

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS Y CONTROL
FENOLOGICO DE CINCO ESPECIES NATIVAS, EN CONDICIONES DE
BOSQUE SECO TROPICAL EN CHACOCENTE, NICARAGUA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudiante de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Por

MARIA ENGRACIA DETRINIDAD PRADO

CATIE

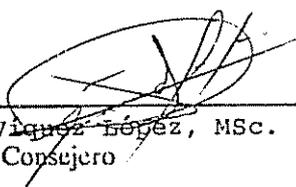
Turrialba, Costa Rica

1993

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

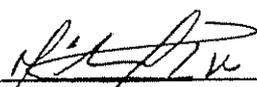
FIRMANTES:



Edgar Viquez López, MSc.
Profesor Consejero

Assefaw Tewolde, Ph.D.
Jefe, Area de Posgrado

Ramón Lastra, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza



María Engracia Detrinidad
Candidato

DEDICATORIA

A Dios que me ha guiado y protegido

A mis queridos Padres

A mi hermana, por su formación que me brindó

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento:

A Edgar Viquez, por su apoyo incondicional y guía como profesor y consejero; por ser el maestro dedicado y comprensivo. Sus enseñanzas han aportado valiosos elementos a mi formación profesional.

A Eugenio Corea, miembro del Comité Asesor, por sus valiosos aportes en las correcciones de mi tesis, dedicación, comprensión, confianza, amistad y su deseo de enseñar ha sido motivación y fuerza para aprender.

Al Dr. Pedro Oñoro, miembro del Comité Asesor, por su apoyo, paciencia, comprensión y enseñanzas que me brindó en su tiempo tan valioso.

A mis profesores: Francisco Mesén y Rodolfo Salazar, por sus enseñanzas, dedicación y amistad fueron estímulo permanente para seguir adelante en el transcurso de mis estudios y en mi formación profesional.

A Ben Chang, que fué mi gran maestro en enseñarme, lo poco que sé en mi experiencia profesional.

A mis adorables amigas: Suyén y Georgina, que me dieron valor, comprensión, dedicación y especialmente cariño, y que siempre me escucharon en los momentos más difíciles.

A mi amiga Rosa María, que me brindó su amistad y apoyo en los momentos de alegría y tristeza.

A mis amigos: Ariel, Jorge, José Dolores y Almeida, por su grandiosa amistad, valor y dedicación de haber compartido con ellos valiosos momentos en mis estudios.

A Gustavo Sandoval y Luis Valerio, por brindarme su valiosa amistad y apoyo durante la fase de campo.

A todo el personal de la Oficina de Posgrado, de la Biblioteca Conmemorativa Orton, Centro de Computo, por su amabilidad y colaboración constante.

Al Instituto de Recursos naturales y del Ambiente (IRENA) y al Proyecto SAREC, por brindarme el permiso y apoyo financiero para realizar mis estudios, especialmente a Miguel Reyes y Germán Sánchez.

Al CATIE, por brindarme la oportunidad de compartir las experiencias científicas y académicas.

BIOGRAFIA

La autora nació en mayo de 1962 en Managua, Nicaragua.

En 1981 se graduó como Bachiller en el Colegio Liceo Franciscano. En 1987 obtuvo el título de Licenciada en Ecología con especialidad en Bosques y Cuencas en la Universidad Centro Americana (UCA).

En 1983 inició su labor como asistente en Silvicultura en la Dirección Forestal del Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). En 1985 a 1990 se desempeñó como responsable de la sección de mejoramiento genético forestal del Banco de Semillas Forestal del IRENA.

En 1990 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y en 1993 obtuvo el grado de Magister Scientiae en la especialidad de Silvicultura y Agroforestería.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ANEXOS	xv
1. INTRODUCCION	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Descripción de las especies	4
2.1.1. <i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pav.) Oken	4
2.1.2. <i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand	6
2.1.3. <i>Albizzia saman</i> (Jacq.) Merril	8
2.1.4. <i>Astronium graveolens</i> (Jacq.)	10
2.1.5. <i>Albizzia caribaea</i> (Urban) Britt. & Rose	11
2.2. Selección de árboles plus.....	12
2.2.1. Factores a considerar en la selección individual de árboles	13
2.2.2. Criterios de selección	18
2.2.3. Consideraciones que se deben de tomar en cuenta para la selección	19
2.3. Fenología	21

3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Descripción del área de estudio	23
3.2. Etapas y pasos para desarrollar los criterios de selección de árboles plus	26
3.2.1. Primera etapa:	
Actividades preliminares	26
3.2.1.1. Definición de las especies	26
3.2.1.2. Recopilación de información sobre las especies en el área de estudio...	26
3.2.1.3. Definición de las variables para el estudio de variación fenotípica ..	27
3.2.2. Segunda etapa:	
Estudio de variación fenotípica y definición de criterios de selección	30
3.2.2.1. Procedimiento de campo	30
3.2.2.2. Análisis de información	31
3.2.2.3. Criterios para la inclusión y exclusión de variables en la selección de árboles plus	31
3.2.2.4. Establecimiento de valores mínimos para las variables seleccionadas	33
3.2.2.5. Elaboración de formularios para la selección de árboles plus	34
3.2.3. Tercera etapa:	
Aplicación de los criterios de selección ...	35
3.2.3.1. Procedimiento de campo para la selección de árboles plus	35
3.2.3.2. Caracterización fenotípica de los árboles plus	35
3.2.3.3. Elaboración de mapas	38
3.2.3.4. Caracterización de las poblaciones seleccionadas	38
3.3. Etapas y pasos de propuesta para el registro de control fenológico	39

4. RESULTADOS Y DISCUSION	41
4.1. <u>Cordia alliodora</u>	41
4.1.1. Variación fenotípica	41
4.1.2. Definición de criterios de selección	44
4.1.3. Aplicación de los criterios de selección ...	46
4.2. <u>Bombacopsis quinata</u>	47
4.2.1. Variación fenotípica	47
4.2.2. Definición de criterios de selección	50
4.2.3. Aplicación de los criterios de selección ...	51
4.3. <u>Albizzia saman</u>	52
4.3.1. Variación fenotípica	52
4.3.2. Definición de criterios de selección	54
4.3.3. Aplicación de los criterios de selección ...	55
4.4. <u>Astronium graveolens</u>	56
4.4.1. Variación fenotípica	56
4.4.2. Definición de criterios de selección	58
4.4.3. Aplicación de los criterios de selección ...	58
4.5. <u>Albizzia caribaea</u>	59
4.5.1. Variación fenotípica	59
4.5.2. Definición de criterios de selección	62
4.5.3. Aplicación de los criterios de selección ...	62
5. DISCUSION GENERAL	64
6. CONCLUSIONES	68
7. RECOMENDACIONES	70
8. BIBLIOGRAFIA	71
9. ANEXOS	77

DETRINIDAD PRADO, M.E. 1993. Criterios para la selección de árboles plus y control fenológico de cinco especies nativas, en condiciones de bosque seco tropical en Chacocente, Nicaragua.

PALABRAS CLAVES: Cordia alliodora, Bombacopsis quinata, Albizzia saman, Astronium graveolens y Albizzia caribaea, árboles plus, variación fenotípica, criterios de selección, fenología.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Reserva Biológica de Chacocente, Nicaragua, y tiene como objetivo desarrollar criterios para seleccionar árboles fenotípicamente superiores de cinco especies forestales nativas y dar pautas para iniciar el control fenológico de las mismas. Las especies fueron seleccionadas de acuerdo a los objetivos y prioridades del Banco de Semillas Forestales de Nicaragua. La aplicación de este trabajo proporcionará un material reproductivo de mayor calidad para los programas de reforestación y una base que permitirá el inicio de programas de mejoramiento genético acorde a las necesidades del país y a las características de las especies.

Para cumplir con los objetivos, se hizo una revisión de literatura sobre métodos de selección, posteriormente se evaluó la variación fenotípica en las poblaciones de las cinco especies, con el fin de determinar los criterios de selección y en una tercera etapa se procedió a seleccionar los árboles en todo el área de la Reserva.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de variación fenotípica, se observó que las cinco especies presentaron un número considerable de árboles con fustes bastante rectos. Se encontró una mayor variación para la altura a la primera bifurcación en las cinco especies y en la relación de DAP/AC, se presentó un buen número de árboles en las categorías bajas. A partir de estos resultados se definieron las variables y valores mínimos. Las características que se definieron para la selección de árboles plus de las cinco especies fueron basados principalmente en características de importancia económica y de las que se pueden esperar una buena heredabilidad. Estos son: rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación, relación de DAP/AC, el árbol esté libre de plagas y enfermedades y que no presente ramas gruesas en el fuste.

La aplicación de estos criterios permitió la selección de 30 árboles de C. alliodora y A. graveolens, y de 20 árboles de B. quinata, A. saman y A. caribaea. Se obtuvo un buen diferencial de selección en las características rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación.

Con base a revisión de literatura y comprobación de campo, se desarrolló una metodología para iniciar el control fenológico de las especies estudiadas.

DETRINIDAD PRADO, M.E. 1993. Criteria for the selection of plus trees and phenological control of five native species, under dry tropical forest conditions in Chacocente, Nicaragua.

KEY WORDS: Cordia alliodora, Bombacopsis quinata, Albizzia saman, Astronium graveolens and Albizzia caribaea, plus trees, phenotypical variation, selection criteria, phenology.

SUMMARY

The present study was carried out in the Biological Reserve of Chacocente, Nicaragua, and its objective is to develop criteria for selecting superior phenotypical trees of five native forest species and consider guidelines to initiate their phenology control. The species were selected according to the objectives and priorities of the Forest Seed Bank of Nicaragua. The application of this study will provide high quality reproductive material for the reforestation programs and a basis for the initiation of genetic improvement programs according to the needs of the country and characteristics of the species.

In order to comply with the objectives, a literature review was done on the selection methods. Later on the phenotypical variation was evaluated in the population of the five species, with the purpose of determining selection criterion. And in a third phase, the selection of the trees was done in the total area of the Reserve.

According to the results obtained in the study of phenotypical variation, it was observed that the five species presented a considerable amount of trees with many straight stems. A larger variation was found for the height of the trees at the firsts branching off in the five species and in the DAP/AC relation a good number of trees appeared in the low categories. From these results the variables and the minimum values were determined. The characteristics determined for the selection of plus trees of the five species were based mainly on the characteristics of economic importance and those that may show a good heritability. These are: straightness of stem, height of first branching off, DAP/AC relation, the tree is free from pests and diseases and does not show thickness in the stem.

The application of these criterias allowed the selection of 30 trees of Cordia alliodora and Astronium graveolens, and 20 trees of Bombacopsis quinata, Albizzia saman and Albizzia caribaea. A good selection was obtained in the straightness of stems and height at first branching off.

Based on the literature review and field verification, a methodology was developed to initiate the phenology control of the species studied.

LISTA DE CUADROS

Cuadros No.	Página
1	Tamaño de la muestra para el estudio de variación fenotípica de cinco especies31
2	Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>C. alliadora</u>42
3	Diferencial de selección e intensidad de selección de árboles plus de <u>C. alliadora</u>47
4	Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>B. quinata</u>48
5	Diferencial de selección e intensidad de selección de árboles plus de <u>B. quinata</u>51
6	Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>A. saman</u>52
7	Diferencial de selección e intensidad de selección de árboles plus de <u>A. saman</u>55
8	Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>A. graveolens</u>56
9	Diferencial de selección e intensidad de selección de árboles plus de <u>A. graveolens</u>59
10	Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>A. caribaea</u>60
11.	Diferencial de selección e intensidad de selección de árboles de plus de <u>A. caribaea</u>63

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Ubicación del área de estudio de la Reserva Biológica de Chacocente	24
2	Area de la Reserva Biológica de Chacocente y localización de los sitios en que se aplicó los criterios de selección en las cinco especies es estudio	36
3	Histograma de categorías de rectitud de fuste de <u>Cordia alliodora</u>	43
4	Histograma de altura a la primera bifurcación de <u>Cordia alliodora</u>	43
5	Histograma de la relación de DAP/área de copa de <u>Cordia alliodora</u>	43
6	Histograma de categorías de rectitud de fuste de <u>Bombacopsis quinata</u>	49
7	Histograma de altura a la primera bifurcación de <u>Bombacopsis quinata</u>	49
8	Histograma de la relación de DAP/área de copa de <u>Bombacopsis quinata</u>	49
9	Histograma de categorías de rectitud de fuste de <u>Albizzia saman</u>	53
10	Histograma de altura a la primera bifurcación de <u>Albizzia saman</u>	53
11	Histograma de la relación de DAP/área de copa de <u>Albizzia saman</u>	53
12	Histograma de categorías de rectitud de fuste de <u>Astronium graveolens</u>	57
13	Histograma de altura a la primera bifurcación de <u>Astronium graveolens</u>	57
14	Histograma de la relación de DAP/área de copa de <u>Astronium graveolens</u>	57

Figura No.	Página
15 Histograma de categorías de rectitud de fuste de <u>Albizzia caribaea</u>61	61
16 Histograma de altura a la primera bifurcación de <u>Albizzia caribaea</u>61	61
17 Histograma de la relación de DAP/área de copa de <u>Albizzia caribaea</u>61	61

LISTA DE ANEXOS

Anexos No.	Página
1	Formulario empleado en la recolección de información de campo para el estudio de variación fenotípica77
2	Categorías y diagrama de rectitud de fuste80
3	Categorías y diagrama de grosor de rama81
4	Categorías y diagrama de ángulo de ramas82
5	Formularios de criterios de selección de árboles plus de las especies en estudio83
6	Formulario empleado en la recolección de información de campo para las características descriptivas de los árboles plus89
7	Categorías y diagrama de forma de copas92
8	Mapa de ubicación y selección de árboles plus y fenología en la Reserva Biológica de Chacocente93
9	Distribución de frecuencias para características de ramificación en el estudio de variación fenotípica de cinco especies95
10	Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <i>C. alliodora</i>95
11	Valores de correlación entre cinco variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de cinco especies96
12	Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <i>B. quinata</i>97
13	Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <i>A. saman</i>97

Anexos No.	Página
14	Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>A. graveolens</u>97
15	Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de <u>A. caribaea</u>98
16	Promedios de variables cuantitativas de árboles plus de cinco especies98
17	Distribución de frecuencias de variables cualitativas de árboles plus de cinco especies99
18	Formulario de control fenológico100
19	Elaboración de propuesta para el registro de control fenológico103

1. INTRODUCCION

En los últimos años, la enorme deforestación de bosques naturales en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, para dar paso a los cultivos agrícolas, a las actividades ganaderas y satisfacer la demanda de productos del bosque, ha disminuido enormemente las áreas de estos, y pone en peligro de extinción, a muchas especies. Además, esto ha ocasionado una seria erosión genética, ya que el agricultor aprovecha los árboles de mejores características fenotípicas, dejando las de inferior aspecto y calidad, principalmente de las especies maderables.

En Centro América, la presión por la tierra es un factor muy importante en la destrucción de los bosques. Esta presión ha sido mayor sobre el bosque seco tropical, del cual es difícil conseguir áreas en condiciones naturales. Ante esta situación, se está poniendo en peligro la diversidad genética de muchas especies forestales, que tienen un gran potencial para los proyectos de reforestación. Esto ha despertado el interés de proteger los bosques remanentes y al mismo tiempo aumentar la producción forestal.

Una alternativa para satisfacer la demanda del mercado y reducir de algún modo la tasa de deforestación es el establecimiento de plantaciones. Muchas especies nativas presentan un gran potencial en estos programas por la calidad y diversidad de sus productos. Sin embargo, la falta de información con respecto al establecimiento y manejo de las mismas, así como, la poca o ninguna disponibilidad de semilla de buena calidad, ha hecho que las áreas reforestadas del trópico seco de Centro América se hayan establecido con especies exóticas, o con fuentes inadecuadas de germoplasma en el caso de especies nativas. Cuando se usan fuentes de germoplasma inferior las plantaciones son de mala calidad y

de pobre crecimiento, lo que lógicamente, desestimula la reforestación por parte de los agricultores y finqueros.

En la actualidad los mayores esfuerzos en los programas de mejoramiento genético forestal están enfocados hacia actividades tales como, selección individual, ensayos de especies y procedencias, selección de rodales semilleros y ensayos de progenies, principalmente en especies exóticas. (Patiño y Villarreal, 1976; Mesén, 1990). También se realizan estudios fenológicos de las especies forestales para determinar los períodos de recolección de las semillas.

Ante esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo el desarrollar criterios para la selección de árboles fenotípicamente superiores de cinco especies forestales nativas del bosque seco tropical de Nicaragua, así como también iniciar el control fenológico en estas especies. Este primer paso es de gran prioridad para el Banco de Semillas Forestales de Nicaragua, ya que la aplicación de este trabajo, proporcionará un material reproductivo más adecuado para la reforestación y proporciona una base que permitirá el inicio de programas de mejoramiento genético acorde a las necesidades del país y las características de las especies.

Con base en lo anteriormente señalado el presente trabajo se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general:

a. Desarrollar criterios para la selección de árboles fenotípicamente superiores de las especies: Cordia alliodora, Bombacopsis quinata, Albizzia saman, Astronium graveolens y Albizzia caribaea.

Objetivos específicos:

a. Conocer el rango de variación fenotípica de las cinco especies y variables en estudio.

b. Establecer criterios de selección fenotípica de las cinco especies en estudio.

c. Aplicar los criterios de selección para cada una de las especies.

d. Iniciar el registro de control fenológico de las cinco especies en estudio.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Descripción de las especies

2.1.1. Cordia alliodora (Ruíz & Pav.) Oken

2.1.1.1. Descripción botánica y taxonómica

Esta especie pertenece a la familia Boraginaceae y se le conoce como laurel macho. Es de porte mediano, y alcanza alturas de 15 a 30 m, un dap de 32 a 70 cm. Tiene un fuste de sinuoso a recto y una copa angosta e irregular (Weeb, 1980; Witsberger et al, 1982; Zamora, 1989; Thirakul, 1991).

