

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

COMPORTAMIENTO JUVENIL DE VARIAS FUENTES DE SEMILLAS DE
Acacia mangium Willd., EN AMÉRICA CENTRAL

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

Magister Scientiae

por


Conrado Parraguirre Lezama

CATIE
Turrialba, Costa Rica
1991

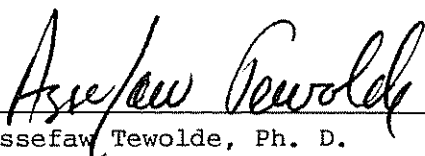
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

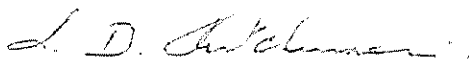
COMITE ASESOR:



Rodolfo Salazar, Ph. D.
Profesor Consejero



Assefaw Tewolde, Ph. D.
Miembro del Comité



Ian Hutchinson, Ph. D.
Miembro del Comité

Miembro del Comité



Ramón Lastra, Ph. D.
Coordinador Programa Maestría



José F. Conrado Parraguirre Lezama
Candidato

D E D I C A T O R I A

A LA MEMORIA DE MI PADRE, CONRADO PARRAGUIRRE
SALAZAR.

A MI MADRE, TERESA LEZAMA ZACARIAS.

A MIS HERMANOS, FRANCISCO, Ma. DEL CARMEN Y
ALEJANDRO.

A MI ESPOSA, FEBE.

A MIS HIJOS FABIOLA Y ERICK.

A G R A D E C I M I E N T O S

Este trabajo no hubiera podido realizarse sin la ayuda de varias personas e instituciones, a quienes el autor desea expresar su más profundo agradecimiento:

A Rodolfo Salazar Figueroa Ph. D., por su acertada dirección y sus oportunos consejos, tanto en el plano profesional como en el plano familiar.

A Assefaw Tewolde H. Ph. D., por su gran ayuda en la realización de los análisis del presente trabajo, así como por la sincera amistad que junto con su esposa, nos brindó durante nuestra estancia en el CATIE.

A Ian D. Hutchinson Ph. D., por sus valiosos comentarios y sugerencias, tanto en la realización de este trabajo, como en los diferentes aspectos del quehacer silvicultural.

A mi esposa por la revisión y corrección del borrador, así como por su apoyo y comprensión.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, por el apoyo económico para la realización de mis estudios de posgrado.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México, por la oportunidad y el apoyo económico que me brindó para continuar con mi superación profesional.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por la oportunidad que me brindó para realizar mis estudios de Maestría.

Al personal de DIGEBOS-CATIE de Guatemala, quienes participaron en el establecimiento, manejo y evaluación del ensayo de procedencias incluido en este trabajo.

Al personal de COHDEFOR-CATIE de Honduras, que participaron en el establecimiento, manejo y evaluación del ensayo de procedencias incluido en este trabajo.

Al personal de CENREN-CATIE de El Salvador, que participaron en el establecimiento, manejo y evaluación del ensayo de procedencias incluido en este trabajo.

Al personal de los proyectos MADELEÑA y MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL del CATIE, quienes participaron en el establecimiento, manejo y evaluación del ensayo de procedencias incluido en este trabajo y muy especialmente a Miguel Solano, por su gran ayuda durante la última medición de este experimento.

Al personal del proyecto MADELEÑA residente en el CATIE, por la ayuda que me dieron en todas las fases de mis estudios, especialmente a Miguel Musalém Ph. D., Luis Ugalde Ph. D., Hugo Brenes y Roy Ramos.

B I O G R A F I A

El autor nació el 22 de noviembre de 1956 en Cd. Serdán, pequeña población del Estado de Puebla, México. Realizó sus estudios básicos hasta el bachillerato en el "Centro Escolar Presidente Francisco I. Madero" en su Ciudad natal.

En 1975, ingreso a la Universidad Autónoma Chapingo donde se graduó como Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia en 1980.

De 1980 a 1981 laboró en la Secretaría de Programación y Presupuesto, Delegación Quintana Roo, como evaluador de proyectos.

