierto intervalo de confianza, para lo cual se establece una hipótesis de que las varianzas de las poblaciones, aunque desconocidas, son iguales (Wayne, 1983).

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{(S_p^2 / n_1 + S_p^2 / n_2)^{1/2}}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

$S_p^2$  = Estimación mancomunada de la varianza común

t = Estadístico de prueba

### 3.8. Análisis de la información

Fue establecida una única categoría diamétrica (3 - 10 cm de diámetro) porque en esta categoría se facilita la aplicación de tratamientos silviculturales (poda y eliminación de lianas), y los individuos jóvenes pueden responder mejor al tratamiento. Se considera además que económicamente es menos costoso (Fig.5).

#### 3.8.1. Análisis de variables y parámetros Dasométricos

Se determinó el diámetro, altura, área basal y volumen de los individuos dentro de cada parcela. Posteriormente se calcularon el área basal y el volumen existente en cada parcela. Posteriormente se obtuvieron los totales y promedios generales para parcelas tratadas y no tratadas. Esto se realizó tanto para la primera como para la segunda medición las cuales tuvieron un intervalo de nueve meses (Febrero - Noviembre 2002). De los promedios se obtuvo la diferencia entre primera y segunda medición determinando de esta manera los incrementos relativos en las parcelas tratadas y no tratadas.

Utilizando el WinsTAT de Excel fue realizado un análisis t-Student para determinar las posibles diferencias entre las parcelas testigos y las parcelas tratadas. También fue realizado un análisis t-student pareada para determinar la diferencia entre ambas mediciones en las parcelas tratadas.

### **3.8.2 Análisis de variables silviculturales**

Tanto para las parcelas con tratamiento como para las que no fueron tratadas silviculturalmente, se realizó un análisis de correlación para datos no paramétricos (Sperman Rank correlation) utilizando el WinsTAT de Excel, para determinar si los árboles que tienen buena iluminación presentan mayor incremento en área basal que los que crecen bajo condiciones de sombra y para determinar si crecen mejor los árboles con copa circular que los árboles que presentan copa deforme.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Distancia promedio entre árboles**

Mediante la medición de la distancia entre árboles en cada parcela fue obtenida la distancia promedio de los individuos por parcela.

Para las parcelas tratadas la distancia promedio fue de 2.2 metros, y para las parcelas no tratadas fue de 2 metros (anexo 7). Esto indica que los distanciamientos promedios son muy similares, indica también que existe gran densidad de individuos de *Cordia alliodora* compitiendo entre ellos y con los individuos indeseables. Un estudio realizado en este mismo sitio por López y García (2002), encontró que la especie *Acacia collinsi* (cornizuelo) tiene una densidad de 102 árboles por hectárea en latizales y fustales. La competencia resulta cuando la disponibilidad de un recurso es limitada, y no suficiente para cubrir a todos los individuos. La silvicultura puede manipular el factor competencia aumentando así el crecimiento y la supervivencia de individuos deseables.

Faurby y Barahona (1998) recomiendan espaciamientos de 2 x 2 m para casi todas las especies; sin embargo, para las especies comerciales se recomiendan espaciamientos mayores, como 3 x 3 m.

### **4.2 Análisis comparativo de los incrementos en diámetro, altura, área basal, volumen, para el tratamiento y testigo**

En el cuadro 1, son presentados para las parcelas tratadas y no tratadas silviculturalmente y para las mediciones I y II, los valores promedios de diámetro basal, altura total, área basal y volumen. Se refleja además el incremento logrado durante un periodo de nueve meses (Febrero 2002 – Noviembre 2002).

#### **4.2.1. Incremento en Diámetro Basal**

Las parcelas a las cuales se les aplicó poda y eliminación de lianas, presentaron en la primera medición un diámetro promedio de 4.6 cm, y en la segunda medición presentaron un diámetro promedio de 5.8 cm. Esto indica un incremento de 1.10 cm (23.9 %) en el diámetro promedio.

La comparación entre mediciones por medio de la prueba de T - Student para datos pareados, encontró que existe significancia estadística (95 % de confianza) para el incremento logrado desde la medición 1 hasta la medición 2 (N =103 árboles; T = 11.90; P = 0.000).

En cambio para las parcelas testigo, en la primera medición presentaron un diámetro promedio de 4.41 cm y en la segunda medición registraron un diámetro promedio de 5.44 cm (cuadro 1), esto representa un incremento en diámetro de 1.0 cm (22.7 %).

La prueba T - Student para datos pareados encontró que al 95 % de confianza existe significancia estadística para el incremento logrado desde la primera medición hasta la segunda (N = 129 árboles; T = 13.28; P = 0.000).

Sin embargo, al comparar los incrementos diamétricos logrados por el tratamiento y los del testigo, la prueba T - Student para datos independientes reveló que con un 95 % de confianza no existe significancia estadística para dichos incrementos (T = 1.318; gl = 16; P = 0.206).