Las hojas son simples, enteras, alternas. El envés es de color verde grisáceo y el haz es verde oscuro y glabro (Holdridge y Poveda, 1975; IRENA, 1981; Thirakul, 1991). Sus flores son panículas terminales o axilares; flores blancas, pequeñas y florece de noviembre a abril. Sus frutos son nueces cilíndricas, de corola persistente conteniendo una semilla blanca. Fructifica de febrero a junio (Witsberger et al, 1982; Thirakul, 1991; IRENA, 1992a).

2.1.1.2. Distribución de la especie

C. alliodora es originario de México, América Central, Antillas Occidentales y América del Sur (Perú-Brazil), crece desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm, se presenta en bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, con precipitaciones que van desde los 1000-4000 mm anuales (Weeb, 1980; Witsberger et al, 1982; IRENA, 1992a).

Es una especie que puede sobrevivir en la mayoría de las condiciones de suelo, pero no crece bien en suelos degradados

ni con drenaje interno deficiente (De las Salas y Franco, 1978; Stead, 1980; De las Salas, 1980).

2.1.1.3. Manejo de la semilla

C. alliodora produce semillas en abundancia, la cual si se colecta de 2 a 3 semanas antes de su caída y se almacena a baja temperatura de 4-5 °C y con un contenido de humedad del 8 %, puede soportar adecuadamente el almacenamiento por varios años. Su viabilidad varía 65 a 95 % y posee aproximadamente 80,000 a 100,000 semillas por kilogramo. No necesita tratamiento pregerminativo. Su almacenamiento es en cámara con una temperatura de 5 °C, las semillas se ponen en latas metálicas y en bolsas plásticas. Su sistema de producción es en pseudo-estacas y siembra directa (Stead, 1980; BSF, 1990; IRENA, 1992a). La semilla germina fácilmente en arena pura.

2.1.1.4. Usos de la especie

Es una de las especies más apreciadas en el trópico americano por su gran variedad de usos y su madera es de excelente calidad. Se usa en ebanistería, construcciones generales, madera aserrada, pisos, chapas y sistemas agroforestales (De las Salas, 1980; Zamora, 1988; Thirakul, 1991; IRENA, 1992a).

En Costa Rica, Cordia alliodora ha tenido éxito en sistemas agroforestales en combinación con café y cacao en suelos fértiles. En plantaciones puras en pastizales y suelos deteriorados la especie ha tenido un crecimiento pobre. (Comunicación personal, Corea, 1992).

Mesén, (1990) reporta que esta especie es de prioridad en los programas de mejoramiento genético. El CATIE ha seleccionado árboles plus y establecido ensayos de descendencia. Se ha encontrado que las procedencias de zonas secas tienen un comportamiento inferior.

Se han establecido en la zona seca del pacífico de Nicaragua, ensayos de progenie con material proporcionado por el CATIE, para luego convertirlos en huertos semilleros de plántulas. Las características a mejorar son crecimiento y forma del árbol (Chang, 1987; Vélchez y Rabensbeck, 1992).

2.1.2. Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand

2.1.2.1. Descripción botánica y taxonómica

Esta especie pertenece a la familia Bombacaceae y se le conoce como pochote. Es de porte mediano a grande, y puede alcanzar alturas de 20 a 40 m, un dap de 100-300 cm. Tiene un fuste recto con grandes gambas cuando es adulto y numerosos aguijones, una copa ancha y redondeada, con ramas más o menos horizontales (Weeb, 1980; Chávez y Chinchilla, 1988; CATIE, 1991; Thirakul, 1991; IRENA, 1992b).

Las hojas son alternas, digitadamente compuestas, el envés es de color verde pálido y el haz es verde oscuro y lustroso. Sus flores son solitarias, axilares de color parduzco que se vuelven rosadas cuando caen, florece de febrero a abril. Sus frutos son cápsulas oblongo-obovoides, conteniendo muchas semillas envueltas en un algodón parduzco, fructifica de marzo a mayo (IRENA, 1981; Thirakul, 1991; IRENA, 1992b).

2.1.2.2. Distribución de la especie

Bombacopsis quinata se encuentra en forma natural desde Honduras hasta Venezuela, crece desde el nivel del mar hasta los 900 msnm, se presenta en bosques mezclados y en asociaciones, con precipitaciones que van desde los 800-2200 mm anuales y con una estación seca de 3 a 8 meses (Weeb, 1980; CATIE, 1991; IRENA, 1992b).

2.1.2.3. Manejo de la semilla

Algunos árboles producen abundante semillas anualmente, aunque existen muchos árboles que no producen nada durante varios años. En temperatura ambiental la viabilidad de las semillas puede ser hasta 4 meses manteniendo un porcentaje de germinación de 70-80 %, posee 40,000 semillas por kilogramo. No necesita tratamiento pregerminativo, su almacenamiento es en cámara con una temperatura de 5 °C, las semillas se ponen en latas metálicas y bolsas plásticas. Su sistema de producción es en pseudoestacas, estacas y siembra directa (BSF, 1990; CATIE, 1991; IRENA, 1992b).

2.1.2.4. Usos de la especie

Su madera es valiosa, puede usarse en contrucciones ligeras, muebles, chapas decorativas, contrachapados, ebanistería y madera aserrada (Weeb, 1980; CATIE, 1991; IRENA, 1992b). Sin embargo en plantaciones jóvenes presenta una gran proporción de albura, la cual es de mala calidad.

Quijada, (1988) reporta alta heterogeneidad en el crecimiento de altura y presencia de agujones entre progenies y procedencias a edad temprana.

En Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia, se han reportado trabajos realizados, sobre selección de árboles plus, ensayos de progenie, huertos semilleros de plántulas y clonal de Bombacopsis quinata (Chaplin y Ponce, 1991; Urbina, 1991; Mesén et al, 1991; Morán, 1991; Urueña, 1991; Vélchez y Rabensbeck, 1992).

2.1.3. Albizzia saman (Jacq.) Merril

2.1.3.1. Descripción botánica y taxonómica

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae y se le conoce como genizaro. Es de porte mediano a grande, y alcanza alturas de 15 a 30 m, un dap de 40 a 120 cm. Normalmente ramifica temprano produciendo fustes cortos, su copa es densa y extendida (Holdridge y Poveda, 1975; Weeb, 1980; Witsberger et al, 1982; Thirakul, 1991; IRENA, 1992c).

Las hojas son biparipinnadas, alternas. El envés es verde pálido y el haz es verde oscuro lustroso. (Thirakul, 1991; IRENA, 1992c). Sus flores son umbelas densas, axilares, erectas en los pedúnculos largos, flores de color rosado y florece de abril a octubre. Sus frutos son legumbres lineales, planas, café oscuro, conteniendo de 8 a 10 semillas y fructifica de febrero a mayo (Holdridge y Poveda, 1975; IRENA, 1981; Witsberger et al, 1982; Thirakul, 1991; IRENA, 1992c).

2.1.3.2. Distribución de la especie

Albizzia saman se extiende desde México hasta Bolivia y Brazil. Ha sido introducido en otros países tropicales. Crece desde el nivel del mar hasta los 800 msnm, se presenta en bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, con precipitaciones que van desde los 760 a 3000 mm anuales, con

una estación seca mínima de 2-4 meses (Holdridge y Poveda, 1975; Weeb, 1980; IRENA, 1992c).

Es una especie que se puede encontrar en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa (IRENA, 1992c).

2.1.3.3. Manejo de la semilla

La viabilidad de la semilla es del 70 %, aunque esto varía mucho y puede ser hasta de 100 % dependiendo del lote. Posee 5,000 semillas por kilogramo, el tratamiento pregerminativo es agua a 90 °C, por cinco minutos, luego agua corriente por 24 hrs. Su almacenamiento es en cámara con una temperatura de 5 °C, las semillas se ponen en latas metálicas y bolsas plásticas. Su sistema de producción es en bolsa (Weeb, 1980; BSF, 1990; IRENA, 1992c).

2.1.3.4. Usos de la especie

Es un árbol de sombra y bien conocido por sus legumbres nutritivas comidas por el ganado. Se usa en sistemas silvopastoriles, madera de aserrío, chapas decorativas, construcciones pesadas y livianas, enchapado y forraje (Weeb, 1980; Thirakul, 1991; IRENA, 1991 y 1992). En plantaciones generalmente no presenta buena forma.

En Nicaragua, se reportan trabajos de selección de árboles fenotípicamente superiores. Se estableció un rodal semillero de 1 ha, las características a mejorar son forma del fuste, bifurcaciones, crecimiento y ramificaciones para esta especie (Chang, 1987; Vílchez y Rabensbeck, 1992).

2.1.4. Astronium graveolens Jacq.

2.1.4.1. Descripción botánica y taxonómica

Esta especie pertenece a la familia Anacardiaceae y se le conoce como Carbón. Es de porte mediano a grande, y alcanza alturas de 15 a 35 m, un dap de 40 a 85 cm. Fuste recto y limpio, presenta gambas, su altura de bifurcación es alta, sus ramas son ascendentes, su copa es densa, redondeada y generalmente abierta (Witsbergert *et al*, 1982; IRENA, 1981; Thirakul, 1991)

Las hojas son compuestas, alternas, imparipinnadas. El envés es verde opaco y el haz es verde oscuro. Sus flores son panículas terminales y laterales, flores de color blancuzco-amarillento, florece de febrero-abril. Sus frutos son drupas oblongas, pequeñas de color azul-negro cuando maduran, fructifica de marzo a mayo (IRENA, 1981; Thirakul, 1991).

2.1.4.2. Distribución de la especie

A. graveolens se extiende desde el sur de México hasta Colombia, Venezuela y Brazil. Crece desde el nivel del mar hasta hasta los 800 msnm, se presenta en bosque seco y húmedo, con precipitaciones que van desde los 700 a 2500 mm anuales (Witsbergert *et al*, 1982; ESNACIFOR, 1988; IRENA, 1981).

2.1.4.3. Manejo de la semilla

La semilla presenta una viabilidad del 80 %. Sin embargo si la semilla es guardada a temperatura ambiental, se da una disminución en su germinación. Posee unas 18,000 semillas por kilogramo. No necesita tratamiento pregerminativo y para su

almacenamiento las semillas deben estar envueltas en parafina o goma arábica. Su sistema de producción es en bolsa (IRENA, 1981).

2.1.4.4. Usos de la especie

La madera es fácil de trabajar, se usa en construcciones pesadas, muebles de alta calidad, chapas decorativas, ebanistería y artesanía (IRENA, 1981; ESNACIFOR, 1988; Thirakul, 1991). Existe poca experiencia con plantaciones de esta especie.

2.1.5. Albizzia caribaea (Urban) Britt. & Rose

2.1.5.1. Descripción botánica y taxonómica

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae y se le conoce como Guanacaste blanco. Es de porte mediano a grande, y alcanza alturas de 15 a 40 m, un dap de 35 a 100 cm. Su fuste es más o menos recto, se ramifica temprano, su copa es amplia, extendida y redondeada (Witsberger *et al*, 1982; Thirakul, 1991; IRENA, 1992a).

Las hojas son biparipinnadas y alternas. El envés es de color verde pálido y el haz es verde oscuro. Sus flores son vainas oblongas, dehiscentes, al madurarse se tornan de color café y florecen de febrero a abril. Sus frutos son legumbres que contienen de 4 a 10 semillas, fructifica de abril a mayo (Holdridge y Poveda, 1975; Thirakul, 1991; IRENA, 1992a).

2.1.5.2. Distribución de la especie

A. caribaea se extiende desde México hasta Venezuela y también en las Antillas. Crece desde el nivel del mar hasta

los 600 msnm, se presenta en bosques seco tropical, con precipitaciones que van desde los 750-2500 mm (Witsberger et al, 1982; IRENA, 1992a).

2.1.5.3. Manejo de la semilla

La semilla presenta una viabilidad del 80 % y posee 47,000 semillas por kilogramo. El tratamiento pregerminativo es agua corriente por 48 hrs, su almacenamiento es en cámara con una temperatura de 5 °C, las semillas se ponen en latas metálicas y bolsas plásticas. Su sistema de producción es en bolsas (BSF, 1990; IRENA, 1992a).

2.1.5.4. Usos de la especie

Posee una madera pesada que es utilizada para postes, muebles, ebanistería, botes y construcción general (Thirakul, 1991; IRENA, 1992a).

Dentro del componente CATIE/CAMCORE, se han conducido exploraciones en Costa Rica, Guatemala y Honduras, para coleccionar semillas de árboles superiores de *A. caribaea*. Hasta el presente no existen plantaciones superiores de esta especie. La semilla coleccionada se ha distribuido en algunos países cooperantes para el establecimiento de bancos de conservación de genes y ensayos de progenies (Comunicación personal, Mesén, 1992).

2.2. Selección de árboles plus

Arbol plus (superior): Es el árbol que ha sido seleccionado para formar parte de la población de mejoramiento y/o de producción, debido a la superioridad

fenotípica para crecimiento, forma, calidad de la madera u otras características deseables. Su valor genético no se ha probado, aunque las probabilidades de que posea un buen genotipo son altas para características con un alto grado de heredabilidad (Zobel y Talbert, 1988).

Wright, (1964) y Ledig, (1974) mencionan que la primera fase en un programa de mejoramiento para cualquier especie, es usualmente la selección de fenotipos superiores dentro de una población. La ganancia genética a partir de la selección fenotípica, es el incremento en la media de la descendencia de los padres seleccionados sobre la media de la población parental anterior a la selección. Frecuentemente sigue la propagación vegetativa de los árboles plus y formación de huertos semilleros para producción de semillas (Kedharnat y Mattheus, 1979).

En la práctica actual la selección es realizada por el uso de diferentes sistemas. Por ejemplo, una serie de grados numéricos o valores asignados a variables tales como altura, volumen, tamaño de las ramas, ancho de la copa, ángulo de las ramas, habilidad de poda y forma de fuste (Rudolf, 1956; Brown y Goddard, 1961; Wright, 1964).

2.2.1. Factores a considerar en la selección individual de árboles.

El éxito de la selección a partir del fenotipo, expresado como avance o ganancia genética, depende de varios factores, entre los cuales destacan el tipo y número de caracteres en la selección, la intensidad de selección y el método de propagación (Qujada, 1980).

1. El tipo y número de caracteres: es determinante en el avance que se pueda lograr. La heredabilidad no es un valor

fijo o constante, sino que varía con la población. Caracteres con alta heredabilidad son más fácilmente manipulables y predecibles en sus respuestas. Entre estos se incluyen rectitud del fuste, bifurcación y resistencia a enfermedades. Los caracteres con baja heredabilidad son menos susceptibles a mejoramiento, ya que, son más afectados por el ambiente (Ledig, 1974; Quijada, 1980).

El número de caracteres afecta la respuesta a obtener. Se ha demostrado que, mientras mayor sea el número de caracteres, más difícil resulta obtener avances de algunos de ellos individualmente. Esto se debe a dos factores: primero, diferentes caracteres tienen distintos patrones hereditarios, lo que requeriría diferentes intensidades de selección, con lo cual, al incrementar el número de individuos para satisfacer los requerimientos de un carácter dado, se podría afectar otro por introducir fenotipos no deseables del mismo. Segundo, diferentes caracteres pueden estar inversamente correlacionados, con lo cual el ser muy estricto en un carácter resultaría negativo para otro (Quijada, 1980).

Varios autores consideran que es necesario concentrarse en pocos caracteres a la vez, escogiéndose en primer término, aquellos de más fácil manipulación, pero a la vez importantes, tales como rectitud del fuste, bifurcación, vigor, antes de considerar las propiedades de la madera como factor de selección (Keiding, 1974; Quijada, 1980; Robbins, 1980). En cuanto al número de caracteres, Patiño y Villareal (1976), sugieren de 1 a 3 caracteres en cada ciclo de selección.

La selección de árboles se hace, entre otras, con dos consideraciones: que los árboles escogidos tengan la menor afinidad familiar posible, para evitar problemas relativos a la consanguinidad y que se pueda obtener un número mínimo de individuos de acuerdo al propósito de la selección. El número

de selecciones influye sobre la amplitud o base genética. Un número reducido de selecciones creará una base muy estrecha, que podrían conducir rápidamente a problemas, entre otros de consanguinidad. La decisión final dependerá en todo caso de la variabilidad de la especie y de las necesidades inmediatas de semillas tanto en cantidad como en calidad (Ledig, 1974; Quijada, 1980).

2. La intensidad de selección: mide en cuántas desviaciones estándar excede a la media de la población base de los individuos seleccionados (Zobel y Talbert, 1988). Se determina en diferentes formas. Una de ellas es por medio del diferencial de selección, que se define como el valor fenotípico promedio de los individuos seleccionados, expresado como una desviación de la media de la población y se estima de la diferencia entre el promedio de la población seleccionada y el promedio de la población original (Cornelius, 1991; Corea, 1991).

3. El método de propagación vegetativa: en el caso de árboles seleccionados para su inclusión en huertos semilleros, se presentan dos alternativas de propagación: los que se establecen con material propagado vegetativamente (usualmente compuestos de varios ramets por cada ortet), y los que se originan de plántulas de semilla sexual (Quijada, 1980).

Mertens, (1983) indica que las mejores características para seleccionar en Pinus radiata en plantaciones con fines de productividad son las siguientes: altura, el número de verticilios, espesor relativo de las ramas y número de ramas por verticilios.

Mertens et al, (1987) reportan algunos criterios de selección que hay que tomar en cuenta para árboles y rodales semilleros de Eucalyptus globulus con el fin de producción de

madera, siendo: rectitud de fuste, autopoda, presencia de bifurcaciones en el tronco y la posición social de los árboles con respecto a sus vecinos.

Las evaluaciones que se han utilizado para calificar la calidad fenotípica de árboles dentro de rodales con el objetivo de producción de madera aserrada y de uso múltiple para las especies: Gmelina arborea, Cupressus lusitanica y Gliricidia sepium son las siguientes: (Salazar y Boshier, 1989).

En G. arborea, se debe de tomar en cuenta las siguientes características: fuste recto, sin bifurcaciones y ramas delgadas con buena capacidad de autopoda.

En C. lusitanica, se tiene que considerar las siguientes características: fuste recto, sin bifurcaciones, sin torcedura basal, sin curvaturas, libre de estriás, sin corteza espiral y ramas delgadas.

G. sepium, debe considerarse que el árbol muestre buen crecimiento en dap y altura, sea vigoroso, libre de enfermedades y copa bien desarrollada.