De 1981 hasta 1989 trabajó en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en el Estado de Quintana Roo, donde se desempeñó como Investigador del Programa de Plantaciones Forestales.

En septiembre de 1989 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), donde obtuvo el grado de Magister Scientiae en Silvicultura con énfasis en Mejoramiento Genético Forestal, en agosto de 1991.

C O N T E N I D O

	Página
Contenido	vii
Lista de Cuadros	ix
Lista de Figuras	xii
Resumen	xiv
Summary	xvi
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
1. TAXONOMIA Y DESCRIPCION DE LA ESPECIE	4
2. DISTRIBUCION NATURAL Y HABITAT	5
3. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	6
4. USOS	8
5. ASPECTOS SILVICULTURALES	9
6. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO	11
7. PLAGAS Y ENFERMEDADES	13
8. MEJORAMIENTO GENETICO	14
9. INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE	17
MATERIALES Y METODOS	19
1. DESCRIPCION AGROECOLOGICA DE LOS	
SITIOS EXPERIMENTALES	19
La Máquina, Guatemala	19
INFOP, San Pedro Sula, Honduras	22

Santa Teresa, El Salvador	22
Santa Clara, Costa Rica	23
Los Uveros, Panamá	23
2. MATERIAL EXPERIMENTAL	24
3. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LOS ENSAYOS	24
4. VARIABLES ANALIZADAS	27
5. PROCEDIMIENTO DE ANALISIS	30
RESULTADOS Y DISCUSION	33
La Máquina, Guatemala	33
INFOP, San Pedro Sula, Honduras	40
Santa Teresa, El Salvador	47
Santa Clara, Costa Rica	54
Los Uveros, Panamá	63
Análisis de Procedencias Comunes en Varios Sitios	68
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA	88

L I S T A D E C U A D R O S

Cuadro		Página
1	Crecimiento de <i>Acacia mangium Willd.</i> en algunos países tropicales	13
2	Principales características geográficas, climáticas y edáficas de los sitios donde se encuentran los ensayos de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en América Central	20
3	Principales características de los sitios de origen de las procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , probadas en América Central	25
4	Resumen de los ensayos de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en los diferentes sitios de América Central	27
5	Resumen de mediciones realizadas en los ensayos de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en los diferentes sitios de América Central	30
6	Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en La Máquina, Guatemala	34
7	Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en La Máquina, Guatemala	35
8	Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en La Máquina, Guatemala	36
9	Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en INFOP, San Pedro Sula, Honduras	40
10	Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en INFOP, San Pedro Sula, Honduras	41

11	Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en INFOP, San Pedro Sula, Honduras	43
12	Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Santa Teresa, El Salvador	47
13	Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Santa Teresa, El Salvador	48
14	Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Santa Teresa, El Salvador	49
15	Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Santa Clara, Costa Rica	55
16	Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Santa Clara, Costa Rica	56
17	Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Santa Clara, Costa Rica	57
18	Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Los Uveros, Panamá	64
19	Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Los Uveros, Panamá	64
20	Análisis de varianza para altura total, del ensayo de procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> en Los Uveros, Panamá	65
21	Incrementos medios anuales en altura total, de cinco procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en tres sitios de América Central	69

22	Análisis de varianza para los incrementos en altura total, de cinco procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en tres sitios de América Central 71
23	Resultados de las pruebas de comparación de promedios ajustados, para los incrementos medios anuales en altura de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en tres sitios de América Central 72
24	Incremento medios anuales en altura, diámetro y volumen de cuatro procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en dos sitios de América Central 73
25	Análisis de varianza para los incrementos en altura, diámetro y volumen de cuatro procedencias de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en dos sitios de América Central 74
26	Resultados de las pruebas de comparación de promedios ajustados, para los incrementos medios anuales en altura, diámetro y volumen de <i>Acacia mangium Willd.</i> , en dos sitios de América Central 77