#### **4.2.2. Incremento en altura total (de la base al ápice)**

En las parcelas con aplicación de poda y eliminación de lianas, en la primera medición presentaron una altura promedio de 4.23 m, en cambio en la segunda medición presentaron una altura promedio de 5.10 m, esto representa un incremento en altura total de 0.87 m (20.6 %).

El análisis T - Student para datos pareados encontró (95 % de confianza) que existe significancia estadística para el incremento medio en altura logrado por el tratamiento desde la primera medición hasta la segunda (N = 103 árboles ; T = 11.33; P = 0.000).

Para las parcelas no tratadas en la primera medición presentaron una altura total promedio de 3.99 m, y en la segunda medición presentaron una altura total promedio de 4.83 m. Esto representa un incremento en altura total de 0.85 m correspondiente a 21.3 %, indicando así un lento crecimiento en altura.

La prueba T - Student para datos pareados encontró que con un 95 % de confianza también existe significancia estadística para el incremento medio en altura logrado por el testigo entre mediciones (N = 129 árboles; T = 13.3; P = 0.000).

Al hacer las comparaciones de los incrementos en altura logrados por el tratamiento y el testigo, la prueba T - Student para datos independientes encontró que al 95 % de confianza no existe significancia estadística entre ambos incrementos medios en altura (T = 0.417; gl = 16; P = 0.682).

### 4.2.3. Incremento en Área Basal

Las parcelas con aplicación de poda y eliminación de lianas (N = 103 árboles), en la primera medición presentaron un área basal promedio de 0.0019 m<sup>2</sup>, y en la segunda medición 0.0029 m<sup>2</sup>. Esto representa un incremento en área basal de 0.0010 m<sup>2</sup> (52 %).

La prueba de T - Student para datos pareados encontró significancia estadística al 95 % de confianza para el incremento promedio en área basal logrado por el tratamiento entre mediciones (N = 103; T = 10.40; P = 0.000).

El testigo (N = 129 árboles), en la primera medición registra un área basal promedio de 0.0017 m<sup>2</sup>, y en la segunda medición con 0.0025 m<sup>2</sup>, lo cual representa un incremento medio en área basal de 0.0008 m<sup>2</sup> (47.1%).

Para el testigo la prueba de T-Student para datos pareados también encontró significancia estadística (95 % de confianza) para el incremento medio en área basal entre mediciones (N = 129; T = 12.01; P = 0.000).

Al comparar los incrementos medios en área basal logrados por el tratamiento y el testigo, la prueba T-Student para datos independientes, encontró que no existe diferencia significativa (95 % de confianza) entre el incremento medio del tratamiento y el incremento medio del testigo.(T = 1.082; gl = 16; P = 0.295).

#### 4.2.4. Incremento en Volumen.

En las parcelas con tratamiento, en la primera medición presentaron un Volumen promedio de  $0.0059 \text{ m}^3$  y en la segunda medición se registró un Volumen de  $0.0110 \text{ m}^3$ . Esto representa un incremento en Volumen de  $0.0051 \text{ m}^3$  (86.4 %).

La prueba T-Student para datos pareados encontró significancia estadística (95 % de confianza) para el incremento volumétrico medio logrado por el tratamiento entre mediciones 1 y 2 ( $N = 103$ ;  $T = 10.16$ ;  $P = 0.000$ ).

Para las parcelas testigos, en la primera medición fue registrado un Volumen promedio de  $0.005 \text{ m}^3$  y en la segunda medición fue de  $0.0089 \text{ m}^3$  (Cuadro 1), esto representa un incremento de  $0.0038 \text{ m}^3$  (76.0 %).

La prueba T-Student para datos pareados encontró que al 95 % de confianza también existe significancia estadística para el incremento medio en volumen logrado por el testigo entre mediciones 1 y 2 ( $N = 129$ ;  $T = 13.16$ ;  $P = 0.000$ ).

Sin embargo, al comparar los incrementos logrados por el tratamiento y el testigo, la prueba T- Student para datos independientes, no encontró diferencias significativas (95 % de confianza) entre los incrementos medios en volumen logrados por el tratamiento y el testigo ( $T = 1.064$ ;  $gl = 16$ ;  $P = 303$ ).

En todos los casos se observa que existe significancia estadística del incremento entre mediciones, pero no entre tratamiento y testigo. Esto indica que la especie *Cordia alliodora* posee alta capacidad de crecimiento aún en condiciones de trópico seco. Este dato es importante, porque hasta la fecha, según Faurby y Barahona (1998), sólo se conocen datos de incremento provenientes de sitios con precipitaciones mayores de  $2000 \text{ mm / año}$ .

