

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

**DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES
COORDINACION DE POSTGRADO**

**EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE *Mimosa scabrella* Benth.
(Bracatinga), EN DOS MUNICIPIOS DE LA REGION CENTRAL
DE VERACRUZ, MEXICO**

TESIS



**PRESENTADA COMO REQUISITO DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
PARACIAL OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

POR

FCO. ALBERTO DOMINGUEZ ALVAREZ

Dx84256
-145186

CHAPINGO, MEXICO 1996.



Esta tesis fue realizada por FCO. ALBERTO DOMINGUEZ ALVAREZ bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN

CIENCIAS FORESTALES

CONSEJO PARTICULAR

PRESIDENTE:


A.28972

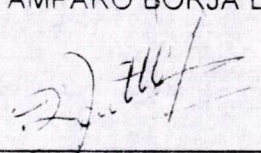
DR. HUGO RAMIREZ MALDONADO

ASESOR:



DRA. AMPARO BORJA DE LA ROSA

ASESOR:



M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México

1996

El Jurado del Exámen de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales
estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



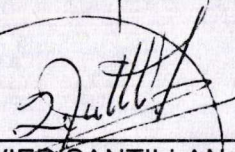
DR. HUGO RAMIREZ MALDONADO

ASESOR:



DRA. AMPARO BORJA DE LA ROSA

ASESOR:



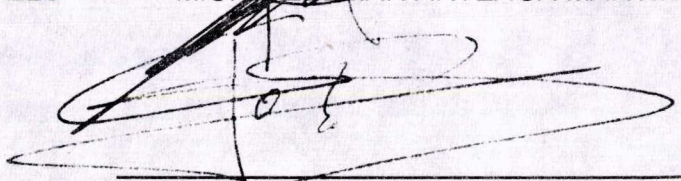
M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

REP. COORDINACION DE POSTGRADO
DE LA DIV. DE CIENCIAS FORESTALES



M.C. BELLEMAR ARTEAGA MARTINEZ

REP. COORDINACION GENERAL
DE POSTGRADO



M.C. JORGE A. TORRES PEREZ

División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México
1996

AGRADECIMIENTOS

Es altamente gratificante reconocer a todas aquellas voluntades que contribuyeron a alcanzar esta meta. En primera instancia al Pueblo de México, que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, financió parte de mis estudios de postgrado.

A la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo por haberme brindado nuevamente una oportunidad más para ampliar mi perspectiva acerca de los recursos forestales de mi país.

Al Centro de Genética Forestal, A. C. de manera muy especial al M.C. Antonio Plancarte Barrera, quien apoyó incondicionalmente este proyecto y la conclusión de mis estudios.

Al Dr. Heriberto Roman Ponce, por su decidido y constante apoyo para alcanzar este objetivo.

Al Ing. Rolando Cessa Crivelli, propietario del predio donde se realizaron la mayor parte de los ensayos que comprende este trabajo en "El Olvido", Municipio de Zentla, Veracruz, por su decidido apoyo en el establecimiento y manejo de los experimentos. Sin su voluntad, este trabajo difícilmente se habría realizado. Gracias por distinguirme con su invaluable amistad.

Al Antrop. Fernando Melo Farrera, por su apoyo decidido para que este proyecto fuera concluido y por su interés en la introducción de bracatinga en los cafetales de Oaxaca.

A los Ings. Oscar Serrano, Ramón López O. y Miguel A. Romero S. por su valioso apoyo en la captura, procesamiento y edición de varios borradores de este trabajo. Gracias a su valiosa colaboración este trabajo fue concluido.

A la Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias, que amablemente me proporcionó la mayor parte de la información empleada en este trabajo, así como germoplasma de bracatinga para los ensayos.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Turrialba, Costa Rica, especialmente al Dr. Gerardo Budowski, por la información y el germoplasma que nos facilitó para la realización de este trabajo.

Agradezco muy especialmente a los miembros del comité, específicamente al Dr. Hugo Ramirez Maldonado por su valiosa dirección y por sus atinadas sugerencias.

Al compañero y amigo Lucio Masa Rosado, por su valioso trabajo de edición de las versiones finales.

A todos aquellos que de una manera u otra me apoyaron o me bloquearon, pero que gracias a ello logre llegar a la meta. A todos, la seguridad de mi eterna gratitud.

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a la persona que fue ejemplo de una vida de lucha ferrea y constante... De una voluntad inquebrantable... Al amigo que lo dió todo de sí para los demás... Al hombre cabal que aún en su ausencia sigue siendo un ejemplo a seguir:
mi padre.

SR. LEOPOLDO DOMINGUEZ BERMUDEZ
In memoriam

Para **Talisia** y **Paco**, porque son la renovación de la esperanza y lo mejor que me ha sucedido en la vida.

INDICE GENERAL

	Pág
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
SUMMARY	XIII
 1. INTRODUCCION	 1
1.1. OBJETIVOS	1
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	1
 2. ANTECEDENTES	 2
2.1. DESCRIPCION Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DE <i>Mimosa</i> <i>scabrella</i> BENTH.	 2
2.1.1. DESCRIPCION BOTANICA	2
2.1.2. DISTRIBUCION NATURAL	2
2.1.3. FENOLOGIA	2
2.1.4. ASPECTOS ECOLOGICOS	3
2.1.4.1. CLIMA	3
2.1.4.2. SUELOS	3
2.1.4.3. VEGETACION ASOCIADA	3
2.1.4.4. FACTORES LIMITANTES	3
2.2. PROPIEDADES TECNOLOGICAS Y USOS DE LA MADERA DE <i>Mimosa scabrella</i> BENTH.	 3
2.2.1. LEÑA Y CARBON	3
2.2.2. PRODUCCION DE CELULOSA	6
2.2.3. ASERRIO	7
2.2.4. SOMBRA PARA CULTIVOS AGRICOLAS	8
2.2.5. FORRAJE	8
2.2.6. MEJORAMIENTO DE SUELOS	9
2.2.6.1. APORTE DE HOJARASCA	9
2.2.6.2. CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN EL SUELO	9
2.2.6.3. ANALISIS FOLIARES Y APORTE DE NUTRIMENTOS	9

2.3 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES	10
2.3.1. PRODUCCION DE SEMILLA	10
2.3.2. PRODUCCION DE LA PLANTA	10
2.3.3. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES	11
2.3.4. CRECIMIENTO EN POBLACIONES NATURALES	11
2.3.5. CRECIMIENTO EN PLANTACIONES	12
2.3.6. PREDICCION DEL VOLUMEN DE ARBOLES INDIVIDUALES	15
2.3.7. TURNO	16
2.3.8. PRODUCCION Y RENDIMIENTO	16
2.3.9. TRATAMIENTOS SILVICOLAS	17
2.3.10. ASPECTOS FITOSANITARIOS	18
 2.4. ESTUDIOS PRELIMINARES DE ADAPTACION Y CRECIMIENTO DE <i>Mimosa scabrella</i> BENTH. EN LA REGION CENTRAL DE VERACRUZ, MEX.	 20
2.4.1. ENSAYO EXPERIMENTAL EN TEPATLAXCO, VER.	20
2.4.1.1. METODOLOGIA	20
2.4.1.2. RESULTADOS	21
2.4.2. ENSAYO EXPERIMENTAL EN ZENTLA, VER.	22
2.4.2.1. METODOLOGIA	22
2.4.2.2. RESULTADOS	23
 2.5. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE <i>Gmelina arborea</i> ROXB., Y <i>Pinus caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> BARR. Y GOLF.	 24
 3. MATERIALES Y METODOS	 31
3.1. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO	31
3.1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	31
3.1.2. CLIMA	31
3.1.3. TOPOGRAFIA	33
3.1.4. GEOLOGIA	33
3.1.5. HIDROLOGIA	34
3.1.6. SUELOS	34
3.1.7. VEGETACION	35
 3.2. ENSAYO DE COMPETENCIA-PROCEDENCIA DE <i>Mimosa scabrella</i> BENTH., EN ZENTLA VERACRUZ, MEX.	 37
3.2.1. MARCO TEORICO DE LA PARCELA HEXAGONAL	37
3.2.2. METODOLOGIA	42
3.2.3. RESULTADOS	46

3.3. MODELO PRELIMINAR DE CRECIMIENTO PARA <i>Mimosa scabrella</i> BENTH. Y <i>Gmelina arborea</i> ROXB. Y ANALISIS COMPARATIVO CON <i>Pinus caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> BARR. Y GOLF.	52
3.3.1. METODOLOGIA	53
3.3.2. RESULTADOS	56
3.3.3. ANALISIS COMPARATIVO DEL CRECIMIENTO E INCREMENTO DE <i>M. scabrella</i> BENTH., <i>Gmelina arborea</i> ROXB. Y <i>Pinus caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> BARR. Y GOLF.	59
3.3.4. DISCUSION	65
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
4.1. CONCLUSIONES	65
4.2. RECOMENDACIONES	66
5. LITERATURA CITADA	68
6. ANEXOS	74

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	pág.
1. DENSIDAD BASICA DE LA MADERA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth., EN BRASIL.	4
2. ANALISIS QUIMICO DE LA MADERA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	4
3. PROPIEDADES QUIMICAS DEL CARBON OBTENIDO DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	4
4. CARACTERIZACION DE LA MADERA DE BRACATINGA (DOS TIPOS Y LA VARIEDAD <i>aspericarpa</i> PARA COMBUSTION DIRECTA EN BRASIL.	5
5. CARACTERIZACION DE LA MADERA DE BRACATINGA (ROJA Y BLANCA Y <i>M. scabrella</i> VAR. <i>aspericarpa</i>) EN EL PROCESO DE CARBONIZACION.	5
6. DIMENSIONES MEDIAS DE LAS FIBRAS DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	6
7. COMPOSICION QUIMICA DE LA MADERA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	7
8. RENDIMIENTO, VALORES DE DESECHO Y NUMERO DE PERMANGANATO PARA LA CELULOSA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	7
9. PROPIEDADES PROTEINICAS DEL FOLLAJE DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	8
10. RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR PARA <i>Mimosa scabrella</i> Benth., COMO SOMBRA EN CAFETALES EN SAN RAMON COSTA RICA.	9
11. NUTRIMENTOS (KG/HA) APORTADOS POR <i>Mimosa scabrella</i> Benth., DE 1.5 A 2.5 AÑOS COMO SOMBRA DE CAFETALES EN SAN RAMON, COSTA RICA.	10
12. COMPOSICION DENDROMETRICA DE UN BRACATINGAL NATIVO.	12

13. PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN PARA <i>Mimosa scabrella</i> Benth., EN BRASIL.	13
14. CRECIMIENTO DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth., EN ALGUNOS SITIOS DE COSTA RICA.	14
15. RENDIMIENTOS ESPERADOS EN PESO SECO Y VOLUMEN POR ARBOL Y POR HECTAREA PARA <i>Mimosa scabrella</i> Benth., BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO, EN AMERICA CENTRAL.	17
16. PRINCIPALES PLAGAS QUE AFECTAN A <i>Mimosa scabrella</i> Benth., EN SU SU AREA DE DISTRIBUCION NATURAL.	19
17. PROMEDIO DE ALTURA Y DIAMETRO A LOS 14 MESES DE EDAD DE UNA PLANTACION DE OBSERVACION DE <i>M. scabrella</i> Benth.,	21
18. INCREMENTO MEDIO MENSUAL EN ALTURA PARA <i>Mimosa scabrella</i> Benth., A LA EDAD DE 14 MESES EN LOS 4 TRATAMIENTOS ENSAYADOS.	21
19. PROMEDIO DE ALTURA Y DIAMETRO A LOS 14 MESES DE EDAD DE LA PLANTACION DE <i>M. scabrella</i> Benth.	21
20. CRECIMIENTO DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth., A LA EDAD DE 21 MESES DENTRO DE UN CAFETAL EN TEPETLAXCO, VER.	22
21. RESULTADOS DE CRECIMIENTO EN AL TURA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth., A LA EDAD DE 13 MESES EN EL RANCHO PETRILLI, ZENTLA, VER.	23
22. CRECIMIENTO E INCREMENTO DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth., PROCEDENTE DE SANTA CATARINA BRASIL A LA EDAD DE 2.6 AÑOS EN ZENTLA, VER.	23
23. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE <i>Gmelina arborea</i> Roxb., EN DIVERSOS TIPOS DE PARCELA EN EL C.E."EL TORMENTO", ESCARCEGA, CAMP.	25
24. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE <i>G. arborea</i> Roxb., A LOS 9 AÑOS DE EDAD.	26

25. INCREMENTO MEDIO EN ALTURA, DIAMETRO Y VOLUMEN DE <i>G. arborea</i> Roxb., DE 7 AÑOS 11 MESES DE EDAD, EN EL C. E. "EL TORMENTO", ESCARCEGA, CAMP.	26
26. CRECIMIENTO EN ALTURA, DIAMETRO Y VOLUMEN DE <i>G. arborea</i> Roxb., EN ALGUNAS LOCALIDADES DE MEXICO.	26
27. INFORMACION DE CRECIMIENTO DE <i>G. arborea</i> Roxb., EN ALGUNOS PAISES DE AFRICA Y ASIA.	56
28. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE <i>Pinus caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> Barr. Y Golf., PROCEDENTE DE GUATEMALA, DE 5 AÑOS DE EDAD, EN BENITO JUAREZ, TUXTEPEC, OAXACA.	27
29. RESULTADOS DE CRECIMIENTO E INCREMENTO PARA 4 ESPECIES DE PINO DE 4 PROCEDENCIAS DE 7 AÑOS DE EDAD EN BENITO JUAREZ, TUXTEPEC, OAXACA.	28
30. TASAS DE CRECIMIENTO PARA <i>Pinus caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> Barr. Y Golf., CUANDO EL INCREMENTO MEDIO ANUAL CULMINA EN "LA SABANA", OAX.	28
31. CRECIMIENTO EN DIAMETRO Y ALTURA PARA <i>P. caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> Barr. Y Golf., EN PLANTACIONES DE AMERICA Y ASIA.	29
32. CRECIMIENTO EN VOLUMEN PARA <i>P. caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> Barr. Y Golf., EN PLANTACIONES DE AMERICA, AFRICA Y ASIA.	30
33. MARCO GEOGRAFICO DE LOS MUNICIPIOS DE TEPATLAXCO Y ZENTLA, VERACRUZ.	31
34. COMPARACION DE 3 TIPOS DE PARCELA EXPERIMENTAL, EJEMPLIFICANDO UN ESPACIAMIENTO COMUN DE 3 X 3 M.	42
35. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCEDENCIA-COMPETENCIA DE <i>M. scabrella</i> Benth., A LA EDAD DE 3 MESES, EN ZENTLA, VER.	47

36. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES ALTURA Y DIAMETRO. PARA <i>M. scabrella</i> Benth., A LA EDAD DE 2 AÑOS EN "EL OLVIDO" , ZENTLA, VER.	48
37. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY A NIVEL DE PROCEDENCIA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	49
38. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY A NIVEL DE ESPACIAMIENTO DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	50
39. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO DE <i>M. scabrella</i> Benth., DE 2 AÑOS DE EDAD EN ZENTLA, VERACRUZ, MEXICO.	52
40. EVALUACIONES REALIZADAS EN LA PLANTACION DE <i>M. scabrella</i> Benth., DE "EL OLVIDO", ZENTLA, VERACRUZ.	53
41. PARAMETROS DASOMETRICOS DE LA PLANTACION DE <i>M. scabrella</i> Benth., EN 3 EDADES, EN "EL OLVIDO", ZENTLA, VERACRUZ.	53
42. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE <i>M. scabrella</i> Benth., DE 3.6 AÑOS DE EDAD PLANTADA EN UN CAFETAL EN ZENTLA, VER.	54
43. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE <i>Gmelina arborea</i> Roxb., EN DOS BLOQUES DE OBSERVACION EN EL C.E. "EL PALMAR", VER.	54
44. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ENSAYOS DE PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO DE <i>M. scabrella</i> Benth., EN ZENTLA, VERACRUZ, MEXICO.	59
45. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRECIMIENTO PARA <i>Gmelina arborea</i> Roxb., EN MEXICO.	59
46. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE <i>P. caribaea</i> VAR. <i>hondurensis</i> Barr. Y Golf., EN MEXICO.	60

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	Pág.
1. LOCALIZACION DE LAS AREAS DE ESTUDIO.	32
2. FORMA DE CRECIMIENTO HEXAGONAL TEORICA.	40
3. HEXAGONO REGULAR FORMADO POR 6 TRIANGULOS EQUILATEROS CON ANGULOS DE 60 POR VERTICE.	40
4. ESPACIOS DE CRECIMIENTO HEXAGONAL TEORICO COMPLETAMENTE OCUPADO.	41
5. PARCELA HEXAGONAL PARA ESPACIAMIENTOS DE 3 X 3 M.	41
6. PARCELA EXPERIMENTAL RECTANGULAR PARA ESPACIAMIENTOS DE 3 X 3 M.	43
7. PARCELA EXPERIMENTAL CUADRADA PARA ESPACIAMIENTOS DE 3 x 3 M.	43
8. DISTRIBUCION EN CAMPO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE AL AZAR EN ARREGLO FACTORIAL 2 (PROCEDENCIAS) X 3 (ESPACIAMIENTOS) X 4 (REPETICIONES).	45
9. ESTRUCTURA EN DIAMETRO Y ALTURA DE <i>Mimosa scabrella</i> Benth., A LA EDAD DE 8, 18 Y 43 MESES EN EL MUNICIPIO DE ZENTLA, VER.	55
10. COMPARACION DE CRECIMIENTO EN DIAMETRO ENTRE <i>M.</i> <i>scabrella</i> Benth. Y <i>G. arborea</i> Roxb.	57
11. COMPARACION DE CRECIMIENTO EN ALTURA ENTRE <i>M.</i> <i>scabrella</i> Benth. y <i>Garborea</i> Roxb.	58
12. RESULTADOS DE INCREMENTO EN ENSAYOS DE PROCEDENCIAS-ESPACIAMIENTO DE <i>M. scabrella</i> Benth., ZENTLA, VER., MEX.	61

13. RESULTADOS DE INCREMENTO EN ENSAYOS DE PROCEDENCIAS-ESPACIAMIENTO DE <i>G. arborea</i> Roxb., EN MEXIICO.	62
14. RESULTADOS DE INCREMENTO EN ENSAYOS DE PROCEDENCIAS-ESPACIAMIENTO DE <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. y Golf.	63
15. COMPARACION DE LOS MEJORES INCREMENTOS DE <i>M. scabrella</i> Benth., <i>G. arborea</i> Roxb., y <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. y Golf.	64

**"Un hombre va al saber como a la guerra: bien despierto,
con miedo, con respeto y con absoluta confianza.
Ir en cualquier otra forma al saber o a la guerra
es un error, y quien lo cometa vivirá
para lamentar sus pasos."**

LAS ENSEÑANZAS DE DON JUAN

CARLOS CASTANEDA, 1974

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proporcionar las bases técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones comerciales de alto rendimiento y turnos cortos, así como sistemas agroforestales de producción múltiple con *Mimosa scabrella* Benth. en la región central de Veracruz, México. La madera de esta especie se usa principalmente como materia prima para papel, tableros aglomerados, carbón de alto rendimiento, leña combustible de alto poder calorífico y aserrío. Los usos tradicionales del árbol son: forraje, cortinas rompevientos y cercos vivos. También son importantes sus aportes al mejoramiento del suelo por la fijación de nitrógeno, el control de la maleza y la aportación de materia orgánica; además es una especie melífera.

La especie prospera en clima templado subhúmedo con temperatura media anual de 18 a 22 °C. La precipitación media anual debe ser superior a los 1600 mm. Los suelos recomendados son: areno-arcillosos bien drenados, pobres en macro y micronutrientes y no deben estar compactados. El rango altitudinal donde puede prosperar esta especie varía de 500 a 1800 msnm y la vegetación asociada es el bosque mesófilo de montaña.

Se puede asociar en sistemas agroforestales a café (sombra, aporte de materia orgánica, fijación de nitrógeno y control de maleza), maíz y frijol (fijación de nitrógeno), también produce forraje para ganado bovino, ovino y caprino.

Se presentan resultados de crecimiento y rendimiento de *Mimosa scabrella* Benth. en los municipios de Tepatlaxco y Zentla, Veracruz, México. Además se proponen dos modelos de crecimiento preliminares para *M. scabrella* Benth. Se realizó un análisis comparativo de los rendimientos alcanzados por *M. scabrella* Benth. y los reportados para *Gmelina arborea* Roxb. y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. Se concluye que *M. scabrella* Benth. presenta rendimientos superiores a los de *G. arborea* Roxb. y *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. y se propone un turno preliminar de cuatro años.

SUMMARY

The objective of this paper is provide technical bases to establishment and management of high yield and short cut turn commercial plantations, as well as, agroforestry system of multiple production with *Mimosa scabrella* Benth, in the Central Region of Veracruz, México. The wood of this species is used mainly as: raw material to cellulose, agglomerated boards, high yield vegetal coal, firewood of high calorific power, and lumber. Traditional use of this tree are: forage, windbreaks, and live fences. It is also important because of its contribution to the improvement of soil by: nitrogen fixation, weed control and organic matter contribution; likewise is a melliferous species.

This tree prosper in sub-humid temperate climate with mean annual temperature of 18 to 22 °C. The mean annual rainfall must be above 1600 mm. The recommended soils are: Clay-sandy well drained, poor qualities of macro and micro nutrients. It should not be compact soil. This species can prosper within a range of altitude that vary of 500 to 1800 metre above level sea, and its associated vegetation is mountain mesophyll forest.

It can be used in agroforestry systems of: coffee (as shadow cover, organic matter contributor, nitrogen fixation and weed control). Corn and bean (nitrogen fixation); also produce forage for bovine, ovine and caprine livestock.

Results are presented of growth and yield of *Mimosa scabrella* Benth, at municipality of Tepatlaxco and Zentla, state of Veracruz, México. Besides it is proposed two preliminary growth model to *M. scabrella* Benth. A comparative analysis was done with yields obtained by *M. scabrella*, Benth, and quoted yields of *Gmelina arborea* Roxb. and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. As conclusions *M scabrella* Benth. showed highest yield than *G. arborea* Roxb. and *P. caribaea* var *hondurensis* Barr and Golf.; and it is suggested a preliminary cut turn of four years.

1. INTRODUCCION

La introducción de especies forestales a México, es una práctica que a resultado en nuevas opciones para la población rural, la industria y los programas oficiales de reforestación. Por otra parte, México es importador de celulosa y papel (1500 millones de dólares anuales), situación que representa una importante salida de divisas para el país. Además, se estima que una cuarta parte de la población emplean leña y/o carbón para satisfacer sus necesidades de energía constituyendo esto una importante merma a los recursos forestales del país.

Un sector importante de nuestra población son los productores de café, quienes emplean diversas especies para el sombreado de sus cafetales. Estos productores han sufrido diversas crisis económicas por la inestabilidad de los mercados internacionales, y que se han presentado de manera cíclica, como consecuencia, entre otras razones por las prácticas de monocultivo y la falta de opciones y por la ausencia de diversificación del cultivo (SARH, 1986; CNIF, 1990). Como una alternativa a estos problemas planteados, en 1984 se introdujo al país una especie arbórea brasileña llamada comúnmente "bracatinga" (***Mimosa scabrella*** Benth), con el fin de conocer su capacidad de adaptación a las condiciones edafo-climáticas de la región central de Veracruz y sus hábitos de crecimiento. Por su condición de "árbol de uso múltiple" ***Mimosa scabrella*** Benth., es una excelente opción para obtener bienes y servicios en ciclos cortos de producción que benefician directamente al productor de café y al agrosistema cafetalero. En este escrito se muestran los resultados más sobresalientes obtenidos bajo diversas modalidades (Tesis de licenciatura y reportes técnicos), así como aportaciones del autor que suscribe, con el fin de integrar este documento que pretende compilar la experiencia lograda en México con esta especie.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar los resultados de adaptación y crecimiento de ***Mimosa scabrella*** Benth., obtenidos durante 8 años de investigación en la región central de Veracruz, Méx.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Mostrar un panorama general acerca de las propiedades y características de ***Mimosa scabrella*** Benth. para diversos usos, procesos industriales y los resultados obtenidos en cuanto a crecimiento.

2. ANTECEDENTES

2.1. DESCRIPCION Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DE *Mimosa scabrella* Benth.

2.1.1. DESCRIPCION BOTANICA

Es un árbol que puede alcanzar 12 m y algunas veces hasta 20 m de altura y de 10 a 50 cm de diámetro. Presenta un tronco relativamente recto aunque algunas veces puede ser ramificado. La copa es redonda formada por follaje fino que lo pierde parcialmente durante la época de secas. Las hojas son bipinadas con tres a nueve pares de pinas. Las flores están dispuestas en racimos pequeños de forma globosa y color amarillento. Las vainas son oblongas con verrugas pequeñas y de 2 a 4 cm de largo y 5 a 10 mm de ancho: cada vaina contiene pocas semillas de color verdusco aplanadas de 3 a 6 mm de largo. Hay aproximadamente 65,000 semillas/Kg (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1985).