L I S T A D E F I G U R A S

Figura		Página
1	Ubicación de los ensayos de procedencias de <i>Acacia mangium</i> Willd. en América Central	21
2	Localización de las áreas de origen de las semillas y del área donde se establecieron los ensayos de procedencias de <i>Acacia mangium</i>	26
3	Incremento medio anual en altura, de cinco procedencias de <i>A. mangium</i> en Guatemala	39
4	Incremento medio anual en diámetro, de cinco procedencias de <i>A. mangium</i> en Guatemala	39
5	Incremento medio anual en altura, de seis procedencias de <i>A. mangium</i> en Honduras	46
6	Incremento medio anual en diámetro, de seis procedencias de <i>A. mangium</i> en Honduras	46
7	Incremento medio anual en altura, de cuatro procedencias de <i>A. mangium</i> en El Salvador	52
8	Incremento medio anual en diámetro, de cuatro procedencias de <i>A. mangium</i> en El Salvador	52
9	Incremento medio anual en volumen, de cuatro procedencias de <i>A. mangium</i> en El Salvador	53
10	Incremento medio anual en altura, de seis procedencias de <i>A. mangium</i> en Costa Rica	61
11	Incremento medio anual en diámetro, de seis procedencias de <i>A. mangium</i> en Costa Rica	61
12	Incremento medio anual en volumen, de seis procedencias de <i>A. mangium</i> en Costa Rica	62
13	Incremento medio anual en altura, de cinco procedencias de <i>A. mangium</i> en Panamá	66

14	Incremento en altura de cinco procedencias de <i>A. mangium</i> , en tres sitios de América Central a 19 meses	70
15	Incremento en altura de cinco procedencias de <i>A. mangium</i> , en tres sitios de América Central a 30 meses	70
16	Incremento en altura de cuatro procedencias de <i>A. mangium</i> , en dos sitios de América Central 41 meses	75
17	Incremento en diámetro de cuatro procedencias de <i>A. mangium</i> , en dos sitios de América Central a 41 meses	75
18	Incremento en volumen de cuatro procedencias de <i>A. mangium</i> , en dos sitios de América Central a 41 meses	76
19	Climograma del sitio La Máquina, Guatemala	79
20	Climograma del sitio INFOF, San Pedro Sula, Honduras	79
21	Climograma del sitio Santa Teresa, El Salvador .	79
22	Climograma del sitio Santa Clara, Costa Rica ...	79
23	Climograma del sitio Los Uveros, Panamá	80
24	Climograma para la procedencia Iron Range/Claudie River de Queensland, Australia	80
25	Climograma para las procedencias Abergowrie, Broken Pole Creek y Ellemberg de Queensland, Australia	80

PARRAGUIRRE L., C. 1991. Comportamiento juvenil de varias fuentes de semillas de *Acacia mangium Willd.*, en América Central. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 98 p.

Palabras claves: *Acacia mangium Willd.*, procedencias, crecimiento, rendimiento, América Central, Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Panamá.

RESUMEN

En el presente estudio fueron evaluados cinco ensayos de procedencias de *Acacia mangium Willd.*, establecidos por los Proyectos MADELEÑA (Cultivo de Árboles de Uso Múltiple) y MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL del CATIE entre 1984 y 1988, en cinco países de América Central (Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica y Panamá). Los sitios se ubicaron entre los 50 y 470 msnm, temperaturas medias anuales de 23,9 a 27,4 °C y precipitación de 1374 a 4300 mm. Se probaron 24 procedencias evaluadas a edades de 6 a 73 meses.

Los objetivos del trabajo fueron: 1) Determinar la o las mejores fuentes de semillas para establecer plantaciones forestales de *Acacia mangium Willd.*, en América Central 2) Evaluar el crecimiento, rendimiento y forma de los árboles de las distintas procedencias, en los primeros años de edad, bajo distintas condiciones de sitio 3) Identificar la interacción sitio x procedencia, para las características de crecimiento y rendimiento.