La no significancia estadística para las diferencias de las variables dasométricas del tratamiento y el testigo, es muy probable que se deba al corto periodo del estudio ( 9 meses) por lo que al darle continuidad a este estudio durante un periodo mayor, es posible que el tratamiento obtenga incrementos significativos respecto al testigo.

Esta posibilidad se fundamenta en que en términos biológicos, al eliminar las ramas inferiores y lianas al individuo se reduce la competencia por luz, agua, y nutrientes, los cuales son destinados al engrosamiento del fuste.

**Cuadro 1.** Valores promedios de las variables y parámetros Dasométricos con su incremento en el período de estudio, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002

	Parcelas tratadas				Parcelas no tratadas			
	Db (cm)	At (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )	Db (cm)	At (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )
Medición I	4.6	4.23	0.0019	0.0059	4.41	3.99	0.0017	0.005
Medición II	5.8	5.10	0.0029	0.0110	5.44	4.83	0.0025	0.0089
Incremento	1.1	0.87	0.0010	0.0051	1.00	0.85	0.0008	0.0038
%	23.9	20.6	52.0	86.4	22.7	21.3	47.1	76.0

### 4.3. Relación entre los incrementos en área basal y algunas variables silviculturales

#### 4.3.1. Forma de la copa

En las parcelas tratadas (N = 103 árboles), los individuos con forma de copa circular, representaron un incremento total en área basal de 0.0681 m<sup>2</sup>, los árboles con copa en semicírculo presentaron un incremento en área basal de 0.0319, mientras que los individuos con copa irregular tuvieron un incremento de 0.0037 m<sup>2</sup>.

En las parcelas testigos (N = 129 árboles), los individuos con copa circular, presentaron un incremento total de 0.0227 m<sup>2</sup>, los individuos con copa semicircular, obtuvieron un incremento de 0.0427 m<sup>2</sup>, y los de copa irregular presentaron un incremento de 0.0002 m<sup>2</sup>.

La categoría de forma de copa que presentó el mayor incremento, tanto en el tratamiento, como en las testigo fue la categoría 1 que corresponde a copa circular.

El coeficiente de correlación para datos no paramétricos (Spearman), encontró para testigo y tratamiento que existe una fuerte correlación lineal entre la forma de copa y el incremento en área basal, lo cual indica que a medida que mejora la forma de copa, el incremento en área basal es mayor (cuadro 2). Esto quizá se deba a que la mayor cobertura de copa, tiene mayor capacidad fotosintética y por tanto mayor capacidad de incremento en área basal.

#### **4.3.2 Calidad de fuste**

En las parcelas tratadas (N = 103 árboles ), los individuos con calidad de fuste 1 representaron un incremento en área basal de 0.0471 m<sup>2</sup>, los árboles con fuste de calidad 2 representaron un incremento en área basal de 0.0520 m<sup>2</sup>, mientras que los individuos de fuste calidad 3, sólo incrementaron 0.0045 m<sup>2</sup>.

En las parcelas testigo (N = 129 árboles), los individuos con calidad de fuste 1 representaron un incremento total en área basal de 0.0587 m<sup>2</sup>, los individuos con calidad de fuste 2 incrementaron 0.0431 m<sup>2</sup>, y los individuos con calidad de fuste 3 incrementaron sólo 0.0037 m<sup>2</sup>.

En las parcelas tratadas, los fustes de calidad 2 presentaron el mayor incremento en cambio en el testigo los fustes con calidad 1 presentaron el mayor incremento.

El coeficiente de Spearman determinó que la correlación entre calidad de fuste e incremento en área basal, no es significativa ni para el tratamiento ni para el testigo. Esto indica que los fustes incrementan de forma variada sin importar su calidad, por lo cual la poda deberá garantizar un fuste sin nudos, de buena calidad.

#### 4.3.3. Grado de iluminación de la copa

En las parcelas tratadas (N = 103 árboles), los individuos con iluminación plena de su copa (1), presentaron un incremento total en área basal de 0.0607 m<sup>2</sup>, los individuos con iluminación vertical plena (2) presentaron un incremento en área basal de 0.0299 m<sup>2</sup>, los árboles con iluminación vertical parcial (3) presentaron un incremento total de 0.0130 m<sup>2</sup>, mientras que los individuos sin iluminación directa, no presentaron un incremento.

En el testigo (N =129 árboles), los individuos con iluminación 1 incrementaron en total 0.0712 m<sup>2</sup>, los individuos con iluminación 2 presentaron un incremento total de 0.0290 m<sup>2</sup>, los árboles con iluminación 3 presentaron un incremento de 0.0098 m<sup>2</sup>.

Tanto en el tratamiento como en el testigo, el mayor incremento lo presentó la iluminación plena de la copa. El coeficiente de Spearman, indica que existe una fuerte correlación lineal entre el grado de iluminación que reciben los individuos y su incremento en área basal (cuadro 2).