Al mejorador forestal se le presentan dos métodos más comunes de selección: selección masal y selección por familia.

En la selección masal se mezcla la semilla sin consideración de las relaciones familiares ni del valor genotípico de los individuos (Quijada, 1980). Implica la selección de los individuos únicamente con base en sus fenotipos, permitiendo luego el libre cruce entre ellos. La selección masal funciona mejor en el caso de características altamente heredables, donde el fenotipo es un buen reflejo del genotipo, tales como para características morfológicas de

rectitud de fuste y hábito de ramificación, entre otras. Por otra parte, se ha probado que la selección masal no es el método más efectivo para aumentar la productividad de variedades o de especies bien adaptadas de plantas cultivadas (Patiño y Villareal, 1976; Zobel y Talbert, 1988).

La selección por familia, permite mantener un control de las relaciones parentales en la progenie resultante, lo que facilita una evaluación continua del valor genético de los árboles selectos. Este tipo de selección se puede aplicar tanto para características de poca heredabilidad, como también para aquellas de alta heredabilidad. Las relaciones familiares más comunes son las de fratrias (hermanos) y semi-fratrias (medio-hermanos).

La selección por familia es la práctica más común en huertos semilleros de producción y ensayos de progenie.

Diferentes procedimientos y ciclos de evaluación, agrupados bajo el término genérico de selección recurrente, permiten la eliminación de árboles originalmente selectos, así como incorporar nuevas selecciones (Quijada, 1980).

En el caso de rodales semilleros, la selección se hace sobre un espacio definido, el cual normalmente es un rodal plantado de origen conocido, o a veces un rodal natural, que presenten características buenas de desarrollo vegetativo, desarrollo reproductivo y cubran un área suficiente para garantizar una producción de semillas mínima.

En el caso de huertos semilleros, se toma como referencia el área total dentro de una región climática natural o de plantación. A fin de tener una buena base inicial de trabajo, la selección puede comenzar en los mejores rodales de las mejores procedencias (Quijada, 1980).

2.2.2. Criterios de selección

Existen dos criterios prácticos de evaluación y selección de árboles: el método de valoración individual y el método de valoración comparativa. El primer método consiste en evaluar cada árbol en sus méritos propios, según escalas de valores para las clases en características. Las diferentes clases en cada característica individual vendrán dadas por criterios técnicos, de acuerdo a la variación fenotípica discernible en cada una. Esto mismo establece un cierto nivel de subjetividad (Ledig, 1974; Quijada, 1980; Barquero, 1985).

Para aplicar la valoración individual, el seleccionador debe conocer muy bien el ámbito de variabilidad de la especie, para saber exactamente cuál es un buen árbol, y se usa cuando los árboles son de edades distintas y desconocidas y/o cuando la población está formada por árboles aislados (Corea, 1991).

El segundo método, utiliza escalas de valoración que van resultando de la superioridad manifiesta del árbol candidato, con respecto a árboles comparadores de la vecindad. Usualmente se asigna un número de puntos adicionales por cada tanto por ciento o valor absoluto de superioridad y cuyas magnitudes dependerán del peso que se le quiera asignar a cada característica en el conjunto (Ledig, 1974; Quijada, 1980).

El objetivo de usar árboles comparadores, es el de ajustar o corregir el valor fenotípico del candidato, por efectos ambientales comunes al sitio pero distinguibles de otros sitios (Ledig, 1974; Kedharnat y Mattheus, 1979).

Este método se aplica en rodales coetáneos naturales o plantados y tienen la ventaja de que toman en cuenta el efecto de la edad (compara árboles de la misma edad) y el

efecto de microsítio (compara árboles vecinos) (Ledig, 1974; Corea, 1991).

2.2.3. Consideraciones que se deben tomar en cuenta para la selección.

El éxito de cualquier sistema de selección depende de la capacidad de reconocer las limitaciones que este tenga y de la eficiencia del método para separar diferencias de origen genético y de origen ambiental. Hay varias consideraciones que un investigador debe tomar en cuenta al iniciar un proceso de selección tales como:

Condiciones del área: El sitio juega un papel primordial en la expresión fenotípica del árbol. No sólo modifica el potencial de crecimiento *per se*, sino que influye considerablemente en la forma del tronco y características de la copa. Es lógico suponer que no hay razón para pensar que en sitios pobres no hayan buenos genotipos (Corea, 1991). Es por esta razón que la búsqueda de buenos fenotipos no debe limitarse a las mejores localidades (Kedharnat y Mattheus, 1979; Mesén, 1983).

Eficiencia de crecimiento: La competencia es probablemente el factor más importante en el crecimiento, aunque las diferencias en competencia pueden ser originadas en diferencias genéticas. El tamaño de la copa podría ser una indicación de la competición a la que un árbol ha estado sometido (Brown y Goddard, 1961; Ledig, 1974; Mesén, 1983).

Clases de copa: La selección debe hacerse en base a la dominancia o codominancia de la clase de copa (Brown y Goddard, 1961; Ledig, 1974).

Edad: En rodales de poca edad es probable que haya variaciones en la posición actual de las copas en el camino hacia la dominancia. Además, hay árboles de lento crecimiento inicial y viceversa. Por otro lado, en plantaciones muy viejas, es difícil evaluar las condiciones pasadas o inferir acerca de las influencias ambientales iniciales (Brown y Goddard, 1961; Ledig, 1974).

Altura: El árbol seleccionado debe ser mayor que el promedio de los comparadores en un rodal. Sin embargo en un bosque natural, esta variable no puede ser evaluada de esta forma debido a que no se conoce la edad y no hay árboles comparadores (Ledig, 1974; Kedharnat y Mattheus, 1979).

Dap: Ledig, (1974) menciona que no hay limitaciones en cuanto a diámetro porque no se usa volumen total como criterio para la selección. Esto se debe que esta variable de crecimiento es muy afectada por las diferentes condiciones ambientales y presenta baja heredabilidad en un bosque natural. Mientras en plantaciones es lo contrario.

Grosor de ramas: Para las evaluaciones se han usado sistemas cuantitativos, midiendo el diámetro de las ramas ó sistemas cualitativos designando categorías como "gruesa", "mediana" y "fina" (Swedforets, 1986; Chang, 1988)

Angulo de ramas: Para las evaluaciones se han usado sistemas cualitativos designando categorías. Esa calificación se realiza alejandose unos 20 m del árbol.

Plagas y enfermedades: Los árboles seleccionados deben estar libres de daños, causados por insectos o enfermedades (Ledig, 1974; Mesén, 1983).

2.3. Fenología

La fenología es una rama importante de la ecología que estudia las causas y las manifestaciones fisiológicas de los fenómenos de floración, fructificación, caída del follaje, brotación, ramificación etc., en las plantas (Fournier, 1974; Trucíos, 1987).

El conocimiento fenológico es de suma importancia, porque nos permite prever la época de reproducción de los árboles y, por lo tanto, determina los periodos de recolección de semillas o material reproductivo forestal, que permitirá el abastecimiento normal de los mismos. Así mismo ayuda a determinar las épocas de diseminación de semillas. (Trucíos, 1987).

Fournier, (1974) considera que la información fenológica debe tener carácter cuantitativo y que además debe cubrir todo el periodo de manifestación de las características, inicio, plenitud y declinación.

Se ha tratado de desarrollar un método cuantitativo de fácil aplicación en el campo, que permita registrar la variación de las características fenológicas de los árboles con un buen grado de precisión (Fournier, 1974; Trucíos, 1987).

La escala recomendada es:

- 0 ...Ausencia del fenómeno observado
- 1 ...Presencia del fenómeno con una magnitud entre 1-25 por ciento
- 2 ...Presencia del fenómeno con una magnitud entre 26-50 por ciento
- 3 ...Presencia del fenómeno con una magnitud entre 51-75 por ciento
- 4. ..Presencia del fenómeno con magnitud entre 76-100 por ciento

De acuerdo a los estudios realizados por Fournier citado por Venegas (1978), se considera que la muestra para observaciones fenológicas de una zona dada debe ser de alrededor de 5 a 10 individuos por especie. Los árboles a observar deberán ser adultos, capaces de florecer y fructificar (Fournier y Charpantier, 1975).

Las observaciones en cada especie deberán realizarse cada 15 días. Los árboles deben de estar alejados unos de otros, de modo que sean representativos de la variación fenotípica de la especie en la zona; por tanto, para seleccionar los árboles a observar dentro del bosque, se deberá trazar una línea recta de longitud variable y ubicar los árboles que se encuentren a 100 m a lado y lado, de la misma. Una vez elegidos los árboles se procederá a marcarlos y numerarlos, de modo que sean visibles a distancia (Venegas, 1978).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Localización

El presente trabajo se realizó en "La Reserva Biológica de Chacocente", localizada en el extremo sureste del Departamento de Carazo, Región IV, Nicaragua, ubicado en las coordenadas geográficas de los 11°36' y los 11°30' de latitud Norte y 86°08' y 85°15' de longitud Oeste (Figura 1) (IRENA, 1987).

La Reserva comprende una superficie de 4800 ha, aunque, alrededor de esta se encuentra una área de influencia de 2712 ha., lo que en conjunto totalizan 7512 ha (IRENA, 1987).

3.1.2. Clima

El régimen climático de acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, corresponde a Bosque Seco Tropical, transición a Subtropical (IRENA, 1987). Caracterizado por una temperatura promedio anual mayor de 26.7 °C y precipitación promedio anual entre 900 y 1500 mm, presentando una estación lluviosa de seis meses (Mayo - Octubre). Se encuentra en un rango de elevación desde el nivel del mar hasta los 80 m (Marín, 1990).

3.1.3. Fisiografía y suelos

La topografía del área se caracteriza por ser muy irregular y escarpada, pudiéndose encontrar pendientes hasta de 100%. Las lomas y colinas están entrecruzadas por cauces

REPUBLICA DE NICARAGUA



Figura 1. Ubicación del área de estudio de la Reserva Biológica de Chacocente.

Fuente: IRENA, 1987

de pequeñas corrientes y riachuelos intermitentes que sólo están activos en la estación lluviosa. Las partes planas que descienden de la zona escarpada se extienden hasta el sitio conocido como La Plata, formando pequeños valles aluviales en la desembocadura de los ríos y esteros, presentándose áreas inundadas en las partes más bajas (IRENA, 1984).

El área presenta principalmente suelos aluviales, vérticos y vertisoles, y suelos coluviales. Estos pertenecen en su mayoría a las clases de uso IV y VII, representando el 85 % del área total. Se caracterizan por encontrarse en terrenos moderadamente escarpados a muy escarpados, de texturas que van desde franco-arcilloso a arenoso franco-gravoso, superficiales o poco profundos, excesivamente drenados a pobremente drenados. Son suelos desarrollados de cenizas volcánicas y rocas terciarias. El 11.5 % de los suelos de la Reserva pertenecen a las clases II y III, caracterizándose por ser bastante planos (pendiente de 0 - 4 %), profundos y de permeabilidad lenta (IRENA, 1984 y 1987).

3.1.4. Vegetación

Se consideró realizar este estudio en esta Reserva, porque es uno de los pocos sitios en la región del pacífico Nicaraguense que presenta un bosque seco tropical relativamente poco alterado, la mayor parte de la vegetación es bosque seco caducifolio y presenta un bosque de galería bien desarrollado.

En esta área se realizó un inventario de vegetación por parte de IRENA en 1987 y más recientemente por el Proyecto Trópico Seco en 1989 (IRENA, 1987; Sabogal, 1989).

3.2. Etapas y pasos para desarrollar los criterios de selección de árboles plus.

Para desarrollar los criterios de selección, se hizo una revisión de literatura sobre métodos de selección. Posteriormente se efectuó un estudio de variación fenotípica en las poblaciones de las cinco especies, con el fin de determinar los criterios de selección y en una tercera etapa se procedió a seleccionar los árboles en todo el área de la Reserva.

3.2.1. Primera etapa: Actividades preliminares

3.2.1.1. Definición de las especies

Las especies fueron seleccionadas de acuerdo a los objetivos y prioridades del Banco de Semillas Forestal de Nicaragua, cuyos objetivos tienen el fin de mejorar la calidad genética del material reproductivo, dada la importancia económica y la diversidad de uso de estas especies en los programas de reforestación. Las especies fueron: Cordia alliodora, Bombacopsis quinata, Albizzia saman, Astronium graveolens y Albizzia caribaea.

3.2.1.2. Recopilación de información sobre las especies en el área de estudio.

Con base en el inventario realizado por el Proyecto Trópico Seco (Sabogal, 1989), se obtuvo información general sobre áreas con mayor abundancia y distribución de los árboles por clases diamétricas para las cinco especies estudiadas, lo cual permitió escoger árboles superiores, a partir de 20 cm de DAP y definir la cantidad mínima y máxima de los árboles para la muestra del estudio de variación fenotípica, entre 60 y 200 árboles respectivamente.

3.2.1.3. Definición de las variables para el estudio de variación fenotípica.

Con base en la revisión de literatura y en trabajos prácticos que se han realizado para toma de datos de estudios de variación fenotípica y árboles para fines semilleros, y tomando en cuenta la importancia económica, se definieron las siguientes variables: Dap, diámetro de copa mayor, diámetro de copa menor, altura a la primera bifurcación, altura total, rectitud de fuste, grosor de ramas, ángulo de ramas, grano espiral y estado fitosanitario del árbol.

Estas variables son importantes desde el punto de vista económico y productivo, ya que la proporción aprovechable del volumen de madera producido y la calidad de la madera, dependen en gran medida de estas variables.

Una vez definidas las variables, se revisó literatura, para definir la forma de evaluación de las mismas. Se consultó las metodologías descritas por Mesén, 1983; Swedforest, 1986; Chang, 1986 y 1988; Salazar y Boshier, 1989. Posteriormente se diseñó el formulario de toma de datos de campo para el estudio de variación fenotípica (Anexo 1A).

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Variables cuantitativas:

1. Diámetro del fuste (DAP)

La medición se hizo a 1.30 m, con cinta diámetrica. Se registró en centímetros.

2. Diámetro de la copa (DCMY, DCM)

El diámetro de copa mayor (DCMY) es la resultante de la proyección de la copa sobre el suelo de los dos puntos más alejados de la copa y el diámetro de copa menor (DCM) fue medido perpendicular al diámetro de copa mayor. Se midió con cinta métrica y se expresa en metros.

3. Altura total (ATOTAL)

Se midió con vara telescópica cuando la altura de los árboles fue inferior a los 13 m, y con clinómetro para alturas superiores. Es la altura desde la base del fuste hasta el punto superior de la copa del árbol. Se registró en metros.

4. Altura a la primera bifurcación (APRIF)

Se midió con vara telescópica. Es la altura donde el fuste se divide en dos o más ejes. Se registró en metros.

- Variables cualitativas:

La evaluación de estas variables se llevó a cabo utilizando una categorización pre-establecida con base en la revisión de otros trabajos y el análisis de la información recopilada durante el inventario.

1. Rectitud de fuste (RECFUS)

Para calificar la rectitud de fuste, fueron definidas seis categorías: completamente recto, aceptable, regular, torcido, muy torcido y deforme (Anexo 2A).

2. Grosor de ramas (GR)

Fue evaluado por la comparación del diámetro a la base de las ramas (promedio de las tres primeras ramas vivas) con el diámetro del tronco, en el punto de inserción de las mismas. Se consideraron tres categorías: fina, mediana y gruesa (Anexo 3A).

3. Angulo de ramas (AR)

El ángulo de las ramas fue evaluado en el punto de inserción, que forman las tres primeras ramas vivas con relación al fuste. Se consideraron tres categorías: rama horizontal y semi horizontal, semi-vertical y vertical (Anexo 4A).

4. Grano espiral (GESPIRAL)

Es la dirección que presentan las fibras de la madera, en forma espiral, a lo largo del eje del tronco. Observándose en la corteza. Considerando dos categorías: ausente ó presente en el árbol.

5. Estado fitosanitario (ESFSAN)

Se consideró la ausencia o presencia de plagas o enfermedades en el árbol.

3.2.2. Segunda etapa: Estudio de variación fenotípica y definición de criterios de selección.

3.2.2.1. Procedimiento de campo

El presente estudio fue desarrollado en el área inventariada por el proyecto trópico seco (UNA), ubicado dentro del área de la Reserva Biológica de Chacocente.

Durante la etapa de variación fenotípica, se realizaron las siguientes actividades:

1. Reconocimiento general del área, utilizando para ello las líneas de inventario establecidas por el proyecto trópico seco. Este reconocimiento se realizó para determinar las áreas de mayor presencia y abundancia de las especies en estudio.
2. Para la toma de datos de campo, se aplicó el formulario de variación fenotípica en las áreas seleccionadas. Los árboles se evaluaron según iban apareciendo en el campo. Las muestras incluyeron individuos con buenos y malos fenotipos. Durante la evaluación de campo, se tomó datos adicionales sobre la ubicación y características de los árboles sobresalientes.
3. Para este estudio de variación fenotípica se muestrearon un total de 760 individuos en las especies estudiadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tamaño de la muestra para el estudio de variación fenotípica de cinco especies.

Especies	Tamaño de la muestra (número de individuos)
<u>Cordia alliodora</u>	200
<u>Bombacopsis quinata</u>	60
<u>Albizzia saman</u>	150
<u>Astronium graveolens</u>	200
<u>Albizzia caribaea</u>	150

3.2.2.2. Análisis de la información

Con los datos de la medición de campo, de la etapa anterior, se procedió al análisis, utilizando estadísticas descriptivas (promedios, desviación estándar, coeficiente de variación, correlaciones). Así mismo, se hicieron cuadros y gráficos de distribución de frecuencias para visualizar mejor la variación fenotípica de las poblaciones en estudio.

3.2.2.3. Criterios para la inclusión y exclusión de variables en la selección de árboles plus.

Debido a que no se conoce la constitución genética de estas especies, se dió prioridad a las características que tienen importancia económica y que se ha demostrado en otras especies que presentan mayor heredabilidad (Wright, 1964; Ledig, 1974; Mertens *et al*, 1987; Zobel y Talbert, 1988).