Los resultados indican que las procedencias en general crecieron mejor en aquellos sitios que presentan una precipitación mayor a los 2000 mm y que tienen suelos ácidos. Las mejores procedencias fueron las de Iron Range/Claudie River, Abergourie de Queensland, Australia;

Oriomo River y Morehead de Papúa, Nueva Guinea, aunque no todas las procedencias fueron incluidas en los cinco sitios.

Se determinó que las procedencias de Mourilyan Bay, Aytton Sawmill, Mossman, Walsh's Pyramid y Townsville de Queensland, Australia, además de las procedencias de Pirú, Ceram, Indonesia; Brumas, Sabah, Malasia y Rio Hato, Panamá, son las de menor crecimiento, por lo que no deberían ser consideradas en el futuro.

La interacción sitioxprocedencia sólo fue significativa en un caso, pero en general las procedencias tienen una mejor respuesta en los sitios con mayor precipitación.

Se concluye que la especie debe ser plantada en sitios con precipitación mayor a 2000 mm y que presenten suelos ácidos, además se propone realizar ensayos de progenies y crear huertos semilleros con las procedencias de Iron Range/Claudie River y Oriomo River, que suministren las semillas necesarias a nivel regional.

Finalmente se recomienda dar seguimiento a los ensayos de El Salvador y Costa Rica, donde la especie ha crecido mejor, con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos en este trabajo, ya que estos son preliminares. Así mismo se sugiere realizar aclareos en estos ensayos, con lo cual se podrán evaluar las características de la madera de las procedencias, lo que apoyará el proceso de selección.

PARRAGUIRRE L., C. 1991. Juvenile behavior of various seed sources of *Acacia mangium Willd.*, in Central América. Mag. Sc. Thesis. Turrialba, Costa Rica. 99 p.

Key Words. *Acacia mangium Willd.*, provenances, growth, yield, Central América, Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Panamá.

SUMARY

This study evaluated five provenance trials of *Acacia mangium Willd.*, established by MADELEÑA (Multipurpose Tree Species Production) and FOREST GENETIC IMPROVEMENT Projects of CATIE, between 1984 and 1988 in five countries of Central America (Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica and Panamá). The sites are located between 50 and 470 masl, annual mean temperatures of 24 to 27 °C and annual mean rainfall of 1374 to 4300 mm. A total of 24 seed provenances from 6 to 73 months old, were studied.

The objectives were - To determine the best seed source for the forest plantation establishment of *A. mangium Willd.*, in Central América. - To evaluate the growth, yield and tree form of the provenances, under different site conditions in Central América. - To identify the site-provenance interaction for the characteristics of growth and yield at the juvenile stage.

The results suggest that growth provenances are highest in the sites with annual mean rainfall of 2000 mm or more and acid soils. The seed sources of Iron Range/Claudie River, Abergowrie, Oriomo River and Morehead showed the best growth and yield, in those sites studied.

The provenances of Mourilyan Bay, Aytton Sawmill, Mossman, Walsh's Pyramid and Townsville of Queensland and Firú Ceram, Indonesia, Brumas, Sabah, Malasia and Rio Hato, Panamá, showed the poorest growth and yield.

The site-provenance interaction presented significant differences for the diameter at breast heighth (dbh) only in

one case, but in general the provenances showed linearity of growth response with greater rainfall.

The conclusions indicate that the forest plantation with *A. mangium* will be limited to sites with annual mean rainfall of 2000 mm or more as well as acid soils. To supply the seed needs with seed of higher quality at the Central América region it and in the mean time to set up some progeny trials with the best provenances the establishment of seed areas with Iron Range/Claudie River and Oriomo River seed sources, is suggested.

The continuation of the evaluation of the Salvadorian and Costa Rican provenance trials is recommended, where the species growth is highest. The thinning of the same trial areas and the evaluation of the wood provenance characteristics are suggested, to support the selection process.

INTRODUCCION.