Es decir incrementan mas los individuos que reciben buena iluminación que los que tienen poca incidencia de luz. Aquí toma relevancia el espaciamiento entre individuos de *Cordia alliodora*, y la existencia de otras especies forestales que impidan una buena iluminación.

### 4.3.3 Infestación por lianas

En las parcelas tratadas (N = 103 árboles) el incremento total en área basal de los individuos sin lianas fue de 0.0572 m<sup>2</sup>, el incremento de los individuos con lianas en el fuste fue de 0.0006 m<sup>2</sup>, y los individuos con lianas en fuste y copa solo incrementaron 0.0183 m<sup>2</sup>.

En el testigo (N = 129 árboles), los individuos sin lianas incrementaron 0.0164 m<sup>2</sup>, los individuos con lianas en el fuste no presentaron ningún incremento, en cambio los árboles con lianas en la copa incrementaron 0.34 m<sup>2</sup>, y los individuos con lianas en fuste y copa incrementaron en total 0.0458 m<sup>2</sup>.

Para el tratamiento, el mayor incremento lo presentaron los individuos sin lianas, mientras que para el testigo los mayores incrementos lo presentaron los individuos con lianas en la copa y los que presentaron lianas en el fuste y en la copa.

El coeficiente de Spearman no encuentra significancia en la correlación entre presencia de lianas e incremento en área basal, ni para el testigo ni para el tratamiento (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Incremento en área basal por categoría silvicultural en función de cuatro variables silviculturales, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002

Variable silvicultural	TRATADAS	NO TRATADAS
	Area Basal (m <sup>2</sup> )	Area Basal (m <sup>2</sup> )
<b>forma de copa</b>		
1. Circulo completo	0.0681	0.0627
2. Semicírculo	0.0319	0.0427
3. Irregular / pocas ramas	0.0037	0.0002
Spearman, r*	-0.2024	-0.3109
P	0.0202	0.0002
N	103	129
<b>Calidad de fuste</b>		
1. Fuste recto, sin nudos.	0.0471	0.0587
2. Alguna curvatura	0.0520	0.0431
3. Deforme, con daño.	0.0045	0.0037
Spearman, r*	-0.1995	-0.0356
P	0.302	0.3442
N	103	129
<b>Iluminación</b>		
1. Iluminación plena	0.0607	0.0712
2. Iluminación vertical plena	0.0299	0.0290
3. Iluminación vertical parcial	0.0130	0.0048
4. Iluminación no directa	0.0000	0.0006
Spearman, r*	-0.1993	-0.2350
P	0.0218	0.0037
N	103	129
<b>Infestación por lianas</b>		
1. Sin lianas	0.0572	0.0164
2. Lianas en el fuste	0.0006	0.0000
3. Lianas en la copa	0.0275	0.0434
4. Lianas en fuste y copa	0.0183	0.0458
Spearman, r*	-0.049	-0.0278
P	0.3114	0.3774
N	103	129

\* Coeficiente de correlación de Spearman

## V. CONCLUSIONES

- ✓ No hubo diferencia significativa entre los incrementos del tratamiento y los del testigo para todas las variables y parámetros Dasométricos, es decir el tratamiento no presentó efecto significativo.
- ✓ Los incrementos en diámetro, altura, área basal y volumen logrados desde la primera medición hasta la segunda medición mostraron diferencias significativas, tanto en el tratamiento como en el testigo.
- ✓ Las variables silviculturales forma de copa e iluminación, presentaron una fuerte correlación lineal con el incremento en área basal para tratamiento y el testigo. La calidad de fuste e infestación por lianas no se correlacionaron significativamente con el incremento en área basal en ninguno de los casos.
- ✓ En las parcelas tratadas las categorías silviculturales que presentaron el mayor incremento en área basal fueron la categoría 1 de forma de copa, categoría 1 de iluminación, categoría 2 de calidad de fuste y categoría 2 de infestación por lianas. Para el testigo la categoría 1 de iluminación, categoría 1 de calidad del fuste, y categoría 3 y 4 de infestación por lianas.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Es conveniente la continuidad de este estudio por un período de tiempo mayor para poder determinar si existe alguna diferencia significativa en los incrementos logrados por el tratamiento.
- ✓ El alto valor comercial que representa la especie *C. alliodora* y el reducido distanciamiento encontrado, y la fuerte correlación existente entre tipo de iluminación e incremento en área basal justifican la aplicación de un raleo de los individuos con menor posibilidad de sobrevivencia.
- ✓ Ejecutar un tratamiento de liberación a los individuos de *C. alliodora*, mediante la corta de árboles de la especie *Acacia collinsi* (Cornizuelo), los cuales están presentes en el área con una densidad de 102 árboles por hectárea y por su valor energético puede ser aprovechado como leña.

## VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aich D, M.M; Narváez E, O.J. 1996. Evaluación preliminar de dos tratamientos silviculturales en vegetación secundaria del bosque tropical seco del refugio de vida silvestre Chacocente. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. 68 P.
- Budowsky, G. 1983. Manejo de Bosque secundario proveniente de un potrero abandonado: una práctica agroforestal secuencial, curso sobre técnicas agroforestales. CATIE. Turrialba, C.R. 5 P.
- Bueso, R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural. EMAPIF. Yamaranguila, la Esperanza, Honduras. 74 p.
- CATIE. 2001. Silvicultura de bosque latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Eds. B Louman; D Quiroz; M Nilson. Turrialba, CR. CATIE. Serie técnica, manual técnico No. 46. 265 p.
- \_\_\_\_\_. 1993. Manejo de Plantaciones Forestales: Guía técnica para el extensionista forestal. Ed. G Galloway. Turrialba, CR. CATIE – MIREN. Serie técnica / Manual Técnico No. 7. 68 P.
- \_\_\_\_\_. 1994. Laurel (*Cordia alliodora*): Especie de árbol de uso múltiple en América central. Ed. E Rodríguez. Turrialba, CR. LIL. Serie técnica / informe técnico No. 239. 41 P.
- CODEFORSA (Comisión de desarrollo forestal de San Carlos). 1998. Análisis del crecimiento para el bosque natural, posterior a la aplicación de tratamientos silviculturales. San Carlos, CR. 29P.
- Coronado, M A; Valerio H, L A. 1991. Estudio preliminar de la regeneración natural de especies arbóreas en el bosque tropical seco de Chacocente. Tesis Ing. Agronómica. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nic. 79 P.
- Faurby, O; Barahona, T. 1998. Silvicultura de especies maderables nativas del trópico seco de Nicaragua. NITLAPAN – UCA. Managua, Nic. 134 P.
- Filomeno, S. 1996. Dinámica del sector forestal en Nicaragua 1960 – 1965: lineamiento para un desarrollo sostenible, Managua, Nic. ESECA / UNAN – FARENA. Inies. 30 P.
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques secundarios neotropicales de las tierras bajas. Ed. CATIE. Trad. R Luján. Turrialba, CR. CATIE. Serie técnica / Informe técnico No. 188. 29 P.

- GTZ / ECO. 2000. importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo. Trad. A Carrillo. Eschborn, R.F. Alemania. GTZ. Serie TWF – 18 S. 97 P.
- Gutiérrez E, EE. 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. Heredia, CR. 1ra. Ed. EUNA. 200 P.
- Halleslevens C, BV; Méndez R, MA. 1994. Estudio preliminar de los claros del dosel y su influencia sobre la regeneración arbórea en el bosque seco tropical de Chacocente, Nicaragua. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. 56 P.
- Holdrige, LA. 1996. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. 216 p.
- Hutchinson, ID. 1993. Puntos de partida y muestreos diagnósticos para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, CR. CATIE. Serie técnica, informe técnico No. 204. Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales No. 7. 32 p.
- IDF (Institut Pour le Developpment Foriestier). 1995. Población forestal de tierras agrícolas. Trad. C de Juan. Ed. Es. Madrid, Es. Mundi – Prensa. 63 P.
- INTECFOR. 1993. Manual técnico forestal. Managua, Nic. CEM. 249 P.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Carrillo, A. Edición en español. Republica federal alemana. Deutsche Gesellschft Technische Zusammenarbeit (GTZ). 335 P.
- Lindo, T; Orozco, EA. 2001. Validación de cuatro tratamientos silviculturales aplicados a la regeneración natural establecida en el bosque secundario de la comunidad Santa Rosa, Diriamba, Carazo. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. 29 p.
- López S, A; Chacón G, M R. 1994. Caracterización florística y estructural de la vegetación secundaria joven en el bosque seco caducifolio de Chacocente. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. 58 P.
- López, R D; García G, GA. 2002. Composición Florística y estructural de especies arbóreas en el bosque seco secundario de la finca Santa ana, Nandaime, Nicaragua. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. 70 P.
- MARENA / SFN. 1995. Especies para reforestación en Nicaragua. Editores. Z Herrera; B Lanuza. Managua, Nicaragua. HISPAMER. 30 P.

- Oxford Forestry Institute. 1997. *Cordia alliodora*: Genética y mejoramiento de árboles. Eds. H. Boshier y T. Lamb. Oxford. Oxiniprint. 100 P.
- Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real, P. 1997. *Mensura Forestal*. Ed. IICA / GTZ. San José, Costa Rica. IICA. Serie Investigación y educación en desarrollo sostenible. 586 P.
- Quant A, M. V. 1999. *Caracterización florística del bosque seco tropical Nandarola*. Tesis Ing. Forestal. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 59 P.
- Salas, J. 1993. *Árboles de Nicaragua*. Managua, Nic. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales Y del Ambiente. HISPAMER. 390 P.
- Vincent, L. 1975. *Manejo de Plantaciones forestales con fines de producción*. S.e. Mérida. 151 P.
- Wayne W, D. 1977. *Bioestadística*. Limusa. México D.F. 485 P.