2.1.2. DISTRIBUCION NATURAL

Esta especie es nativa del sureste de Brasil, donde presenta una distribución muy amplia entre las latitudes 25° 40' a 29° 40' de latitud Sur y 48° 30' a 53° 50' de longitud Oeste. La distribución está situada en los estados de Paraná, Santa Catarina, Río Grande do Sul y São Paulo, en altitudes que varían de 500 a 1500 msnm, aunque también ha sido reportada en altitudes inferiores como es el caso de Matra con 383 msnm, Río do Sul con 354 msnm y con menos frecuencia en Brusquet con 46 msnm (Rotta y Malheiros, 1981). Se ha introducido en algunos países de América, África y Portugal.

2.1.3. FENOLOGIA

La bibliografía indica que la bracatinga florece a partir de los 8 ó 9 meses de edad en su área de distribución natural. En Costa Rica la floración se inicia después de los 18 ó 20 meses de edad. Las flores aparecen a partir de diciembre y las semillas pueden ser colectadas a fines del período seco (abril y junio). La primera floración se da solamente en los árboles de mayor desarrollo (6 a 8 m de altura), al completar el tercer período seco, la mayoría de los árboles florecen en abundancia (Dirección General Forestal (DGF) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1984).

En la región central de Veracruz, México, la floración inició a los 18 meses de edad principiando en el mes de diciembre y la semillación se da entre enero y abril. Se observó que la floración ocurre en aquellos individuos cuya altura oscilaba entre los 3.8 a 8.1 m.

2.1.4. ASPECTOS ECOLOGICOS

2.1.4.1. Clima. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, los climas del área de distribución natural del bracatinga están representados por los tipos Cfb y Cfa que corresponden a climas lluviosos con ocurrencia de lluvias a lo largo de todos los meses del año, con temperaturas que oscilan entre 13 a 22 °C. La precipitación media anual varía de 1100 a 3500 mm. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986).

2.1.4.2. Suelos. El bracatinga es una especie poco exigente en cuanto a condiciones edáficas. Los suelos predominantes en el área de distribución natural son fuertemente ácidos, pH entre 4.8 y 5.1 deficientes en fósforo y potasio; con altos contenidos de aluminio en relación al calcio y magnesio. Requiere de suelos con buen drenaje y no compactados. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986).

2.1.4.3. Vegetación asociada. *Mimosa scabrella* Benth. crece predominantemente en el área de distribución de *Araucaria angustifolia*. Esta área comprende principalmente araucarias asociadas con elementos de las familias Lauraceae y Mirtaceae, formaciones secundarias y superficies alternadas para agricultura (Rotta y Malheiros, 1981).

2.1.4.4. Factores limitantes. Los factores limitantes para el establecimiento de plantaciones con *Mimosa scabrella* Benth., son la compactación del suelo, ya sea por sobrepastoreo o por endurecimiento "natural" de la capa superficial del suelo, la competencia con malezas durante el establecimiento de la plantación y en algunos casos, deficiencias de fósforo durante su estadio de plántula (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986). Además, en las regiones altas donde ha sido plantada, las heladas en los primeros estadios de crecimiento reducen la supervivencia en las regiones de origen. Los suelos muy húmedos y mal drenados impiden su crecimiento. Las plantaciones expuestas a fuertes vientos, sufren daños por desgajamiento y quiebra de ramas (Dirección General Forestal (DGF) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1984; Picado, 1985).

2.2. PROPIEDADES TECNOLOGICAS Y USOS DE LA MADERA DE *Mimosa scabrella* Benth.

2.2.1. LEÑA Y CARBON

Mimosa scabrella Benth. produce leña de buena calidad, empleada para el consumo doméstico y en la industria. El poder calorífico de la leña joven obtenida en parcelas experimentales en Costa Rica, varía entre 17 420 y 18 460 kJ/kg. Esto es resultado de la alta densidad de la madera (Lisbao, 1981) (Cuadro 1).

**CUADRO 1. DENSIDAD BASICA DE LA MADERA DE *Mimosa scabrella* Benth.,
EN BRASIL (LISBAO, 1981)**

A U T O R	Densidad (g/cm ³)	Número de árboles muestreados	Edad (años)	L O C A L I D A D
Assis et. al., 1968	0.553	----	----	Telemaco Borba - PR
Barrichelo, 1968	0.513	4 - 7	----	Lages - SC
Brito, Barrichelo y Fonseca, 1979	0.580	5	8	Estado de Paraná

El contenido de cenizas ha sido generalmente inferior al 1% (Cuadro 2). No se conocen problemas de producción de humo, olores o chispas. La madera puede ser rajada y almacenada con facilidad.

**CUADRO 2. ANALISIS QUIMICO DE LA MADERA DE *Mimosa scabrella* Benth.,
(LISBAO, 1981)**

Densidad Básica g/cm ³	Contenido de Carbono fijo %	Contenido de vol tiles %	Contenido de cenizas %
0.549	21.2	78.3	0.5

Respecto a la producción de carbón, éste es de alto poder calorífico y presenta excelentes rendimientos, así como altos contenidos de carbón fijo (Cuadro 3).

**CUADRO 3. PROPIEDADES QUIMICAS DEL CARBON OBTENIDO DE *Mimosa scabrella*
Benth.**

Rendimiento de carbón (%)	Contenido de Carbono fijo %	Contenido de volátiles %	Contenido de cenizas %
28.2 *	75.1	23.0 **	1.9

* Valores obtenidos por Brito, Barrichelo y Fonseca (citados por Lisboa, 1981)

** Obtenidos por diferencia con los demás componentes (100 - (75.1 + 1.9))

Con el objeto de comparar la calidad de la madera de dos tipos de *Mimosa scabrella* Benth. (roja y blanca) y una variedad (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*), para combustión directa y producción de carbón, Sturió y Silva (1989), obtuvieron los siguientes resultados:

El poder calorífico de la madera de la variedad *aspericarpa*, fue mayor, la bracatinga roja fue la que presentó mayor contenido de energía, expresado en kilocalorías por m³ de madera, en virtud de su mayor densidad (Cuadro 4).

CUADRO 4. CARACTERIZACION DE LA MADERA DE BRACATINGA (DOS TIPOS Y LA VARIEDAD *aspericarpa* PARA COMBUSTION DIRECTA EN BRASIL (STURION Y SILVA, 1989).

Tipos y variedad	Edad (años)	Densidad básica	Contenido de lignina (g/cm ³)	Poder calorífico superior (kcal/kg) (%)	Calorías (Kcal/m ³)
Blanca	9	0.550	25.8	4569.00 *	2.5 x 10 ⁶
Roja	9	0.610	28.0	4830.00	2.9 x 10 ⁶
<i>aspericarpa</i>	14	0.562	23.9	4930.00	2.8 x 10 ⁶

* Muestras secadas a 105 °C

El carbón de bracatinga roja es de mejor calidad, que el carbón de la bracatinga blanca y de la variedad *aspericarpa*.

Para la bracatinga la densidad básica de la madera aumenta rápidamente, en el sentido médula-corteza hasta el sexto año de edad, a partir del cual se estabiliza y decrece (Ferraz y Fonseca, 1980; citados por Sturión y Silva, 1989). Esta especie es aprovechada normalmente, entre los 5 y 8 años de edad, para la producción de leña y carbón.

La madera de bracatinga roja presentó mayor contenido de lignina, en relación a la bracatinga blanca y a la variedad *M. scabrella* var. *aspericarpa*, en consecuencia fue la que proporcionó el mayor rendimiento en el proceso de carbonización (Cuadro 5).

CUADRO 5. CARACTERIZACION DE LA MADERA DE BRACATINGA (ROJA Y BLANCA Y *M. scabrella* var. *aspericarpa*) EN EL PROCESO DE CARBONIZACION (STURION Y SILVA, 1989)

Tipos y variedad	Edad (años)	Rendimiento (%)	Carbono fijo (%)	Poder calorífico superior (kcal/kg)	Calorías (Kcal/m ³)
Blanca	9	33.10	84.9	7554.00 *	1.4 x 10 ⁶
Roja	9	35.00	83.2	7239.00	1.5 x 10 ⁶
<i>aspericarpa</i>	14	31.80	86.0	7510.00	1.3 x 10 ⁶

* Muestras secadas a 105 °C

Es pertinente destacar el alto contenido de carbono fijo, independientemente de los tipos y de la variedad estudiada. Esto es importante en metalurgia para la reducción del óxido de hierro durante la producción de hierro fundido. El carbón con alto contenido de carbono fijo, quema más lentamente y produce poco humo, por lo que es preferido para la combustión directa.

Debido al bajo contenido de cenizas (inferior a 2.5%) y al alto contenido de carbono fijo, la bracatinga puede ser clasificada como una especie productora de madera de buena calidad para la producción de carbón, independientemente de los tipos y la variedad estudiados.

De acuerdo a los datos anteriores, una plantación de una hectárea con 1600 plantas produce cerca de 140 m³ de madera a la edad de 7 años, tal plantación produciría 80 toneladas de madera por hectárea, que pueden producir 27 ton de carbón que contienen 23 ton de carbono fijo. Su madera proporcionaría, una vez quemada y libre de humedad, 3.8 x 10 kcal/ha y el carbono proporcionaría 2.0 x 10 kcal/ha (Sturión y Silva, 1989).

2.2.2. PRODUCCION DE CELULOSA

Relativo a la producción de celulosa al sulfato de la madera de ***M. scabrella*** Benth, Barrichelo y Foelkel (1975), observaron resistencias razonables a la tracción y explosión pero baja resistencia al rasgado. Assis et. al. (1968), citados por Barrichelo y Foelkel (1975), verificaron que las celulosas de bracatinga obtenidas mediante los procesos de sulfito y sulfato son inferiores a las del eucalipto. Ellos sugieren el uso de estas celulosas en mezclas con otras de mejor calidad, para la fabricación de papeles y cartulinas que no exigen alta resistencia física.

Barrichelo y Foelkel (1975), obtuvieron las siguientes dimensiones de las fibras de madera de ***M. scabrella*** Benth. (Cuadro 6).

CUADRO 6. DIMENSIONES MEDIAS DE LAS FIBRAS DE *Mimosa scabrella* Benth. (BARRICHELO Y FOELKEL, 1975).

Largo (mm)	Ancho u	Diámetro del lumen u	Espesor de la pared u
1.17	25.8	14.3	5.7

u = micras

Los mismos autores determinaron para esta madera, una densidad básica de 0.513 g/cm³ y respecto a la composición química de la madera, reportan los siguientes resultados (Cuadros 7 y 8).

CUADRO 7. COMPOSICION QUIMICA DE LA MADERA DE *Mimosa scabrella* Benth. (BARRICHELO Y FOELKEL, 1975).

S O L U B I L I D A D E N:			C O N T E N I D O D E:		
Agua caliente	Na OH %	Alcohol Benzeno	Celulosa %	Lignina %	Pentosas %
4.1	19.0	0.2	58.6	25.4	21.8

CUADRO 8. RENDIMIENTO, VALORES DE DESECHO Y NUMERO DE PERMANGANATO PARA LA CELULOSA DE *Mimosa scabrella* Benth. (BARRICHELO Y FOELKEL, 1975).

	Rendimiento bruto %	Rendimiento depurado %	Contenido de desecho	Número de permanganato
Cocimiento 1	52.1	52.0	0.1	13.4
Cocimiento 2	54.6	54.3	0.4	15.4
Cocimiento 3	59.2	57.6	1.6	19.3

En lo que se refiere a las propiedades físico-mecánicas de la celulosa, estos autores establecieron que con el uso de celulosa de *M. scabrella* Benth., obtienen celulosa al sulfato con una resistencia razonable a la tracción y al estallido pero de baja resistencia al rasgado. Los rendimientos en celulosa son similares a los obtenidos con eucaliptos.

2.2.3. ASERRIO

La madera es moderadamente densa (0.45 a 0.58 g/cm³). Se pueden obtener postes para cerca y construcciones rurales. Alcanza diámetros que permitirían el aserrado de piezas menores, sin embargo, no se conocen actualmente las propiedades físicas y mecánicas.

2.2.4. SOMBRA PARA CULTIVOS AGRICOLAS

Mimosa scabrella Benth. es apropiada para sombra de cultivos agrícolas debido a su crecimiento rápido y copa de follaje fino. En Costa Rica se ha llegado a sistematizar el manejo de la sombra mediante podas de las ramas bajas (después de 18 meses de edad) hasta una altura de 1.5 a 2.0 m. sobre la altura del café y poda del eje principal aproximadamente a 6 m de altura, esta última poda normalmente se realiza en árboles de 2 años de edad aproximadamente.

Es recomendable realizar una poda al comenzar la época lluviosa y la otra al iniciarse el periodo de recolección del café, para favorecer la maduración del grano, sin embargo, según el espaciamiento inicial o la preferencia del cafeticultor puede realizarse solamente una poda al año, al inicio de las lluvias.

Es posible combinar la sombra para la producción de leña y postes, en este caso el manejo se limita a podar las ramas mas bajas, de manera que se facilite la circulación del aire entre los árboles y las matas de café.

2.2.5. FORRAJE

No existe información en cuanto al grado de palatabilidad del follaje, sin embargo, se ha observado que el ganado bovino lo come con facilidad.

Se reportan rendimientos de 37 tm/ha de follaje que puede ser usado como forraje, cosechando un tercio de la copa del árbol de 2 años de edad. En cuanto al contenido proteínico se reportan los siguientes resultados (Cuadro 9).

CUADRO 9. PROPIEDADES PROTEINICAS DEL FOLLAJE DE *Mimosa scabrella* Benth. (SAMPIERI, 1988)

Constituyente	Base húmeda %	Base seca %
Materia seca (100 -110 °C)	98.54	100.00
Proteína cruda (M x 6.25)	19.87	20.16
Grasa cruda	3.19	3.24
Fibra cruda	29.96	30.40
Materia mineral (550-600 °C)	4.36	4.42
Estracto libre de nitrógeno	-----	41.78

El contenido de proteína cruda encontrado puede considerarse alto, en comparación con los árboles forrajeros clásicos como son ***Leucaena leucocephala*** (19.5%) y ***Brosimum utile*** (16.4%).

2.2.6. MEJORAMIENTO DE SUELOS

2.2.6.1. Aporte de hojarasca. El total de hojarasca encontrado en época seca (enero), en cafetales con árboles de bracatinga de 2.5 años manejado fue de 7.8 tm/ha, el 41% eran ramillas. Árboles de la misma edad sin manejo aportaron 8.5 tm/ha con un 20% de ramillas. El aporte de árboles manejados de 1.5 años fue de 5.9 tm/ha con un 20% de ramillas (Picado, 1985).

2.2.6.2. Contenido de materia orgánica en el suelo. En general, se han detectado diferencias significativas en la mayoría de los elementos, en relación a suelos sin árboles de bracatinga pero el mayor efecto se dió en el contenido de materia orgánica; bajo los árboles de 2.5 años con y sin manejo, se determinó un 7 y 6% de materia orgánica para sombra con y sin manejo, respectivamente. (Picado 1985).

2.2.6.3. Análisis foliares y aporte de nutrimentos. Nitrógeno, calcio y magnesio, se encuentran en mayor cantidad en el follaje de la bracatinga, en el caso de fósforo y potasio, las diferencias no son significativas respecto a *Inga densiflora* (Cuadro 10).

CUADRO 10. RESULTADOS DEL ANALISIS FOLIAR PARA *M. scabrella* E *Inga densiflora* COMO SOMBRA EN CAFETALES EN SAN RAMON COSTA RICA (PICADO, 1985)

Especie Edad	tipo de follaje	N	P	K	Ca %	Mg	Cu	Zn ppm	Ma
<i>M. scabrella</i> 2.5 años	F	2.9	0.13	0.64	0.73	0.23	12	41	432
	C	1.9	0.05	0.11	0.46	0.11	102	62	614
<i>M. scabrella</i> 1.5 años	F	2.95	0.11	0.75	0.53	0.21	12	46	478
	C	2.20	0.03	0.11	0.50	0.16	57	43	612
<i>I. densiflora</i> 7.0 años	F	2.35	0.11	0.79	----	0.13	10	27	395
	C	2.50	0.04	0.13	0.28	0.13	53	44	433

F: Follaje fresco colectado del árbol

C: Follaje caído recolectado del suelo

Respecto al aporte de nutrimentos, éstos son significativamente inferiores a los aportes de *Inga densiflora* (Cuadro 11).

CUADRO 11. NUTRIMENTOS APORTADOS POR *Mimosa scabrella* E *Inga densiflora* COMO SOMBRA DE CAFETALES EN SAN RAMON, COSTA RICA. (PICADO, 1985).

=====					
Especie	NUTRIMENTOS EN KG/HA AL MOMENTO DE LA EVALUACION				
Edad	N	P	K	Ca	Mg

<i>M. scabrella</i> 2.5 años	164.8	7.4	36.4	41.5	13.1
<i>M. scabrella</i> 1.5 años	127.9	4.8	33.8	23.0	9.1
<i>I. densiflora</i> 7.0 años	399.3	18.7	134.2	-----	22.1
=====					

2.3. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES

2.3.1. PRODUCCION DE SEMILLA

La colecta de semilla puede realizarse en forma manual y debe efectuarse antes de la apertura de las vainas, de enero a abril. El almacenamiento se recomienda hacerlo en frío (5 °C), pueden ser almacenadas a temperatura ambiente hasta por 3 años (Bianchetti, 1981). Un kilogramo contiene aproximadamente 65,000 semillas (Dirección General Forestal y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1984; Haeffner y Salante, 1981). Es posible efectuar la siembra directa en el campo si las condiciones de precipitación y preparación del terreno son favorables (Hoehne, 1970; Sturion, 1981).

La semilla fresca no requiere tratamiento pregerminativo. La semilla que ha sido almacenada, endurece su tegumento, situación que disminuye y retrasa la germinación. En este caso, los mejores tratamientos para suavizar el tegumento, consisten en colocar las semillas en ácido sulfúrico concentrado durante aproximadamente cinco minutos, o en agua caliente (80 °C) fuera de la fuente de calor hasta enfriar, bajo tales condiciones la germinación puede alcanzar hasta un 60 % en seis días (Bianchetti, 1981; Campos, 1984 y Días de Souza, Kageyama y Fonseca, 1981).

2.3.2. PRODUCCION DE PLANTA

Mimosa scabrella Benth. puede producirse en bolsas de polietileno negro o a raíz desnuda. No es posible producir planta mediante pseudoestacas o tocones, debido a su incapacidad de rebrote. Es recomendable la siembra directa en vivero de dos semillas en cada bolsa u hoyo, en caso de producción de planta a raíz desnuda. Es apropiado fertilizar cuando se emplean sustratos pobres en nutrientes, fundamentalmente fósforo con 3 g de N6-P15-K6 por planta en

suelos en alta fijación de fósforo, aplicando 4 g de N10-P30-K10, por planta (Campos, 1984).

Se recomienda emplear planta de 15 a 20 cm de altura para llevar a cabo la plantación. Plantas de mayor tamaño se dañan fácilmente por la delicadeza del follaje. Un kilogramo de semilla puede producir alrededor de 30,000 plantas (Dirección General Forestal y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1984).

2.3.3. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

En Brasil se ha plantado principalmente a espaciamientos de 2 X 2 m y a 3 X 3 m para producción de leña (Haefner y Salante, 1981), o densidades de 1,500 a 3,000 plantas/ha, cuando se maneja regeneración natural (Carvalho, 1981). En Costa Rica se emplea fundamentalmente como sombra de café a espaciamientos de 4 X 4 m o a 4 X 5 m, siendo necesario realizar podas frecuentes a partir del primer año. Esta especie responde bien a la fertilización, sobre todo si se emplean fórmulas altas en fósforo. En Costa Rica se han aplicado dosis de 50 hasta 150 g de N10-P30-K10 por planta en el fondo de la cepa, dependiendo de la fertilidad del suelo. (Dirección General Forestal (DGF) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE), 1984).

2.3.4. CRECIMIENTO EN POBLACIONES NATURALES

En las áreas de distribución natural de *M. scabrella* Benth. se ha observado una intensa germinación después de una quema, que debe ser regulada mediante aclareos para obtener una densidad adecuadas de plántulas, que más adelante se traducirá en un rendimiento óptimo en volumen.

En superficies con regeneración natural, se deja un espaciamiento inicial de 1 x 1 m después de seis meses de crecimiento, posteriormente se realiza un aclareo para dejar espaciamientos de 2 x 2 m o de 3 x 2 m. En áreas con regeneración natural se llega hasta 6,000 individuos por ha, a las cuales se aplican cortas anuales con el fin de incrementar el área física de insolación y así incrementar el diámetro de la copa, obteniéndose densidades finales de 250 a 300 rboles/ha (Bianchetti, 1981). De acuerdo a las observaciones de Carvalho (1981), obtenidas en 5 parcelas de bracatingales naturales originadas por quema con edades entre 7 y 15 años, el bracatinga representó el 41.08 % de los individuos, el 71.72 % del área basal. En el Cuadro 12 se presenta la estructura dendrométrica de los bracatingales mencionados.

**CUADRO 12. COMPOSICION DENDROMETRICA DE UN BRACATINGAL NATIVO
(CARVALHO, 1981).**

Especie	Parcela	Edad años	Frecuencia		Area Basal		No.	Altura	DAP
			n	%	m ² /ha	%	Arb/ha	media (m)	medio (m)
Bracatinga	1	12	25	42.37	14.42	87.98	625	14.5	16.5
Otras Hojosas			34	57.63	1.97	12.02	850	5.8	5.2
TOTAL			59		16.34		1475		
Bracatinga	2	10	37	46.83	18.00	61.43	825	16.1	15.8
Otras Hojosas			42	53.17	11.30	38.57	1050	7.9	10.3
TOTAL			79		29.30		1875		
Bracatinga	3	13	15	15.31	17.89	60.79	350	21.2	25.1
Otras Hojosas			83	84.69	11.54	39.21	2075	7.1	7.7
TOTAL			98		29.43		2425		
Bracatinga	4	15	20	42.55	20.06	68.42	425	20.0	24.3
Otras Hojosas			27	57.45	9.26	31.58	675	7.0	10.6
TOTAL			47		29.32		1100		
Bracatinga	5	7	48	68.57	18.49	79.97	1075	13.9	14.2
Otras Hojosas			22	31.43	4.63	20.03	550	7.8	9.2
TOTAL			70		23.12		1625		

2.3.5. CRECIMIENTO EN PLANTACIONES

En el sur de Brasil, se han establecido plantaciones de rápido crecimiento con bracatinga para la producción de leña, utilizando espaciamientos de 2 X 2 m, 2.5 X 2.5 m y 3 X 3 m, cuyos crecimientos iniciales son similares comparados con *Eucaliptus viminalis* utilizada con el mismo fin (Haffner y Salante, 1981).

Para la misma región de Brasil, Aherens (1981), reporta para parcelas de 2 a 6 años, incrementos anuales de 0.75 a 3.8 cm de diámetro normal y de 1.3 a 4.5 m en altura, lo que corresponde a incrementos en volumen de 8 a 36 m³/ha/año.

En rodales establecidos mediante la asociación inicial con maíz y frijol en el sur de Brasil con edades de 1 a 7 años, se obtuvo un incremento medio anual (IMA) de 1.5 a 4.4 cm de diámetro normal y de 2.5 a 5.7 m en altura (Barembuen, 1985, citado por Campos, 1985). En el Cuadro 13 se presentan los resultados de la productividad volumétrica de esta especie en varias localidades de Brasil.

CUADRO 13. PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN PARA *Mimosa scabrella* Benth., EN BRASIL.

AUTOR	LOCALIDAD	Espacimiento (m)	Producción (m³/ha)	Edad (años)	IMA (m³/ha/año)
Araujo (1943)	Vicosa - MG	2.0 X 2.0	143.5	6	24
Ahrens (1981)	Concordia - SC	2.5 X 2.0	64.7	2	32
	Concordia - SC	3.0 X 2.0	145.5	4	36
	Pinhao - PR	2.0 X 2.0	101.3	5	20
Klabin (s/a)	Telemaco Borba -PR	2.0 X 2.0	77.0	5.5	14
Carvalho y Costa	Campo Mourao - PR	2.0 X 2.0	103.7	3.3	31

Productividad volumétrica media anual: 26.2 m³/ha/año.

En Costa Rica, las plantaciones de 1 a 12 años en asociación con café, en suelos profundos y fértiles con densidad de 400 a 625 árboles/ha, se han medido incrementos anuales de 3.8 a 7.9 cm de diámetro normal y de 2.6 a 4.9 m de altura. En otro sitio evaluado a los dos años de edad, con densidad de 650 árboles por ha, presentó 12.9 cm de diámetro normal promedio y 8.1 m de altura promedio (Campos y Bauer, 1985). Estos autores también reportan que se han alcanzado promedios hasta de 5 m de altura y 8 cm de diámetro normal, en el primer año.

En el mismo país se han obtenido incrementos medios anuales desde 4.1 m hasta 4.6 m en altura y 4.9 a 6.2 cm de diámetro normal para árboles sin manejo, con una densidad de 635 árboles/ha. En el caso de árboles bajo manejo, los incrementos alcanzados son de 2.6 m a 4.9 m en altura y 7.1 cm de diámetro normal.