América Central* al igual que muchas otras regiones tropicales del mundo, se enfrenta a la disminución constante de sus recursos forestales. Según Leonard (1986) dos terceras partes de los bosques talados en Centroamérica hasta 1980, fueron cortados a partir de 1950; en 1970 el 49 % del área de la región estaba cubierta con bosques naturales cerrados o abiertos, quedando sólo el 41 % para 1980, lo anterior equivale a una reducción de 3'622,000 ha (8 %) o sea una tasa de deforestación de 362,200 ha (alrededor del 1 %) anuales.

Las causas de la deforestación son muy complejas, pero generalmente presenta el siguiente patrón: explotación selectiva de pocas especies de interés comercial, lo que conduce a una pérdida del valor económico del recurso remanente, dando paso luego a la tala total para usar las áreas en agricultura o ganadería, actividades que no siempre resultan las más apropiadas. Además de la expansión de la frontera agrícola, existe poca información que demuestre a los dueños de los recursos forestales, que el manejo de los bosques naturales representa una alternativa económicamente rentable, esto aunado a la falta de políticas definidas sobre el uso apropiado de la tierra, ocasionan dificultades para el manejo de los recursos naturales.

La creciente población de la región, demanda gran cantidad de energía para su vida diaria, la cual en su mayoría proviene de leña o carbón vegetal ya que carecen de otras fuentes como el petróleo. Alrededor del 72 % de la

* En este trabajo, América Central incluye los territorios de Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

población centroamericana y el 31 % de la pequeña industria emplean leña como fuente de energía (CATIE 1986).

Por falta de capacidad de uso de los suelos, las áreas deforestadas son abandonadas en pocos años debido a problemas de fertilidad, compactación o erosión de los mismos, y la vegetación secundaria que en estos casos aparece, requiere de periodos relativamente largos para convertirse en bosques productivos, sobre todo si se piensa en la obtención de madera para aserrío.

El proyecto MADELEÑA del CATIE, tiene como finalidad realizar investigación silvicultural con especies forestales de uso múltiple en América Central. En 1980 el Proyecto LEÑA, inició la selección de especies forestales con el propósito de impulsar el cultivo de árboles para producción de leña. A partir de 1985 el enfoque incluyó no sólo la producción de leña, sino que contempló la obtención de otros productos como madera aserrada, forraje para ganado, postes, etc., surgiendo así el concepto de árboles de uso múltiple. En esta segunda etapa se definieron especies prioritarias y se dió especial énfasis a las de crecimiento rápido, entre las que se encuentra *Acacia mangium Willd.*, la cual ha probado adaptarse bien a distintas condiciones ambientales de la región (Oliva, 1990).

Una vez identificada como prioritaria esta especie, el siguiente paso en la investigación silvicultural, es determinar las mejores fuentes de semilla para establecer plantaciones, lo cual se logra a través de los ensayos de procedencias. Por esta razón a partir de 1984, los Proyectos MADELEÑA y MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL del CATIE, establecieron varios ensayos de este tipo en los diferentes países de América Central. Estos ensayos, una vez que sus resultados hayan sido analizados e interpretados, brindarán información sobre las mejores fuentes de semillas para el establecimiento de plantaciones forestales, contribuyendo de

esta forma a aliviar la deforestación que sufren los países de América Central.

La etapa de los ensayos de procedencias en un plan de mejoramiento genético, es muy importante ya que pretende identificar las fuentes de semillas (procedencias), con mejor adaptación y desarrollo para los sitios de interés. Posteriormente partiendo de estas fuentes de semillas, se pueden realizar prácticas de mejoramiento genético, como la selección de los mejores individuos de esa población, que servirán como progenitores de las futuras plantaciones.

Con base en lo anteriormente señalado, el presente trabajo persigue los siguientes objetivos:

1. Determinar la o las mejores fuentes de semillas (procedencias), para establecer plantaciones forestales de *Acacia mangium Willd.* en América Central.

2. Evaluar el crecimiento en altura, diámetro, y volumen así como la forma de los árboles de las diferentes fuentes de semilla, durante los primeros años de edad, bajo distintas condiciones de sitio en América Central.

3. Identificar y cuantificar la interacción entre fuentes de semillas (procedencias) y sitios, para las características de crecimiento y rendimiento.