**Anexo 1.** Parámetros meteorológicos de precipitación, Temperatura, Humedad relativa y viento, característicos de la zona de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002

Parámetros meteorológicos	Valores promedios
Precipitación (ppa) en mm	906.77
Temperatura (tpa) en °C	26.7
Humedad relativa ( % )	63.7
Velocidad del viento ( m / s )	6.0

**Anexo 2.** Análisis físico - químico del suelo del área de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002

Identificación	Análisis químico del suelo					Análisis físico del suelo			Clase textural
	pH	MO %	N %	P ppm	K	Partículas			
						Arcilla	Limo	Arena	
M1 - sector norte	7.5	2.95	0.15	40.98	1.18	27.5	25.0	47.5	FAA
M1 - sector sur	6.9	3.04	0.15	39.3	1.24	32.5	25.0	42.5	FA
M2 - sector noreste	7.3	5.59	0.13	47.98	0.9	30.0	25.0	45.0	FA
M2 - sector sur	6.5	3.92	0.19	62.81	1.33	25.0	25.0	50.0	FAA
M3 - sector noreste	7.0	2.83	0.14	29.03	1.77	27.5	25.0	47.5	FAA
M3 - sector sur	7.7	2.42	0.12	31.49	1.88	30.0	25.0	45.0	FAA
M4 - sector noreste	7.0	2.33	0.12	38.0	1.1	32.5	20.0	47.5	FA
M4 - sector sur	6.5	1.7	0.08	32.23	0.9	15.0	22.5	62.5	FA

M : Muestra

FAA : Franco-arcillo-arenoso

FA : Franco-arcilloso.

Fuente : Laboratorio de suelos y agua / UNA, (2002)

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Parámetros meteorológicos de precipitación, Temperatura, Humedad relativa y viento, característicos de la zona de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002

Parámetros meteorológicos	Valores promedios
Precipitación (ppa) en mm	906.77
Temperatura (tpa) en °C	26.7
Humedad relativa ( % )	63.7
Velocidad del viento ( m / s )	6.0

**Anexo 2.** Análisis físico - químico del suelo del área de estudio, finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002

Identificación	Análisis químico del suelo					Análisis físico del suelo			
	pH	MO %	N %	P ppm	K	Partículas			Clase textural
						Arcilla	Limo	Arena	
M1 - sector norte	7.5	2.95	0.15	40.98	1.18	27.5	25.0	47.5	FAA
M1 - sector sur	6.9	3.04	0.15	39.3	1.24	32.5	25.0	42.5	FA
M2 - sector noreste	7.3	5.59	0.13	47.98	0.9	30.0	25.0	45.0	FA
M2 - sector sur	6.5	3.92	0.19	62.81	1.33	25.0	25.0	50.0	FAA
M3 - sector noreste	7.0	2.83	0.14	29.03	1.77	27.5	25.0	47.5	FAA
M3 - sector sur	7.7	2.42	0.12	31.49	1.88	30.0	25.0	45.0	FAA
M4 - sector noreste	7.0	2.33	0.12	38.0	1.1	32.5	20.0	47.5	FA
M4 - sector sur	6.5	1.7	0.08	32.23	0.9	15.0	22.5	62.5	FA

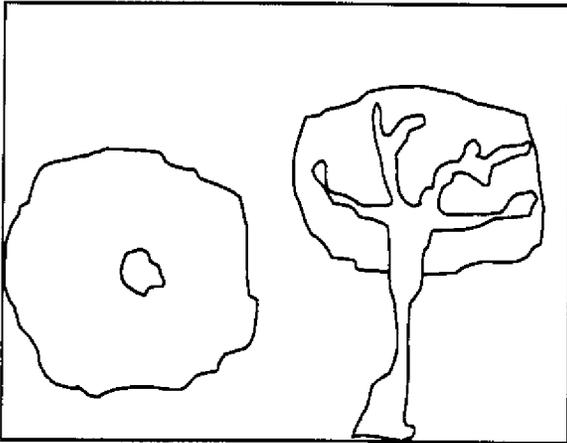
M : Muestra

FAA : Franco-arcillo-arenoso

FA : Franco-arcilloso.