Las variables finalmente consideradas para establecer los criterios de selección para árboles plus de las cinco especies fueron las siguientes:

- Rectitud de fuste (RECFUS)
- Altura a la primera bifurcación (APRIF)
- Relación DAP/Área de copa (DAP/AC)
- Árbol libre de plagas y enfermedades
- Árbol libre de ramas gruesas en el fuste.

Para definir los valores mínimos para la selección de los árboles fenotípicamente superiores se procedió a determinar valores promedios y el ámbito de variación de cada carácter. En cada una de las especies se probaron varios valores mínimos en rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación y la relación de DAP/área de copa, combinando otras variables como grosor de ramas y ángulo de ramas. Los valores mínimos se ajustaron y se aplicaron a la muestra del estudio de campo de cada especie, para determinar cuantos árboles de la muestra cumplían con los requisitos mínimos. Esto permitió buscar un balance entre aumentar en lo posible la intensidad de selección y mantener una buena base genética.

Las variables rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación, fueron consideradas por su importancia económica y en base a que se puede esperar una mayor heredabilidad en estas características (Ledig, 1974; Zobel y Talbert, 1988).

La relación de DAP con respecto al área de copa se consideró como criterio de selección, ya que esta variable está relacionada con la eficiencia fotosintética del árbol: copas más pequeñas y DAP mayores hacen suponer una mayor eficiencia de la ocupación del sitio.

La ausencia de plagas y enfermedades garantiza que la población seleccionada estará conformada por árboles vigorosos y sanos.

La ausencia de ramas gruesas en el fuste se consideró como criterio de selección, debido a que la presencia de estas disminuyen la calidad de la madera.

Las variables DAP y altura total, que son variables de crecimiento, no se consideraron debido a que en condiciones de bosque natural estas variables están sumamente afectadas por las diferencias ambientales y de edad que existen entre los árboles. Por esta razón las heredabilidades esperadas son muy bajas (Ledig, 1974).

La variable grano espiral, no fue considerada debido a que no se observó en ninguna de las especies.

3.2.2.4. Establecimiento de valores mínimos para las variables seleccionadas.

Los valores mínimos para las variables seleccionadas, se determinaron de manera que se garantizara la existencia real de suficientes árboles en el campo, que cumplan con dichos requisitos.

Los valores mínimos que se establecieron principalmente en las variables rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación, fueron determinados de acuerdo a la proporción aprovechable del volumen de madera. En algunas especies estos valores fueron superiores al promedio de la población en estudio.

Los valores mínimos que se establecieron en la variable de DAP/área de copa, son inferiores al promedio de la

población muestreada. Este valor se consideró bajo, para permitir que entraran más árboles en la población seleccionada. Sin embargo, se eliminan los peores árboles para esta variable.

3.2.2.5. Elaboración de formularios para la selección de árboles plus.

Una vez definidas las variables y los valores mínimos que deben de cumplir los árboles plus, se diseñó un formulario con los criterios de selección, detallando los requisitos mínimos para cada una de las especies estudiadas (Anexo 5A).

En la sección de resultados se presentan los criterios y valores mínimos de selección para cada una de las especies.

Las variables rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación fueron evaluadas de la misma manera que en el formulario de variación fenotípica.

La relación de DAP/área de copa, se calculó con la siguiente formula:

$$R = (DAP/AC) * 10000$$

$$\text{DONDE } AC = ((DCMY + DCM) / 2)^2 * 0.7854$$

AC: Area de copa (m²)

DCMY: Diámetro copa mayor (m)

DCM: Diámetro copa menor (m)

DAP: Diámetro a 1.30 m. de altura (m)

Para facilitar la determinación de la relación de DAP/área de copa en el campo, se utilizaron dos tablas, las

cuales fueron elaboradas a través de la información generada en el estudio de variación fenotípica.

3.2.3. Tercera etapa: Aplicación de los criterios de selección.

3.2.3.1. Procedimiento de campo para la selección de árboles plus.

La aplicación de los criterios de selección se realizó en tres lugares de la Reserva Biológica de Chacocente: Veracruz, Chacocente y Escalante (Figura 2). Estos lugares fueron sugeridos por el Instituto de Recursos Naturales y el Ambiente (IRENA), ya que son áreas que están contempladas en el plan de Conservación de Recursos Genéticos de la Reserva de Chacocente (Comunicación personal Cedeño, Víctor).

Se realizó un reconocimiento en las áreas indicadas para ubicar, seleccionar y marcar los árboles que cumplieran con los requisitos mínimos de selección.

Se consideró en lo posible que los individuos queden distribuidos regularmente en las áreas señaladas anteriormente, con un espaciamiento mínimo de 100 m. entre árboles de la misma especie.

3.2.3.2. Caracterización fenotípica de los árboles plus.

Con base a revisión de literatura y trabajos prácticos, se elaboró un formulario de caracterización fenotípica, el cual fue aplicado a cada uno de los árboles seleccionados como plus, evaluándose 17 variables (Anexo 6A). Esto, con el fin de tener información básica de la población seleccionada de cada especie y establecer en el futuro posibles correlaciones entre el fenotipo de los árboles madres

AREA DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE

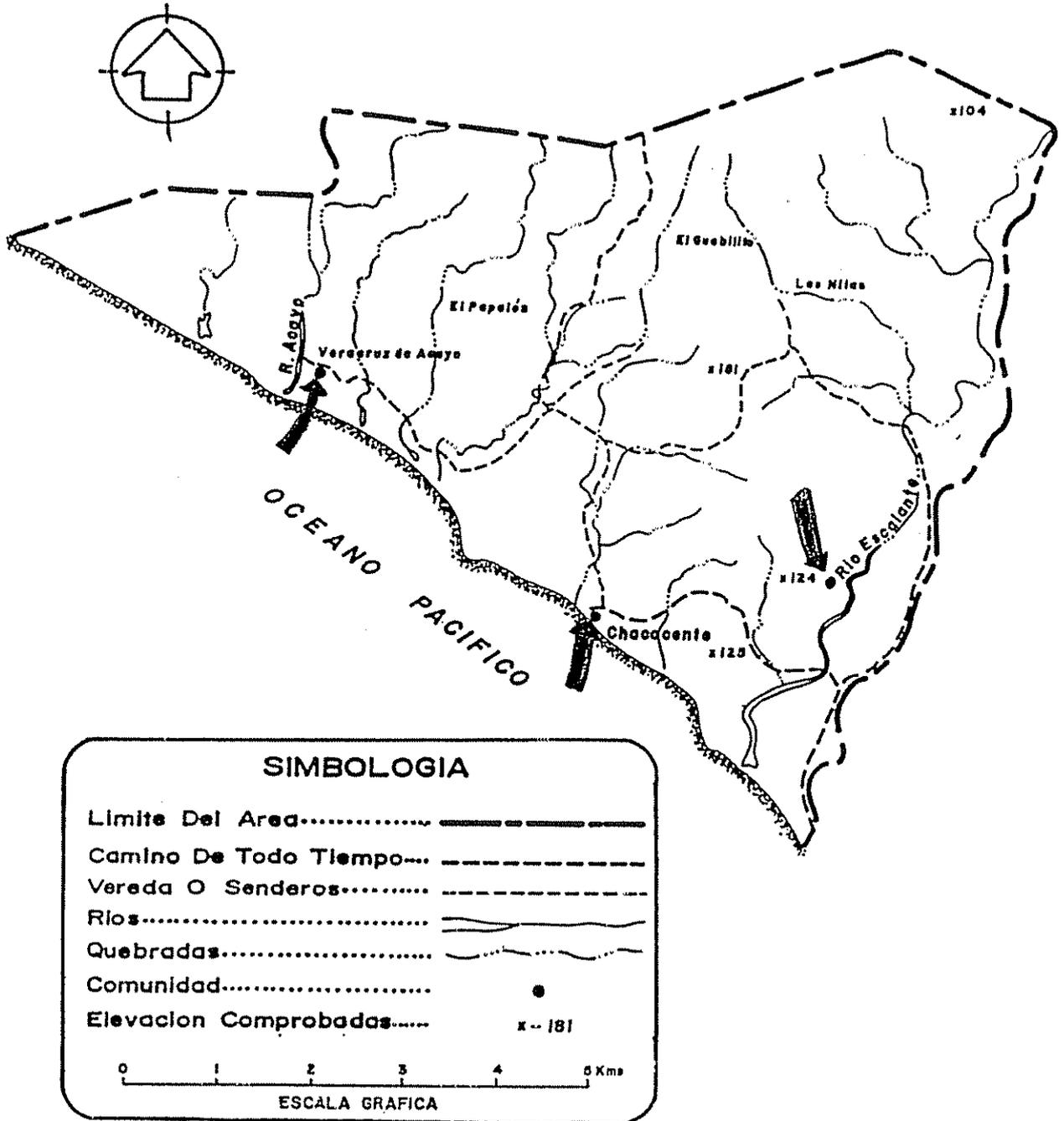


Figura 2. Área de la Reserva Biológica de Chacocente y localización de los sitios en que se aplicó los criterios de selección en las cinco especies en estudio.

Fuente: IRENA, 1987

seleccionados en este estudio y su valor genético determinado a través de pruebas de progenie.

Las variables evaluadas en este formulario fueron las siguientes: Diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa mayor (DCMY), diámetro de copa menor (DCM), altura a la primera bifurcación (APRIF), altura total (ATOTAL), rectitud de fuste (RECFUS), grosor de ramas (GR), ángulo de ramas (AR), y grano espiral (GESPIRAL). Estas variables fueron evaluadas de igual manera que en el estudio de variación fenotípica.

La forma de copa se evaluó usando la escala desarrollada por Dawkins y descrita por Synnott (1979), considerando cuatro categorías: perfecta, buena, tolerable y pobre (Anexo 7A).

La presencia de ramas en el fuste se evaluó, en tres categorías: sin ramas, pocas y muchas.

La presencia de espinas en el fuste se evaluó solamente en la especie B. quinata. En cuatro categorías: ausente, escasa, normal y abundante.

La posición sociológica se evaluó, considerando el lugar que ocupa cada árbol plus, en el estrato que se encuentre, en comparación con sus vecinos. Se definieron tres categorías: dominante, codominante e intermedio.

La asociación del árbol se evaluó, si el árbol plus se encuentra solo ó en rodal natural.

Para evaluar el control fenológico de cada árbol plus, se consideraron cuatro categorías: floración, fructificación, defoliación y diseminación (Anexo 18A).

Las características del sitio: en el microrelieve, se consideraron tres categorías: plano (0-5 %), ondulado (6-15 %) y colinado (mayor del 15 %). En el drenaje se consideró tres categorías: bueno, regular y deficiente.

El árbol se marcó a una altura mínima de 1.50 m. con pintura roja. Se anotó el número correspondiente del árbol plus.

3.2.3.3. Elaboración de mapas

Una vez seleccionados los árboles plus, se realizó su levantamiento de ubicación o punto de referencia en las fotografías aéreas, tomando rumbos y distancias. Posteriormente se elaboró un mapa de escala 1:20000, con la ubicación correspondiente de los árboles plus y de fenología (Anexo 8A).

3.2.3.4. Caracterización de las poblaciones seleccionadas.

Con base a la información de las características cuantitativas y cualitativas de los árboles plus, se calcularon estadísticas descriptivas por especie. También se calculó el diferencial de selección (DS) e intensidad de selección (i).

El diferencial de selección (DS) corresponde a la diferencia entre el promedio de la población seleccionada (plus) y el promedio de la población original (variación fenotípica)

La intensidad de selección (i) se obtuvo de dividir el diferencial de selección por la desviación estándar de la población original (variación fenotípica).

3.3. Etapas y pasos de propuesta para el registro de control fenológico

El estudio de la variación fenológica no es importante para el presente trabajo; sin embargo, se consideró el desarrollo de una metodología para su aplicación en las especies seleccionadas y condiciones del sitio. Esto permitirá en un futuro determinar las épocas de recolección de semilla de los árboles plus.

3.3.1. Primera etapa: Actividades preliminares

3.3.1.1. Recopilación de información

Se procedió a establecer este estudio fenológico en las parcelas de muestreo permanente número 2, 4 y 5. Cada parcela corresponde a una superficie de 1 ha (100 x 100 m), las cuales fueron establecidas por el Proyecto Trópico Seco (Sabogal, 1989).

Se diseñó un formulario para registrar la información de las cuatro variables: floración, fructificación, defoliación y diseminación (Anexo 18A).

3.3.1.2. Elaboración de propuesta para el registro fenológico.

Para el estudio fenológico, se evaluaron variables cualitativas, mediante observaciones de tipo subjetivo y convencional. Usando combinación de metodologías (Fournier, 1974; Fournier y Charpantier, 1975; Venegas, 1978; Trucios, 1987) (Anexo 19A).

Para este estudio se seleccionaron 5 árboles por cada especie, los cuales fueron identificados con una placa de aluminio.

Las variables consideradas fueron las siguientes: floración, fructificación, defoliación y diseminación.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del estudio de variación fenotípica, la definición y la aplicación de los criterios de selección, serán analizados por especie.

En el estudio de variación fenotípica fueron evaluadas las variables DAP, diámetro de copa mayor, diámetro de copa menor, altura a la primera bifurcación, altura total, rectitud de fuste, grosor de ramas, ángulo de ramas, grano espiral y estado fitosanitario del árbol. Las variables, altura total y DAP, fueron eliminadas para la selección debido a que se ven sumamente afectadas por las diferencias ambientales y de edad; las variables grosor y ángulo de ramas también se descartaron en la selección de árboles plus, porque se detectaron deficiencias metodológicas que se corrigieron una vez que los árboles habían sido seleccionados y en la descripción fenotípica de los mismos (Anexo 9A). De esta forma, solamente quedaron cinco variables para ser consideradas en la determinación de los criterios de selección.

4.1. Cordia alliodora

4.1.1. Variación fenotípica

En el cuadro 2 se presenta la distribución de frecuencias de 200 árboles muestreados para las variables rectitud de fuste (RECFUS), altura a la primera bifurcación (APRIF) y la relación de DAP con respecto al área de copa (DAP/AC).

Cuadro 2. Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de Cordia alliodora.

RECFUS			APRIF			DAP/AC		
Categoría	N	%	Intervalo (m)	N	%	Intervalo	N	%
1	2	1	1.6- 3.4	14	7	2.4- 4.1	62	31
2	7	4	3.4- 5.2	33	17	4.1- 5.9	82	41
3	38	19	5.2- 7.0	67	33	5.9- 7.6	37	19
4	61	30	7.0- 8.8	46	23	7.6- 9.4	11	5
5	83	42	8.8-10.7	30	15	9.4-11.1	6	3
6	9	4	10.7-12.5	10	5	11.1-12.9	2	1

Se puede apreciar, que esta especie presenta una distribución con sesgo negativo en la característica rectitud de fuste, concentrándose el mayor número de árboles (76 %) en las categorías 4, 5 y 6 (Cuadro 2; Figura 3). Los resultados reflejan que existe variabilidad, por lo tanto se puede escoger valores altos para rectitud de fuste, ya que la mayor parte de los árboles están en las categorías altas. Este tipo de forma de fuste se observó con bastante frecuencia en árboles que no fueron incluidos en el estudio de variación fenotípica. Se encontraron resultados similares para la selección de árboles plus de C. alliodora en rodales naturales en Costa Rica (Boshier y Mesén, 1987).

Con respecto a la altura de primera bifurcación, se encontró que el mayor porcentaje de árboles (76 %), se bifurcan arriba de 5.2 m de altura. Esto permite seleccionar valores mínimos altos con relación a esta característica, la cual muestra una distribución con sesgo positivo (Cuadro 2; Figura 4). El promedio para esta variable fue de 6.8 m con un coeficiente de variación del 33 % (Anexo 10A). Este alto coeficiente de variación puede deberse a las diferencias de condiciones microambientales y de competencia en que han crecido los árboles y por supuesto al componente de variación

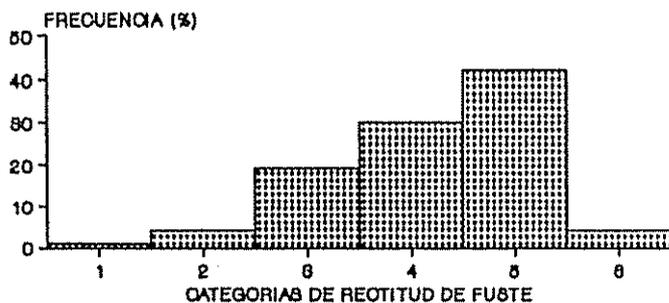


Figura 3. Histograma de categorías de rectitud de fuste de *Cordia alliodora*.

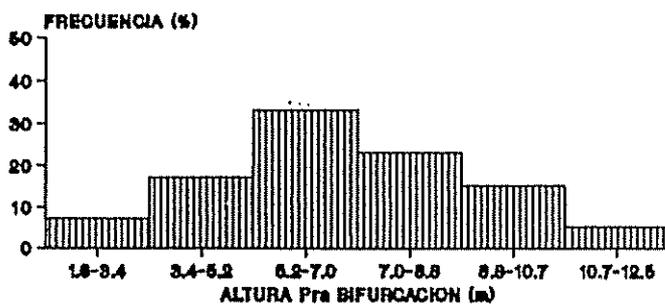


Figura 4. Histograma de altura a la primera bifurcación de *Cordia alliodora*.

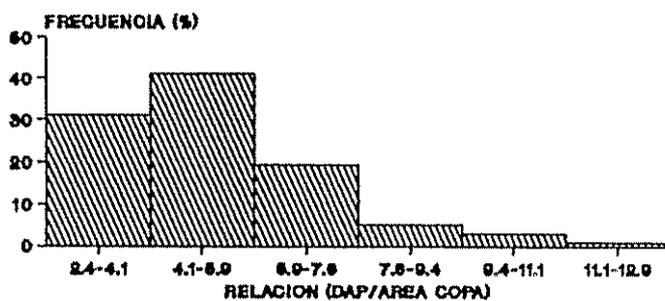


Figura 5. Histograma de la relación de DAP/área de copa de *Cordia alliodora*.

genética, en lo que se refiere a la dominancia del eje principal. Debido a la variación y la importancia económica que presenta esta especie, el proyecto de mejoramiento genético forestal de Nicaragua está seleccionando por las características de altura de bifurcación, crecimiento y forma del fuste en dicha especie (Vilchez y Rabensbeck, 1992).