REVISION DE LITERATURA

1. TAXONOMIA Y DESCRIPCION DE LA ESPECIE

Acacia mangium Willd., es una especie arbórea de la familia Leguminosae, subfamilia Mimosoideae, originalmente descrita como *Hangium montanum Rumph.* Se le conoce como sinónimo de *Acacia glaucescens sensu Kanehira & Hatusima.* (National Research Council, 1983; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987). En una nueva revisión del género *Acacia*, esta especie ha sido descrita como *Racosperma mangium (Willd.) Pedley* (Pedley, 1986); en la mayoría de la literatura escrita se le encuentra como *A. mangium*. Comúnmente se le conoce como: mangium, brown salwood, black wattle, hickory wattle, Sabah salwood (National Research Council, 1983; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987); En América Central se le conoce como mangium (Oliva, 1990) y en República Dominicana como acacia (Morrobel, 1989). Los arboles de esta especie, pueden alcanzar hasta 30 m de altura, con un fuste recto algunas veces libre de ramas por más de la mitad de la altura total (National Research Council, 1983; Brewbaker, Halliday y Liman, 1983; Mc Diken y Brewbaker, 1984; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987). En su habitat natural en Queensland, Australia y Papúa, Nueva Guinea se han registrado diámetros hasta de 90 cm. El tronco presenta ligeras acanaladuras en la parte baja. Si el árbol crece aislado, desarrolla una copa globular mientras que en plantaciones la copa es columnar. Presenta buena autopoda de las ramas bajas, las cuales mueren a temprana edad. Los arboles viejos de más de 10 años tienen corteza dura, gruesa, rugosa, fisurada longitudinalmente, de color café oscuro a café claro. Exhibe una alta tendencia la bifurcación (National Research Council, 1983).

Las plantas recién germinadas, presentan hojas compuestas con varios foliolos, parecidos a los de *Leucaena*, *Albizia* y otras especies de la subfamilia Mimosoideae. Sin

embargo, después de tres o cuatro semanas dejan de producir éstas hojas verdaderas y en su lugar el peciolo y el eje principal de cada hoja se tornan aplanados, transformandose en "filodios". Los filodios tienen la apariencia de hojas simples de plantas comunes, con nervación paralela, grandes (de alrededor de 25 x 10 cm), dando a los arboles de mangium una apariencia diferente de las Mimosoideas, incluso de muchas especies del género *Acacia* (National Research Council, 1983; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987).

Las inflorescencias de mangium son espigas laxas, de hasta 10 cm de largo, compuestas de pequeñas flores blancas o cremas. Sus flores presentan polinización cruzada, pero la autopolinización también se da, aunque en poca proporción. Después de la fertilización las flores se transforman en vainas de color verde, las que cambian a café oscuro o negro cuando maduran, formando un grupo irregularmente espiralado (National Research Council, 1983; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987). En Australia y Malasia el tiempo requerido de la floración a la maduración de los frutos, es 6 a 7 meses. Sus semillas son negras, de 3-5 mm de largo, con testa dura, se encuentran adheridas a las vainas por un funículo de color naranja, el que conservan cuando caen atrayendo hormigas y pájaros, lo que favorece su dispersión (National Research Council, 1983).

2. DISTRIBUCION NATURAL Y HABITAT

La especie es originaria del noreste de Australia, Papúa Nueva Guinea y el este de Indonesia (las Molucas e Irian Jaya) (National Research Council, 1983; Doran y Skelton, 1980; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987). Las poblaciones naturales se extienden desde los 0° 50' hasta los 19° de latitud sur. Los sitios de distribución más conocidos estan en Australia, donde ocurre en forma discontinua a lo largo de la costa este de Queensland entre Ingham y Jardine River. En esta región la especie crece a

elevaciones menores de 100 m, aunque su límite se encuentra a 720 m. En Indonesia y Papúa, Nueva Guinea su distribución no esta bien documentada, pero parece limitada a elevaciones bajas. Es usual encontrarla creciendo en las orillas de manglares, así como en bosques ribereños que han quedado entre pastizales. No ocurre en el bosque húmedo tropical maduro, pero es frecuentemente encontrada en los márgenes de éste. Por lo general ocurren en grupos pequeños, sólo ocasionalmente forma rodales grandes (Doran y Skelton, 1980; National Research Council, 1983).