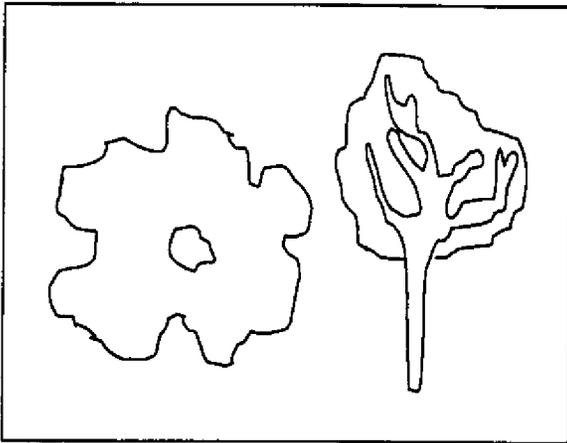
Fuente : Laboratorio de suelos y agua / UNA, (2002)

**Anexo 3. categorías de forma de copa. Hutchinson (1990)**



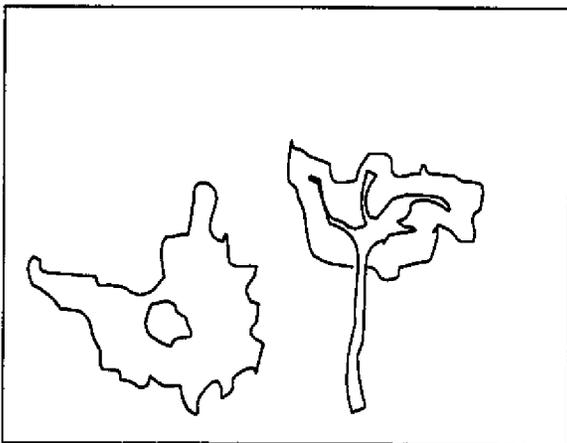
**Categoría de copa 1**

Copa cuya forma es perfecta y forma un Círculo completo.



**Categoría de copa 2**

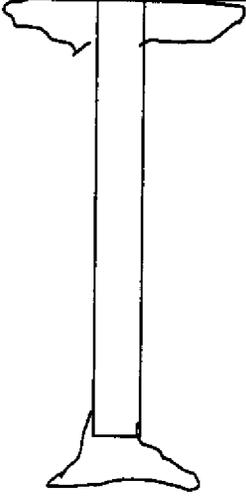
Copa semicircular.

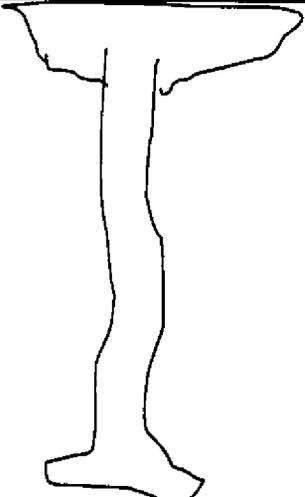


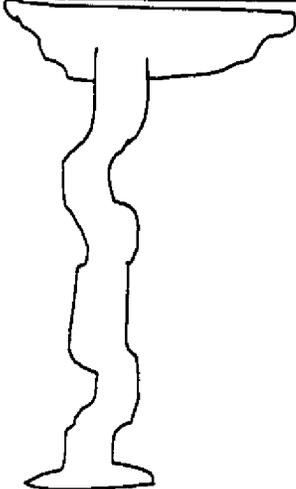
**Categoría de copa 3**

Copa de forma irregular.  
Son árboles con pocas ramas.