Los resultados obtenidos en parcelas de bracatinga plantadas en varios sitios de Costa Rica, muestran el rápido crecimiento en altura y diámetro, (Cuadro 14).

CUADRO 14. CRECIMIENTO DE *Mimosa scabrella* BENTH., EN ALGUNOS SITIOS DE COSTA RICA, (CATIE, 1986).

SITIO	ALTITUD msnm	TMA (°C)	PMA (mm)	Déficit hídrico (meses)	Edad (Meses)	Espac. Inicial	Densidad Inicial	Superv. (%)	Ejes/árbol (X)	ALTURA (X)	IMA	DAP (X)	PIMA	Promedio de leña (ton/ha)
Piedades Sur	1100	21.7	1926	5	16	4.0 x 4.0	625	83	1.3	5.4	4.0	5.7	4.3	
San Juan	1100	21.7	1926	5	18	3.5 x 7.0	408	97	1.2	4.1	3.1	7.6	5.0	
Bajo Zuñiga	1050	21.7	1926	5	24	3.0 x 5.0	667	88		5.9	3.0	13.9	7.0	
Piedades Norte	1040	21.7	1926	5	24	4.0 x 5.0	500	94		5.2	2.6	7.7	3.9	
Piedades Norte	1050	21.7	1926	5	26	3.4 x 4.5	654	94		8.1	3.7	12.9	6.0	18
Bajo Zuñiga	1050	21.7	1926	5	36	3.0 x 5.0	667	100	1.1	6.3	2.1	17.1	5.7	29
Piedades Norte	1040	21.7	1926	5	36	4.0 x 5.0	500	100	1.9	7.7	2.6	12.5	4.2	23
Piedades Norte	1050	21.7	1926	5	36	4.0 x 6.0	417	100		7.9	2.6	19.4	6.5	28
Sta. Gertrudis Sur	1000			5	15	2.0 x 2.0	2500	66	1.4	3.7	2.9	2.9	2.3	
Juanquillo Abajo	1110	20.6	2800	4	16	2.0 x 2.0	2500	100		1.1	0.8			

TMA: Temperatura media anual
PMA: Presipitación media anual
IMA: Incremento Medio Anual

2.3.6. PREDICCIÓN DEL VOLUMEN DE ARBOLES INDIVIDUALES

Para la obtención de volumen de madera para leña-combustible, se construyó una ecuación considerada preliminar y obtenida a partir de datos de rodales naturales y de plantaciones. La ecuación seleccionada se deriva de un modelo de factor de forma constante propuesto por Spurr (1952), esta ecuación fue desarrollada por Arhens (1981):

$$\text{Vol} = 0.3879 D^2 H$$

donde:

Vol = Volumen comercial con corteza (m³)

D = Diámetro normal con corteza (cm)

H = Altura total del árbol (m)

Coefficiente de determinación R^2 = 97 %

Error estándar de la estimación = 0.0519

Error estándar en porcentaje = 28

Para la estimación del peso seco (Ps) de los componentes de los árboles Soares y Toyoshy (1984), desarrollaron ecuaciones de tipo logarítmico (ln):

COMPONENTE	MODELO	R^2 (%)	Syx
Fuste	$\ln Ps = -0.7064 + 2.356 \ln D$	86	0.164
Copa	$\ln Ps = -1.8869 + 2.7953 \ln D$	81	0.267
Total	$\ln Ps = -0.7989 + 2.2966 \ln D$	92	0.132

En Costa Rica, Campos y Bauer (1985), construyeron tablas de volumen total con corteza y peso seco total de la madera, para árboles de *Mimosa scabrella* utilizado como sombra en cafetales:

MODELO	R^2 (%)
$\ln \text{VolTot} = -10.02246 + 1.93053 \ln D + 1.21668 \ln H$	81
$\ln \text{PSeTot} = -3.89192 + 2.13835 \ln D + 0.81308 \ln H$	86

2.3.7. TURNO

La edad adecuada para la corta de *Mimosa scabrella* Benth, depende del mercado, de la finalidad del aprovechamiento de la madera y de los objetivos establecidos. De acuerdo a la información disponible, es posible establecer la edad de corte entre 4 y 7 años, donde se ubica la máxima producción en volumen.

Campos et. al. (1986), establecen que las tasas de incremento serán positivas y crecientes a partir del tercer año, hasta el séptimo y decrecientes a partir de ahí; por lo que define en este año el punto de máxima producción biológica. Lisboa (1981), informa que *Mimosa scabrella* en plantaciones se corta generalmente, entre los 4 y 6 años de edad, raramente después de los 7 años.

Se ha observado que esta especie cesa su incremento en productividad a partir de los 6 años. En poblaciones naturales Ferraz y Fonseca (1980) (citados por Lisboa (1981), encontraron que la máxima producción de la masa ocurre a los 8.6 años, decreciendo acentuadamente después de ese período.

En general, el turno para la producción de leña es de 6 a 8 años y para la producción de madera de 10 a 15 años.

2.3.8. PRODUCCION Y RENDIMIENTO

En plantaciones la producción de leña, con una densidad de 2500 árboles por hectárea, se pueden obtener, a la edad de 14 a 44 meses, pesos secos por árbol de 0.9 a 21.2 kg dependiendo del diámetro normal y la altura, y valores por hectárea de 1.8 a 7.5 tm/ha, o 5.37 a 21.8 m³/ha, respectivamente. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1991).

Para plantaciones manejadas como sombra, se pueden esperar pesos secos por árbol similares y valores por hectárea de 0.013 a 23.0 tm.

En el Cuadro 15 se presenta una tabla preliminar de rendimiento para Costa Rica y Honduras.

CUADRO 15. RENDIMIENTOS ESPERADOS EN PESO SECO Y VOLUMEN POR ARBOL Y POR HECTAREA PARA *Mimosa scabrella* BENTH., BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO, EN AMERICA CENTRAL.

País	No. de expto	Edad (meses)	Tipo de manejo	No. actual de árboles	DCM (cm)	Altura (m)	Biomasa total		Volumen total	
							Peso seco			
							kg/árb	tn/ha	m³/árb	m³/ha
C.R.	041L	15	Sombra	480	2.4	2.2	0.27	0.13	0.0006	0.32
C.R.	041L	19	Sombra	480	7.2	5.2	5.31	2.54	0.0149	7.15
C.R.	041L	33	Sombra	480	15.9	7.9	40.60	19.49	0.1144	54.95
C.R.	041L	50	Sombra	380	19.3	7.8	60.82	23.11	0.1638	62.26
C.R.	078L	12	Sombra	667	5.9	4.6	3.14	2.09	0.0087	5.83
C.R.	078L	19	Sombra	583	12.1	6.1	18.35	10.69	0.0493	28.76
C.R.	078L	32	Sombra	542	17.4	6.7	43.06	23.34	0.1114	60.43
C.R.	078L	47	Sombra	333	22.0	8.6	87.12	29.01	0.2375	79.12
C.R.	110L	12	Sombra	395	2.8	3.1	0.46	0.18	0.0012	0.50
C.R.	110L	18	Sombra	395	8.7	4.9	7.58	2.99	0.0199	7.89
C.R.	110L	33	Sombra	381	14.2	6.9	28.56	10.88	0.0780	29.73
C.R.	112L	16	Sombra	586	7.1	5.5	5.39	3.16	0.0155	9.10
C.R.	112L	26	Sombra	586	9.9	5.6	11.14	5.53	0.0301	17.68
C.R.	112L	34	Sombra	586	12.0	6.6	19.22	11.26	0.0534	31.31
C.R.	112L	45	Sombra	469	13.8	6.7	26.23	12.30	0.0712	33.42
C.R.	135L	26	Sombra	654	13.2	8.1	27.83	18.20	0.0823	53.88
HON	129L	29	Sombra	680	8.7	6.1	9.09	6.16	0.0260	17.74
HON	130L	16	Plant.	727	4.2	3.9	1.32	0.96	0.0037	2.69
HON	130L	39	Plant.	697	11.8	7.8	21.24	14.80	0.0633	44.17
C.R.	094L	14	Plant.	2125	3.5	3.8	0.88	1.87	0.0025	5.37
C.R.	094L	21	Plant.	2125	4.6	4.1	1.67	3.56	0.0047	9.99
C.R.	094L	35	Plant.	2125	6.2	4.7	3.55	7.55	0.0098	20.99
C.R.	094L	44	Plant.	1000	7.7	6.4	7.25	7.25	0.0218	21.85

DCM : diámetro cuadrático medio.

Sombra : árboles de sombra en cafetales

Fuente : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1991.

2.3.9 TRATAMIENTOS SILVICOLAS

Limpías. En el estado inicial de crecimiento de *Mimosa scabrella* Benth; son indispensables las limpiezas en forma de "cajetes", al menos durante el primer año después del cual cierra el dosel. En asociación con café se beneficia de las labores culturales que se dan al cultivo (Haeffner y Salante, 1981; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986).

Si las plantas en crecimiento inicial no reciben suficiente luz solar, se provoca un desarrollo anormal de la planta, el cual presenta un crecimiento excesivamente delgado y una copa muy estrecha, produciendo una coloración verde limón en la masa foliar, provocando así un acentuado retardo en su crecimiento (Haeffner y Salante, 1981).

Manejo de copas. Al emplear *Mimosa scabrella* Benth como sombra de café, con espaciamientos de 3 x 5 m, 4 x 6 m ó 3.5 x 7 m, es necesario realizar un despunte a la altura de 2 ó 3 m, dejando al menos 1 ó 2 ramas en el árbol, de forma tal que le permita continuar su crecimiento. Si la poda es muy intensa el árbol no rebrota y muere (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986; Campos y Bauer, 1985). Una práctica más, es la poda de las ramas bajas durante los 3 primeros años para formar un fuste limpio, aprovechando al cabo de ese tiempo un 50% de los árboles, con reposición inmediata, obteniendo leña y postes para cerca y otros usos (Campos y Bauer, 1985).

Aclareos. En *Mimosa scabrella* Benth las prácticas de aclareo se refieren sobre todo en rodales provenientes de regeneración natural, asociados con cultivos agrícolas y ejecutados de manera empírica. Carpanezzi y Arhens (1984) mencionan que el primer aclareo lo realizan los agricultores, bajo su propio criterio, a los 5 meses, con el fin de regular la competencia del bracatingal. Aclarean nuevamente antes de los 2 años, con resultados positivos en la productividad (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1991).

En América Central, se manejaron plantaciones aprovechando el 50% de los árboles a los 3 años, los cuales se repusieron inmediatamente. Los árboles remanentes se mantuvieron por 3 años más, al cabo de los cuales se aprovecharon, dejando los árboles plantados 3 años antes, para repetir el ciclo (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1986).

Cuando *Mimosa scabrella* Benth se asocia con maíz o frijol en el primer año, se efectúa un aclareo con la última cosecha, dejando alrededor de 6000 plantas por hectárea. Una vez que el bracatingal alcanza de 20 a 24 meses de edad, debe ejecutarse un nuevo aclareo para dejar 4000 árboles por hectárea con espaciamientos de 1.5 x 1.5 m o de 2.0 x 1.5 m (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1991).

2.3.10. ASPECTOS FITOSANITARIOS

En poblaciones naturales y artificiales de *Mimosa scabrella* Benth en Brasil, se observó incidencias de hormigas, cochinillas, cigarras y otros insectos, que se manifestaban más intensamente en plantaciones homogéneas de la especie (Reitz, et. al., 1993, citado por Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1991).

En el lugar de origen, la bracatinga es atacada por aproximadamente 28 especies de insectos; siendo *Onsideres impluviata* (Coleoptera), el que causa mayores pérdidas económicas (Cuadro 16). En Costa Rica sólo se han reportado 4 especies de insectos: *Chrysobothris* sp. (Coleoptera: Buprestidae) y *Neoclytus* sp. (Coleoptera: Cerambycidae), que son barrenadores del xilema, en árboles jóvenes y mayores de 3 años, en forma esporádica. El gusano rojo (Lepidoptera: Coccidae), y el abejón barrenillo (Coleoptera: Scolytidae), causan barrenamiento de xilema en árboles jóvenes y mayores de 3 años en pocas ocasiones (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1991; Iede, 1981).

CUADRO 16. PRINCIPALES PLAGAS QUE AFECTAN A *Mimosa scabrella* BENTH., EN SU AREA DE DISTRIBUCION NATURAL (IEDE, 1981).

INSECTO	DAÑOS	CONTROL
<i>Athallon reticulatum</i> (Hom., Aethlionidae)	Desfallecimiento de la planta por succión de savia.	Aplicación de insecticidas fosforados (Malation 50%)
<i>Ceroplastes iheringi</i> (Hom., Coccidae)	Atrae hormigas y otros insectos dañinos por excreción de sustancias azucaradas	Corta y quema de ramas afectadas
<i>Coccus hesperidum</i> (Hom., Coccidae)	Desfallecimiento de la planta por succión de savia y desarrollo de fumagina.	Apliacciones de oleos emulsio- nantes al 1% mezclado con un insecticida fosforado.
<i>Poeciloptera phalenoides</i> (Hom., Flatidae)	Destruye brotes tiernos de árboles jóvenes.	No reportado
<i>Tachardiella ingae</i> (Hom., Lacciferidae)	Secreción de laca que en grandes canti- dades provoca la muerte de la planta	No reportado
<i>Stigmacoccus asper</i> (Hom., Margarodidae)	Destruye brotes, ramas y el tronco del árbol	No reportado
<i>Xyleutes xylotribus</i> (Lep., Zeuzeridae)	Causa galerías cortas y superficiales en ramas relativamente gruesas	No reportado
<i>Eburodacrys sexmaculata</i> (Col., Cerambycidae)	Provoca galerías longitudinales en el leño.	Revisión periodica, corta y quema de ramas y plantas atacadas
<i>Oncideres dejeani</i> (Col., Cerambycidae)	Ataca ramas y brotes tiernos.	Vigilancia periodica, corta, recolec- ción y quema de ramas afectadas.
<i>Oncideres impluviata</i> (Col., Cerambycidae)	Causa sensibles pérdidas en la producción de leña. Ataca brotes y ramas nuevas de las plantas; causan defoliación severa y y pérdida del brote principal.	Recolección y quema de brotes y ramas cortadas. Eliminación de <i>Mimosa bimucrunata</i> (Maricá) hospedera de <i>O. impluviata</i> , ésta se encuentra asociada a bracatinga.
<i>Rhaphiorhynchus pictus</i> (Dip., Pantophthalmidae)	Abre galerías en el tronco en forma horizontal o ramificadas, dejando la madera improductiva	Obstrucción de las galerías por medio de tapones y ahogamiento líquido. Uso de inyecciones de bisulfato de carbono, tapando los huecos con barro.

En México, se han observado defoliaciones en los estadíos primarios de desarrollo de la planta causados por ataques de hormigas del género *Atta sp.* En árboles adultos se han encontrado infestaciones de una chinche aún no identificada pero que no causa daño alguno al arbolado.

2.4. ESTUDIOS PRELIMINARES DE ADAPTACION Y CRECIMIENTO DE *Mimosa scabrella* Benth., EN LA REGION CENTRAL DE VERACRUZ, MEX.

Para llevar a cabo los ensayos de adaptación y crecimiento de *Mimosa scabrella* Benth. en la región central de Veracruz, se decidió seguir la estrategia de establecer diseños experimentales que permitieran comparar los resultados con otras regiones y especies. Además se establecieron lotes de observación en las mismas localidades donde se instalaron diseños experimentales, con el fin de monitorear la adaptación y desarrollo de la especie mencionada en un rango de distribución más amplio y explorando la mayor variación de condiciones posible.

2.4.1. ENSAYO EXPERIMENTAL EN TEPATLAXCO, VER.

2.4.1.1. METODOLOGIA. La producción de planta se realizó con semilla a granel proveniente del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, obtenida de la localidad de San Ramón, Costa Rica. Este primer ensayo experimental se llevó a cabo en el Municipio de Tepetlaxco, Ver.

La semilla se sembró en almácigo con una cama de crecimiento formada por dos partes de tierra de monte y una parte de arena, se desinfectó mediante el método de pasteurización. A la edad de 2 meses la planta se transplantó a bolsas de polietileno negro. A la edad de 6 meses se transplantó al lugar definitivo de plantación.

Establecimiento de la plantación. En el mes de junio de 1986, se estableció la plantación bajo un diseño experimental en bloques al azar con cuatro tratamientos (espaciamientos) 2 x 2, 3 x 3, 4 x 4 y 6 x 6 m y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo formada por 6 árboles ocupando una superficie de 180 m (15 x 12 m) (Sampieri, 1988).

Paralelamente al ensayo experimental se estableció una plantación de observación en el mismo municipio dentro de un cafetal sin diseño experimental, con un espaciamiento de 5 x 5 m. En ambas plantaciones se evaluaron el diámetro, la altura y la supervivencia.

2.4.1.2. RESULTADOS. A los 6 meses de establecida la primera plantación se obtuvo una supervivencia del 95.8%. Los siguientes resultados promedio para la altura y el diámetro, se obtuvieron a la edad de 14 meses (Cuadro 17).

CUADRO 17. PROMEDIO DE ALTURA Y DIAMETRO A LOS 14 MESES DE EDAD DE LA PLANTACION DE *M. scabrella* Benth. (SAMPIERI, 1988).

ESPACIAMIENTO (m)	ALTURA MEDIA (cm)	DIAMETRO MEDIO (cm)
2 x 2	287.65	1.56
3 x 3	339.75	1.99
4 x 4	289.16	1.49
6 x 6	298.08	1.65

No se encontraron diferencias significativas en altura y diámetro, sin embargo, el incremento medio mensual en altura señaló que el tratamiento con el mejor incremento en altura a la edad de 14 meses fue el tratamiento B (3 x 3) como puede se puede observar en el Cuadro 18.

CUADRO 18. INCREMENTO MEDIO MENSUAL EN ALTURA PARA *Mimosa scabrella* BENTH. A LA EDAD DE 14 MESES EN LOS 4 TRATAMIENTOS ENSAYADOS (SAMPIERI, 1988).

ESPACIAMIENTO(m)	ALTURA MEDIA (cm)	I. M. M. A. (cm)*
2 x 2	287.65	20.5
3 x 3	339.75	24.3
4 x 4	289.16	20.7
6 x 6	298.08	21.3

* Incremento Medio Mensual en Altura.

Finalmente, se obtuvieron alturas máximas de 450 cm y mínimas de 125 cm. Los diámetros máximos fueron de 3.0 cm y los mínimos de 0.5. En el Cuadro 19, se pueden observar los par metros evaluados.

CUADRO 19. PROMEDIO DE ALTURA Y DIAMETRO A LOS 14 MESES DE EDAD DE UNA PLANTACION DE OBSERVACION DE *M. escabrella* Benth. (SAMPIERI, 1988).

No. Obs.	Diám. normal (cm)			S ²	S	CV	IMM	Altura total (cm)			S ²	S	CV	IMM
	Min.	Med.	Máx.			%	(mm)	Min.	Med.	Máx.			%	(mm)
645	0.50	1.39	3.00	0.322	0.568	40.72	0.9	25	272.03	450	5018.30	70.84	26.07	19.43

IMM: Incremento Medio Mensual.

Con el objeto de determinar si la presencia de *Mimosa scabrella* Benth. en los suelos de los cafetales incrementaba el contenido de Nitrógeno en la zona de absorción radicular, se abrieron dos perfiles edáficos comparativos (uno antes y otro después de la plantación) para tomar muestras de cada horizonte, encontrándose un cambio significativo en el contenido de Nitrógeno a la profundidad de 20 a 50 cm. En el primer perfil, abierto antes de establecer la plantación, a la profundidad de 20 a 50 cm. se obtuvo 0.0475 % de nitrógeno total considerado como muy pobre en el suelo clasificado texturalmente como arcilloso (70.07% de arcilla). A los 6 meses de establecida la plantación se abrió el perfil comparativo y a la profundidad de 20 a 40 cm (zona de absorción radicular) el contenido de Nitrógeno total cambió a 0.084% considerado como pobre.

De la segunda plantación realizada sin diseño experimental en un cafetal en el mismo municipio se obtuvieron los resultados siguientes (Cuadro 20).

CUADRO 20. CRECIMIENTO DE *Mimosa scabrella* BENTH., A LA EDAD DE 21 MESES DENTRO DE UN CAFETAL EN TEPETLAXCO, VER. (SAMPIERI, 1988).

Altura total (m)		I.M.M.	D.N.	I.M.M.
Mínima	Máxima	H.T.* (cm)	Medio (cm)	D.N.** (mm)
0.24	10.50	29.71	4.35	2.07

* Incremento Medio Mensual en Altura Total

** Incremento Medio Mensual en Diámetro Normal

2.4.2. ENSAYO EXPERIMENTAL EN ZENTLA, VERACRUZ

2.4.2.1. METODOLOGIA. El ensayo se localiza en el Rancho Petrilli, Col. Manuel González, Zentla Ver. La semilla empleada para el experimento procedía de Santa Catarina, Brasil.

La semilla recibió un tratamiento pregerminativo sumergiéndola en agua caliente a 80 °C, fuera de la fuente de calor, posteriormente se sembraron dos semillas por envase de polietileno negro de 15 x 25 cm. Se utilizó una mezcla de sustrato constituido por 50 % de tierra, 25 % de arena y 25 % de materia orgánica, previamente desinfectado mediante el método de pasteurización.

El terreno donde se emplazó el ensayo fue limpiado de malezas y se procedió a la apertura de cepas mediante el esquema de parcelas cuadradas, utilizando un diseño experimental de Bloques al Azar probando cuatro espaciamientos con cuatro repeticiones. El transplante se llevó a efecto cuando la planta tenía dos meses de edad y 15 a 20 cm de altura.

2.4.2.2. RESULTADOS. La primera evaluación del ensayo se efectuó cuando la plantación tenía 13 meses de edad. Se realizó el análisis de varianza sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. El porcentaje de supervivencia fué de 98% a la edad evaluada. En el Cuadro 21 se presentan los resultados obtenidos en la primera evaluación (Petrilli, 1990).

CUADRO 21. RESULTADOS DE CRECIMIENTO EN ALTURA DE *Mimosa scabrella* BENTH., A LA EDAD DE 13 MESES EN EL RANCHO PETRILLI, ZENTLA, VER. (PETRILLI, 1990).

ESPACIMIENTO (m)	ALT. MEDIA (m)	I.M.M.H* (cm)
2 X 2	6.59	50.69
2.5 X 2.5	6.96	53.54
3 X 3	7.37	56.69
3.5 X 3.5	6.84	52.62

* Incremento Medio Mensual en Altura.

La segunda evaluación del ensayo se llevó a cabo el 18 de abril de 1990. Se midieron las variables diámetro normal y altura total. La base de datos fue analizada mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM de SAS en un ordenador personal. Del análisis anterior no se encontró diferencia significativa. En el Cuadro 22 se presentan los resultados obtenidos del presente ensayo a la edad de 2.6 años. (Domínguez y Sánchez, 1989).

CUADRO 22. CRECIMIENTO E INCREMENTO DE *M. scabrella* BENTH., PROCEDENTE DE SANTA CATARINA BRASIL A LA EDAD DE 2.6 AÑOS EN ZENTLA, VER. (DOMINGUEZ Y SANCHEZ, 1989).

ESPACIAMIENTO M	D.N. CM	I.M.A. D.N. CM	H.T. M	I.M.A. H.T. M	I.M.A. VOL. M³/HA/AÑO
2.0 X 2.0	16.35	5.45	11.14	3.71	80.22
2.5 X 2.5	19.80	6.60	11.27	3.76	76.19
3.0 X 3.0	17.40	5.80	11.48	3.83	41.64
3.5 X 3.5	18.45	6.15	11.19	3.73	33.44

2.5. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE *Gmelina arborea* ROXB., Y *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* BARR. Y GOLF.

Existe un gran número de modelos desarrollados, que son clasificados por diversos criterios. En esta ocasión se adopta la clasificación desarrollada por Ek y Monserud (1975), de acuerdo al enfoque de su construcción.

1. Funciones empíricas
2. Tablas de proyección de estructuras
3. Tablas tradicionales de producción y rendimiento.
4. Modelos basados en ecuaciones diferenciales y de diferencia.
5. Modelos basados en procesos estocásticos.
6. Modelos basados en distribuciones de probabilidad.
7. Modelos de simulación de árbol individual
 - 7.1. Modelos de árbol individual independientes de la distancia.
 - 7.2. Modelos de árbol individual dependientes de la distancia.

La mayor parte de los modelos, ha sido desarrollado para coníferas, principalmente del género *Pinus* y algunas latifoliadas de importancia comercial de clima templado y frío.

En el caso de las especies arbóreas tropicales y subtropicales, la situación es totalmente contrastante: el desarrollo de modelos para predecir el crecimiento y rendimiento de árboles y rodales tropicales es incipiente, a excepción de algunas coníferas tropicales y subtropicales.