Es una especie pionera que se establece rápidamente después de que los sitios han sido perturbados; es común encontrarla creciendo a los lados de caminos y en las orillas de plantaciones de caña. El fuego es una característica de su habitat y parece jugar un papel ecológico importante en su establecimiento por medio de regeneración natural (National Research Council, 1983; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987).

3. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

En Queensland, la temperatura media máxima es de 31-34 °C, la media mínima oscila entre 12 y 16 °C. En Sabah se presentan temperaturas máximas similares pero las mínimas son de 22-25 °C. Se encuentra en áreas libres de heladas; sin embargo, puede sobrevivir a ligeras heladas (National Research Council, 1983).

En su lugar de origen la precipitación , varía de 1000 a 4500 mm anuales; pero el área donde es más abundante, la precipitación es de 4400 mm. En Sabah la media anual de lluvia varía de 1500 a 3100 mm. Las áreas donde se ha plantado con más éxito como introducida reciben más de 2000 mm (National Research Council, 1983; Glover y Heveldop, 1985; Anuar, 1987; Morrobel, 1989; Halenda, 1990).

Esta especie al igual que la mayoría de las pioneras, crece mejor en condiciones de completa iluminación, en la sombra permanece delgada y raquitica. Crece satisfactoriamente en suelos erosionados, rocosos, suelos minerales delgados y también en suelos profundos húmedos o aluviales. En su lugar de origen el árbol crece generalmente en suelos ultisoles ácidos y sólo en muy pocos lugares en suelos derivados de rocas básicas. En Indonesia se reporta que crece en suelos ultisoles (podsoles rojo-amarillos) con un sustrato calcáreo. En Sabah, Malasia, donde ha sido plantada más ampliamente, crece tanto en entisoles como en ultisoles, la mayoría de los cuales tienen pH de hasta 4,5 (National Research Council, 1983). Los mejores crecimientos de esta especie, han sido registrados de Brumas, Sabah, Malasia; en suelos Ortic Acrisol y Acrisol, profundos y moderadamente drenados (Anuar, 1987; Thomas y Kent, 1987). La especie puede crecer en suelos con niveles bajos de fósforo (2 ppm), pero el crecimiento es muy lento (National Research Council, 1983). En suelos con drenaje lento o excesivamente rápido, esta especie sólo presenta crecimientos moderados (Thomas y Kent, 1987). En Sabah, en lugares donde se ha plantado, las elevaciones no sobrepasan los 1300 msnm, aunque los mejores crecimientos se dan entre los 100 y 650 msnm (Sim y Gan 1988). En Tailandia, la especie creció mejor en un suelo costero arenoso, con un pH de 4,3 (Kovith, 1987); mientras que en Sarawak, Malasia, el crecimiento fue bueno en suelos Potzol y Potzol rojo-amarillo, pH entre 3,4 y 5,1. Los incrementos medios anuales en altura a los 18 meses fueron de 3,3 m en el Potzol y 2,3 m en el Potzol rojo-amarillo, superando a *Leucaena leucocephala* y siendo estadísticamente igual a *Paraserianthes falcataria* (Halenda, 1990).

Al igual que muchas de las leguminosas, forma simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, que le permite fijar nitrógeno atmosférico por lo que normalmente no requiere de

fertilización nitrogenada, al menos durante los primeros 36 meses (Racz y Zakaria, 1987; Wan, Aminah y Sundralingam, 1988). Una relación simbiótica con hongos ectomicorrízicos de la especie *Telephora ramariodes* ha sido identificada en Sabah. Estos hongos ayudan a las plantas en la absorción de micro y macro-nutrientes, especialmente fósforo, lo cual permite su crecimiento en suelos deficientes en minerales disponibles. El crecimiento de la especie en muchos lugares tropicales, sugiere que tanto las bacterias como los hongos de éstas simbiosis, son de amplia distribución (National Research Council, 1983).