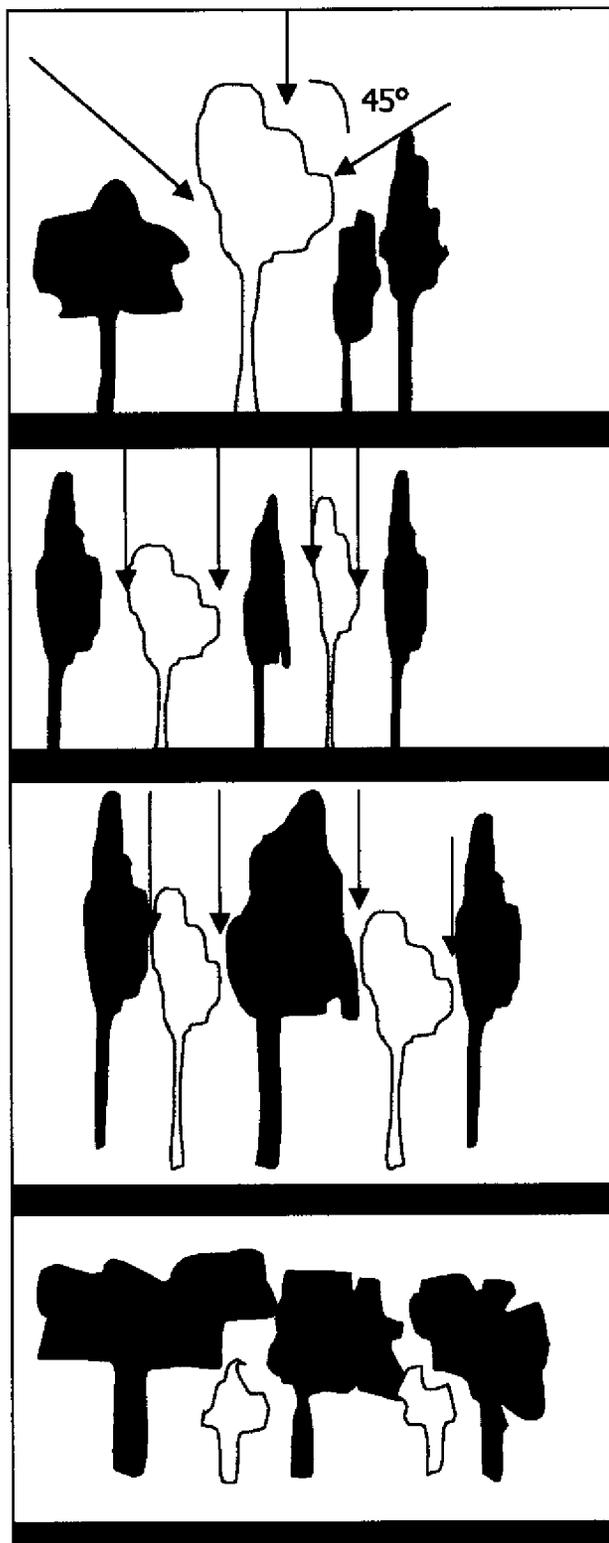
**Anexo 4. Categorías de calidad de fuste. Adaptado de Hutchinson (1987)**

 A simple line drawing of a tree trunk, completely straight and vertical, with a flat top and a slightly wider base.	<p><b>Calidad de fuste 1</b></p> <p>Fuste completamente recto, Sin nudos, sin daños, de muy Buena calidad.</p>
---	--

 A line drawing of a tree trunk that is slightly curved, leaning to the right, with a flat top and a wider base.	<p><b>Calidad de fuste 2.</b></p> <p>Fuste con algún tipo de Curvatura, sin daño evidente Sin nudos.</p>
--	--

 A line drawing of a tree trunk that is significantly curved, leaning to the right, with a flat top and a wider base. There are several irregular, jagged lines along the trunk, indicating decay or damage.	<p><b>Calidad de fuste 3.</b></p> <p>Fuste completamente curvo Con algún tipo de pudrición.</p>
---	---

**Anexo 5. Clases de iluminación utilizadas para evaluar el grado de iluminación en los árboles. Adaptado de Hutchinson (1990)**



**ILUMINACIÓN 1**

Iluminación vertical y lateral  
Plena. El árbol recibe luz en  
Toda la copa.

**ILUMINACIÓN 2**

Iluminación vertical plena  
El árbol recibe luz en toda la  
parte superior de la copa

**ILUMINACIÓN 3**

Iluminación vertical parcial  
El árbol recibe luz parcialmente  
en la parte superior de la copa

**ILUMINACIÓN 4**

El árbol no recibe luz directa

**Anexo 6.** condiciones de sitio, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002.

<b>No. parcela</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Textura del suelo</b>	<b>Pedregosidad</b>	<b>Relieve</b>
1	2	Arcilloso	0	Plano
2	2	Arcilloso	0	Plano
3	2	Arcilloso	0	Plano
4	2	Arcilloso	0	Plano
5	2	Arcilloso	0	Plano
6	2	Arcilloso	0	Plano
7	1	Arcilloso	1	Plano
8	2	Arcilloso	0	Plano
9	1	Arcilloso	0	Plano
10	2	Arcilloso	0	Plano
11	2	Arcilloso	0	Plano
12	5	Arcilloso	1	Plano
13	2	Arcilloso	0	Ondulado
14	2	Arcilloso	0	Ondulado
15	5	Arcilloso	2	Ondulado
16	2	Arcilloso	0	Ondulado
17	2	Arcilloso	0	Ondulado
18	2	Arcilloso	0	Plano

**Anexo 7. Distanciamientos promedios entre individuos de *Cordia alliodora*, finca Santa Ana, Nandaime, Nicaragua, 2002**

<b>Parcelas tratadas</b>	
<b>No. de parcela</b>	<b>Distancia ( m)</b>
1	2
2	2.1
3	2.3
4	1.6
5	3.2
6	1.6
7	1.6
8	2.4
9	2.8
Promedio	2.2

<b>Parcelas no tratadas</b>	
<b>No. de parcela</b>	<b>Distancia ( m)</b>
1	3.5
5	1.1
8	2.0
10	1.6
14	2.5
18	1.7
20	2.1
24	1.8
33	2.0
promedio	2