Los trabajos de modelación del crecimiento y rendimiento de especies tropicales y subtropicales en México, son muy escasos. En este rubro destaca el trabajo desarrollado por Fierros (1989), para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf en las plantaciones comerciales de La Sabana, Oaxaca, México. El estudio fue realizado con el fin de ajustar las distribuciones diamétricas a través de la técnica de percentiles utilizando la función de probabilidad Weibull.

Los parámetros de la función se relacionaron a través de regresión con características del rodal (edad, diámetro mínimo, diámetro cuadrático, diámetro medio, diámetro máximo y área basal) lo cual permitió proyectar las distribuciones diamétricas en el tiempo, empleando proyecciones de esas características.

Una vez identificadas las variables del rodal con las cuales se pueden predecir los parámetros de la distribución, se procedió al ajuste del modelo de la forma polimórfica del modelo de Chapman-Richards, con el enfoque de la diferencia algebraica, que permitió proyectar las variables mencionadas en el tiempo.

Se concluye que la distribución Weibull modela en forma adecuada la distribución diamétrica de las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf, establecidas en La Sabana, Oaxaca, México (Fierros y Ramírez, 1989).

Respecto a los modelos construidos para latifoliadas tropicales, sobresalen aquellos desarrollados por Hughell (1990), para *Eucalyptus camaldulensis* Dehnn., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., *Guazuma ulmifolia* Lamb. y *Leucaena leucocephala* (Lamb.) de Wit.

La base de datos provino de la red de parcelas permanentes de crecimiento instaladas en todos los países de Centroamérica. Los modelos fueron desarrollados para predecir volumen total (m³/ha) o la biomasa seca de leña (ton/ha) de plantaciones puras sin intervenciones. El índice de sitio fue estimado con el método de la curva guía con regresión jerárquica y la ecuación de Schumacher. La ecuación seleccionada para estimar el diámetro fue una variación de la ecuación de Von Bertalanffy (Chapman-Richards), que incluye el índice de sitio y la densidad de la plantación. Esta serie de ecuaciones forma el modelo global para cada una de las cuatro especies estudiadas.

Para fines de comparación, se presentan los resultados de crecimiento y rendimiento de *Gmelina arborea* Roxb., obtenidos en el Sureste de México, básicamente en los Estados de Campeche, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. La mayor parte de la información generada acerca de esta especie proviene del Campo Experimental "El Tormento", Escarcega, Campeche.

De los primeros resultados, se presentan aquellas evaluaciones realizadas a diversos ensayos plantados en los años de 1963, 1969 y 1971, y publicados por Cedeño y Villa en 1978 (Cuadro 23).

CUADRO 23. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *Gmelina arborea* Roxb., EN DIVERSOS TIPOS DE PARCELA EN EL C.E. "EL TORMENTO", ESCARCEGA, CAMP. (CEDEÑO Y VILLA, 1978).

TIPO DE PARCELA	EDAD AÑOS	DIAMETRO PROMEDIO CM.	ALTURA PROMEDIO M.
ELIMINACION DE ESPECIES	6	19.1	11.0
ARBORETUM	6	20.4	6.0
PARCELAS DEMOSTRATIVAS	6	25.5	14.0

Posteriormente, se presentaron los resultados obtenidos al evaluar un ensayo experimental con *G. arborea* Roxb. en el C.E. "El Tormento" (Bertoni y Juárez, 1980) (Cuadro 24).

CUADRO 24. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *G. arborea* Roxb., A LOS 9 AÑOS DE EDAD. (BERTONI Y JUAREZ, 1980).

ESPACIAMIENTO M	SUPERVI- VENCIA %	DIAM.PROM. CM	ALT.PROM M	I.M.A DIAM. CM	I.M.A. ALT. M
2.5 X 2.5	81.25	19.33	14.04	2.14	1.56

En el año de 1985 se publican los resultados obtenidos por Juárez y Ramírez al evaluar un ensayo de espaciamiento con *G. arborea* de 7 años 11 meses de edad en el C.E. "El Tormento", Escarcega, Camp. (Cuadro 25).

CUADRO 25. INCREMENTO MEDIO EN ALTURA, DIAMETRO Y VOLUMEN DE *G. arborea* Roxb., DE 7 AÑOS 11 MESES DE EDAD, EN EL C. E. "EL TORMENTO", ESACARCEGA, CAMP. (JUAREZ Y RAMIREZ, 1985).

ESPACIAMIENTO M	ALT. M	I.M.A ALT. M	D.N. CM	I.M.A D.N. CM	VOL. M³	I.M.A VOL. UNIT.M³	I.M.A. VOL M³/HA/A
2.0 x 2.0	9.87	1.24	9.10	1.15	0.0597	0.0075	18.75
2.5 x 2.5	12.99	1.64	12.22	1.54	0.1735	0.0219	35.04
3.0 x 3.0	10.54	1.33	12.18	1.54	0.1219	0.0154	17.11
3.5 x 3.5	10.91	1.38	12.99	1.64	0.1701	0.0215	17.54

Finalmente, en los Cuadros 26 y 27 se presenta un resumen de la información disponible de crecimiento e incremento de *G. arborea* Roxb, en México y algunos países de Africa y Asia.

CUADRO 26. CRECIMIENTO EN ALTURA, DIAMETRO Y VOLUMEN DE *G. arborea* Roxb., EN ALGUNAS LOCALIDADES DE MEXICO.

LOCALIDAD	EDAD AÑOS	No.DE ARBOLES	ESPACIA- MIENTO(M)	ALT. M	D.N. CM	I.M.A VOL. M³/HA/A	FUENTE
HUIMANGUILO, TAB.	2.5	---	4.0 x 4.0	8.0	10.5	---	DE LA CRUZ, 1984
ESCARCEGA, CAMP.	7.9	243	2.0 x 2.0	9.8	9.1	18.75	JUAREZ, 1984
ESCARCEGA, CAMP.	7.9	252	2.5 x 2.5	12.9	12.2	35.04	JUAREZ, 1984
ESCARCEGA, CAMP.	7.9	243	3.0 x 3.0	10.5	12.1	17.11	JUAREZ, 1984
ESCARCEGA, CAMP.	7.9	240	3.5 x 3.5	10.9	12.9	17.54	JUAREZ, 1984
ESCARCEGA, CAMP.	6.5	---	3.0 x 3.0	10.7	13.7	---	GOMEZ Y PATIÑO, 1988
ESCARCEGA, CAMP.	8.8	52	2.5 x 2.5	14.0	19.3	---	BERTONI Y JUAREZ, 1980
SN.FELIPE	5.0	---	---	3.1	4.1	---	PATIÑO, et. al. 1982
BACALAR,	---	---	---	3.02	5.5	---	---
Q. ROO.	---	---	---	2.67	4.4	---	---
B. JUAREZ, TUX. OAX.	4.8	---	3.0 x 3.0	19.6	17.1	24.44	ESCARPITA, 1978
EL PALMAR, VER.	3.8	246	2.5 x 2.5	12.9	13.06	39.87	DOMINGUEZ, 1988
EL PALMAR, VER.	4.4	164	2.5 x 2.5	14.5	20.4	44.14	DOMINGUEZ, 1988
UXPANAPA, VER.	---	---	---	12.0	8.0	---	PATIÑO, et. al. 1982
	4.0	---	---	15.0	15.0	---	---

FUENTE: SANCHEZ (1989) (MODIFICADO POR EL AUTOR)

CUADRO 27. INFORMACION DE CRECIMIENTO DE *G. arborea* Roxb., EN ALGUNOS PAISES DE AFRICA Y ASIA.

PAIS	ESPACIAMIENTO (M)	EDAD AÑOS	I.M.A ALT. M	I.M.A VOL M³ / HA	FUENTE
NIGERIA	-----	12	----	5.6	CHITEDEN, 1964
		12	----	20.4	" "
		10	----	25.5	" "
MALASIA	3.0 x 3.0	7	----	14.0	FREEZAILLAH Y
	3.0 x 3.0	8	----	15.0	SANDRASEGARAN,
	3.0 x 3.0	9	----	12.0	1966
	3.0 x 3.0	11	----	11.0	
SIERRA LEONA	-----	3	3.4	----	FOX, 1967
	-----	6	2.2	----	
	-----	7	2.0	----	
	-----	10	1.5	----	
MALAWI	2.7 x 1.8	10	----	30.4	LAMB, 1968

FUENTE: SANCHEZ (1989) (MODIFICADO POR EL AUTOR).

De manera similar a la información disponible de *G. arborea* Roxb., para fines de comparación del crecimiento e incremento de *Mimosa scabrella* Benth. se empleará la información disponible en México acerca del crecimiento e incremento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf.

Los primeros ensayos realizados en México con el pino Caribe, se inician en el año de 1968, en Playa Vicente, Ver., por conducto de la Dirección Técnica de la U.I.E.F. Fábricas de Papel Tuxtepec S.A., Posteriormente estos ensayos se continuaron en Benito Juárez, Tuxtepec, Oax., en el año de 1969.

Uno de los primeros experimentos consistió en un estudio de especies y procedencias, donde se obtuvo como resultado que la especie con mejor crecimiento e incremento fue *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf, procedente de Guatemala.

Con esa información en 1973 se inician los ensayos de espaciamiento para la especie mencionada con los resultados que se presentan en el Cuadro 28 (Mathus, 1978).

CUADRO 28. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* Barr. Y Golf., PROCEDENTE DE GUATEMALA, DE 5 AÑOS DE EDAD, EN BENITO JUAREZ, TUXTEPEC, OAXACA (MATHUS, 1978).

ESPACIAMIENTO M	SUPERV. %	DN. CM	ALT. M	VOL. UNIT. M³	No. ARBO- LES	VOL/HA M³/HA	ICA/HA M³/HA
4 x 4	96.00	15.96	9.37	0.0760	600	45.600	9.120
4 x 3	95.00	15.05	8.82	0.0665	792	52.668	10.534
4 x 2	96.66	13.59	8.60	0.0520	1 208	62.816	12.563
4 x 1	96.17	11.35	8.91	0.0345	2 404	82.938	16.588
3 x 3	95.52	13.52	8.92	0.0518	1 072	55.530	11.106
3 x 2	95.83	13.72	9.25	0.0538	1 597	85.219	17.184
3 x 1	97.06	10.60	8.88	0.0296	3 325	95.756	19.151
2 x 2	98.21	11.86	8.70	0.0378	2 455	92.799	18.560
2 x 1	94.66	9.57	8.62	0.0235	4 733	111.226	22.245
1 x 1	90.31	7.92	8.26	0.0155	9 031	139.981	27.996

Los mejores resultados se obtuvieron con los espaciamientos de 1.0 x 1.0 m con 139.987 m³/ha y 7.996 m³ de incremento corriente y el de 2.0 x 1.0 m con 111.226 m³/ha y 22.245 m³ de incremento corriente. Posteriormente, se continuaron los ensayos para probar especies y procedencias en Benito Juárez, Tuxtepec, Oax. (Escarpita, 1978), obteniéndose los siguientes resultados (Cuadro 29).

CUADRO 29. RESULTADOS DE CRECIMIENTO E INCREMENTO PARA 4 ESPECIES DE PINO DE 4 PROCEDENCIAS DE 7 AÑOS DE EDAD EN BENITO JUAREZ, TUXTEPEC, OAXACA (ESCARPITA, 1978).

ESPECIE	PROCEDENCIA	SUPERV. %	D.N. CM	ALT. M	VOL.UN. M ³	No. ARB.	VOL.REAL M ³	ICA M ³
<i>Pinus oocarpa</i>	BELICE	76.83	20.19	14.00	0.133	853	113.5	16.225
<i>P. tropicalis</i>	CUBA	88.89	19.66	14.08	8.125	987	123.4	17.635
<i>P. caribaea</i>	GUATEMALA	90.59	19.43	13.07	0.120	895	107.4	15.348
<i>P. caribaea</i>	NICARAGUA	86.66	19.45	13.61	0.120	962	115.6	16.518
<i>P. caribaea</i>	CUBA	70.51	15.36	12.27	0.072	783	56.5	8.071
<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>oaxacana</i>	MEXICO	4.63	5.84	4.46	0.007	51	0.4	0.055

Del ensayo anterior, se concluyó que las mejores especies son *Pinus tropicalis* procedente de Cuba y *Pinus caribaea* procedente de Nicaragua.

Finalmente, Fierros (1989), estudió el crecimiento y rendimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en la plantación establecida en "La Sabana", Municipio de San Juan Cotzocon, Oaxaca y llegó a los resultados que se muestran en el Cuadro 30.

CUADRO 30. TASAS DE CRECIMIENTO PARA *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* Barr. Y Golf., CUANDO EL INCREMENTO MEDIO ANUAL CULMINA EN "LA SABANA", OAX. (FIERROS, 1989).

INDICE DE SITIO	EDAD AÑOS	I.M.A. M ³ /HA/AÑO
12	30	13.7
15	29	17.1
18	27	20.5

Concluye que el incremento medio anual en volumen comercial total a la edad de 27.5 años es de 16.2 m³/ha/año.

En el Cuadro 31 se presenta el crecimiento en di metro y altura para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf en algunos países de América y Asia y en el Cuadro 32 se muestra la información de incremento en volumen en plantaciones de la misma especie en algunos países de América, Africa y Asia.

CUADRO 31. CRECIMIENTO EN DIAMETRO Y ALTURA PARA *P. caribaea* VAR. *hondurensis* Barr. Y Golf., EN PLANTACIONES DE AMERICA Y ASIA (FIERROS, 1989).

PAIS	EDAD AÑOS	INC. MEDIO ANUAL		FUENTE
		DIAMETRO CM/AÑO	ALTURA M/AÑO	
COSTA RICA	2 - 6	2.5	-----	REYNA (1980)
	9 - 12	2.36	2.12	
PUERTO RICO	11.5 - 13.6	1.0 - 2.5	1.2 - 1.8	WHITMORE (1980)
CUBA	15	1.37	1.28	MATOS (1972)
	9	1.62	1.35	
BRASIL	8.5	1.00	1.31	FLOR (1980)
MALASIA	8	-----	1.9 - 2.3	CARMEAN (1974)

CUADRO 32. CRECIMIENTO EN VOLUMEN PARA *P. caribaea* VAR. *hondurensis* Barr. Y Golf., EN PLANTACIONES DE AMERICA, AFRICA Y ASIA (FIERROS, 1989).

PAIS	EDAD AÑOS	I.M.A (m³/ha/año)	FUENTE
JAMAICA	5 - 12	17.5 - 35.0	LAMB (1973)
TRINIDAD	20	2.4 - 18.3	" "
SUDAFRICA	29	22	" "
	34	21.4	" "
BRASIL	10	17.2	" "
	8.5	26	FLOR (1980)
SURINAM	8.5	22	LAMB (1973)
	11.5	24	" "
FIJI	23 - 32	13 - 28	" "
AUSTRALIA	12 - 15	16 - 34	" "
		19.2	" "
	16	9	" "
MALASIA	7 - 8.5	11 - 18	" "
TANZANIA	8	19.25	LAMB (1979)
	9	25	" "
	15	23	" "
COSTA RICA	8.8 - 11.8	31.2 - 68.4	REYNA (1980)
	5	18 - 39.3	" "
	5 - 8	63	" "
PUERTO RICO	11.5 - 13.6	22 - 59	WHITMORE (1980)
CUBA	15	28.32	MATOS (1972)
	9	18.2	" "
MALASIA	10	7 - 29	TEOH (1981)
MEXICO	27 - 30	13.7 - 20.5	FIERROS (1989)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

Las experiencias logradas a la fecha con *Mimosa scabrella* Benth., se han obtenido en dos municipios de la Región Central de Veracruz: Tepatlaxco y Zentla.

Con el objeto de comparar el comportamiento de bracatinga con *Gmelina arborea* Roxb, (Melina) se describir el rea conocida como El Palmar, ubicado en el Valle de Tezonapa Veracruz, de donde proviene la información de melina.

3.1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los Municipios de Tepatlaxco y Zentla, Ver., se localizan en el siguiente marco geográfico (Cuadro 33).

CUADRO 33. MARCO GEOGRAFICO DE LOS MUNICIPIOS DE TEPATLAXCO Y ZENTLA, VERACRUZ.

Municipio	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud Promedio (msnm.)
Tepatlaxco	19° 03' a 19° 04'	96° 50' a 96° 51'	800
Zentla	19° 04' a 19° 05'	96° 48' a 96° 49'	940

Fuente: INEGI, s/f.

El Palmar, Ver., se localiza entre las coordenadas geográficas 18° 31' de Latitud Norte y 96° 47' de Longitud Oeste con una altitud de 100 msnm (INEGI, s/f) (Fig. 1).

3.1.2. CLIMA

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1970), el clima del municipio de Tepatlaxco es semicálido húmedo representado por la siguiente fórmula: (A) C(m) b (i)g, con una temperatura media anual de 17.7° C, con máxima de 22.1° C y mínima de 13.3° C. Los meses más cálidos son abril y mayo. La precipitación media anual es de 1915.4 mm (Sampieri, 1988).

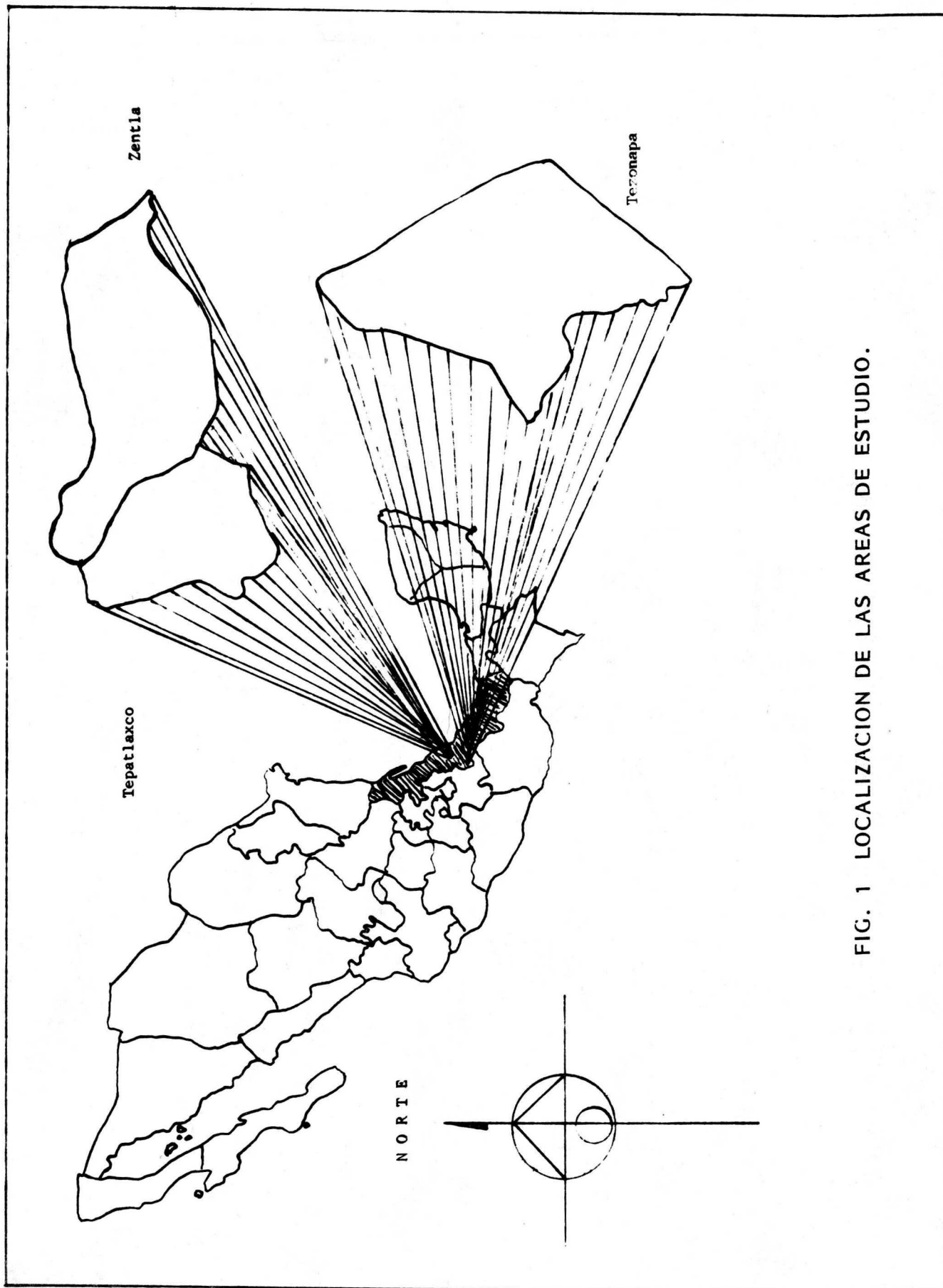


FIG. 1 LOCALIZACION DE LAS AREAS DE ESTUDIO.

El municipio de Zentla, también presenta un clima semicálido húmedo, con lluvias en verano cuya fórmula climática es: (A) C(fm) b(i)g. La temperatura media anual es de 20° C, el mes más cálido es mayo y el más frío enero. La precipitación media anual es de 1900 mm, el período de precipitación se presenta de mayo a octubre, siendo los meses de julio y septiembre los más lluviosos. En agosto se observa un descenso en la precipitación conocido como sequía intraestival o canícula. Esta última situación se presenta en ambos municipios (Licona, S/F).

En el caso de El Palmar, el clima es cálido húmedo con lluvias en verano y lo representa la siguiente fórmula climática: Am(i'). La temperatura media anual es superior a 22° C. el mes más cálido es mayo y el más frío enero. La precipitación media anual es de 2864 mm. Los meses más lluviosos son julio y septiembre y el más seco es febrero (Sosa, 1987).

3.1.3. TOPOGRAFIA

Tepatlatxco cuenta con dos formas de relieve: montaña y lomerío. El lomerío se ubica en la parte baja de los cerros, en forma triangular. El relieve montañoso presenta zonas con pendientes fuertes y superficie más accidentada. En el caso de Zentla, presenta un conjunto de lomeríos inclinados tendidos, algunos desordenados o formando cordilleras y valles, así como cerros y conos cineríticos de laderas accidentadas y amplias respectivamente. La pendiente del terreno varía desde 3 a más del 30% predominantemente de forma convexa-cóncavo y en menor grado regular (Licona, s/f).

El Palmar presenta topografía ondulada con ligeras pendientes, existiendo porciones planas (Sosa, 1987).

3.1.4. GEOLOGIA

Para los Municipios de Tepatlatxco y Zentla, el basamento geológico data del cuaternario y está constituido por depositaciones de materiales volcánicos, como pórfidos de naturaleza básica e intermedia así como cenizas que en conjunto forman tobas básicas, las cuales en algunas partes sepultan calizas plegadas del cretácico superior (Licona, s/f).

El municipio de Tezonapa Ver. presenta un basamento geológico, constituido en parte por materiales aluviales del cuaternario y por una asociación de lutitas, areniscas y conglomerados del terciario superior, además de algunos afloramientos de calizas del cretácico superior (Licona, s/f).

3.1.5. HIDROLOGIA

Los Municipios de Tepatlaxco y Zentla presentan numerosas corrientes de carácter tanto permanente como intermitente, de forma dendrítica y sinuosa cuyas aguas finalmente forman el caudal del río Jamapa y Paso de Ovejas.

Para el Valle de Tezonapa, los ríos más cercanos son el Tonto y el Santiago que se unen al sur del área y desembocan en la presa Miguel Alemán (Licona, s/f; Sosa, 1987).

3.1.6. SUELOS

De acuerdo a la carta edafológica de INEGI (s/f), Tepatlaxco y Zentla poseen suelos Acrisol órtico y Acrisol húmico.

Acrisols órticos. Tienen un horizonte **A** ócrico y un horizonte **B** argílico con una capacidad de intercambio catiónico mayor a 24 meq/100 g de arcilla y sin las propiedades que distinguen a las otras divisiones.

Acrisols húmicos. Tienen un horizonte **A** úmbrico o un contenido elevado de materia orgánica en el horizonte **B** o ambas características, sin las propiedades que distinguen a las otras subdivisiones.

Morfología de los acrisols. En la superficie puede haber hojarasca suelta, pero comunmente forma una capa muy delgada de modo que puede quedar expuesto el suelo mineral.

El horizonte mineral superior, por lo general horizonte **Ah**, de color pardo-grisáceo oscuro, de migajón arenoso, granular (Epipedón ócrico; Modón-Mo), que varía en espesor de menos de 10 cm a más de 30 cm, en secciones delgadas la matriz es isotrópica y contiene muchos fragmentos de plantas parcialmente descompuestos.

Ese horizonte pasa en forma abrupta a un horizonte **E**, de color pardo grisáceo o pardo arcillo-arenoso (horizonte Ibico; Zolón-Zo), éste cambia en forma gradual a un horizonte **B** argílico rojo, con textura de migajón arcilloso (horizonte argílico; **RoAr**), de estructura granular y con revestimientos pequeños de arcilla sobre muchas de las superficies de los peds. Las matrices contienen abundantes dominios pequeños y algunas aureolas anisotrópicas. Con la profundidad este horizonte pasa a roca intemperizada.