Con respecto a la relación de DAP/AC, se puede observar que el 91 % de los árboles presentan una relación de 2.4 a 7.6 (Cuadro 2; Figura 5). Obteniéndose un promedio de 5.3 y un coeficiente de variación de 34 %. (Cuadro 10A). Los resultados manifiestan que existe variación, sin embargo, hay una mayor abundancia de árboles en las categorías menores, lo que dificulta la selección de un adecuado número de árboles, con valores altos.

Se puede observar en el Anexo 11A que no se encontraron correlaciones importantes entre las variables. Solamente entre diámetro de copa mayor (DCMY) y diámetro de copa menor (DCM) con respecto a la relación de DAP/AC, lo cual es de esperarse ya que la relación incluye las dimensiones de la copa.

4.1.2. Definición de criterios de selección

Con base a los resultados obtenidos en el estudio de variación fenotípica, se definieron los criterios y valores mínimos de selección para la especie *C. alliodora* y para las otras especies en estudio.

Los criterios de selección establecidos, permiten eliminar árboles con bifurcaciones bajas, torceduras fuertes en el fuste, ramas gruesas en el fuste, áreas de copa grande y árboles enfermos. Esto permite una mejor calidad del material seleccionado.

Se eligieron rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación como las variables de mayor peso en la definición de los criterios de selección, por ser características de mayor importancia económica y de las que se puede esperar una buena heredabilidad. Estos mismos criterios han sido tomados en cuenta para seleccionar árboles plus de *C. alliodora* y *E. globulus* (Boshier y Mesén, 1987; Mertens *et al*, 1987).

La proporción aprovechable del volumen de madera producido, depende en gran medida de estas dos variables. Así mismo, la longitud de productos tales como tablas, vigas, postes etc., está limitada por las dimensiones de las trozas, es decir por el largo de las secciones rectas del fuste. Estas variables afectan los costos y rendimientos en el proceso de aprovechamiento. (Corea, 1989).

La relación de DAP/AC se consideró como criterio de selección, con el objetivo de evitar árboles que presenten un área de copa demasiado grande. Esta relación permite dar una idea de la forma del árbol y de la eficiencia fotosintética que puede tener el mismo. Los valores mínimos determinados para esta variable fueron inferiores al promedio de la población muestreada, con el objetivo de permitir la entrada de más árboles.

Otro requisito de selección fue, que el árbol este libre de plagas y enfermedades.

El último requisito de selección, se consideró con base en que el árbol este ausente de ramas gruesas en el fuste, ya que el grosor de ramas y la distribución de los nudos presentes, afectan la calidad de la madera (Corea, 1989).

A continuación se muestran los requisitos mínimos que debe cumplir un árbol plus de Cordia alliodora en las condiciones de Chacocente:

- Rectitud de fuste igual o mayor que 5.
- Altura a la primera bifurcación igual o mayor que 9 m.
- La relación de DAP/Area de copa es igual o mayor que 2.8.
- El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.
- El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.

Los requisitos mínimos establecidos para los dos primeros criterios rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación, se determinaron probando varios valores mínimos en la altura a la primera bifurcación, manteniendo rectitud de fuste igual o mayor de 5. Los valores mínimos se fueron reduciendo hasta garantizar la existencia de un adecuado número de árboles. Este procedimiento permitió escoger valores superiores al promedio de la población para algunas variables y asimismo mantener una base genética amplia.

4.1.3. Aplicación de los criterios de selección

Se obtuvo un total de 30 árboles plus de C. alliodora. Esto representó una proporción seleccionada del 15 % con relación al total de la muestra del estudio de variación fenotípica.

El valor promedio de los árboles plus superó al promedio de la población muestreada en rectitud de fuste (RECFUS) y altura a la primera bifurcación (APRIF) en 26 % y 41 % respectivamente. Esto permite un diferencial de selección positivo, por lo cual, puede esperarse mayores ganancias genéticas. Estas dos variables presentaron valores iguales de intensidad de selección. Sin embargo, se observa que el

diferencial de selección en altura a la primera bifurcación es más variable (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diferencial de selección(DS) e intensidad de selección(i) de árboles plus de Cordia alliodora.

Variabes	Promedio pob. plus	Promedio pob. base	DS	STD	i
RECFUS	5.3	4.2	1.1	0.9	1.2
APRIF	9.6	6.8	2.8	2.2	1.2
DAP/AC	4.6	5.3	-0.7	1.8	-0.3

En el Anexo 17A se observa que al aplicar los criterios de selección, el mayor número de árboles seleccionados como plus de C. alliodora presentan grosor de ramas finas a medianas y ángulos de ramas semi-vertical a vertical, además el 100 % de los árboles presentan pocas o ninguna rama en el fuste. También se observa que el 97 % de los árboles plus tienen buena a perfecta copa (Categorías 3 y 4) y que la mayoría de estos ocupan una posición sociológica dominante, lo que indica que esta especie puede competir bien con el resto de las demás especies que se encuentran en el dosel superior.

4.2. Bombacopsis quinata

4.2.1. Variación fenotípica

En el Cuadro 4 se observan los resultados de distribución de frecuencias de 60 árboles muestreados para las variables rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación y la relación de DAP con respecto al área de copa.

Cuadro 4. Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de Bombacopsis quinata.

RECFUS			APRIF			DAP/AC		
Categoría	N	%	Intervalo (m)	N	%	Intervalo	N	%
1	1	2	1.7- 3.4	10	17	2.5- 5.5	42	70
2	0	0	3.4- 5.1	16	27	5.5- 8.5	15	25
3	3	5	5.1- 6.8	15	25	8.5-11.5	2	3
4	17	28	6.8- 8.5	11	18	11.5-14.5	0	0
5	28	47	8.5-10.2	5	8	14.5-17.5	0	0
6	11	18	10.2-12.0	3	5	17.5-20.6	1	2

Se observa que el 75 % de los árboles presentan fustes con solo una o dos torceduras ligeras (Categorías 4 y 5) y el 18 % son árboles con fustes completamente rectos (Categoría 6) (Cuadro 4; Figura 6). Los resultados muestran que la población en general presenta una buena rectitud de fuste. Esto posiblemente puede deberse más, a una causa de origen genético que a condiciones ambientales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios en donde esta especie presenta en plantaciones una buena rectitud de fuste. (Quijada, 1988; Vélchez y Rabensbeck, 1992).

Para altura a la primera bifurcación, se muestra una distribución más normal que en las otras variables, presentando un sesgo hacia árboles con menor altura de bifurcación. No obstante, se encuentran árboles en las categorías mayores (Cuadro 4; Figura 7). El promedio para esta variable fue de 5.9 m con un coeficiente de variación de 40.9 % (Anexo 12A). Estos resultados reflejan alta variación en la dominancia del eje principal, permitiendo la selección de individuos con valores altos. Esto puede deberse a la gran variabilidad microambiental y al componente genético.

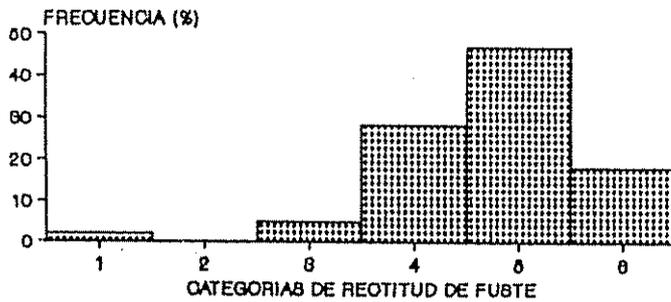


Figura 6. Histograma de categorías de rectitud de fuste de *Bombacopsis guinata*.

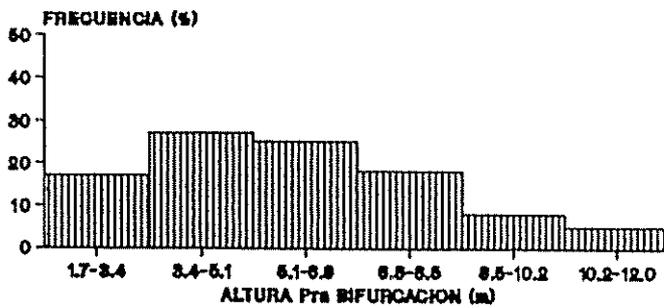


Figura 7. Histograma de altura a la primera bifurcación de *Bombacopsis guinata*.

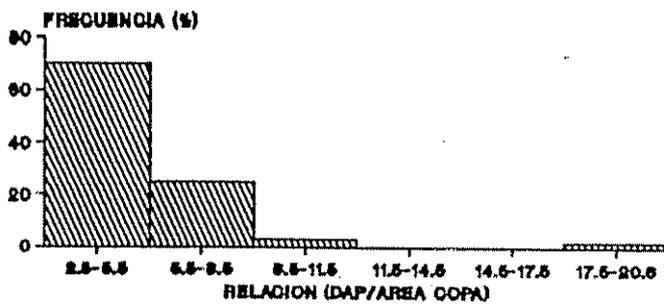


Figura 8. Histograma de la relación de DAP/área de copa de *Bombacopsis guinata*.

En otros estudios de selección, se está seleccionando esta especie por características de altura de bifurcación, crecimiento, forma de fuste, ramificaciones y presencia de espinas (Quijada, 1988; Vélchez *et al.*, 1992).

Se observa que el mayor porcentaje de árboles se concentran en las categorías menores para la relación DAP/AC, obteniéndose un promedio de 5.1 con un coeficiente de variación alto (49 %), sin embargo, este valor se ve afectado principalmente por la presencia de un árbol en la categoría mayor (Cuadro 4; Figura 8; Anexo 12A). Los resultados manifiestan que no se puede seleccionar individuos con valores altos con respecto a esta característica, debido a que la mayor parte de los árboles presentan áreas de copa grande con relación al DAP.

4.2.2. Definición de criterios de selección

Los requisitos mínimos que debe cumplir un árbol plus de Bombacopsis quinata en las condiciones de Chacocente son los siguientes:

- Rectitud de fuste igual o mayor que 5.
- Altura a la primera bifurcación igual o mayor que 8 m.
- La relación de DAP/Area de copa es igual o mayor que 4.4.
- El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.
- El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.

Para los dos primeros criterios de selección rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación, se determinaron probando varios valores mínimos en altura a la primera bifurcación, manteniendo rectitud de fuste igual o mayor de 5. Los valores mínimos se fueron reduciendo hasta garantizar un balance entre aumentar en lo posible la intensidad de selección y mantener una buena base genética en dicha población. Este procedimiento permitió escoger un valor

superior al promedio de la población para APRIF, mientras que en rectitud de fuste el valor fue igual al promedio de la muestra. Estos mismos criterios han sido utilizados en Colombia para seleccionar árboles plus de *B. quinata* con el fin de establecer un huerto semillero clonal (Corea, 1991).

4.2.3. Aplicación de los criterios de selección

Se obtuvo un total de 20 árboles plus de *B. quinata*, que representa un 33 % con relación al total de la muestra del estudio de variación fenotípica.

El valor promedio de los árboles plus superó al promedio de la población muestreada en rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación en 17 % y 44 % respectivamente. Esto indica que estos resultados permitieron obtener un buen diferencial de selección. Estas dos variables presentaron valores diferentes de intensidad de selección, presentando más variación en altura a la primera bifurcación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diferencial de selección (DS) e intensidad de selección (i) de árboles plus de *B. quinata*.

Variabes	Promedio pob. plus	Promedio pob. base	DS	STD	i
RECFUS	5.5	4.7	0.8	0.9	0.9
APRIF	8.5	5.9	2.6	2.4	1.1
DAP/AC	5.2	5.1	0.1	2.5	0.04

En el Anexo 17A se aprecia que al aplicar los criterios de selección, el mayor número de árboles seleccionados como plus de *B. quinata* presentan grosor de ramas gruesas a medianas y ángulos de ramas horizontal a semi-vertical, además el 95 % de los árboles presentan poca o ninguna rama en el fuste. También se observa que el 100 % de los árboles plus tienen buena a perfecta copa (Categorías 3 y 4) y que la mayoría de estos ocupan una posición sociológica dominante.

4.3. Albizzia saman

4.3.1. Variación fenotípica

Los resultados de distribución de frecuencia de 150 árboles muestreados, para las variables rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación y la relación de DAP con respecto al área de copa se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de Albizzia saman.

RECFUS			APRIF			DAP/AC		
Categoría	N	%	Intervalo (m)	N	%	Intervalo	N	%
1	1	1	1.8- 3.6	28	19	0.8- 4.6	138	92
2	10	7	3.6- 5.4	25	17	4.6- 8.4	10	6.7
3	27	18	5.5- 7.2	36	24	8.4-12.2	1	0.7
4	35	23	7.2- 9.1	33	22	12.2-16.0	0	0
5	68	45	9.1-10.9	19	12	16.0-19.8	0	0
6	9	6	10.9-12.8	9	6	19.8-23.7	1	0.7

Esta especie presentó similar distribución con sesgo negativo a los de C. alliodora para la característica rectitud de fuste, concentrándose el mayor número de individuos en las categorías 4, 5 y 6 (Cuadro 6; Figura 9). Los resultados muestran que hay variación y permite seleccionar individuos con valores altos para esta variable. Debido a que en plantaciones, esta especie presenta fustes torcidos en Nicaragua, se está seleccionando árboles por las características de forma de fuste, bifurcaciones, crecimiento y ramificaciones, como estrategia de mejoramiento genético (Comunicación personal, Corea, 1993; Vélchez y Rabensbeck, 1992).

En la variable altura a la primera bifurcación, esta especie presentó un mayor número de individuos con alturas de

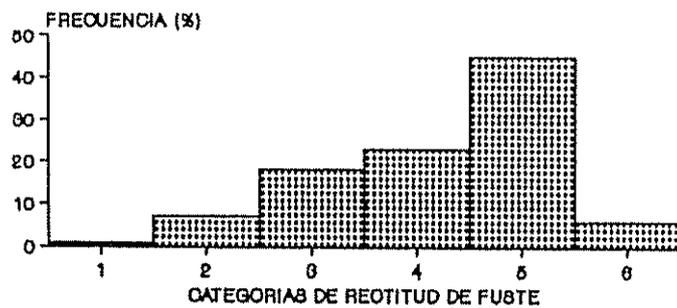


Figura 9. Histograma de categorías de rectitud de fuste de *Albizzia saman*.

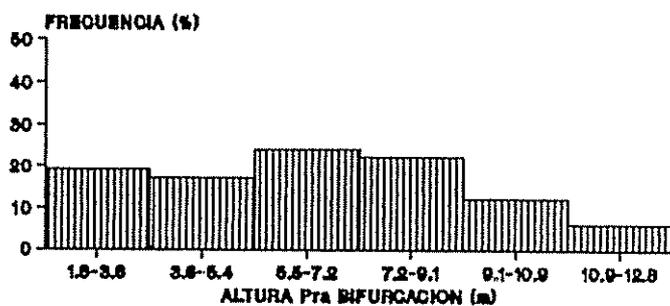


Figura 10. Histograma de altura a la primera bifurcación de *Albizzia saman*.

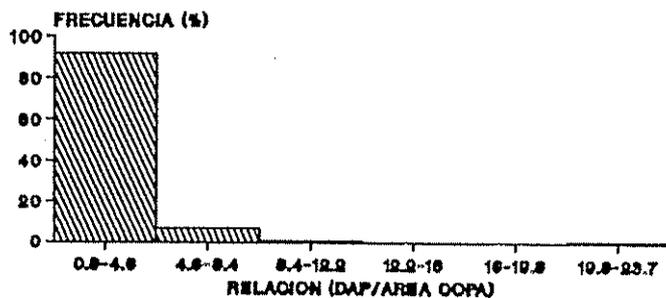


Figura 11. Histograma de la relación de DAP/área de copa de *Albizzia saman*.

bifurcaciones muy bajas. Sin embargo se encuentran árboles en las categorías mayores (Cuadro 6; Figura 10). El promedio para esta variable fue de 6.6 m con un coeficiente de variación de 38.9 % (Anexo 13A). Estos resultados reflejan una alta variabilidad en la dominancia del eje principal, permitiendo, seleccionar árboles con respecto a esta característica.

Los resultados de la relación DAP/AC manifiestan que la mayoría de los árboles de esta especie presentan áreas de copa grande con respecto al DAP, sugiriendo que se puede seleccionar pocos individuos con valores altos (Cuadro 6; Figura 11). Sin embargo, esta relación presenta un coeficiente de variación alto (Anexo 13A), debido a la presencia de pocos individuos en los intervalos mayores (Cuadro 6).

4.3.2. Definición de criterios de selección

Como se hizo para las otras especies, se probaron valores mínimos para cada uno de los criterios de selección y se fue variando estos valores de manera que hubiera un número aceptable de individuos que cumplieran con todos los requisitos mínimos establecidos.

Los requisitos mínimos que debe cumplir un árbol plus de Albizzia saman en las condiciones de Chacocente son:

- Rectitud de fuste igual o mayor que 4.
- Altura a la primera bifurcación igual o mayor que 9 m.
- La relación de DAP/Área de copa es igual o mayor que 2.0.
- El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.
- El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.

4.3.3. Aplicación de los criterios de selección

Se obtuvo un total de 20 árboles plus de A. saman. Esto representó una proporción seleccionada del 13 % con relación al total de la muestra en el estudio de variación fenotípica.

Similar a las otras especies se observa que la población plus superó en rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación en 24 % y 42 % respectivamente. Estas dos variables presentaron valores diferentes de intensidad de selección. Resultados iguales se obtuvo en el diferencial de selección de C. alliodora para altura a la primera bifurcación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diferencial de selección (DS) e intensidad de selección (i) de árboles plus de A. saman.

Variabes	Promedio pob. plus	Promedio pob. base	DS	STD	i
RECFUS	5.2	4.2	1.0	1.0	1.0
APRIF	9.4	6.6	2.8	2.6	1.1
DAP/AC	2.7	2.5	0.2	2.2	0.09

En el Anexo 17A se observa que al aplicar los criterios de selección, el mayor número de árboles seleccionados como plus de A. saman presentan grosor de ramas gruesas a medianas y ángulos de ramas semi-vertical a vertical, además el 100 % de los árboles presentan poca o ninguna rama en el fuste. También se observa que el 90 % de los árboles plus tienen buena a perfecta copa (Categorías 3 y 4) y que la mayoría de estos ocupan una posición sociológica dominante.