Datos analíticos. La cantidad más pequeña de arcilla ocurre entre el horizonte **Ah**, seguida por un ligero incremento en el horizonte **E** y otro aumento en el horizonte **B** argílico, decreciendo luego con la profundidad hasta la roca intemperizada. En el horizonte **Ah** puede haber hasta 10% de materia orgánica con una razón C/N de 15 que por tanto, no se encuentra en un estado de humificación muy avanzado.

La capacidad de intercambio catiónico tiene 2 máximos: uno de alrededor de 35 meq/100g que ocurre en el horizonte **Ah** debido a la presencia de materia orgánica, mientras que el más alto, de alrededor de 45 meq/100 g o más ocurre en el horizonte **B** argílico debido a la mayor cantidad de arcilla. La cantidad de cationes intercambiables es baja en todo el suelo, aumentando desde un 15% de saturación de bases en el horizonte **Ah** hasta un máximo de 35 - 40% en el horizonte argílico **B**, siendo el calcio el anión dominante.

Los valores de pH son de alrededor de 5.5 y relativamente uniformes en todo el suelo, pero se registra un ligero aumento con la profundidad. La proporción de sílice sesquióxido para el suelo total disminuye con la profundidad indicando que existe en los horizontes **Ah** y **E**. Se registra una pérdida considerable de hierro y aluminio de los minerales primarios.

Génesis. Estos suelos se forman más comunmente de rocas, sedimentos ácidos o en extremo ácidos del Pleistoceno o pueden evolucionar de suelos anteriores.

Utilización. Los horizontes superiores profundos, ácidos y fuertemente lixiviados presentan muchos problemas para su utilización. Después de remover la vegetación natural, se deben hacer aplicaciones copiosas de cal, seguidos por cantidades grandes de fertilizantes, en particular nitrógeno y fósforo. Aún así, su productividad es baja, por lo cual se destinan a la agricultura de plantaciones (café, caña de azúcar y frutales), cultivos básicos (maíz y frijol) y frecuentemente se dedican al pastoreo de ganado bovino (leche y/o carne) (Fitz Patrick, 1984). Los suelos de El Palmar, son rojos lateríticos, de textura arcillo limosa, estructura granular, con 2% de materia orgánica y un pH de 5.

3.1.7. VEGETACION

La cubierta vegetal de los Municipios de Tepatlaxco y Zentla esta clasificada como selva alta subperennifolia de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández (1963). Este tipo de vegetación se caracteriza porque una proporción considerable de las especies arbóreas (más del 40%) tienen hojas caducifolias en la época de sequía.

Las principales especies arbóreas dominantes son las siguientes:
(Gómez-Pompa, 1978).

Brosimum alicastrum
Ampelocera hottlei
Aspidosperma megalocarpom
Ficus tecolutensis
Guettarda elliptica
Ilex condensata
Mirandaceltis monoica
Myriocarpa bifurca
Myroxylon balsamun
Cedrella odorata
Cordia alliodora
Cupania dentata
Dioscorea mexicana
Exostema mexicanum
Sapium latrifolium
Sikingia rhodoclada
Stemmademia donnell-smithii
Trichilia havanensis

Achras zapota
Exothea copalillo
Ficus cooki
Astronium graveolens
Bernoullia flamea
Bombax ellipticum
Bouchosia lanceolata
Bursera simaruba
Capparis baduca
Nectandra sanguinea
Perrottetia longistylis
Platymiscium yucatanum
Protium copal
Robinsonela mirandae
Trichilia hirta
Urera baccifera
Batairea lundhellii

En la región del Valle de Tezonapa se distinguen dos tipos de vegetación: Selva alta perennifolia y Selva mediana subperennifolia cuyas especies más características son: (Sosa, 1987).

Astronium graveolens
Vochycia hondurensis
Terminalia amazonia
Zuelania guidonia

Bursera simaruba
Manilkara zapota
Brosimumm alicastrum
Robinsonela sp.

3.2. ENSAYO DE COMPETENCIA-PROCEDENCIA DE *Mimosa scabrella* BENTH. EN ZENTLA VERACRUZ, MEXICO.

Los ensayos de competencia tienen por objeto conocer la influencia de la ocupación efectiva del espacio de crecimiento, en combinación con otros factores, sobre la capacidad de una especie arbórea para crecer bajo competencia por el espacio vital. Desde el punto de vista experimental, es necesario conocer la respuesta de un árbol sujeto a competencia para determinar los espaciamientos óptimos a que debe ser plantado con el fin de obtener el mejor rendimiento en madera. El espaciamiento determinado puede ser entonces aplicado en forma extensiva en programas de plantación o de reforestación.

Tradicionalmente se han empleado parcelas cuadradas, rectangulares o lineales que han resultado ineficientes para controlar los efectos de competencia entre los árboles. Además este tipo de parcelas adquieren tamaños muy grandes que implican altos costos de establecimiento y manejo y el uso de una mayor cantidad de árboles.

El objetivo de este apartado es mostrar el uso de la parcela hexagonal aplicada a *Mimosa scabrella* Benth, además de resaltar el control que establece de una manera eficiente acerca de los efectos de competencia entre árboles, la reducción de los costos en el establecimiento y manejo de diseños experimentales y el uso minimizado del material experimental. La parcela hexagonal fue presentada por Domínguez (1989), y en este capítulo se demuestra su uso para probar espaciamientos.

3.2.1. MARCO TEORICO DE LA PARCELA HEXAGONAL

El desarrollo de un árbol depende tanto de factores bióticos como abióticos, varios de ellos difíciles de controlar, como sería el caso del clima, las características genéticas del arbolado o las propiedades físico-químicas del suelo. Sin embargo, existen otras que el investigador tiene oportunidad de manejar para conocer la respuesta del arbolado a determinados estímulos, como sería el manejo del espacio de crecimiento.

En la bibliografía existen varias definiciones del término "Espacio de Crecimiento" como son las siguientes:

- Es el área ocupada por cada árbol y se expresa mediante la distancia que existe entre los individuos de un rodal (Daniel, et. al., 1982).
- Área horizontal de la copa (Spurr, 1952). Área cubierta por la proyección "en planta" de la copa de cada sujeto.

- Espacio de raíces (Spurr, 1952). Extensión de terreno cubierta por el sistema radical de los árboles.
- El área potencialmente disponible para un árbol está definida por la proyección horizontal de su copa (área del dosel de la copa) más una parte no cubierta del área del rodal (Assman, 1970).

Estas definiciones involucran tanto al espacio de crecimiento de la parte aérea del árbol (copa) como al espacio de crecimiento de la parte subterránea (sistema radical).

Generalmente, se asume que la forma que adoptan las copas de los árboles y su sistema radicular es circular, sin embargo, en realidad adquieren formas distorsionadas que les permiten cubrir todos los huecos existentes en el dosel. Por otra parte, también se asume que el área de proyección de la copa de los árboles puede ser un indicador del área de las raíces y, en consecuencia, una medida de la competencia subterránea entre árboles (Krajicek et. al., 1961).

Zepeda y Villareal (1987), calcularon el espaciamiento promedio que teóricamente tienen los árboles, dado el espacio de crecimiento de que disponen, asumiendo cuatro formas geométricas del mismo: cuadrado, circular, intermedio entre cuadrado y circular e intermedio entre cuadrado y hexagonal.

Los autores encontraron que el espacio de crecimiento de forma hexagonal es similar a la forma circular, ambos estimados con las siguientes ecuaciones:

Espacio de crecimiento circular (E_{ci})

$$E_{ci} = ((10\ 000 / N) (1 / 0.7854))$$

Espacio de crecimiento hexagonal (E_{hi})

$$E_{hi} = ((10\ 000 / N) (2 / 1.7320508))$$

Donde:

N = Número de árboles por hectárea.

La utilización completa del espacio de crecimiento, asumiendo que esto significa que todos los huecos del dosel de un rodal están cubiertos por las copas

de los árboles, se lograría teóricamente con la forma de crecimiento hexagonal (Assman, 1970) (Fig. 2).

Considerando estas suposiciones, es posible establecer las bases para trasladar esas hipótesis a una situación de crecimiento del árbol bajo condiciones experimentales. Asumiendo que la figura geométrica que adoptan las copas y el sistema radical de los árboles, es el hexágono y que por lo tanto, se lograría la ocupación completa del espacio de crecimiento bajo condiciones experimentales, la parcela experimental asumiría esta forma.

El hexágono es un polígono regular de 6 lados y ángulos iguales. Estrictamente está formado por 6 triángulos equiláteros cuyos lados son radios de la circunferencia que circunscribe al hexágono (Fig. 3). Estos triángulos equiláteros son el resultado del trazo de tres diagonales que unen vértices opuestos.

Cada vértice presenta una misma distancia, tanto al vértice más próximo como al centro del hexágono; suponiendo que cada vértice representa la posición de un árbol, los espacios de competencia para el crecimiento serían iguales para todos, siempre que existiera un árbol en el centro del hexágono (Fig. 4).

Como se puede observar en la Figura 4, por efecto de la simetría del polígono, los espacios de crecimiento no ocupados serían mínimos. De esta forma, la competencia por el espacio de crecimiento en la parte interna del polígono quedaría controlada.

Con el objeto de mantener el mismo control por la parte externa del polígono, se circunscribe un segundo hexágono sobre el primero (principal), cuyo radio de la circunferencia auxiliar sería el doble del de la primera del polígono principal (Fig. 5).

Observando la Figura 5, si colocamos un árbol en la parte media de cada lado del hexágono exterior, se lograría un control eficiente de la competencia similar al de la parte interna del polígono principal. De esta manera, la "parcela útil" es el polígono interno completo con un control eficiente de la competencia tanto por dentro como por fuera del polígono principal. Esta "parcela útil" estaría formada por 7 individuos, o por uno, si el objetivo de la evaluación fuera un árbol individual, y se tendrían 12 árboles con efectos de orilla que no serían tomados en cuenta en las evaluaciones.

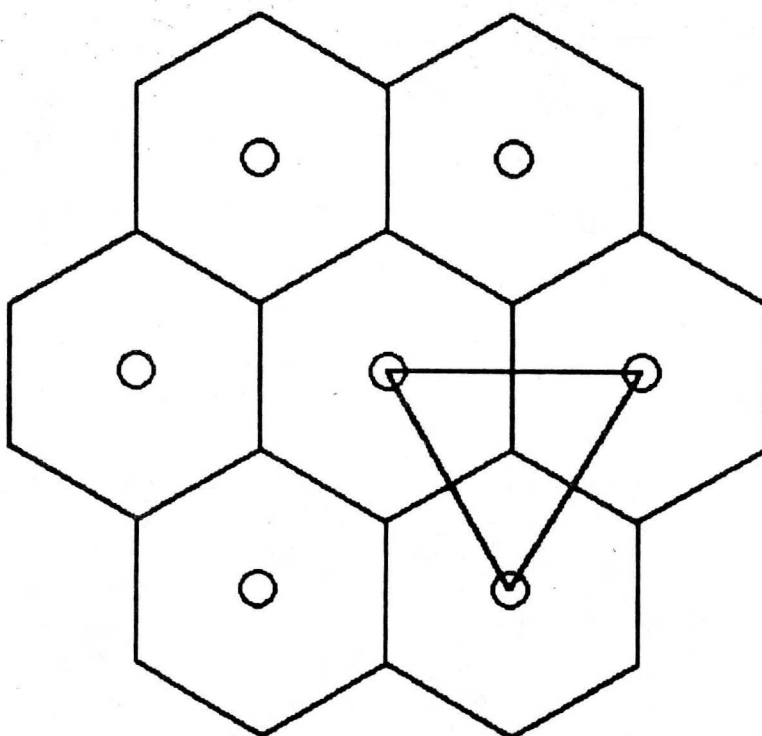


Fig. 2. Forma de crecimiento hexagonal teórico (Assman, 1970).

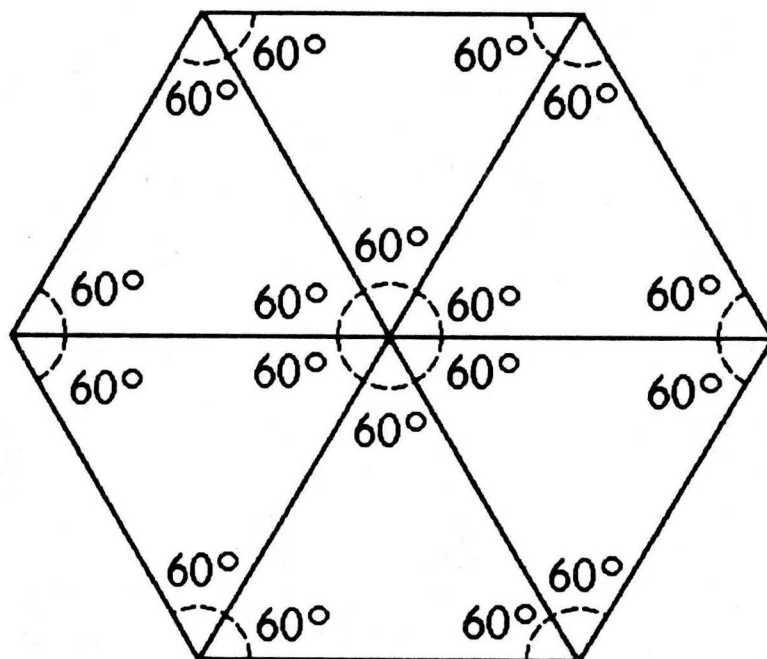


Fig. 3. Exágono regular por triángulos equiláteros con ángulos de 60° por vértice.

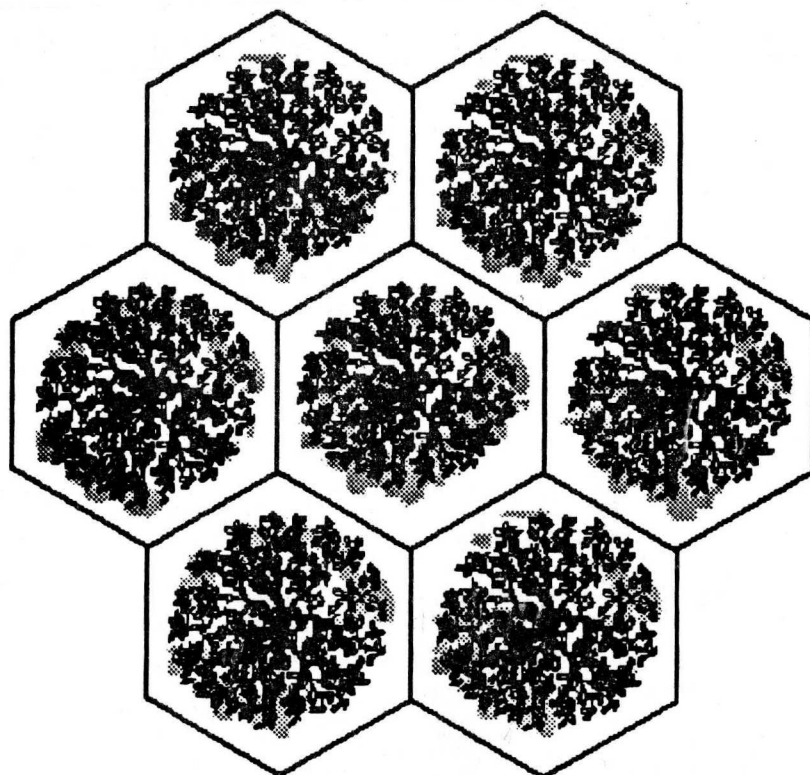


Fig. 4. Espacios de crecimiento hexagonal teórico completamente ocupado.

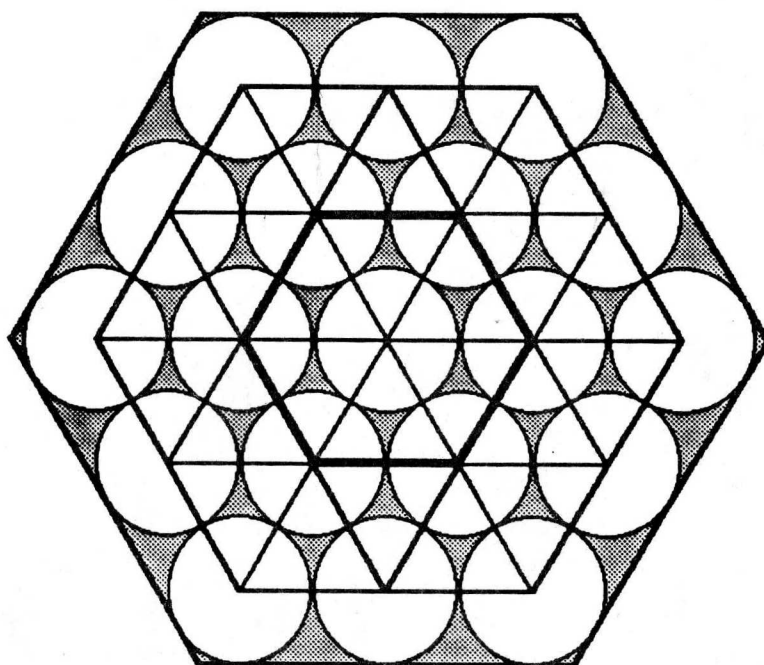


Fig. 5. Parcela hexagonal para espaciamientos de 3 x 3 m.

Por ejemplo, la superficie (A) que ocuparía un hexágono de 7.5 x 7.5 m para ensayar espaciamientos de 3 x 3 m, sería de 146.14 m obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$A = 2.598 L$$

Donde:

L = lado del hexágono

En comparación con lo anterior, si se empleara una parcela rectangular sería necesaria un rea de 180 m (15 x 12 m), con 20 árboles en total, 6 como parcela útil y 14 con efectos de borde, con una ocupación deficiente del espacio de crecimiento para probar el mismo espaciamiento de la parcela hexagonal (3 x 3 m). Fig. 6.

Comparando ambas parcelas, la rectangular ocuparía una superficie 18.81% mayor a la hexagonal con un menor número de árboles como parcela útil y mayor número de árboles con efectos de borde.

En relación con una parcela cuadrada, probando el mismo espaciamiento (3 x 3 m), la superficie total de la parcela es de 144 m con 16 árboles en total, 4 como parcela útil y 12 con efectos de borde, comparativamente la parcela hexagonal presenta una superficie total de 146.14 m, con 7 árboles como parcela útil y 12 con efectos de borde. Fig. 7.

Como se puede observar en el Cuadro 34, la parcela hexagonal incrementa su superficie en 1.46 % respecto a la parcela cuadrada, pero mantiene un mayor numero de árboles como parcela útil.

CUADRO 34. COMPARACION DE 3 TIPOS DE PARCELA EXPERIMENTAL, EJEMPLIFICANDO UN ESPACIAMIENTO COMUN DE 3 X 3 M.

TIPO DE PARCELA	No. TOTAL ARBOLES	No. DE ARB. / PAR. UTIL	No. DE ARB. / BORDE	SUP. TOT. / PARCELA m ²
CUADRADA	16	4	12	144.00
RECTANGULAR	20	6	14	180.00
HEXAGONAL	19	7	12	146.14

3.2.2. METODOLOGIA

ORIGEN DE LA SEMILLA. La semilla empleada en este ensayo tiene dos orígenes; la primera procedencia es originaria de Zentla, Veracruz, cuyo origen fue San Ramón, Costa Rica, por lo que se considera como una fuente "mexicanizada". La segunda procedencia es la localidad de Colombo, Estado de Paraná, Brasil.

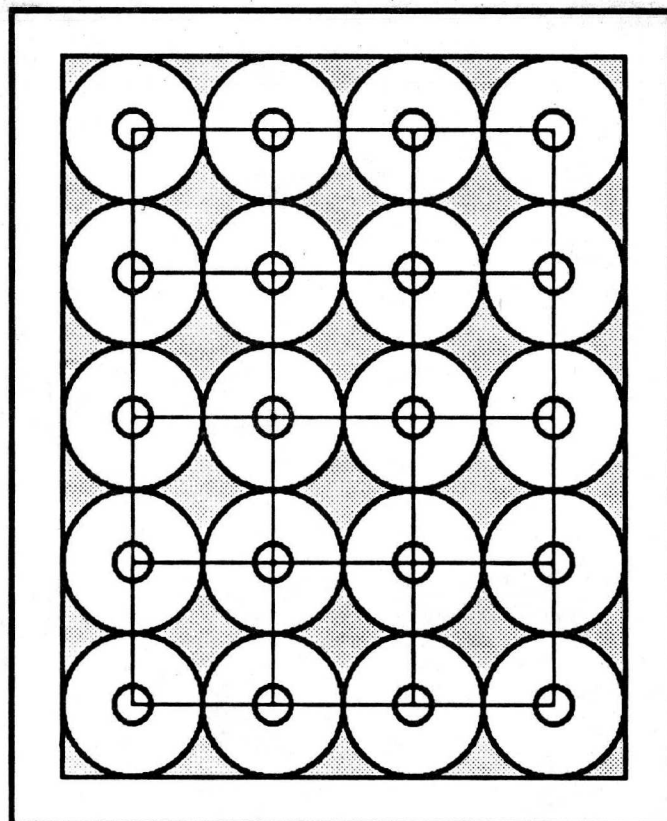


Fig. 6. Parcela experimental rectangular para espaciamientos de 3 x 3 m.

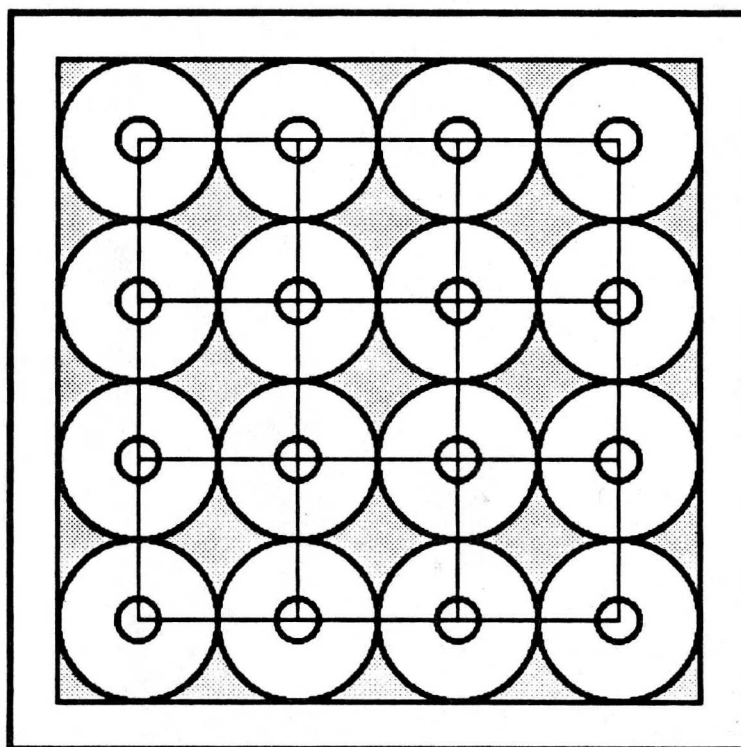


Fig. 7. Parcela experimental cuadrada para espaciamientos de 3 x 3 m.

PRODUCCION DE PLANTA. La semilla no recibió ningún pretratamiento y fue sembrada en forma directa en envases de polietileno negro de 10 x 15 cm, con una mezcla de suelo de 50 % tierra de monte y 50% de arena previamente desinfectada. La siembra se llevó a cabo el día 2 de junio de 1990 y la germinación se inició 5 días después de la siembra. Todo el proceso de producción de planta se realizó en el interior de un invernadero del Centro de Genética Forestal A.C., ubicado en Lomas de San Juan, Chapingo, Mexico.

La planta fue transportada al lugar definitivo de plantación localizado en "El Olvido", Colonia Manuel González en el Municipio de Zentla, Veracruz. El ensayo experimental fue establecido los días 15 y 16 de Septiembre de 1990, de manera que la planta tenía una edad de 3.5 meses y 35 cm de altura promedio al momento de ser plantada. La plantación se realizó mediante el sistema de cepa común.

DISEÑO EXPERIMENTAL. El ensayo fue plantado bajo el diseño experimental completamente al azar, en arreglo factorial 2 (Procedencias) x 3 (Espaciamientos) x 4 (Repeticiones). En la Figura 8 se presenta el arreglo en campo. El terreno es sensiblemente plano, con suelo arcillo-arenoso, bien drenado y cuyo uso principal es la plantación de café. La preparación del mencionado terreno consistió básicamente en una limpia de malezas y en la elaboración de las cepas bajo el esquema de parcelas hexagonales (Domínguez, 1989).

Las características más sobresalientes del diseño experimental son las siguientes:

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS	
A: PROCEDENCIA	a1: ZENTLA, VERACRUZ, MEXICO a2: COLOMBO, PARANA, BRASIL	a1 b1 a1 b2 a1 b3	a2 b1 a2 b2 a2 b3
B: ESPACIAMIENTOS	b1: 1.0 x 1.0 m. b2: 1.5 x 1.5 m. b3: 2.0 x 2.0 m.		

REPETICIONES : 4

TOTAL DE UNIDADES EXPERIMENTALES: 24

TIPO DE PARCELA EXPERIMENTAL : HEXAGONAL

NUMERO DE ARBOLES / PARC. EXP. : 19

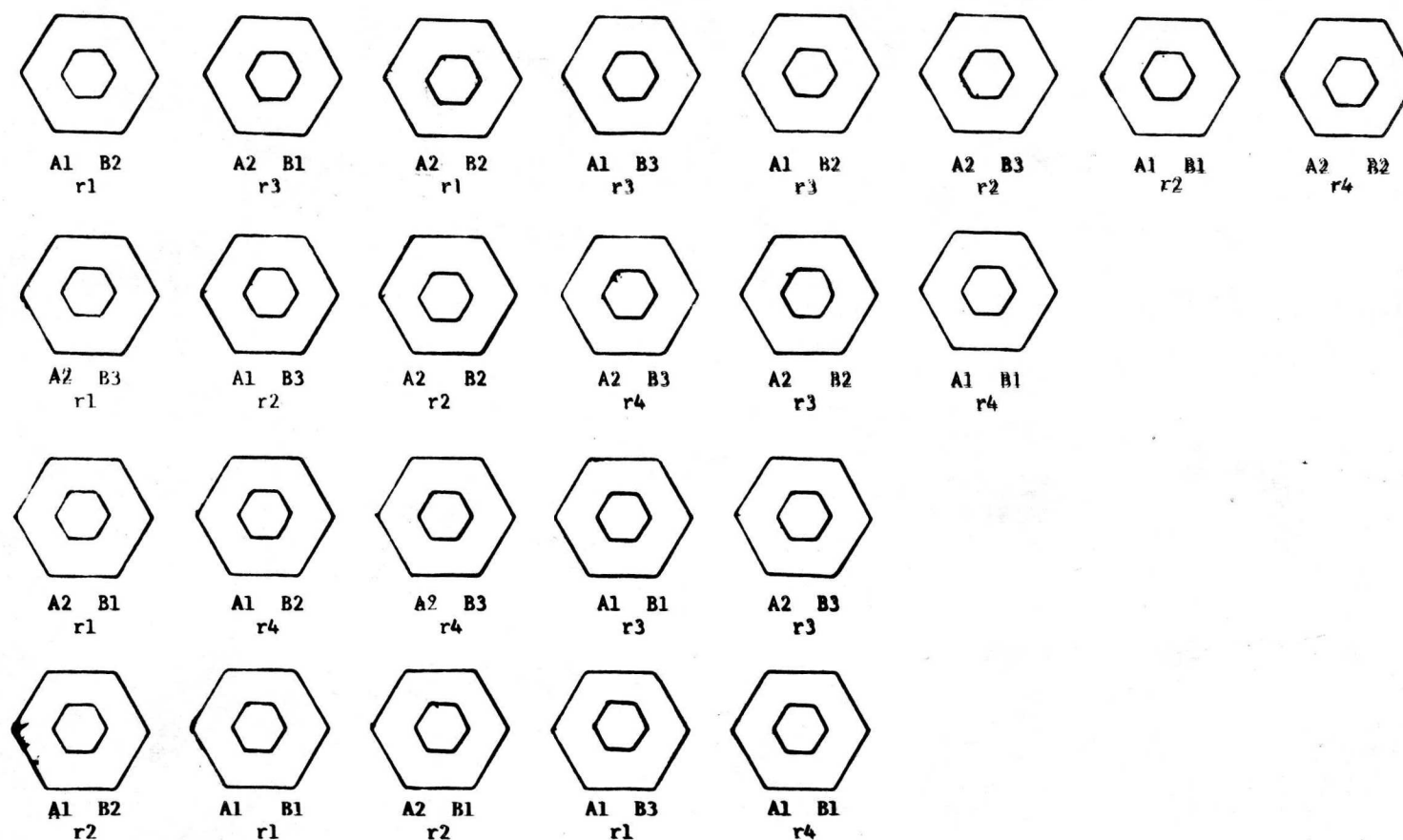
NUMERO DE ARBOLES / PARC. UTIL : 7

SUPERFICIE/PARC. EXP. : 1.0 x 1.0 m : 3.826 m²

1.5 x 1.5 m : 52.610 m²

2.0 x 2.0 m : 78.590 m²

SUPERFICIE EXPERIMENTAL TOTAL : 1 080.208 m²



**FIG. 8 DISTRIBUCION EN CAMPO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE AL AZAR
EN ARREGLO FACTORIAL 2 (PROCEDENCIAS) X 3 (ESPACIAMIENTOS)
X 4 (REPETICIONES).**

MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (A B)_{ij} + E_{ijk}$$

DONDE:

Y = ALTURA, DIAMETRO, INC. EN ALT. E INC. EN DIAM.
U = EFECTO DE LA MEDIA GENERAL
A_i = EFECTO DEL I-ESIMO NIVEL DEL FACTOR A
B_j = EFECTO DEL J-ESIMO NIVEL DEL FACTOR B
(A B)_{ij} = EFECTO DE LA INTERACCION DEL I-ESIMO NIVEL DEL
FACTOR A CON EL J-ESIMO NIVEL DEL FACTOR B
E_{ijk} = EFECTO DEL ERROR ALEATORIO

HIPOTESIS:

H₀: EFECTO DE LOS NIVELES DEL FACTOR A =
EFECTO DE LOS NIVELES DEL FACTOR B =
EFECTO DE LA INTERACCION DEL I-ESIMO NIVEL DEL FACTOR A
CON EL J-ESIMO NIVEL DEL FACTOR B

H₁: EFECTO DE LOS NIVELES DEL FACTOR A <>
EFECTO DE LOS NIVELES DEL FACTOR B <>
EFECTO DE LA INTERACCION DEL I-SEMO NIVEL DEL FACTOR A
CON EL J-ESIMO NIVEL DEL FACTOR B

EVALUACIONES. Las evaluaciones consistieron en la medición de los siguientes parámetros dasométricos: altura, diámetro, supervivencia y observaciones generales. Estas mediciones fueron realizadas con reglas graduadas al cm, pértigas graduadas al cm y cintas diamétricas graduadas al mm.

La primera evaluación se realizó a los 3 meses de establecido el ensayo (15 de Diciembre de 1990) y la segunda evaluación se llevó a cabo a los 24 meses de edad del ensayo (22 de Septiembre de 1992).

Las bases de datos generadas fueron capturadas en medios electromagnéticos y procesados en un ordenador personal. Las técnicas empleadas en el análisis estadístico son el análisis de varianza, prueba de comparación de medias de Tukey y contrastes ortogonales mediante el uso del paquete estadístico SAS.

3.2.3. RESULTADOS

La primera evaluación consistió básicamente en la medición de alturas, supervivencia y observaciones generales a los 3 meses de edad del ensayo. El objetivo principal de esta primera evaluación fue medir la adaptación a través del crecimiento y la supervivencia de ambas procedencias. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 35.

CUADRO 35. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCEDENCIA-COMPETENCIA DE *M. scabrella* Benth., A LA EDAD DE 3 MESES, EN ZENTLA, VER.

PROCEDENCIA / ESPACIAMIENTO (M)	ALTURA CM	SUPERVIVENCIA %
ZENTLA - 1.0 X 1.0	82.29	100
ZENTLA - 1.5 X 1.5	69.32	100
ZENTLA - 2.0 X 2.0	69.86	100
COLOMBO - 1.0 X 1.0	83.65	100
COLOMBO - 1.5 X 1.5	78.47	100
COLOMBO - 2.0 X 2.0	86.36	100

Como resultado del análisis de varianza, no se encontró diferencia estadística significativa entre los niveles de ambos factores.

En los resultados expuestos en el cuadro 25 se observa que la combinación que presenta los mejores resultados de crecimiento en altura y por tanto de adaptación, es la de Colombo, Paraná, Brasil con el espaciamiento de 2.0 x 2.0 m, seguido por la misma procedencia en el espaciamiento de 1.0 x 1.0 m. En cuanto a la supervivencia no se presentó falla alguna en el ensayo.

La segunda evaluación se llevó a cabo a los 24 meses de edad y consistió en la evaluación de todas las variables señaladas anteriormente. Se realizó el análisis de varianza para las variables: altura y diámetro. En el Cuadro 36 se presentan los resultados del análisis de varianza para cada una de las variables analizadas.

**CUADRO 36. ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ALTURA Y DIAMETRO PARA
M. scabrella Benth., A LA EDAD DE 2 AÑOS EN "EL OLVIDO", ZENTLA VER.**

VARIABLE DEPENDIENTE: ALTURA

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Modelo	8	194.0432869	24.2554109	14.39	0.0001
Error	154	259.5869842	1.6856298		
Total corregido	162	453.6302712			

R ²	C.V.	Altura Media
0.427756	19.59771	6.62484663

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
R	3	52.50957040	17.50319013	10.38	0.0001
P	1	48.18481953	48.18481953	28.59	0.0001
E	2	62.89012190	31.44506095	18.65	0.0001
P *E	2	30.45877511	15.22938755	9.03	0.0002

Fuente	GL	Tipo III SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
R	3	51.39276474	17.13092158	10.16	0.0001
P	1	46.69449251	46.69449251	27.70	0.0001
E	2	60.98042480	30.49021240	18.09	0.0001
P *E	2	30.45877511	15.22938755	9.03	0.0002

VARIABLE DEPENDIENTE: DIAMETRO

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Modelo	8	74.52851685	9.31606461	5.06	0.0001
Error	154	283.45711382	1.84063061		
Total corregido	162	357.98563067			

R ²	C.V.	Diámetro Medio
0.208189	30.65624	4.42552147

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
R	3	16.86747230	5.62249077	3.05	0.0302
P	1	18.56455108	18.56455108	10.09	0.0018
E	2	23.79656184	11.89828092	6.46	0.0020
P *E	2	15.29993164	7.64996582	4.16	0.0175

Fuente	GL	Tipo III SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
R	3	15.80718826	5.26906275	2.86	0.0387
P	1	18.30159957	18.30159957	9.94	0.0019
E	2	23.26875582	11.63437791	6.32	0.0023
P *E	2	15.29993164	7.64996582	4.16	0.0175

En todos los análisis de varianza se encontró diferencia estadística significativa. Para la variable altura, se presentan diferencias altamente significativas tanto para los niveles del factor A (Procedencias), como para los niveles del factor B (Espaciamientos). Para el caso del diámetro las diferencias son significativas, de manera similar a la variable altura. Las variables incremento en altura y diámetro presentaron un comportamiento similar a las anteriores.

Los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey muestran que la procedencia de Colombo, Paraná, Brasil, fue la que presentó crecimientos estadísticamente diferentes y superiores a la procedencia de Zentla, Ver., tanto a nivel de procedencia como de espaciamiento Cuadro 37.

CUADRO 37. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY A NIVEL DE PROCEDENCIA DE *M. scabrella* Benth.

Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 1.68563 Valor Crítico del Rango Estudentizado = 2.794 Diferencia Mínima Significativa = 0.4019 Media armónica del tamaño de la celda = 81.47239 Variable: ALTURA			
Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes			
Agrupamiento de Tukey	Media	N	P
A	7.181	80	A2
B	6.089	83	A1
Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 1.840631 Valor Crítico del Rango Estudentizado = 2.794 Diferencia Mínima Significativa = 0.4199 Media armónica del tamaño de la celda = 81.47239 Variable: DIAMETRO			
Agrupamiento de Tukey	Media	N	P
A	4.770	80	A2
B	4.093	83	A1
Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 0.421407 Valor Crítico del Rango Estudentizado = 2.794 Diferencia Mínima Significativa = 0.2009 Media armónica del tamaño de la celda = 81.47239 Variable: INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ALTURA			
Agrupamiento de Tukey	Media	N	P
A	3.591	80	A2
B	3.044	83	A1

CUADRO 37 CONTINUACION.....

Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 0.460158
 Valor Crítico del Rango Estudentizado = 2.794
 Diferencia Mínima Significativa = 0.2100
 Media armónica del tamaño de la celda = 81.47239
 Variable: **INCREMENTO MEDIO ANUAL EN DIAMETRO**

Agrupamiento de Tukey	Media	N	P
A	2.385	80	A2
B	2.047	83	A1

Para el caso de los espaciamientos en la misma prueba, se encontró que para la variable altura, el espaciamiento que presentó diferencia estadística significativa y el mayor crecimiento fue el de 1.0 x 1.0 m y para la variable diámetro no se encontró diferencia estadística significativa entre los espaciamientos 2.0 x 2.0 m y 1.0 x 1.0 m. (Cuadro 37).

Para la variable diámetro, se encontró que la procedencia de Colombo, Paraná, Brasil es estadísticamente diferente y superior a la de Zentla, Veracruz y que el espaciamiento de 2.0 x 2.0 m presenta diferencia significativa con los demás espaciamientos y que presenta los mayores crecimientos para esta variable Cuadro 38.

CUADRO 38. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY A NIVEL DE ESPACIAMIENTO PARA *M. scabrella* Benth.

Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 1.68563
 Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.347
 Diferencia Mínima Significativa = 0.5895
 Media armónica del tamaño de la celda = 54.32927
 Variable: **ALTURA**

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupamiento de Tukey	Media	N	P	Espaciamiento (m)
A	7.368	54	B1	1.0 x 1.0
B	6.657	55	B3	2.0 x 2.0
C	5.849	54	B2	1.5 x 1.5

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.347
 Diferencia Mínima Significativa = 0.616
 Media armónica del tamaño de la celda = 54.32927
 Variable: **DIAMETRO**

CUADRO 38 CONTINUACION...

Agrupamiento de Tukey		Media	N	P	Espaciamiento (m)
	A	4.931	55	B3	2.0 x 2.0
	A				
B	A	4.329	54	B1	1.0 x 1.0
B					
B		4.008	54	B2	1.5 x 1.5

Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 0.421407

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.347

Diferencia Mínima Significativa = 0.2948

Media armónica del tamaño de la celda = 54.32927

Variable: **INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ALTURA**

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupamiento de Tukey		Media	N	P	Espaciamiento (m)
	A	3.684	54	B1	1.0 x 1.0
	B	3.329	55	B3	2.0 x 2.0
	C	2.924	54	B2	1.5 x 1.5

Alfa = 0.05 gl = 154 CME = 0.460158

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.347

Diferencia Mínima Significativa = 0.308

Media armónica del tamaño de la celda = 54.32927

Variable: **INCREMENTO MEDIO ANUAL EN DIAMETRO**

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupamiento de Tukey		Media	N	P	Espaciamiento (m)
	A	2.465	55	B3	2.0 x 2.0
	A				
B	A	2.165	54	B1	1.0 x 1.0
B					
B		2.004	54	B2	1.5 x 1.5

En el cuadro 39 se presenta un resumen de los resultados dasométricos obtenidos en el presente ensayo.

CUADRO 39. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO DE *M. scabrella* Benth., DE 2 AÑOS DE EDAD EN ZENTLA, VERACRUZ, MEXICO.

PROCED./ESPAC. M	SUPERVI- VENCIA(%)	ALTURA M	I.M.A. ALT. M	D.N. CM	I.M.A. D.N. CM	I.M.A. VOL M³/HA/AÑO
ZENTLA - 1.0 x 1.0	100	7.33	3.66	4.42	2.21	55.5480
ZENTLA - 1.5 x 1.5	100	4.75	2.38	3.36	1.68	9.2441
ZENTLA - 2.0 x 2.0	100	6.23	3.12	4.52	2.26	12.3431
COLOMBO - 1.0 x 1.0	100	7.41	3.71	4.24	2.12	51.6737
COLOMBO - 1.5 x 1.5	100	7.03	3.52	4.71	2.35	26.8838
COLOMBO - 2.0 x 2.0	100	7.10	3.55	5.36	2.68	19.7810

3.3. MODELO PRELIMINAR DE CRECIMIENTO PARA *Mimosa scabrella* BENTH. Y *Gmelina arborea* ROXB. Y ANALISIS COMPARATIVO CON *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* BARR. Y GOLF.

El manejo de los recursos forestales en forma racional y la administración eficiente de los mismos, han sido las dos premisas fundamentales que han obligado al desarrollo de las técnicas de modelaje, con el fin de hacer posible la predicción del comportamiento de las masas arboladas, cuando son objeto de algún tratamiento silvícola. Por la condición cambiante de las masas forestales se han desarrollado los modelos de crecimiento y rendimiento. La mayoría de tales modelos, utilizan como variable independiente el tiempo para explicar el crecimiento de alguna variable dasométrica de interés.

Los modelos de crecimiento y rendimiento, son herramientas eficientes para transformar los datos empíricos y los conocimientos silviculturales, en información valiosa para realizar análisis financieros y programar el manejo de las masas forestales, sean éstas naturales o plantaciones. En el caso de las especies arbóreas de uso múltiple, estos modelos son un poco más complejos, debido a que el crecimiento y manejo de tales masas, no concuerdan necesariamente con los lineamientos tradicionales aplicados a las coníferas.

Los árboles de uso múltiple suelen formar más de un solo eje principal y tienen una alta capacidad de rebrote. En tales casos, el productor está interesado en diferentes tipos de productos con diferentes dimensiones (madera, pulpa, postes, leña, etc.), y en combinar los árboles de uso múltiple en diferentes sistemas agroforestales.

El objetivo de este apartado es presentar la construcción de dos modelos lineales para resumir y generalizar los datos empíricos del crecimiento de *Mimosa scabrella* Benth. y *Gmelina arborea* Roxb., de manera que permitan predecir de forma preliminar el crecimiento de tales especies. Además, realizar un análisis comparativo del crecimiento alcanzado por las dos especies mencionadas anteriormente con *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf en México.

3.3.1. METODOLOGIA

La plantación objeto del presente estudio fue establecida en agosto de 1986, en la localidad conocida como "El Olvido", Colonia Manuel González, Zentla, Veracruz. La plantación se realizó dentro de un cafetal y el espaciamiento empleado fue de 6.0 x 6.0 m aproximadamente.

Se plantaron un total de 248 individuos de *Mimosa scabrella* Benth. con semilla procedente de San Ramón Costa Rica, mediante el sistema de cepa común. La plantación fue evaluada en 3 ocasiones (Cuadro 40).

CUADRO 40. EVALUACIONES REALIZADAS EN LA PLANTACION DE *M. scabrella* Benth., DE "EL OLVIDO", ZENTLA, VERACRUZ.

EVALUACION	FECHA	EDAD (MESES)
1a.	18-03-1987	8
2a.	27-01-1988	18
3a.	16-03-1990	43

En cada una de las evaluaciones realizadas se midieron las siguientes variables:

- a) Supervivencia b) Altura total c) Diámetro normal

En el Cuadro 41 se presentan los principales estimadores estadísticos de las evaluaciones realizadas y en el Cuadro 42 se muestran los resultados de crecimiento e incremento de *Mimosa scabrella* Benth. a la edad de 3.6 años.

CUADRO 41. PARAMETROS DASOMETRICOS DE LA PLANTACION DE *M. scabrella* Benth., EN 3 EDADES, EN "EL OLVIDO", ZENTLA, VERACRUZ.

EDAD MESES	No. IND.	DIAM. NORMAL (CM)					IMMDN* CM	No. IND.	ALTURA TOTAL(M)					IMMHT** CM
		MIN.	MED.	MAX.	S	CV %			MIN.	MED.	MAX.	S	CV %	
8	149	0.80	2.38	5.80	0.802	37.63	0.2975	248	0.80	2.30	4.70	0.747	37.58	28.75
18	209	1.90	6.46	14.70	6.120	38.29	0.3588	209	2.60	5.39	8.10	0.976	18.33	29.94

* Incremento Medio Mensual en Diámetro Normal (cm)

** Incremento Medio Mensual en Altura Total (cm)

EDAD AÑOS	No. IND.	DIAM. NORMAL (CM)					IMADN* MM	No. IND.	ALTURA TOTAL(M)					IMAHT** CM
		MIN.	MED.	MAX.	S	CV %			MIN.	MED.	MAX.	S	CV %	
3.6	208	7.30	14.02	29.0	20.39	32.21	4.01	208	3.00	8.27	12.0	2.22	18.02	2.36

* Incremento Medio Anual en Diámetro Normal (cm)

** Incremento Medio Anual en Altura Total (m)

SUPERVIVENCIA: 84.28 %

CUADRO 42. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *M. scabrella* Benth., DE 3.6 AÑOS DE EDAD PLANTADA EN UN CAFETAL EN ZENTLA, VER.

No.de Arboles evaluados	Espacia- miento(m)	Altura med(m)	I.M.A Alt. m/año	D.N. med(cm)	I.M.A D.N. cm/año	I.M.A Vol. m³/ha/año
208	6.0 X 6.0	8.27	2.30	14.02	4.01	17.53

Con la finalidad de conocer el comportamiento de *Gmelina arborea* Roxb. en otras localidades diferentes a aquellas donde fue originalmente evaluada, entre los años de 1979 y 1980 se establecieron dos plantaciones de observación en el Campo Experimental "El Palmar", en el Estado de Veracruz, con semilla proveniente del C.E. "El Tormento", Escarcega, Campeche.

El primer bloque fue establecido en Octubre de 1979, se evaluó por primera vez 30 días después de establecido. El segundo bloque fue plantado en junio de 1980 y se evaluó por primera vez 7 días después de plantado. Las evaluaciones mas recientes de ambos bloques corresponden a Abril de 1984. Ambos bloques fueron plantados a espaciamientos simétricos de 2.5 x 2.5 m. En el Cuadro 43 se presentan los resultados de la evaluación de ambos bloques.

CUADRO 43. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *Gmelina arborea* Roxb., EN DOS BLOQUES DE OBSERVACION EN EL C.E."EL PALMAR", VER.

BLOQUE No.	EDAD AÑOS	No.DE ARBOLES	ESPACIA MIENTO(M)	ALT. M	I.M.A ALT. M	D.N. CM	I.M.A D.N. CM	I.M.A VOL M³/HA/A
1	3.8	246	2.5 x 2.5	12.94	3.40	13.06	3.44	39.87
2	4.4	164	2.5 x 2.5	14.59	3.32	20.47	4.65	44.14

Con esta información se procedió a la construcción de un modelo preliminar de incremento para *G. arborea* Roxb.

Con el fin de obtener una expresión matemática que represente el crecimiento de *M. scabrella* Benth. se graficaron el diámetro y altura para representar el diagrama de dispersión de la base de datos y así conocer la tendencia de los mismos (Fig. 9). Después de analizar la masa de datos se probaron varios modelos no lineales y lineales para representar el incremento en diámetro y altura. Finalmente se eligió el modelo lineal cuadrático de la forma:

$$Y = a + be + ce^2$$

Donde :

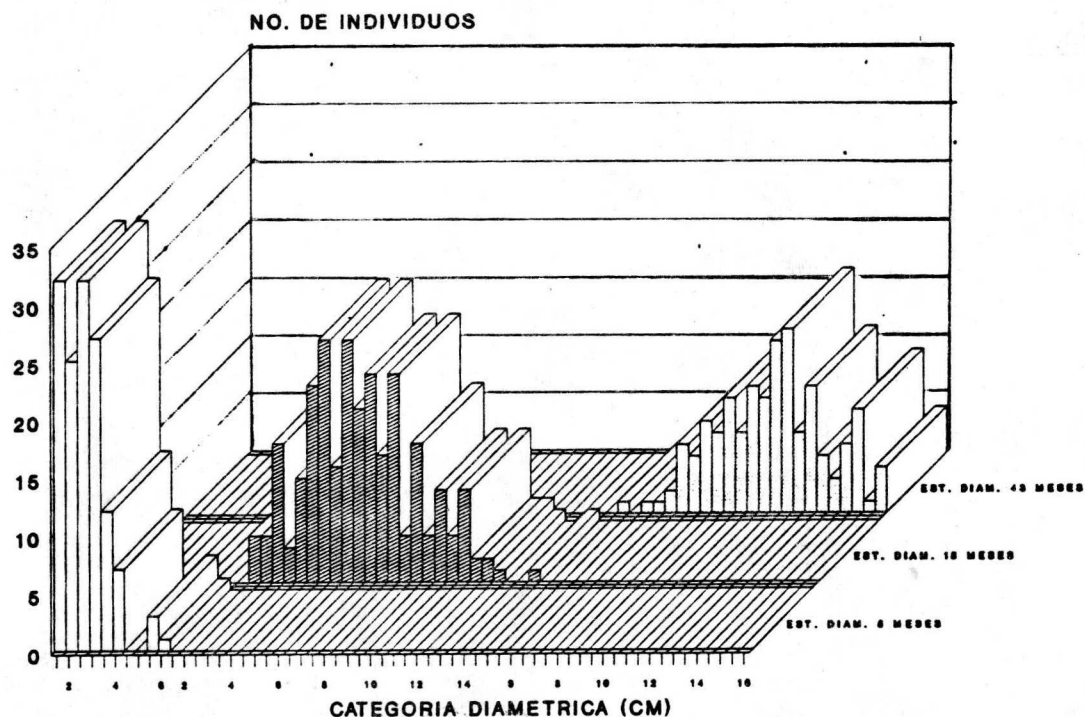
Y : Diámetro y altura (cm y m)

e : Edad (meses)

a,b,c : Coeficientes de regresión

El modelo fue construido mediante el procedimiento GLM de SAS.