4.4. Astronium graveolens

4.4.1. Variación fenotípica

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de la medición de 200 árboles, para las variables rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación y la relación de DAP con respecto al área de copa.

Cuadro 8. Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de Astronium graveolens.

REFCUS			APRIF			DAP/AC		
Categoría	N	%	Intervalo (m)	N	%	Intervalo	N	%
1	0	0	2.0- 4.2	6	3	0.9- 5.8	139	70
2	3	1	4.2- 6.5	20	10	5.8-10.7	46	23
3	45	23	6.5- 8.7	68	34	10.7-15.6	11	5
4	56	28	8.7-11.0	69	34	15.6-20.5	2	1
5	82	41	11.0-13.2	34	17	20.5-25.4	1	0.5
6	14	7	13.2-15.5	3	2	25.4-30.5	1	0.5

Esta especie presentó similares resultados a los de A. saman, concentrándose el mayor número de individuos (76 %) en las categorías 4, 5 y 6 (Cuadro 8; Figura 12), lo que permite seleccionar árboles con categorías altas.

Para la variable altura a la primera bifurcación; se encontró que la población en general presenta una altura del eje principal bien alta, permitiendo seleccionar valores altos en esta característica (Cuadro 8; Figura 13). El promedio fue de 8.8 m y un coeficiente de variación de 25 % (Anexo 14A).

Para la relación DAP/AC, se observa que la mayoría de los árboles presentan una distribución con sesgo positivo. (Cuadro 8; Figura 14). Por lo tanto, se observa una distri-

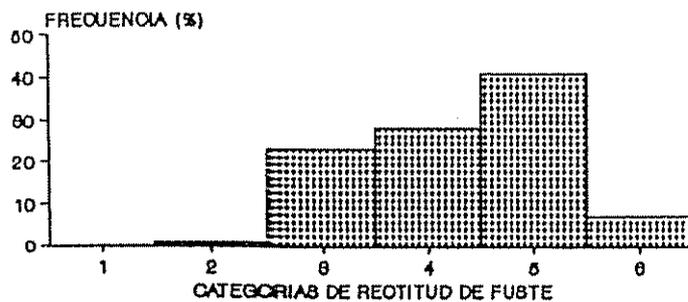


Figura 12. Histograma de categorías de reotitud de fuste de *Astronium graveolens*.

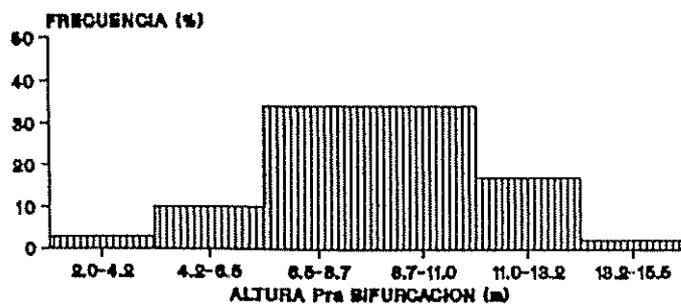


Figura 13. Histograma de altura a la primera bifurcación de *Astronium graveolens*.

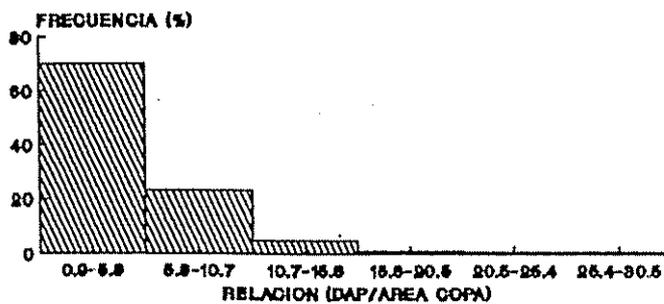


Figura 14. Histograma de la relación de DAP/ Área de copa de *Astronium graveolens*.

bución similar a las otras especies con un alto coeficiente de variación (64 %)(Anexo 14A), debido a la presencia de unos pocos árboles en las categorías mayores (Cuadro 8).

4.4.2. Definición de criterios de selección

Los requisitos mínimos establecidos para cada uno de los criterios se determinaron como en las otras especies, probando varios valores mínimos hasta garantizar la existencia de un adecuado número de árboles en la población que cumpla con los mismos.

Con base en los resultados anteriores, los requisitos mínimos que debe tener un árbol plus de Astronium graveolens son los siguientes:

- Rectitud de fuste igual o mayor que 5.
- Altura a la primera bifurcación igual o mayor que 10 m.
- La relación de DAP/Area de copa es igual o mayor que 3.0.
- El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.
- El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.

4.4.3. Aplicación de los criterios de selección

Se obtuvo un total de 30 árboles plus de A. graveolens, que representa el 15 % con relación al total de la muestra del estudio de variación fenotípica.

En las dos primeras variables se observa que el promedio de la población de los árboles plus superó en un 33 % y 31 % respectivamente al promedio de la población muestreada. Estas dos variables presentaron valores diferentes de intensidad de selección. Está especie presentó un mayor diferencial de

selección en rectitud de fuste con respecto a las otras especies estudiadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Diferencial de selección (DS) e intensidad de selección (i) de árboles plus de A. graveolens.

Variables	Promedio pob. plus	Promedio pob. base	DS	STD	i
RECFUS	5.6	4.2	1.4	0.9	1.6
APRIF	11.5	8.8	2.7	2.2	1.2
DAP/AC	5.1	5.4	0.3	3.5	-0.08

En el Anexo 17A se muestra que al aplicar los criterios de selección, el mayor número de árboles seleccionados como plus de A. graveolens presentan grosor de ramas gruesas a medianas y ángulos de ramas semi-vertical a vertical. El 90 % de los árboles no presentan ninguna rama en el fuste. Observándose que el 77 % de los árboles plus tienen buena a perfecta forma de copa (Categorías 3 y 4) y que la mayoría de estos ocupan una posición sociológica dominante.

4.5. Albizzia caribaea

4.5.1. Variación fenotípica

En el Cuadro 10 se pueden apreciar la distribución de frecuencias de 150 árboles muestreados para las variables rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación y la relación de DAP con respecto al área de copa.

Cuadro 10. Distribución de frecuencia para las variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de *Albizzia caribaea*.

RECFUS			APRIF			DAP/AC		
Categoría	N	%	Intervalo (m)	N	%	Intervalo	N	%
1	1	1	1.8- 3.6	23	15	1.1- 2.0	51	34
2	4	3	3.6- 5.5	46	31	2.0- 2.8	58	39
3	19	13	5.5- 7.4	41	27	2.8- 3.6	19	13
4	34	23	7.4- 9.2	21	14	3.6- 4.5	17	11
5	66	44	9.2-11.1	13	9	4.5- 5.3	2	1
6	26	17	11.1-13.0	6	4	5.3- 6.2	3	2

El 67 % de los árboles presentan fustes con solo una o dos torceduras ligeras (Categorías 4 y 5) y el 17 % son árboles con fustes completamente rectos (Categoría 6) (Cuadro 10; Figura 15). Los resultados reflejan en general que la población presenta buena rectitud de fuste, permitiendo seleccionar árboles con valores altos.

En lo referente a altura de primera bifurcación, esta especie presentó similar distribución a los de *B. quinata*, mostrando un sesgo hacia árboles con menor altura. No obstante, encontrándose árboles en las categorías altas. (Cuadro 10; Figura 16). El promedio para esta variable fue de 6.1 m con un coeficiente de variación del 38 % (Anexo 15A) Estos resultados muestran alta variación en la dominancia del eje principal, lo cual puede deberse a la posible existencia de variación genética y a la gran variabilidad de competencia. Por lo tanto se puede obtener una apreciable ganancia al seleccionar árboles con respecto a esta característica dada.

La relación DAP/AC presenta alta variación en la población, lo que permite seleccionar valores altos para esta relación (Cuadro 10; Figura 17). El promedio fue de 5.3 y un coeficiente de variación de 39 % (Anexo 15A).

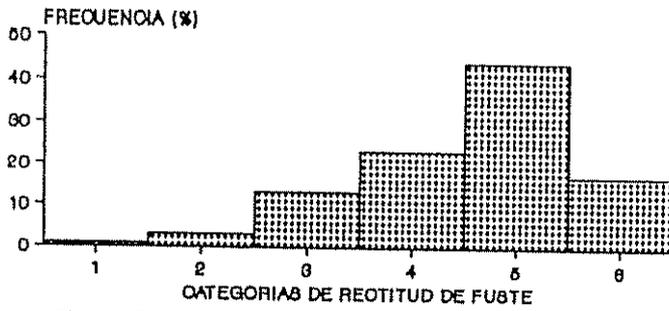


Figura 15. Histograma de categorías de rectitud de fuste de Albizzia caribaea.

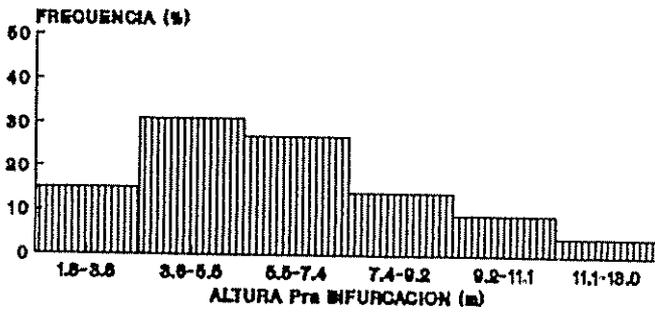


Figura 16. Histograma de altura a la primera bifurcación de Albizzia caribaea.

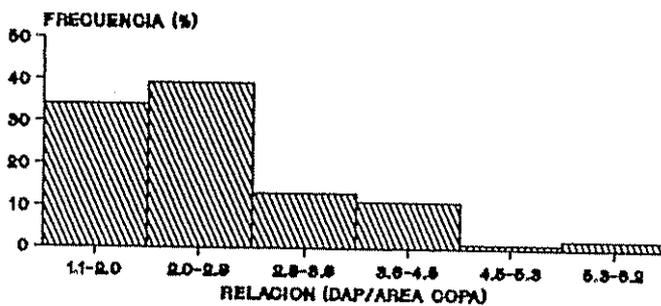


Figura 17. Histograma de la relación de DAP/área de copa de Albizzia caribaea.

4.2.2. Definición de criterios de selección

Los requisitos mínimos que debe cumplir un árbol plus de Albizzia caribaea son los siguientes:

- Rectitud de fuste igual o mayor que 5.
- Altura a la primera bifurcación igual o mayor que 9 m.
- La relación de DAP/Area de copa es igual o mayor que 1.6.
- El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.
- El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.

Similar a las otras especies, se probaron valores mínimos para cada uno de los criterios de selección. Estos valores mínimos se fueron variando hasta garantizar un balance entre la intensidad de selección y la existencia de un adecuado número de árboles en la población seleccionada.

4.2.3. Aplicación de los criterios de selección

Se obtuvo un total de 20 árboles plus de A. caribaea, que representa un 13 % con relación al total de la muestra del estudio de variación fenotípica.

El valor promedio de los árboles plus superó al promedio de la población muestreada en las variables rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación en 26 % y 56 % respectivamente, presentando valores diferentes de intensidad de selección. Esta especie presentó un mayor diferencial de selección en altura a la primera bifurcación con relación a las otras especies estudiadas. Esto Permite un diferencial positivo y puede esperarse mayores ganancias genéticas. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Diferencial de selección (DS) e intensidad de selección (i) de árboles plus de A. caribaea.

Variabes	Promedio pob. plus	Promedio pob. base	DS	STD	i
RECFUS	5.8	4.6	1.2	1.0	1.2
APRIF	9.5	6.1	3.4	2.3	1.5
DAP/AC	2.6	2.5	0.1	0.9	0.1

Similar a las otras especies se aprecia que al aplicar los criterios de selección, el mayor número de árboles seleccionados como plus de A. caribaea presentan grosor de ramas gruesas a medianas y ángulos de ramas semi-vertical a vertical. El 90 % de los árboles no presentan ninguna rama en el fuste. Observándose que el 90 % de los árboles plus tienen buena a perfecta copa (Categorías 3 y 4) y que el 100 % ocupan una posición sociológica dominante. Anexo 17A

Se inició el registro de control fenológico con la elaboración de un formulario para la descripción de los fenómenos observados que se presentan en el Anexo 18A. Elaborándose una propuesta para dar seguimiento a la evaluación de los 25 árboles establecidos en las parcelas permanentes número 2, 4 y 5 en el área de la Reserva (Anexo 19A).

5. DISCUSION GENERAL

El Bosque Seco Tropical de Chacocente, se caracteriza por ser muy heterogéneo y las poblaciones de las especies estan formadas por grupos muy pequeños de individuos y por árboles aislados, cuyas edades son diferentes y desconocidas.

El estudio de variación fenotípica permitió caracterizar las poblaciones de las cinco especies estudiadas, observándose que todas las especies presentaron similares distribuciones con sesgo negativo para la variable rectitud de fuste, concentrándose el mayor número de individuos en las categorías 4, 5 y 6. Siendo mayor el sesgo para Bombacopsis quinata y Albizzia caribaea, con un mayor número de individuos en las categorías 5 y 6. Esto permitió seleccionar árboles con buena rectitud de fuste, característica que se ha demostrado tener una alta heredabilidad en otras especies (Wright, 1964; Ledig, 1974; Zobel y Talbert, 1988).

La variable altura a la primera bifurcación en el estudio de variación fenotípica, muestra una distribución más normal que en las otras variables. Se nota un sesgo hacia árboles con menor altura para B. quinata y A. caribaea y menor para A. saman. No obstante, se encontraron árboles en las categorías mayores, permitiendo la selección de individuos de gran tamaño. Esta característica, se pudo ver afectada por las explotaciones que de estas especies se hicieron en los años 1950 y 1960, ya que, es de esperarse que la gente cortara los árboles que produjeran un mayor número y tamaño de trozas (IRENA, 1987).

En general se obtuvo una menor variación para la relación de DAP/área de copa, con una gran concentración de árboles en las categorías menores. Esto limita un poco la selección de individuos para esta característica. En las especies *C. alliodora* y *A. caribaea*, se encontraron un número adecuado de árboles con copa relativamente pequeña con respecto al DAP. En algunos casos se encontró con árboles con copa pequeña pero que no pudieron ser seleccionados ya que presentaban torceduras en el fuste o valores bajos de altura a la primera bifurcación. Sin embargo, se trata de mantener un valor mínimo en el proceso de selección, para evitar árboles con diámetro de copa muy grande.

Las características de grosor de ramas y ángulo de ramas, mostraron resultados similares en las especies *A. caribaea*, *A. saman* y *A. graveolens*, observándose que el mayor número de individuos presentan ramas medianas y gruesas, con ángulos de ramas menores de 40 °C. Las especies *C. alliodora* y *B. quinata* presentaron grosor de ramas finas y medianas (Ver Anexo 9A).

No se encontraron correlaciones importantes entre las variables. Es interesante hacer notar que en el caso de *A. saman*, la correlación de altura a la primera bifurcación con el DAP, DCMY y DCM fue negativa aunque los valores sean bajos (-0.25, -0.30 y -0.29) (Ver Anexo 11A).

El procedimiento usado en este estudio es general y sirve para definir los criterios de selección para cada una de las especies en estudio. Debido a que no se conoce la base genética de estas especies, la definición de los criterios para seleccionar árboles fenotípicamente superiores fueron basados en características de importancia económica, variabilidad y que puedan presentar una alta heredabilidad (Zobel y Talbert, 1988).

Para aplicar el procedimiento del desarrollo de los criterios de selección se debe considerar lo siguiente:

- a. Definir las características de interés
- b. Realizar un estudio de variación fenotípica para las características de interés.
- c. Con base en el estudio de variación fenotípica se definen los valores mínimos que deben cumplir los árboles plus para cada característica.
- d. Los valores mínimos se establecen buscando un balance entre aumentar en lo posible la intensidad de selección y mantener una buena base genética.
- e. Se seleccionan los árboles aplicando los criterios establecidos en el punto c.

Los criterios utilizados en la selección podrán ser considerados al momento de la elaboración y/o diseño de un plan de manejo, así como, de estrategias a corto y mediano plazo en el mejoramiento genético. La definición de estos criterios de selección permitirá el inicio de la formación de poblaciones de árboles fenotípicamente superiores, contribuyendo de esta manera al desarrollo de estrategias de mejoramiento genético para las condiciones de las regiones secas del pacífico de Nicaragua.

Los criterios de selección en sí, es aplicable a otras especies variando los valores mínimos y es más eficaz cuando existe conocimiento previo sobre la ubicación y abundancia de las especies estudiadas, esto permite obtener mayor cantidad de individuos seleccionados y facilita el trabajo de campo.

En el Anexo 16A se muestra que los mayores promedios que se obtuvieron en las variables DAP y diámetro de copa mayor lo presentaron las especies: A. saman y A. caribaea, lo cual es de esperarse ya que es una característica que se presenta frecuentemente en dichas poblaciones.

En el Anexo 17A se observa que al aplicar estos criterios de selección, el mayor número de árboles seleccionados como plus en las especies A. saman, A. graveolens y A. caribaea presentan grosor de ramas gruesas a medianas y ángulos de ramas semi-vertical a vertical (Categorías 1 y 2). Solamente en el caso de B. quinata presentó ángulo de rama horizontal a semi-vertical (Categorías 2 y 3) y C. alliadora presentó grosor de ramas finas a medianas. La mayoría de los árboles plus presentan una forma de copa buena o perfecta y una posición sociológica dominante, lo que indica que estas especies pueden competir bien con el resto de las demás especies que se encuentran en el dosel superior.

La aplicación de los criterios de selección permite obtener un buen diferencial de selección en las variables rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación. La ganancia genética dependerá de las heredabilidades que en este momento son desconocidas para estas poblaciones.

La metodología propuesta de control fenológico permitirá conocer las épocas apropiadas para la recolección de semillas y otros datos necesarios para el adelanto de trabajos de mejoramiento genético forestal de las cinco especies seleccionadas en el Bosque Seco Tropical de Chacocente.

6. CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este trabajo, se pueden plantear las siguientes conclusiones:

1. Se evaluó el rango de variación fenotípica para cada una de las variables y especies en estudio.

2. En general se puede observar que todas las especies presentan un número considerable de árboles con fustes bastante rectos; lo que facilita y permite hacer más riguroso el proceso de selección. Un 93 % de los árboles de *Bombacopsis quinata*, mostraron una forma de fuste en las categorías 4, 5 y 6. En las otras especies el porcentaje de árboles en estas categorías varió de 74 % a 84 %.

3. En la variable altura a la primera bifurcación se encontró una mayor variación y el valor mínimo se fijó en 8 m para *Bombacopsis quinata*, 9 m para *Cordia alliodora*, *Albizzia saman* y *Albizzia caribaea*, y en 10 m para *Astronium graveolens*. Estos valores se consideran bastante altos y permite la selección de árboles con buen tamaño de fuste.

4. La mayor variación en la relación de DAP/AC, se presentó en las especies *Albizzia caribaea* y *Cordia alliodora*. En las demás especies se obtuvo menor variación, y una gran abundancia de individuos en las categorías menores.

5. A partir de estos resultados se definieron las variables y valores mínimos para la selección de los árboles plus de *Cordia alliodora*, *Bombacopsis quinata*, *Albizzia saman*, *Astronium graveolens* y *Albizzia caribaea* para las condiciones del Bosque Seco Tropical de Chacocente.

6. Las características que se definieron para la selección de árboles plus, fueron las siguientes: rectitud de fuste, altura a la primera bifurcación, relación DAP/Area de copa, que el árbol se encuentre libre de plagas y enfermedades, y ausente de ramas gruesas en el fuste.

7. La aplicación de estos criterios permitió la selección de 30 árboles fenotípicamente superiores de Cordia alliodora y Astronium graveolens, y de 20 árboles de Bombacopsis quinata, Albizzia saman y Albizzia caribaea.

8. Se obtuvo un buen diferencial de selección en las variables rectitud de fuste y altura a la primera bifurcación. La especie Astronium graveolens presentó un mayor diferencial de selección en la característica rectitud de fuste y Albizzia caribaea en altura a la primera bifurcación.

9. Con base en la revisión de literatura y comprobación de campo, se desarrolló una metodología para el control fenológico de las especies estudiadas.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados y conclusiones del presente trabajo, se proponen las siguientes recomendaciones.

1. Dar seguimiento para seleccionar más árboles plus de las cinco especies estudiadas en el Bosque Seco Tropical de Chacocente, Nicaragua.

2. Recolectar material propagativo de este y otros sitios para establecer ensayos de procedencias y progenies, y posteriormente convertirlos en huertos semilleros.

3. Realizar labores silviculturales, cerca de los árboles seleccionados para permitir un mejor desarrollo de sus copas y favorecer la producción de semillas.

4. Aplicar estos criterios de selección en otras poblaciones para poder mejorar la metodología y consolidarla.

5. Dar seguimiento a las evaluaciones de los árboles seleccionados para el control fenológico.

8. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, O.T. 1990. A strategy for selection, collection, improvement and conservation of important native Nicaragua dry zone multipurpose tree. Copenhagen, Denmark. Royal Veterinary and Agricultural University. 150 p.
- BANCO DE SEMILLAS FORESTALES. 1990. Recolección y procesamiento de semillas forestales en Nicaragua. Departamento de mejoramiento genético, Managua, Nicaragua. Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). 30 p.
- BARQUERO, M.E. 1985. Establecimiento de rodales semilleros de Gmelina arborea Roxb, Hojancha, Guanacaste. Tesis Ing. For. Cartago, Costa Rica, ITCR. 107 p.
- BOSHIER, D. H; MESEN, F. 1987. Disponibilidad de semilla de C. alliodora para pruebas de progenies. Recursos Genéticos Forestales, FAO. Información No. 15. p. 30-35.
- BROWN, C.B.; GODDARD, R.E. 1961. Silvical consideration in the selection of plus phenotypes. Journal of Forestry. (EE.UU.). 59(6): 420-426.
- CAMACHO, P. 1981. Informe general del proyecto de ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Cartago, C. R, ITCR. 287 p.
- CASTAÑEDA, F; CORTEZ, L. 1981. Relación diámetro altura de pecho versus diámetro del tocón de P. oocarpa, Schiede, en Olancho, Honduras. Turrialba (C.R). p. 1-10.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Pochote (B. quinatum) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 172. 45 p.
- COREA, E. 1989. Evaluación de un ensayo de procedencias de P. oocarpa, P. patula ssp. tecunumanii en cuatro sitios de Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C. R, CATIE. 179 p.
- COREA, E. 1991. Selección de árboles Plus. In Cornelius, J.P.; Mesén, J.F.; Corea, E.A.(eds.). Manual sobre MGF con referencia especial a América Central. Turrialba, C. R, CATIE. p. 81-89.

- CORNELIUS, J. 1991. Selección, Heredabilidad y Ganancia Genética. In Cornelius, J.P.; Mesén, J.F.; Corea, E.A. (eds.). Manual sobre MGF con referencia especial a América Central. Turrialba, C. R, CATIE. p. 71-80.
- CHANG, B. 1986. Metodología propuesta y ejemplo correspondiente para el establecimiento en rodales semilleros. Managua, Nic., IRENA. 12 p.
- . 1987. Plan operacional y estrategias del Banco de semillas forestales y mejoramiento genético forestal. Managua, Nic., IRENA-BSF. 14 p.
- . 1988. Raleo por fenotipo estandarizado para el establecimiento del rodal semillero. Managua, Nicaragua. Dirección General de Recursos Naturales y del Ambiente. 24 p.
- CHAPLIN, G.; PONCE, E. 1991. Programa de conservación e investigación en Bombacopsis quinata (Jacq.) en Honduras. Noticiero de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales para América Central. Costa Rica 6: 8-11.
- CHAVEZ, S.E.; CHINCHILLA, O. 1986. Ensayos de aclareo en plantaciones forestales. San José, C. R, DGF/CATIE. 11 p.
- CHTURVEDI, A.N. 1975. Crown width, stem diameter and tree height in sal. Indian Forester 101 (7):396-398p.
- CONSEFORH, 1987. Mejoramiento genético y semillas forestales para américa central. CATIE. 6:8-11.
- DE LAS SALAS, G.; FRANCO, H.M. 1978. Influencia del factor edáfico en el crecimiento inicial del Laurel en las terrazas del Río Mina. Narino, Colombia, CONIF.
- DE LAS SALAS, G. 1980. El Laurel, una especie forestal prometedora para el trópico americano: evidencias en Colombia y Costa Rica,. Turrialba, C. R, CATIE.
- DYSON, W.G.; PATERSON, D.N. 1966. The selection and appraisal of plus trees for the East African Tree Breeding Programme. For Tech. Note No.17.
- ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS FORESTALES. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Hon. ACIDI. 216 p.
- FOURNIER, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba (C.R.). 24(4):422-423.

- ; CHARPANTIER, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Turrialba (C.R.). 25(1):45-48.
- HANN, D. 1976. Relationship of stum of diameter at breast height for seven tree species in Arizona and New México. USDA Forester Service Research Note Int. 212. 16 p.
- HOLDRIDGE, L.; POVEDA, L. 1975. Árboles de Costa Rica. Vol. I. San José, C. R, Centro Científico Tropical. 546 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1981. Árboles de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 106 p.
- . 1984. Estudio base de Chacocente. Managua, Nic. 30 p.
- . 1987. Estudio de Vegetación Río Escalante-Chacocente. managua, Nic. 35 p.
- . 1992a. Árboles forestales útiles para propagación. Managua, Nicaragua. Servicio Forestal Nacional. 262 p.
- . 1992b. Especies para reforestación de Pochote (Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand. IRENA. Nota técnica No 8. Managua, Nicaragua.
- . 1992c. Especies para reforestación de Genízaro (Albizzia saman Jacq) Benth. IRENA. Nota técnica No 12. Managua, Nicaragua.
- KEDHARNAT, S.; MATTEHEUS, J.D. 1979. Improvement of Teak by selection and breeding. Indian Forester (India). 88(4) 277-284.
- KEIDING, H. 1974. Selection of individual trees. In: FAO-DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya p. 165-175.
- LEDIG, F.T. 1974. An analysis of methods for the selection of trees from wild stand. Forest Science (EE.UU.). 20: 2-16.
- MARIN, E. 1990. Estudio agroecológico y su aplicación al desarrollo productivo agropecuario. Región IV, Informe final. Managua, Nic. MAG/DGTA/OSPA. 242 p.
- MERTENS, P. 1983. Criterios de selección de P. radiata D. para árboles y rodales semilleros. Cajamarca, Perú. CICAFOR, INFF y CTB. 27 p.

- MERTENS, P.; CHAVARRY, L.; MEEUS, V. 1987. Criterios de selección para árboles y rodales semilleros de E. globulus. Perú. CICAFOR, INFOR. 25 p.
- MESEN, F. 1983. Revisión Bibliográfica para proyecto mejoramiento de árboles de valor económico para selección de árboles plus de C. alliodora. Apuntes del Curso de MGF. Turrialba, C. R, CATIE. 15 p.
- MESEN, F. 1990. Conservación de la diversidad genética de especies latifoliadas centroamericanas: CAMCORE/CATIE/ USAID. Noticiero de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales para América Central (C.R). 5:15-18 p.
- MESEN, F. 1991. Ensayos de Procedencias en especies forestales: establecimiento, manejo, evaluación y análisis. In Cornelius, J.P.; Mesén, J.F.; Corea, E.A. (eds.). Manual sobre MGF con referencia especial a América Central. Turrialba, C. R, CATIE. p. 25-45.
- MESEN, F.; CORNELIUS, J.; COREA, E. 1991. Programa de conservación y mejoramiento genético de Bombacopsis quinata en Costa Rica. Noticiero de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales para América Central. Costa Rica. 6: 14-18.
- MORAN, B. 1991. Programa de mejoramiento genético de Bombacopsis quinata (Jacq) Dugand en Panamá. Noticiero de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales para América Central. Costa Rica. 6: 19-21.
- PALMERG, C. 1980. Principios y estrategias para el mejor aprovechamiento de los recursos genéticos forestales. In Mejora genética de árboles forestales; informe sobre el curso de Capacitación FAO/DANIDA sobre la mejora genética de árboles forestales, Mérida, Venezuela, 1980. FAO. Montes No 20. p 27-50.
- PATINO, V.V.; VILLAREAL, C.R. 1976. Algunos conceptos del establecimiento de áreas semilleras. In: Ciencia forestal, Vol I, No.2, Jul-Ag., México.
- PATINO, V.M. 1978. Normas generales para la obtención de datos fenológicos. Cespesia (Col.) 7 (25-26, supl. 2): 33-34 p.
- QUIJADA, M. 1980. Selección de árboles forestales. In Mejora genética de árboles forestales; Informe sobre el curso de Capacitación FAO/DANIDA sobre la mejora genética de árboles forestales, Mérida, Venezuela, 1980. FAO. Montes No 20. p 169-179.

- QUIJADA, M. 1988. Variación de progenies de polinización libre de Saquisque (Bombacopsis quinatum) en la reserva forestal de Caparo, Baninas, Venezuela, a los 21 mes de edad. Revista Forestal Venezolana 22(30): 7-20.
- ROBBINS A.M.J. 1980. Fuentes semilleras forestales. Curso sobre Organización y Técnicas de Programas Semilleros, Siguatepeque, Honduras.
- ROCHE, L.R. 1978. Normas para la metodología de la conservación de recursos genéticos forestales. In Estudio piloto de Metodología de la conservación de los recursos genéticos. Roma, 1978. FAO/PNUDA. p 113-120.
- RUDOLF, PAUL O. 1956. Guides for Selecting Superior forest trees and stand in the Lake States. U.S. For. Service. No. 40. 32 p.
- SABOGAL, C. 1989. Inventario del Bosque Seco Tropical en Chacocente, Nicaragua. UNA, CATIE.
- SALAZAR, R.; BOSHIER, D. 1989. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE-ROCAP. Serie Técnica No. 148. 78 p.
- STEAD, J.W. 1980. Commonwealth Forestry Institute Internacional Provenance Trials of Cordia alliodora (Ruiz y Pav) Oken. Eleventh Commonwealth Forestry Conference. England, Commonwealth Forestry Institute. 17 p.
- SWEDFOREST, C. 1986. Evaluación de rodales semilleros; Instrucciones para la toma de datos de campo. Managua, Nicaragua. IRENA/CORFOP/INTECFOR/DANIDA. 40 p.
- SYNNOTT, T.J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, G.b. Tropical Forestry Paper No 14. p 67.
- THIRAKUL, S. 1991. Manual de dendrología del Bosque latifoliado. Siguatepeque, Honduras. CODEHFOR/ESNACIFOR. 485 p.
- TRUCIOS, R.T. 1987. Calendario fenológico de 55 especies. In. Avances de la silvicultura en la Amazonia Peruana. Amazonia. Perú, IND. p. 90-114.
- URBINA, M. 1991. Programa de conservación de Bombacopsis quinata (Jacq.)Dugand en Nicaragua. Noticiero de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales para América Central. Costa Rica. 6:12-13.

- URUEÑA, H. 1991. Seis años de manejo del huerto semillero clonal de Bombacopsis quinata de primera generación. Monterrey Forestal, Colombia. Informe de Investigación Forestal no 14. 5 p.
- VENEGAS, T.L. 1978. Metodología para observaciones fenológicas. Cespedia (Col). 7(25-26, Supl. 2). 25-32 p.
- VILCHEZ, V.; RABENSBECK, L. 1992. Estrategias de conservación y mejoramiento genético forestal de especies latifoliadas nativas y exóticas de bosques secos. Managua, Nicaragua. IRENA/DANIDA. 14 p.
- WEEB, B.D. 1980. Guía y clave para seleccionar en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, G.B., Overseas Development Administration. 275 p.
- WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Árboles del parque Deinninger. San Salvador, El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 338 p.
- WRIGHT, J.W. 1964. Mejoramiento Genético de los árboles forestales. Roma, Italia. FAO. 436 p.
- ZAMORA, N. 1989. Flora Arborescente de Costa Rica. Edición Editorial tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 262 p.
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa, México. 545 p.

9. ANEXOS

Anexo 1A. Formulario empleado en la recolección de información de campo para el estudio de variación fenotípica.

Indicaciones para el uso de formulario de variación fenotípica.

Codigo	Información
Especie	Anote el nombre científico de la especie
N. comun	Anote el nombre común como se conoce en la zona
Fecha	Anote la fecha de medición día/mes/año
No arbol	Anote el número del árbol correspondiente
DAP	Anote el diámetro a la altura del pecho (cm)
DCMY	Anote el diámetro de copa mayor en (m)
DCM	Anote el diámetro de copa menor en (m)
APRIF	Anote la altura de la primera bifurcación en (m)
ATOTAL	Anote la altura total en (m)
RECFUS	Anote la categoría correspondiente de rectitud de fuste.
GR	Anote la categoría correspondiente de grosor de ramas.
AR	Anote la categoría correspondiente de ángulo de ramas.
G.ESPIRAL	Anote la presencia o ausencia de grano espiral
ESFSAN	Anote la presencia o ausencia de plagas o enfermedades del árbol.
Observaciones	Anote las observaciones relevantes del árbol

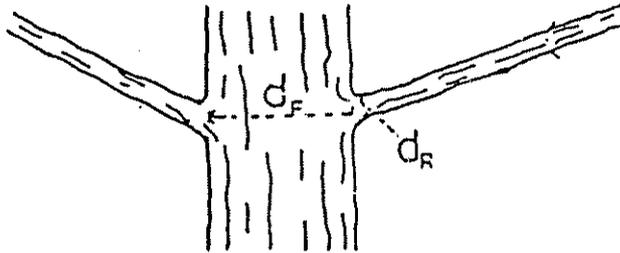
Anexo 2A. Categorías y diagrama de rectitud de fuste.

PUNTAJE	CLASES DE RECTITUD	NO. DE TORCEDURAS	DIAGRAMA
6	Completamente recto	0	
5	Aceptable	1	
4	Regular	1-2	
3	Torcido	3-4	
2	Muy torcido	> 5	
1	Deforme		

Fuente : Swedforest (1986), Chang (1986) y Salazar (1989).

Anexo 3A. Categorías y diagrama de grosor de ramas.

* LA COMPARACION ENTRE EL DIAMETRO DE LA BASE DE LAS TRES PRIMERAS RAMAS VIVA Y DEL TRONCO DONDE SE ENCUENTREN.



PUNTAJE	GROSOR	RELACION Rama/ Dfuste	DIAGRAMA
3	Fina	$< 1/5$	
2	Mediana	$1/5-1/2$	
1	Gruesa	$> 1/2$	

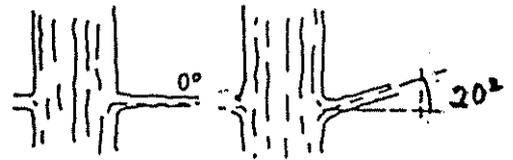
Fuente: Swedforest (1986).

Anexo 5A. Formularios de criterios de selección de arboles plus de las especies en estudio.

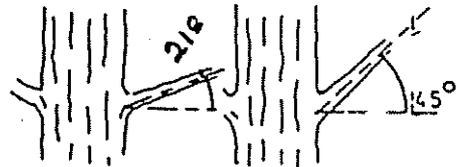
Anexo 4A. Categorías y diagrama de ángulo de ramas.

PUNTAJE	ANGULO	CLASES DE ANGULOS	DIAGRAMAS
---------	--------	-------------------	-----------

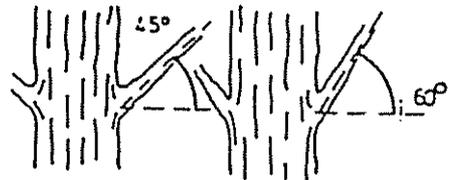
3	0-20°	Rama horizontal y semihorizontal	
---	-------	----------------------------------	--



2	21-45°	Semi-vertical	
---	--------	---------------	--



1	> 45°	Vertical	
---	-------	----------	--



Fuente: Swedforest (1986) y Chang (1986).