ESTRUCTURAS DIAMETRICAS DE *M. scabrella* BENTH. EN ZENTLA, VERACRUZ



ESTRUCTURAS EN ALTURA DE *M. scabrella* BENTH. EN ZENTLA, VERACRUZ

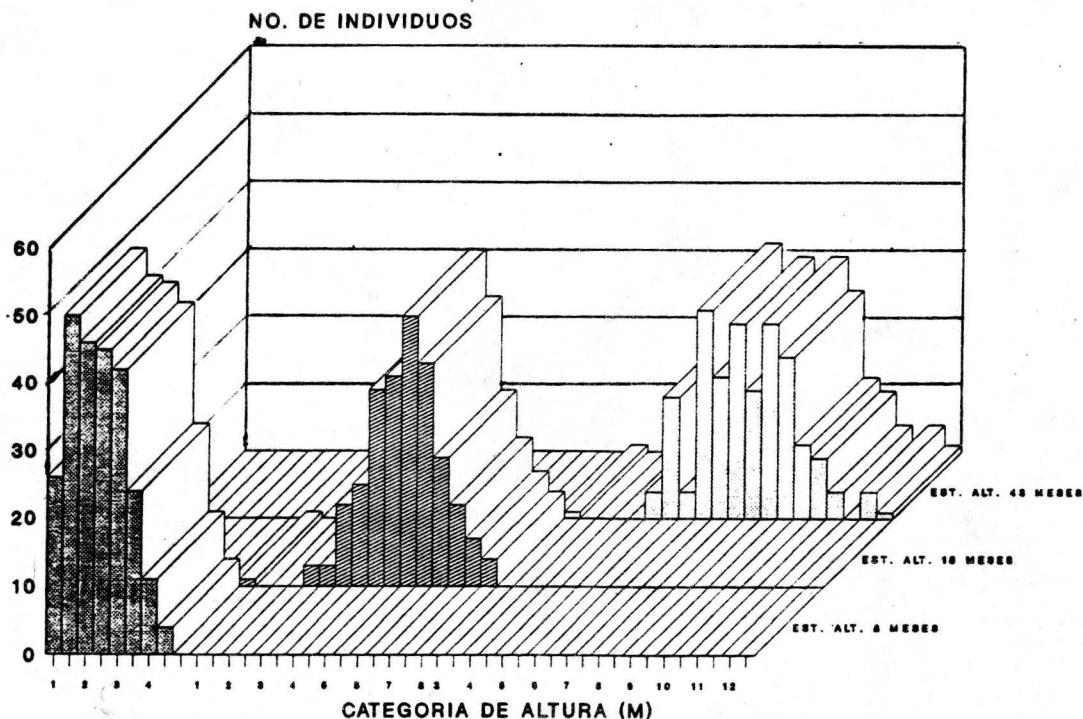


FIG. 9

3.3.2. RESULTADOS

Los modelos obtenidos para la representación del incremento en diámetro y altura para *Mimosa scabrella* Benth fueron los siguientes:

DIAMETRO

$$\begin{aligned} D &= -2.668222955 + 0.603889634 e - 0.005033880 e^2 \\ R^2 &= 0.72 \\ C.V. &= 44.37 \end{aligned}$$

En el Anexo 1 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable diámetro y altura.

ALTURA

$$\begin{aligned} H &= -0.7524812658 + 0.4323637935 e - 0.0051727840 e^2 \\ R^2 &= 0.81 \\ C.V. &= 22.73 \end{aligned}$$

Para el caso de *Gmelina arborea* Roxb. evaluada en plantaciones de 3.8 y 4.4 años de edad en "El Palmar", Veracruz, los modelos obtenidos son:

DIAMETRO

$$\begin{aligned} D &= -0.2290241822 + 0.3816273078 e + 0.000650597 e^2 \\ R^2 &= 0.96 \\ C.V. &= 12.41 \end{aligned}$$

En el Anexo 2. se presentan los resultados del análisis de varianza para las variables diámetro y altura de *Gmelina arborea* Roxb.

ALTURA

$$\begin{aligned} H &= 0.1085989716 + 0.3054740575 e - 0.0003733140 e^2 \\ R^2 &= 0.94 \\ C.V. &= 15.36 \end{aligned}$$

Empleando los modelos generados, se procedió a realizar una comparación del crecimiento en altura y diámetro, entre *Mimosa scabrella* y *Gmelina arborea* (Fig. 10 y 11).

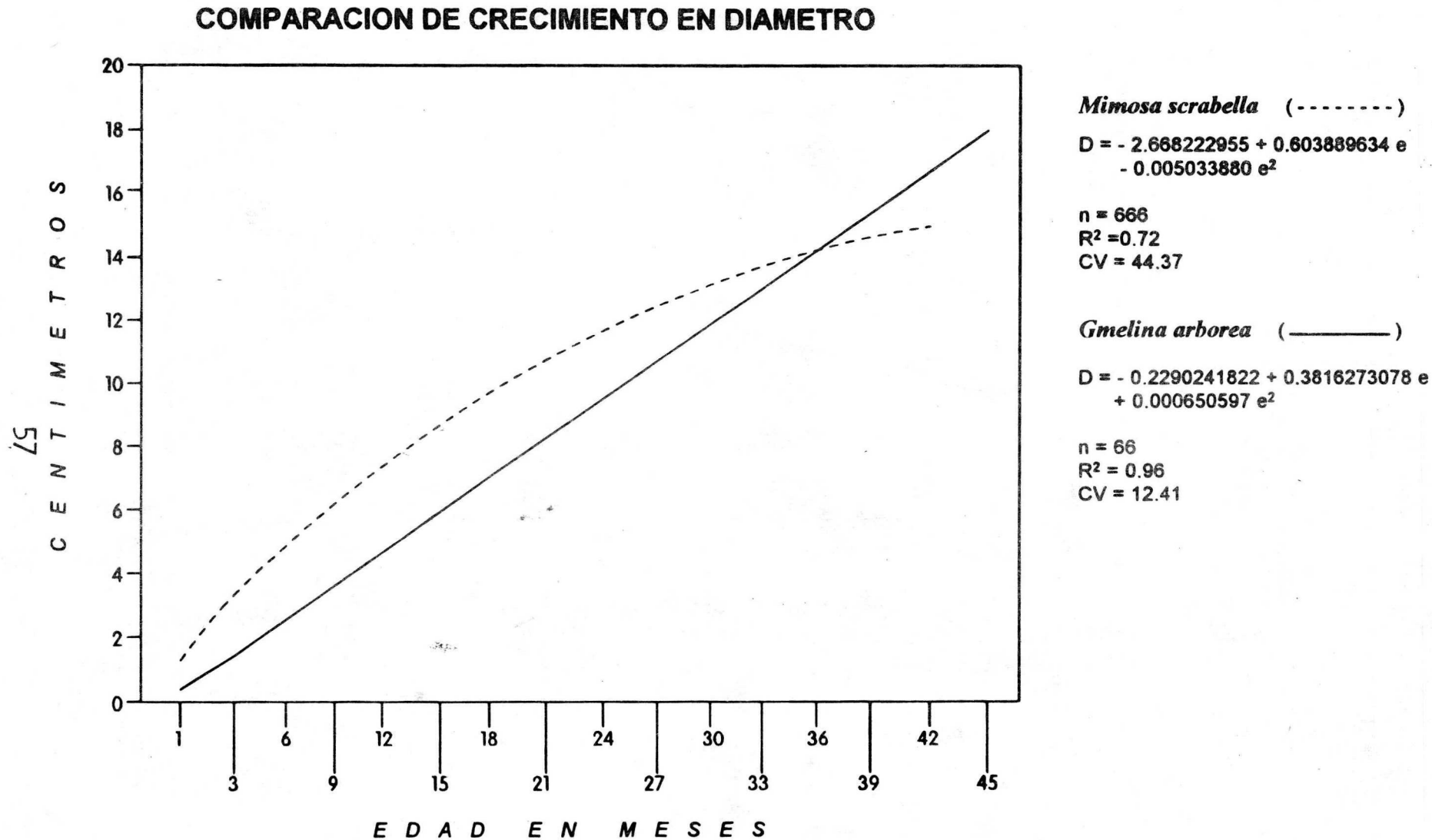


Fig. 10. COMPARACION DE CRECIMIENTO EN DIAMETRO ENTRE *M.scabrella* Benth., Y *G. arborea* Roxb.

COMPARACION DE CRECIMIENTO EN ALTURA

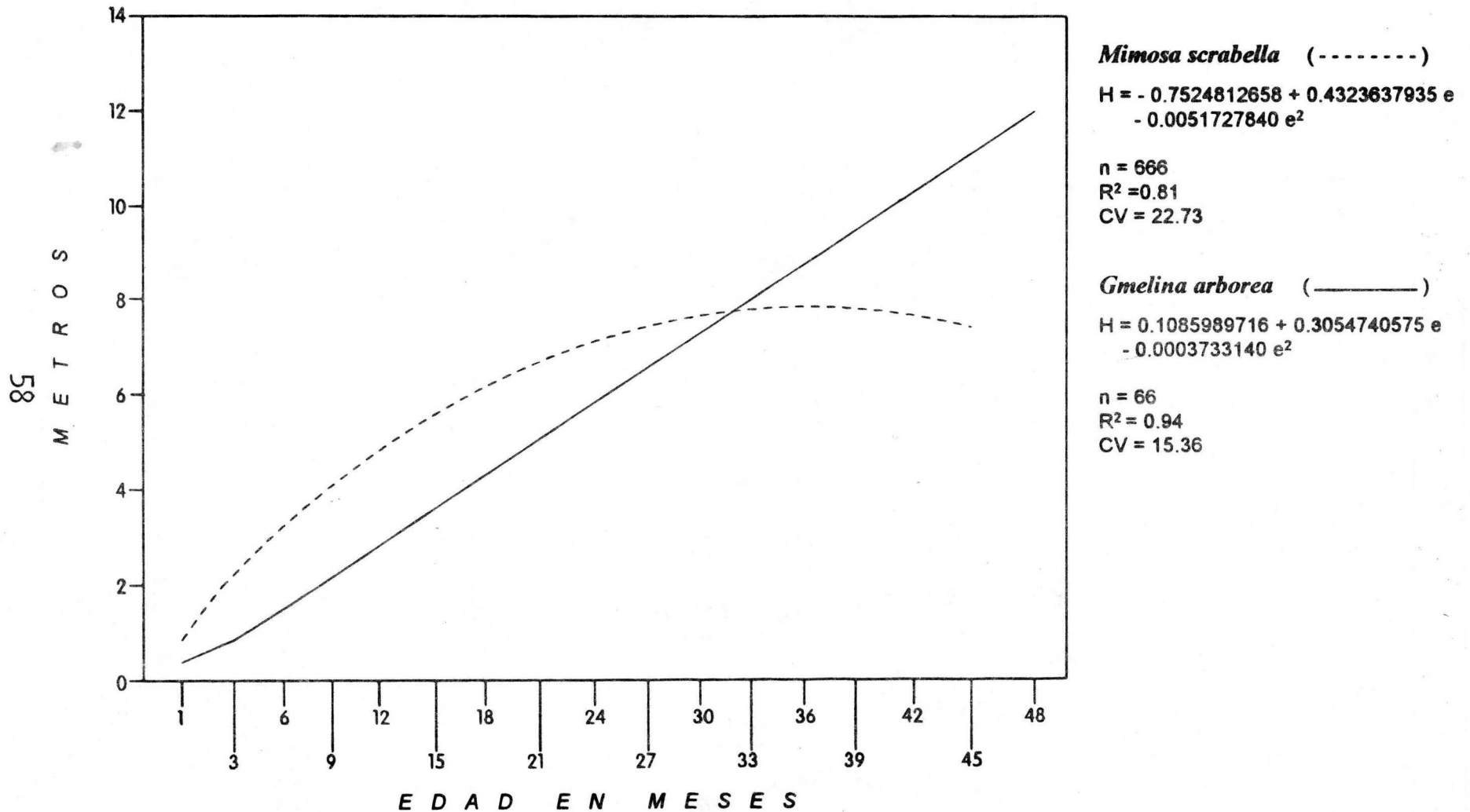


Fig. 11. COMPARACION DE CRECIMIENTO EN ALTURA ENTRE *M.scabrella* Benth., Y *G. arborea* Roxb.

3.3.3. ANALISIS COMPARATIVO DEL CRECIMIENTO E INCREMENTO DE *Mimosa scabrella* Benth., *Gmelina arborea* Roxb. Y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. Y Golf.

De acuerdo con los resultados de crecimiento e incremento, expuestos para las tres especies, es posible establecer que *Mimosa scabrella* Benth. es la especie de mayor rendimiento. En el Cuadro 44 se presenta un resumen de tales rendimientos.

CUADRO 44. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ENSAYOS DE PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO DE *M. scabrella* Benth., EN ZENTLA, VERACRUZ, MEXICO.

PROCEDENCIA	EDAD AÑOS	ESPACIA- MIENTO(M)	ALT. M	I.M.A ALT. M	D.N. CM	I.M.A D.N. CM	I.M.A VOL. M³/HA/AÑO
STA.CATARINA, BRASIL	2.6	2.0 X 2.0	11.14	3.71	16.35	5.45	80.22
ZENTLA,VER. MEXICO	2.0	1.0 X 1.0	7.33	3.66	4.42	2.21	55.55
COLOMBO,PARANA BRASIL	2.0	1.0 X 1.0 2.0 X 2.0	7.41 7.10	3.71 3.55	4.24 5.36	2.12 2.68	51.67 19.78
SN. RAMON, COSTA RICA	3.6	6.0 X 6.0	8.27	2.30	14.02	4.01	17.53

Para el caso de *G. arborea* Roxb., los mejores resultados son aquellos obtenidos por Juárez y Ramírez (1985) y por Domínguez (1988) mismos que se presentan en el Cuadro 45.

CUADRO 45. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRECIMIENTO PARA *Gmelina arborea* Roxb., EN MEXICO.

LOCALIDAD	EDAD AÑOS	ESPACIA- MIENTO(M)	ALT. M	I.M.A ALT. M	D.N. CM	I.M.A D.N. CM	I.M.A VOL M³/HA/ANO
ESCARCEGA, CAMPECHE	7.9	2.5 X 2.5	12.99	1.64	12.22	1.54	35.04
EL PALMAR, VERACRUZ	3.8	2.5 X 2.5	12.94	4.40	13.06	3.44	39.87
EL PALMAR, VERACRUZ	4.4	2.5 X 2.5	14.59	3.32	20.47	4.65	44.14

Finalmente para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf se concluye que los mejores resultados son aquellos obtenidos por Mathus (1978) y que hay coincidencia entre aquellos obtenidos por Escarpita (1978) y Fierros (1989), estos resultados se presentan en el Cuadro 46.

CUADRO 46. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. Y Golf., EN MEXICO.

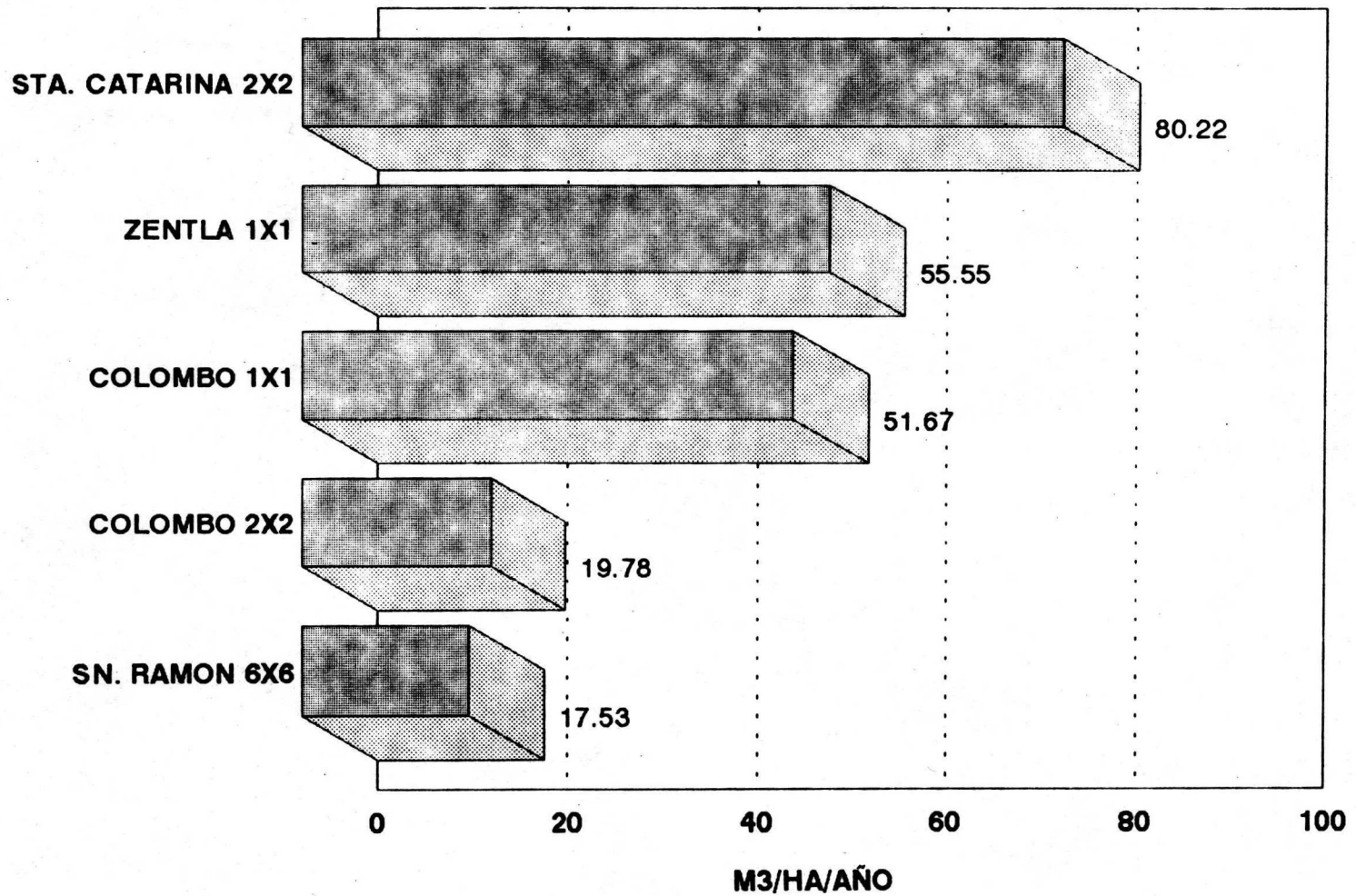
PROCEDENCIA	EDAD AÑOS	ESPACIA- MIENTO(M)	ALT. M	I.M.A ALT. M	D.N. CM	I.M.A D.N. CM	I.M.A. VOL M³/HA/AÑO
GUATEMALA	5	1.0 X 1.0	8.26	1.65	7.92	1.52	27.996
NICARAGUA	7	-----	13.61	1.94	19.45	2.78	16.518
GUATEMALA	27.5	-----	---	---	---	---	16.200

En las Figuras 12, 13, 14 y 15 se muestra una representación gráfica de los incrementos de bracatinga, melina y pino caribe, así como una comparación de los incrementos de las tres especies.

**FIG. 12 RESULTADOS DE INCREMENTO EN ENSAYOS DE
PROCEDENCIAS-ESPACIAMIENTO DE
M. scabrella BENTH. ZENTLA, VER., MEX.**

PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO

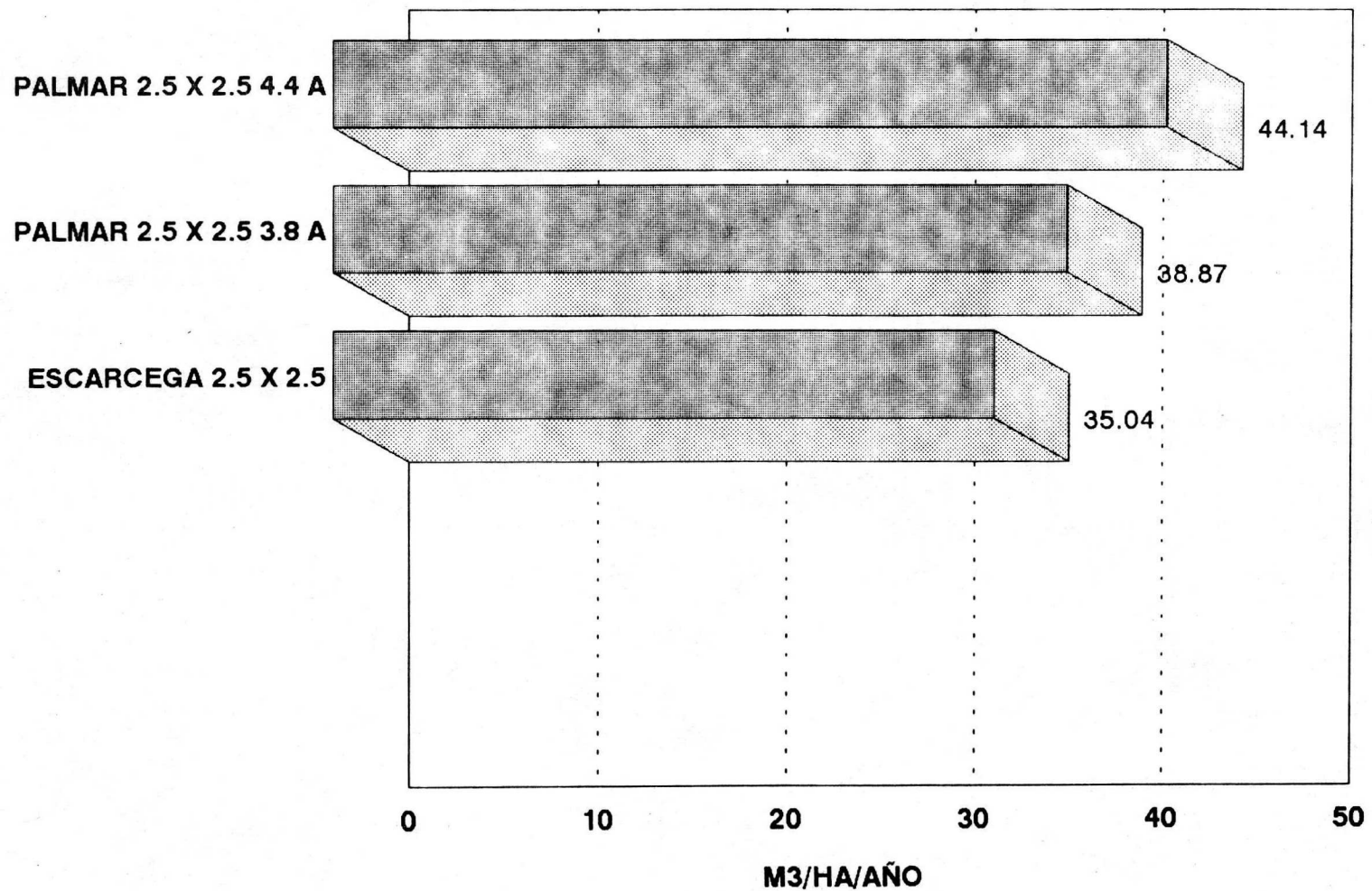
19



■ I.M.A. VOL. MADERA

**FIG. 13 RESULTADOS DE INCREMENTO EN ENSAYOS DE
PROCEDENCIAS-ESPACIAMIENTO DE
G. arborea ROXB. EN MEXICO**

PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO

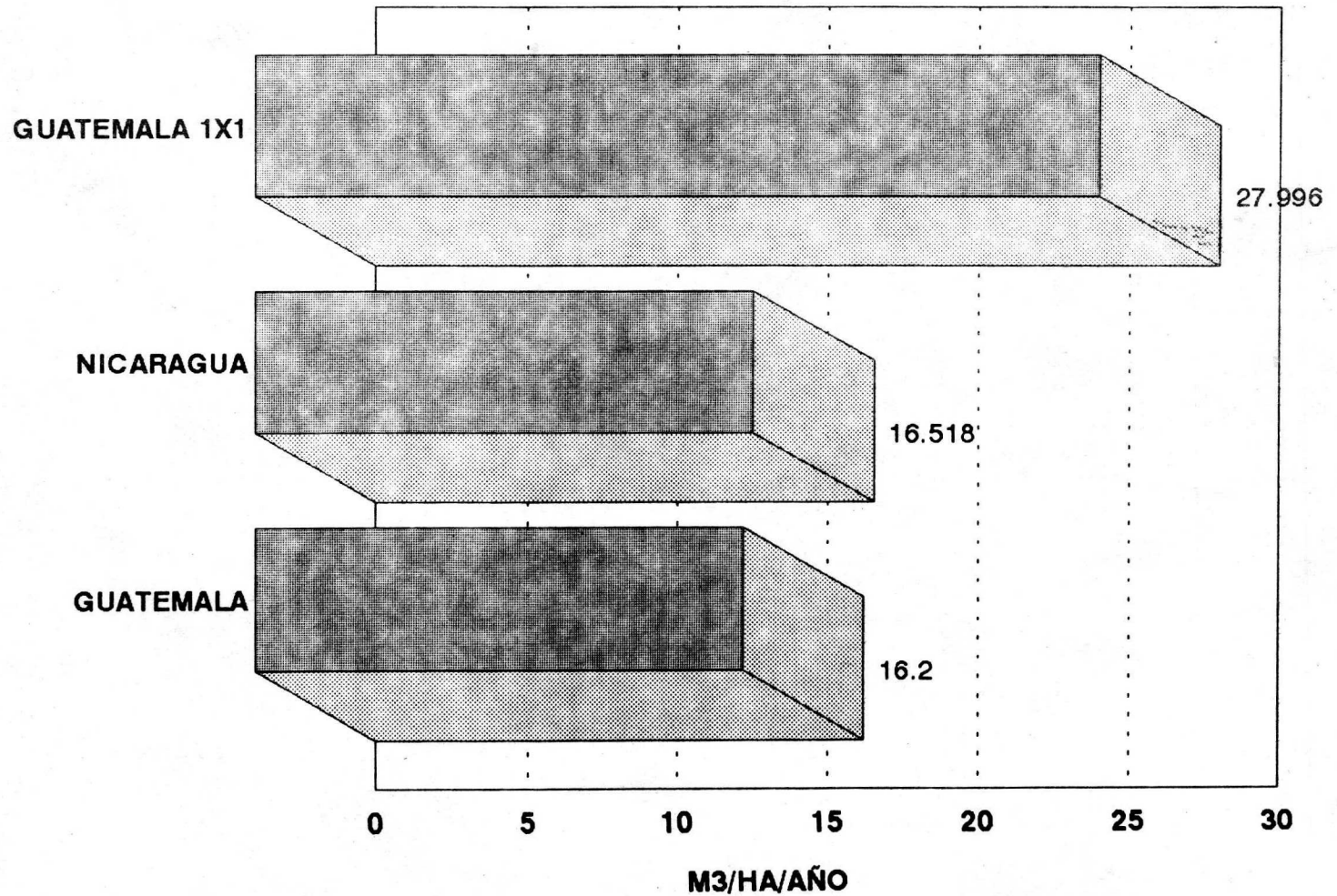


 **I.M.A. VOL. MADERA**

**FIG. 14 RESULTADOS DE INCREMENTO EN ENSAYOS DE
PROCEDENCIAS-ESPACIAMIENTO DE
P. caribaea VAR. *hondurensis* BARR.Y GOLF**

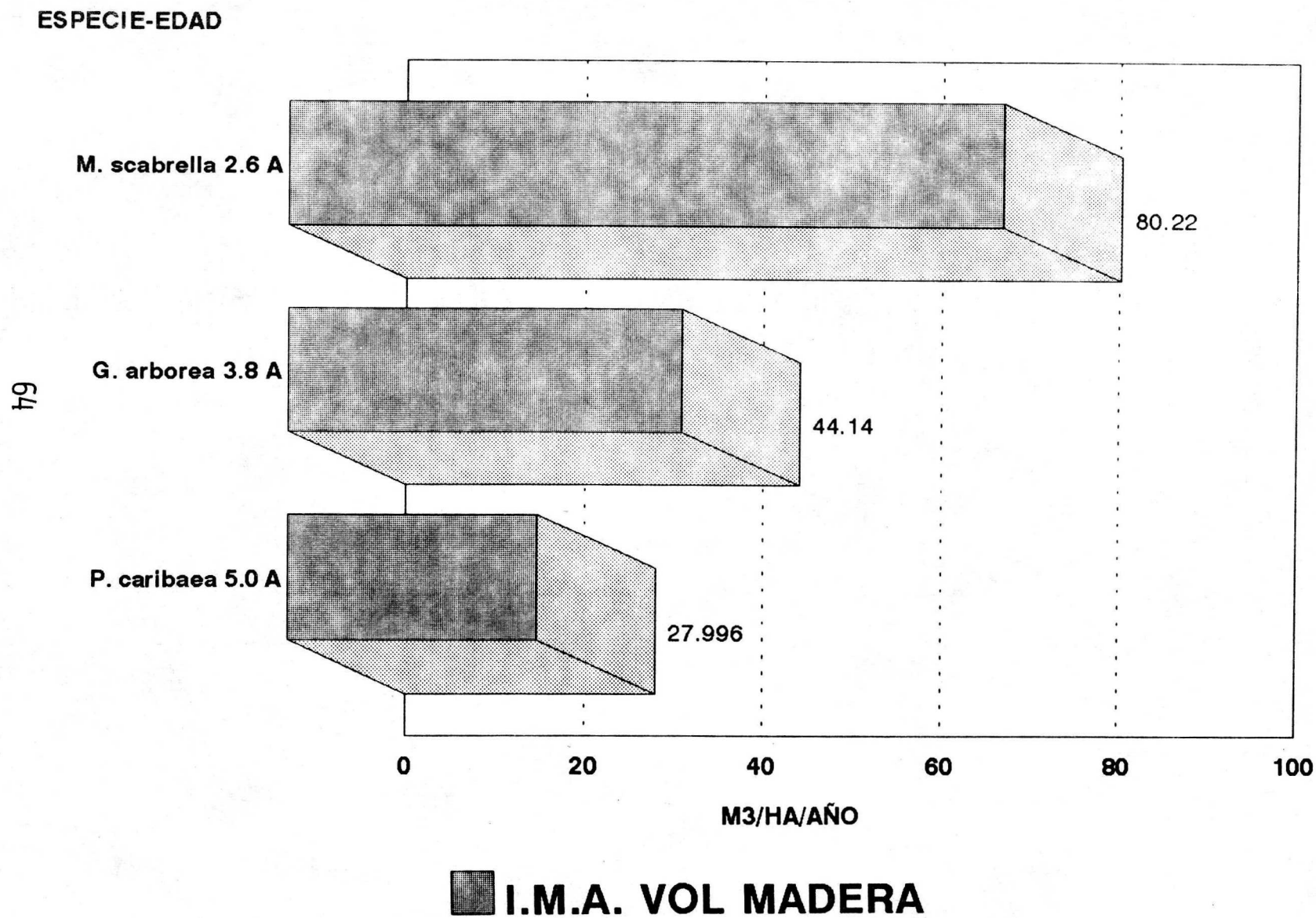
PROCEDENCIA-ESPACIAMIENTO

63



■ I.M.A. VOL MADERA

FIG. 15. COMPARACION DE LOS MEJORES INCREMENTOS
DE *M. scabrella* BENTH., *G. arborea* ROXB.
Y P. caribaea **VAR** *hondurensis* **BARR.Y GOLF**



3.3.4. DISCUSION

En función de la información analizada, la adaptación, crecimiento e incremento de ***Mimosa scabrella*** Benth. presenta un intervalo de 17.53 a 80.22 m³/ha/año para las 4 procedencias estudiadas con edades de 2 a 3.6 años, en el Municipio de Zentla, Veracruz. Estos incrementos resultan superiores a los que presenta ***Gmelina arborea*** Roxb. con intervalo de 35.04 a 44.14 m³/ha/año con edades que fluctúan entre 7.9 y 3.8 años en la localidad de Escárcega, Campeche y El Palmar, Veracruz, respectivamente.

De la misma forma resulta evidente que ***M. scabrella*** Benth. supera ampliamente los rendimientos encontrados en ***P. caribaea*** var. ***hondurensis*** Barr. y Golf con un intervalo de 16.518 a 27.996 m³/ha/año y con edades de 5 a 27.5 años. Así mismo ***M. scabrella*** Benth. supera los rendimientos de las especies comparadas, reportados en varios países de América, África y Asia.

Mediante el presente análisis es posible proponer en forma preliminar un turno para ***Mimosa scabrella*** Benth. de 4 años para producir materia prima para la fabricación de papel, tableros aglomerados y para la obtención de leña combustible.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. El uso de la parcela hexagonal resultó estadísticamente eficiente para los objetivos del ensayo.
2. Para la comparación de 2 procedencias: Zentla, Veracruz y Colombo, Paraná, se concluye que la mejor procedencia en crecimiento de ***M. scabrella*** Benth, es Colombo, Paraná, Brasil, tanto en diámetro como en altura a la edad de 2 años.
3. Los espaciamientos que presentaron los mayores crecimientos e incrementos son el de 1.0 x 1.0 m para la variable altura y 2.0 x 2.0 m para la variable diámetro.
4. ***Mimosa scabrella*** Benth. procedente de Colombo, Paraná, Brasil, mostró una excelente adaptación a las condiciones climáticas de Zentla, Veracruz, pues la supervivencia en todo el ensayo fue de 100% además de presentar los mejores crecimientos.

5. Las mejores combinaciones para plantación son Colombo -1.0 x 1.0 m y Colombo - 2.0 x 2.0 m y Zentla -1.0 x 1.0 m para volumen.
6. ***Mimosa scabrella*** Benth. supera ampliamente los rendimientos de ***Gmelina arborea*** Roxb. y ***Pinus caribaea*** var. ***hondurensis*** Barr. y Golf. en Mexico.
7. Los modelo preliminares de crecimiento para bracatinga y melina explican satisfactoriamente el crecimiento de ambas especies en sus respectivas localidades.
8. Las edades de producción de ***M. scabrella*** Benth. evaluadas en el presente estudio son menores hasta en un 45% en comparación con ***G. arborea*** Roxb. y muy inferiores a las de ***P. caribaea*** var. ***hondurensis*** Barr. y Golf.
9. ***Mimosa scabrella*** Benth. representa una opción viable de producción de materia prima para las industrias de la celulosa y papel así como para la de tableros aglomerados, debido a sus altos rendimientos en turnos cortos, lo que permite recuperar las inversiones hechas en plantacion en lapsos cortos de tiempo.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Continuar con las evaluaciones del presente ensayo hasta el séptimo año.
2. Usar la parcela hexagonal en futuros ensayos de procedencia-progenie-espaciamento.
3. Realizar ensayos de procedencia progenie con localidades de Brasil, Costa Rica y México en el mayor número de localidades posibles en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, San Luis Potosí y Guerrero.
4. Bajo las condiciones climáticas y edáficas de los municipios de Tepetlaxco y Zentla, Ver., el crecimiento de ***Mimosa scabrella*** Benth. demostró una excelente adaptación al medio de ambas localidades.
5. Los incrementos en diámetro, altura y volumen son superiores a los registrados por ***Gmelina arborea*** Roxb. y ***Pinus caribaea*** var. ***hondurensis*** Barr. y Golf introducidas en México.
6. ***Mimosa scabrella*** Benth. es capaz de fijar nitrógeno en la zona de absición de raíces, por lo que puede ser usada como mejoradora de suelos. Además de incorporar importantes cantidades de materia orgánica.

7. ***Mimosa scabrella*** Benth. es una especie de uso múltiple con un alto potencial para ser empleada en varios procesos industriales de producción de papel, tableros aglomerados, carbón y leña combustible.
8. Esta especie puede ser empleada en varios esquemas de producción agroforestal en combinación con cultivos como café, maíz y frijol.
9. Las procedencias más prometedoras son Santa Catarina y Colombo, Brasil, con espaciamientos de 1.0 x 1.0 m y 2.0 x 2.0 m.

5. LITERATURA CITADA

- AHRENS, S. 1981. Un modelo matemático para volumetría comercial de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) In: Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma alternativa para Reflorestamento", 4to. Curitiba, EMBRAPA. Documentos. URPFCS, No. 5 pp. 77-89.
- ASSMAN, E. 1970. The principles of forest yield study. Trad. S. H. Gardiner. Pergamon Press. Oxford, England. pp. 101-110.
- BARRICHELO, L. E. G. y FOELKEL, C. E. B. 1975. Utilizacao de madeiras de essencias florestais nativas no obtencao de celuloce: bracatinga (*Mimosa bracatinga*) embaúba (*Cecropia sp.*), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) eboleira (*Joannesia princepes*). IPEF, Piracicaba 10. pp. 43-56.
- BERTONI, V. R. y JUAREZ, G. V. M. 1980. Comportamiento de nueve especies forestales tropicales plantadas en 1971 en el Campo Experimental Forestal Tropical "El Tormento". Ciencia Forestal (México) 5 (25): 3-37.
- BIANCHETTI, A. 1981. Producao e tecnologia de sementes de bracatinga. In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento". 4to. Curitiba, Brasil, Anais. Curitiba, EMBRAPA. Documentos URPFCS, No. 5 pp. 25-37.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA FORESTAL, 1990. Memoria económica 1989-1990. CNIF. México D. F. 62 p.
- CAMPOS, A. J. J. 1984. *Mimosa scabrella* Benth, una leguminosa promisoría para la producción de leña en Costa Rica. Trabajo presentado al Programa de Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Convenio UCR- CATIE, Turrialba Costa Rica 17 p.
- y BAUER, J. A. 1985. *Mimosa scabrella* Benth., leguminosa promisoría para zonas altas. Silvoenergía No. 9. Proyecto leña y fuentes alternas de energía CATIE-ROCAP. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
- CAMPOS, C. H. O., GRAKA, L. R. y RIBAS, L.C. 1986. A produtividade do bracatingal tradicional a través do tempo. Boletim de Pesquisa Florestal (Bra.): 35-46.
- CARPANEZZI, A. A. y AHRENS, S. 1984. Crecimiento de bracatingais de regeneracao induzida, em funcao da densidade. Pesquisa em Andamento (Bra): 35-46.

- CARVALHO, P. E. R. 1981. Composicao e crescimento de bracatinga em povoamento natural In: Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga una Alternativa para Reflorestamiento", 4to. Curitiba, EMBRAPA. Documentos URPFCS, No. 5. pp 67-75.
- CEDEÑO, S. O. y VILLA, S. A. B. 1978. *Gmelina arborea* Roxb., posible solución a las plantaciones forestales en el trópico mexicano. Ciencia Forestal (México) 3(13): 19-29.
- CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, 1985. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados, por medio de la silvicultura intensiva. Salazar, R. (Ed.). Turrialba, Costa Rica. pp. 227-239.
- . 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Resultados de Cinco Años de Investigación. Informe Técnico No. 86. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- . 1991. Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- DANIEL, T. W., HELMS, J. A. y BAKER, F. S. 1982. Principios de silvicultura. Trad. R. Elizondo. McGraw-Hill, México. 492. p.
- DIAS DE SOUZA, I., KAGEYAMA, P. Y. y FONSECA, S. M. 1981. Importancia dos sementes na variabilidades das populacoes naturais de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento", 4o., Curitiba, Brasil. Anais. Curitiba, EMBRAPA. Documentos URPFCS, No. 5. pp. 112-117.
- DIRECCION GENERAL FORESTAL Y CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, 1984. Proyecto leña y fuentes alternas de energía. Informe Técnico Anual 1983. San José, Costa Rica. 181. p.
- DOMINGUEZ, A. F. A. 1988. Evaluación de las plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. en el C. E. "El Palmar", Ver., Informe Interno. Centro de Investigaciones Forestales del Golfo, INIFAP. Córdoba, Ver.
- . 1989. La parcela exagonal para ensayos de experimentación forestal. Centro de Genética Forestal, A. C. Bol. Téc. No. 5. Lomas de San Juan, Chapingo, Méx. 21.

- . y SANCHEZ, V. A. 1989. Comportamiento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., en dos municipios de la región central de Veracruz. Primera Reunión Nacional sobre Dendroenergía. División de Ciencias Forestales, UACH., Chapingo, México.
- EK, A. R. and MONSERUD, R. A. 1975. FOREST: A computer model for simulating the growth and production of mixed forest stands. Res. Rept. A2635. University of Wisconsin, Madison Wis. 13 p. + Appendix.
- ESCARPITA, H. J. 1978. Aspectos generales de la plantación comercial de la "Sabana", en el Estado de Oaxaca. In: Primera Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. México, D. F. Memorias México. SARH-INIF. Pub. Esp. No. 13 pp. 424-437.
- FERRAZ, E. S. B. y FONSECA, S. M. 1980. Estudo do pradao de crescimento de *Mimosa scabrella* pela análise de densidades dos anais usando radiacao gamma. Trabalho apresetado no Simposio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de Especies Florestais de Rápido Crescimento, Aguas de Sao Pedro. 7. p.
- FIERROS, G. A. M. 1989. Site quality, growth and yield, and growing space occuppancy by plantations of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en Oaxaca, México. Ph. D. Dissertation. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies. New Haven, Conn. 213 p.
- . y RAMIREZ, M. H. 1989. Estimación del crecimiento y rendimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf a través de su distribución diámetrica. In: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas Reuión IUFRO, Guatemala. p.p. 459-473.
- FITZ-PATRICK, E. A. 1984. Suelos: su formación, clasificación y distribución. Edit. CECSA. México, D. F. p. 229-233.
- GARCIA, E. 1970. Los climas del Estado de Veracruz. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. 41 Ser. Botánica 1: 3-42.
- GOMEZ-POMPA, A. 1978. La vegetación de Veracruz, CECSA. México, D. F.
- HAEFFNER, M. P. G. y SALANTE, J. 1981. Experiencia em reflorestamento com bracatinga. In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento", 4o., Curitiba, Brasil. Anais. Curitiba EMBRAPA. Documentos URPFCS. No. 5 pp. 175-177.

- HOEHNE, F. C. 1930. A bracatinga oua baracaatinga. Secretaria de Agricultura, Industria e Comercio, Sao Paulo, Brazil. 47 p.
- HUGHELL, D. A. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de cuatro especies de árboles de uso múltiple en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 57 p.
- IEDE, E. T. 1981. Algunos aspectos sobre especie de insetos que ocorrem na bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento". Anais Curitiba, P. R. (Bra.) EMBRAPA. p. 91-102.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. s/f. Carta topográfica escala 1: 50,000 Huatusco. Carta de geología, Uso actual de suelo, Hidrología Superficial e Hidrología subterránea Esc. 1: 250,000 Huatusco. México, D. F.
- JUAREZ, G. V. M. y RAMIREZ, M. H. 1985. Crecimiento de *Gmelina arborea* Roxb. (L), en cuatro espaciamientos. Ciencia Forestal (México) 10 (56): 33-45.
- KRAJICEK, J. E., BRINKMAN, K. A. and GINGRICH, S. F. 1961. Crown competition. A mesure of density. Forest Science 7 (1): 35-42.
- LICONA, V. A. L. s/f. Análisis fisiográfico del área de influencia del Centro Regional Oriente, Huatusco, Ver. Subdirección de Centros Regionales. Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Ver. 254 p.
- LISBAO, J. L. 1981. Bracatinga como Fonte Enegetica. In: Seminário sobre Atualidades e perspectivas Florestais "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento", 4o. Curitiba, Brasil. Anais Curitiba, EMBRAPA. Documentos URPFCs No. 5 pp. 133-143.
- MATHUS, M. A. 1978. Ensayos de espaciamiento con *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de Guatemala. In: La investigación forestal en las unidades forestales y organismos descentralizados su coordinación e integración Primera Reunión. Durango, Dgo. pp. 102-106.
- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.

- PETRILLI, Z. R. 1990. Evaluación de *Mimosa scabrella* Benth. en asociación con café utilizando cuatro densidades de siembra en el municipio de Zentla, Ver. Tesis Prof. Facultad de Ciencias Agrícolas, UDICBA, Univ. Veracruzana, Córdoba, Ver.
- PICADO, W. 1985. *Mimosa scabrella* Benth. especie con potencial para sombra y producción de leña en cafetales en Costa Rica. In: producción de leña en fincas pequeñas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 227-239.
- ROTTA, E. y MALHEIROS DE OLIVEIRA, Y. M. 1981. Area de distribucao natural de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) In: seminário sobre Atulidades e Perspectivas Florestais, "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento", 4o., Curitiba, Brasil. Anais. Curitiba. EMBRAPA. documentos URPFCs No. 5. pp. 1-23.
- SAMPIERI, Z. M. R. 1988. Adaptación y crecimiento inicial de *Mimosa scabrella* Benth. bajo cuatro densidades de plantación en la región de Tepatlaxco, Ver. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Agrícolas, UDICBA Universidad Veracruzana, Córdoba, Ver. 57 p.
- SANCHEZ, M. A. 1989. Monografía de *Gmelina arborea* Roxb. y su situación en México. Tesis profesional. Div. de Ciencias Forestales, Univ. Aut. Chapingo, Chapingo, Méx., 153 p.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, 1986. Industria Forestal. México, D.F. 4(18): 6.
- SOSA, V. C. E. 1987. Determinación del mes y parte óptima del rizoma para una siembra vegetativa del "barbasco" (*Dioscorea composita* Hemsl). Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 53 p.
- SOARES, R.V. y TOYOSHI, H. R. 1984. Estimativa de biomasa energética de árboles de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Forestal. Boletín Técnico No. 8 s/p.
- SPURR, S. H. 1952. Forest inventory. Willey, New York. pp. 275-292.
- STURION, J. A. 1981. Producao de mudas de *Mimosa scabrella* Benth, In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento", 4to. Curitiba, Brasil, Anais, Curitiba, EMBRAPA. Documentos de URPFCs. No. 5. pp. 39-51.

- STURION, J. A. y SILVA, F. 1989. Caracterización de la madera de bracatinga para energía. In: Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Actas Reunión IUFRO. Guatemala. Ed. Rodolfo Salazar. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 541-550.
- ZEPEDA, B. E. M. y VILLAREAL, D. M. E. 1987. Guía de densidad para ***Pinus hartwegii*** Lindl. de Zoquiapan, Méx. División de Ciencias Forestales, U. A. Ch. 52. p.
- ZOBEL, B. y TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. pp. 276-279.

ANEXO 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO Y ALTURA DE *M. scabrella* Benth.

No. de observaciones = 666 Variable dependiente = DIAMETRO

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Modelo	2	16842.89616261	8421.44808130	839.26	0.0001
Error	663	6652.75512869	10.03432146		
Total Corregido	665	23495.65129129			

R² C.V. Diámetro Medio
0.716852 44.37711 7.13813814

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
E	1	16623.92131624	16623.92131624	1656.71	0.0001
E ²	1	218.97484637	218.97484637	21.82	0.0001
E	1	1119.25560527	1119.25560527	111.54	0.0001
E ²	1	218.97484637	218.97484637	21.82	0.0001

Parámetro	Estimado	Parámetro = 0	Estimado
INTERCEPTADA	-2.668222955	-4.95	0.53858556
E	0.603889634	10.56	0.05717905
E ²	-0.005033880	-4.67	0.00107758

No. de observaciones = 666 Variable Dependiente = ALTURA

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Modelo	2	3958.41939286	1979.20969643	1438.36	0.0001
Error	663	912.30140849	1.37602022		
Total Corregido	665	4870.72080135			

R² C.V. Altura Media
0.812697 22.72716 5.16139640

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
E	1	3727.19308405	3727.19308405	2708.68	0.0001
E ²	1	231.22630882	231.22630882	168.04	0.0001
Fuente	GL	TipolII SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
E	1	573.73422465	573.73422465	416.95	0.0001
E ²	1	231.22630882	231.22630882	168.04	0.0001

Parámetro	Estimado	Parámetro = 0	Estimado
INTERCEPTADA	-0.7524812658	-3.77	0.19944498
E	0.4323627935	20.42	0.02117412
E ²	-0.0051727840	-12.96	0.00039904

ANEXO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO Y ALTURA DE DOS BLOQUES DE PLANTACION DE *Gmelina arborea* Roxb.

No. de observaciones = 66 Variable dependiente: DIAMETRO

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Modelo	2	1408.595209	704.297604	912.34	0.0001
Error	63	48.633787	0.771965		
T. Corregido	65	1457.228996			

R²
0.966626

C.V.
12.41344

Diámetro Medio
7.07793485

Fuente	GL	Tipo I SS	Valor de F	Pr > F
E	1	1408.100733	1824.05	0.0001
E ²	1	0.494476	0.64	0.4265

Fuente	GL	Tipo III SS	Valor de F	Pr > F
E	1	95.25640061	123.39	0.0001
E ²	1	0.49447563	0.64	0.4265

Parámetro	Estimado	Parámetro = 0	Estimado
INTERCEPTADA	-0.2290241822	-0.75	0.30705087
E	0.3816273078	11.11	0.03435509
E ²	0.0006505977	0.80	0.00081290

ANEXO 2. CONTINUACION.....

No. de observaciones = 66 Variable dependiente: ALTURA

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
Modelo	2	712.9887863	356.4943931	492.07	0.0001
Error	63	45.6418977	0.7244746		
T. Corregido	65	758.6306840			

R ²	C.V.	Diámetro Medio
0.939836	15.35919	5.54170152

Fuente	GL	Tipo I SS	Valor de F	Pr > F
E	1	712.8259810	983.92	0.0001
E ²	1	0.1628053	0.22	0.6371

Fuente	GL	Tipo III SS	Valor de F	Pr > F
E	1	61.03289167	84.24	0.0001
E ²	1	0.16280528	0.22	0.6371

Parámetro	Estimado	Parámetro = 0	Estimado
INTERCEPTADA	0.1085989716	0.37	0.29745627
E	0.3054740575	9.18	0.03328158
E ²	-0.0003733140	-0.47	0.00078750