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS
 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS DE
 CORDIA ALLIODORA (Laurel)

Número de árbol _____ Fecha _____

Evaluador _____

Institución _____

* Se consideran como árboles plus los que reúnen los siguientes requisitos mínimos :

	SI	NO
1) Presenta una rectitud de fuste igual o mayor que 5. (Ver categorías en Anexo 2A).	_____	_____
2) El árbol posee una altura a la primera bifurcación igual o mayor que 9 metros.	_____	_____
3) La relación de DAP/Área de copa es igual o mayor que 2.8.	_____	_____
4) El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.	_____	_____
5) El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.	_____	_____

*Se considera árbol plus el que tiene en todas las respuestas SI.

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS DE
BOMBACOPSIS QUINATA (Pochote)

Número de árbol _____

Fecha _____

Evalúador _____

Institución _____

* Se consideran como árboles plus los que reúnen los siguientes requisitos mínimos :

	SI	NO
1) Presenta una rectitud de fuste igual o mayor que 5. (Ver categorías en Anexo 2A).	_____	_____
2) El árbol posee una altura a la primera bifurcación igual o mayor que 8 metros.	_____	_____
3) La relación de DAP/Área de copa es igual o mayor que 4.4.	_____	_____
4) El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.	_____	_____
5) El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.	_____	_____

*Se considera árbol plus el que tiene en todas las respuestas SI.

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS DE
ALBIZZIA SAMAN (Genízaro)

Número de árbol _____ Fecha _____

Evaluator _____

Institución _____

* Se consideran como árboles plus los que reúnen los siguientes requisitos mínimos :

	SI	NO
1) Presenta una rectitud de fuste igual o mayor que 4. (Ver categorías en el Anexo 2A).	_____	_____
2) El árbol posee una altura a la primera bifurcación igual o mayor que 9 metros.	_____	_____
3) La relación de DAP/Área de copa es igual o mayor que 2.	_____	_____
4) El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.	_____	_____
5) El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.	_____	_____

*Se considera árbol plus el que tiene en todas las respuestas SI.

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS DE
ASTRONIUM GRAVEOLENS (Carbón)

Número de árbol _____ Fecha _____

Evaluable _____

Institución _____

* Se consideran como árboles plus los que reúnen los siguientes requisitos mínimos :

	SI	NO
1) Presenta una rectitud de fuste igual o mayor que 5. (Ver categorías en Anexo 2A).	_____	_____
2) El árbol posee una altura a la primera bifurcación igual o mayor que 10 metros.	_____	_____
3) La relación de DAP/Area de copa es igual o mayor que 3.	_____	_____
4) El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.	_____	_____
5) El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.	_____	_____

*Se considera árbol plus el que tiene en todas las respuestas SI.

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS
 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS DE
 ALBIZZIA CARIBAEA (Guanacaste blanco)

Número de árbol _____ Fecha _____

Evaluador _____

Institución _____

* Se consideran como árboles plus los que reúnen los siguientes requisitos mínimos :

	SI	NO
1) Presenta una rectitud de fuste igual o mayor que 5. (Ver categorías en Anexo 2A).	_____	_____
2) El árbol posee una altura de primera bifurcación igual o mayor que 9 metros.	_____	_____
3) La relación de DAP/Área de copa es igual o mayor que 1.6.	_____	_____
4) El árbol se encuentra libre de plagas y enfermedades.	_____	_____
5) El árbol se encuentra libre de ramas gruesas en el fuste.	_____	_____

*Se considera árbol plus el que tiene en todas las respuestas SI.

Anexo 6A. Formulario empleado en la recolección de información de campo para las características descriptivas de los árboles plus.

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS

FORMULARIO DE CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE ARBOLES PLUS

Número de árbol _____ Fecha de evaluación _____

Especie _____ Nombre común _____

UBICACION:

Departamento _____ Municipio _____

Latitud _____ Longitud _____

Elevación _____ (msnm)

Ubicación del árbol: _____

Dibuje el croquis atrás de la página para la ubicación del árbol plus, con puntos de referencia conocidos.

DESCRIPCION DEL ARBOL PLUS:

Altura total _____(m)

Altura a la primera bifurcación _____(m)

DAP _____(cm)

Rectitud de fuste * : _____

Diámetro de copa: mayor _____(m) menor _____(m)

Forma de la copa * : _____

Presencia de ramas en el fuste: sin ramas / pocas / muchas

Grosor de ramas en el fuste * : _____

Angulo de ramas en el fuste * : _____

Presencia de espinas: ausente / escasa / normal / abundante

Grano espiral: ausente / presente

*(Ver categorías en Anexos 2A, 3A, 4A y 7A)

DESCRIPCION DEL ARBOL EN LA ASOCIACION:

Posición sociológica: dominante/codominante/intermedio

El árbol se encuentra: solo / rodal natural

OBSERVACIONES:

FENOLOGIA:(Ver categorías en Anexo 18A)

Floración _____

Fructificación _____

Defoliación _____

Diseminación _____

OBSERVACIONES:

CARACTERISTICAS DEL SITIO:

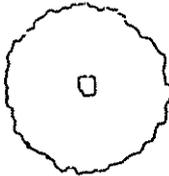
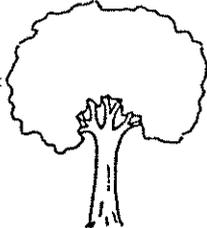
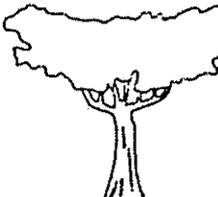
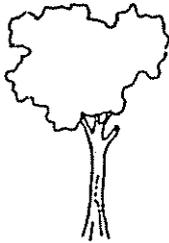
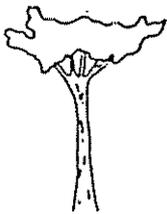
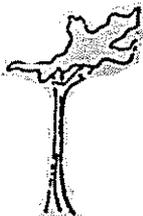
Microrelieve: plano / ondulado / colinado

Drenaje: bueno / regular / deficiente

OBSERVACIONES:

OBSERVACIONES GENERALES:

Anexo 7A. Categorías y diagrama de forma de copas.

PUNTAJE	FORMA DE COPA	DIAGRAMAS		
4	PERFECTA Círculo completo (densa, simétrica, desarrollada sin perturbaciones)			
3	BUENA Círculo irregular (más o menos simétrica, algunas ramas muertas, desarrollada en compe- tencia con otros árboles)			
2	TOLERABLE Medio círculo (asimétrica, tenue, puede mejorarse si recibe más luz).			
1	POBRE Menos de medio círculo (muy asimétrica, pocas ramas vivas, pueden sobrevivir).			

Fuente: Synnott (1979)

Anexo 8A. Mapa de ubicación y selección de árboles plus y fenología en la Reserva Biológica de Chacocente.

Anexo 9A. Distribución de frecuencias para características de ramificación en el estudio de variación fenotípica de cinco especies.

Especies	* Características cualitativas					
	GR (%) (categorías)			AR (%) (categorías)		
	1	2	3	1	2	3
<i>C. alliodora</i>	12	34	54	48	35	17
<i>B. quinata</i>	18	49	33	43	32	25
<i>A. saman</i>	43	46	11	71	18	11
<i>A. graveolens</i>	25	58	17	53	34	13
<i>A. caribaea</i>	31	61	8	76	22	2

* Ver Anexos 3A y 4A.

Anexo 10A. Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de *C. alliodora*.

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	DST	CV
DAP	20.0	51.7	27.3	6.4	23.4
DCMY	5.4	15.4	9.0	1.9	21.3
DCM	4.4	14.4	7.7	1.7	21.7
APRIF	1.6	12.5	6.8	2.2	33.0
ATOTAL	8.6	19.4	13.2	2.0	15.6
RECFUS	1	6	4.2	0.9	23.4
DAP/AC	2.4	12.9	5.3	1.8	34.0

Anexo 11A. Valores de correlación entre cinco variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de cinco especies.

	Variables				
	DAP	DCMY	DCM	APRIF	RECFUS
<u>C. alliodora</u>					
APRIF	0.23 (0.0009)	0.16 (0.02)	0.10 (0.1)		
RECFUS	-0.03 (0.5)	0.01 (0.8)	0.06 (0.3)	-0.08 (0.2)	
DAP/AC	-0.10 (0.1)	-0.73 (0.0001)	-0.76 (0.0001)	-0.01 (0.8)	-0.10 (0.1)
<u>B. quinata</u>					
APRIF	0.26 (0.04)	0.09 (0.5)	0.08 (0.5)		
RECFUS	-0.01 (0.8)	-0.03 (0.8)	0.07 (0.5)	-0.16 (0.2)	
DAP/AC	-0.19 (0.1)	-0.54 (0.0001)	-0.59 (0.0001)	0.03 (0.8)	-0.02 (0.8)
<u>A. saman</u>					
APRIF	-0.25 (0.001)	-0.30 (0.0002)	-0.29 (0.0003)		
RECFUS	0.29 (0.0003)	0.30 (0.0001)	0.36 (0.0001)	-0.35 (0.0001)	
DAP/AC	-0.29 (0.0003)	-0.53 (0.0001)	-0.55 (0.0001)	0.22 (0.004)	0.29 (0.0002)
<u>A. graveolens</u>					
APRIF	0.006 (0.9)	-0.06 (0.4)	-0.04 (0.5)		
RECFUS	0.24 (0.0004)	0.23 (0.001)	0.24 (0.0005)	-0.19 (0.005)	
DAP/AC	-0.33 (0.0001)	-0.70 (0.0001)	-0.70 (0.0001)	0.13 (0.05)	-0.11 (0.1)
<u>A. caribaea</u>					
APRIF	0.23 (0.004)	0.14 (0.08)	0.15 (0.06)		
RECFUS	0.17 (0.04)	0.25 (0.001)	0.23 (0.004)	-0.16 (0.05)	
DAP/AC	-0.50 (0.0001)	-0.75 (0.0001)	-0.80 (0.0001)	-0.01 (0.8)	-0.35 (0.0001)

La numeración que se encuentra entre paréntesis son los niveles de significancia encontrados en las correlaciones.

Anexo 12A. Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de B. quinata.

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	DST	CV
DAP	22.4	177.6	49.4	25.5	51.7
DCMY	4.5	24	12.4	3.6	29.1
DCM	3	21	10.4	3.6	34.3
APRIF	1.7	12	5.9	2.4	40.9
ATOTAL	8.5	25	14	3	21.9
RECFUS	1	6	4.7	0.9	20.0
DAP/AC	2.6	20.6	5.1	2.5	49.1

Anexo 13A. Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de A. saman.

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	DST	CV
DAP	20.7	200.5	85.1	44.7	52.6
DCMY	5.8	49.2	25.8	10.5	40.7
DCM	3.4	44.7	21	8.8	41.8
APRIF	1.8	12.8	6.6	2.6	38.9
ATOTAL	12.5	27	21.2	3.9	18.6
RECFUS	1	6	4.2	1.0	25.0
DAP/AC	0.82	23.7	2.4	2.3	93.1

Anexo 14A. Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de A. graveolens.

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	STD	CV
DAP	16.7	95	35.1	12.8	36.6
DCMY	4	21.6	10.9	3.7	34
DCM	3	20.8	9	3.3	37.2
APRIF	2	15.5	8.8	2.2	25.3
ATOTAL	9	26	17.2	3.1	18.3
RECFUS	2	6	4.2	0.9	22.0
DAP/AC	0.926	30.6	5.4	3.5	63.9

Anexo 15A. Valores estadísticos de siete variables evaluadas en el estudio de variación fenotípica de *A. caribaea*.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	STD	CV
DAP	20	124.1	49.5	22.3	45
DCMY	8.7	35.3	18	6.2	34.9
DCM	5.4	32	15.1	5.5	36.6
APRIF	1.8	13	6.1	2.3	38.1
ATOTAL	11.5	25.3	18.3	3.7	20.3
RECFUS	1	6	4.6	1.0	22.7
DAP/AC	1.1	6.2	2.5	0.988	39.1

Anexo 16A. Promedios de variables cuantitativas de árboles plus de cinco especies.

Especies	Variables cuantitativas			
	ATOTAL (m)	DAP (cm)	DCMY (m)	DCM (m)
<i>C. alliodora</i>	15.7	33.5	10.6	9.1
<i>B. quinata</i>	16	49.6	11.9	10
<i>A. saman</i>	20.5	70.2	19.5	17.5
<i>A. graveolens</i>	21.2	47.6	12.3	10.5
<i>A. caribaea</i>	21.1	63.4	19.4	16.9

Anexo 17A. Distribución de frecuencias de variables cualitativas de árboles plus de cinco especies.

Especies	* Variables cualitativas																		
	Rectitud fuste (%)			Forma copa (%)				Grosor ramas (%)			angulo ramas (%)			Pres. ramas (%)			Posi. sociol. (%)		
	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	SR	P	M	D	CD	I
<u>C. alliodora</u>	0	67	33	0	3	30	67	13	64	23	37	40	23	26	74	0	67	33	0
<u>B. quinata</u>	0	55	45	0	0	40	60	25	65	10	25	40	35	35	60	5	95	5	0
<u>A. saman</u>	25	25	50	0	10	30	60	65	35	0	40	55	5	70	30	0	95	5	0
<u>A. graveolens</u>	0	43	57	0	23	23	54	37	60	3	40	47	13	90	10	0	93	7	0
<u>A. caribaea</u>	0	25	75	0	10	20	70	60	40	0	70	30	0	90	10	0	100	0	0

* Ver Anexos 2A, 3A, 4A y 7A.

Anexo 18A. Formulario de control fenológico

RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE-RIVAS
 FORMULARIO DE REGISTROS FENOLOGICOS
 (OBSERVACIONES DE CAMPO)

Fecha de evaluación _____

Especie _____ Nombre común _____

Departamento _____ Municipio _____

UBICACION: No Parcela _____ No cuadrado _____

Otro punto de referencia:

No ARBOL	* F E N O M E N O O B S E R V A D O												
	FLORACION			FRUCTIFICACION			DEFOLIACION				DISEMINACION		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
1													
2													
3													
4													
5													

* Ver categorías al dorso del formulario.

Fuente: Fournier (1974), Venegas (1978) y Trucios (1987)

Cualidad	Puntaje	Fenómeno observado
Floración	1	Aparición de botones florales
	2	Floración avanzada, árbol totalmente floreado
	3	Floración por terminar o terminada
Fructificación	1	Frutos nuevos apareciendo
	2	Frutos maduros presentes
	3	Frutos maduros cayendo o diseminación de semillas
Defoliación	1	Arbol con pocas hojas o defoliado
	2	Hojas nuevas apareciendo
	3	Mayoría con hojas nuevas o totalmente con hojas nuevas
	4	Copa completamente con hojas viejas
Diseminación	1	Primeros frutos abiertos
	2	Plena diseminación
	3	fin de la diseminación

OBSERVACIONES:

Anexo 19A. Elaboración de Propuesta para el registro de control fenológico.

PROPUESTA PARA EL REGISTRO DE CONTROL FENOLOGICO.

La propuesta para el registro y evaluación de los datos fenológicos, se elaboró combinando varias metodologías que se han utilizado para este tipo de estudio en bosques naturales (Fournier, 1974; Fournier y Charpantier, 1975; Venegas, 1978; Trucios, 1987).

La propuesta busca principalmente conocer las épocas apropiadas para la recolección de semillas y otros datos necesarios para el adelanto de trabajos de mejoramiento genético forestal de los árboles.

1. Fenómenos a observar

Floración:

Se registra el estado en que se encuentran las flores en el momento de la observación; el fenómeno se divide en tres partes:

- a) Aparición de botones florales
- b) Floración avanzada, árbol totalmente floreado
- c) Floración por terminar o terminada

La importancia de la observación de este fenómeno radica en que solo a partir de la apertura de la flor, esta puede ser fecundada y por tanto es importante conocer las posibilidades de cruzamiento con otros árboles.

Fructificación:

Su registro se evalúa a partir del momento en que el fruto se haga visible. Se divide este fenómeno en tres partes.

- a) Frutos nuevos apareciendo
- b) Frutos maduros presentes
- c) Frutos maduros cayendo o diseminación de semillas

Los conocimientos sobre este fenómeno indicaran el lapso en el cual se extiende el periodo de fructificación y especialmente el tiempo más adecuado para la recolección de semillas.

Defoliación:

Este fenómeno debe registrarse a partir del momento en que se inicie la defoliación, continuándose su observación hasta su terminación: Se divide este fenómeno en cuatro partes:

- a) Arbol con pocas hojas o defoliado
- b) Hojas nuevas apareciendo
- c) Mayoría con hojas nuevas o totalmente con hojas nuevas.
- d) Copa completamente con hojas viejas

Diseminación:

Este fenómeno se registrará desde el momento que se observan los primeros frutos hasta que termine el proceso de diseminación. Este fenómeno se divide en tres partes:

- a) Primeros frutos
- b) Plena diseminación
- c) Fin de la diseminación

La importancia de conocer la duración de los fenómenos defoliación y diseminación radica en determinar el lapso de hacer recolecciones de semillas y obtener material propagativo.

2. Evaluación de los fenómenos

Cada fenómeno antes mencionado se evalúa individualmente para cada árbol, en una escala que varía de 1 a 4.

Para evaluar el estudio de control fenológico, los árboles deben de tener las siguientes características:

1. Los árboles deberán ser adultos, capaces de florecer y fructificar.
2. Los árboles deben presentar un aspecto sano y desarrollo vigoroso, dentro de la especie.
3. Los árboles deben de estar alejados unos de otros, de modo que sean representativos de la variación fenotípica, de la especie en el área de estudio.

3. Tamaño de la muestra

De acuerdo a los estudios realizados, para observaciones fenológicas se determinó en escoger una muestra de cinco a diez árboles por cada especie.

4. Registros y frecuencia de las observaciones

Una vez elegidos los árboles se procede a marcarlos y numerarlos, de modo que sean fácilmente identificables.

Las observaciones en cada especie deben de realizarse cada 15 días, registrándose únicamente los fenómenos que estén ocurriendo en el árbol seleccionado en el momento de su evaluación.

Posteriormente los árboles seleccionados, se ubican en un mapa.