4. USOS

La madera de mangium es empleada en la elaboración de muebles atractivos, ebanistería, marcos para puertas y partes de ventanas, molduras y para chapa rebanada. Es también empleada como madera para construcciones ligeras en armaduras y forrado de casas. Debido a su densidad (0,50 g/cm³) y alto valor calorífico (20 000-20 500 kJ/kg), la madera es buena como leña (National Research Council, 1983; Brewbaker, Halliday y Lyman, 1983; McDiken y Brewbaker, 1984; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987; Kovith, 1987). La fibra de mangium es de 0,94-1,08 mm de largo. En Australia se produjo pulpa blanqueda y sin blanquear con madera de 9 años de plantaciones de Sabah (Feh, Khoo y Lee, 1982; Yantasath et. al., 1985; Logan y Baldois 1982). En este último trabajo el rendimiento en pulpa fue de entre 61 y 75 %. La pulpa es apropiada para la elaboración de cartón, bolsas, papel de emboltura y sacos multicapas. Por sus características y rendimiento, se espera que la madera de mangium alcance precios comparables con los de otras especies de crecimiento rápido, tales como *Gmelina arborea*, *Albizia falcataria*, *Anthocephalus chinensis* y *Eucalyptus deglupta* (Logan y Baldois, 1982; National Research Council, 1983).

Se emplea como postes para cercas y varas para construcciones rurales, cortinas rompevientos, control de erosión a lo largo de caminos y cercas, ornamental, obtención de escencias aromáticas y de taninos y como forraje (varias fuentes citadas por Oliva, 1990; Morrobel, 1989).

El extracto de corteza, ha demostrado tener excelentes propiedades adhesivas, los tableros contrachapados elaborados con tal extracto, mostraron el doble de resistencia a la ruptura que el mínimo requerido por los estándares Británicos (Mohd, Chen, Abdul y Nurulhuda, 1989).

5. ASPECTOS SILVICULTURALES

La recolección de semillas se realiza cuando las vainas adquieren un color café-oscuro a negro (Bowen y Eusebio, 1982; Yap y Wong, 1983). La maduración de los frutos es muy irregular, con un intervalo de entre 6 y 33 semanas (Bowen y Eusebio, 1982).

Un árbol puede producir un promedio de 0,4 kg de semilla por año, con 80 000 a 110 000 semillas/kg. La maduración de las semillas en América Central ocurre entre febrero y abril (Oliva, 1990).

Las semillas son delgadas, elipsoidales, de 4 mm de largo, la testa es dura y negra brillante, el funículo permanece adherido a la semilla (Yap y Wong, 1983).

Para obtener una germinación alta es necesario escarificarlas. El método de escarificación más usado, es sumergir las semillas en agua hirviendo por dos minutos y posteriormente sembrarlas, con ello se obtiene un 78 % de germinación en 6 días y hasta un 98 % a los 12 días (Morrobel, 1989). Se han probado otros tratamientos con agua caliente, pero en todos los casos el remojo en agua a 100 °C

resultó ser el mejor (Bowen y Eusebio, 1982; Yap y Wong, 1983; Diangana, 1985).

Puede ser propagada por siembra directa, por estacas enraizadas, acodo aéreo, injerto y micropropagación (cultivo de órganos y tejidos), así como también por plantas producidas en vivero (Morrobel, 1989). La forma más común de propagación es la siembra en almácigos y el posterior trasplante a envases, sin embargo, se puede obtener una buena proporción de plantas sembrando lotes de semillas de alta viabilidad directamente en los envases de polietileno (National Research Council, 1983).

A nivel de vivero la especie no presenta problemas de sobrevivencia (Morrobel, 1989). En Costa Rica a los 3,5 meses se reportan crecimientos de plántulas en vivero de hasta 34,6 cm de altura, dependiendo de la procedencia (Salazar, 1989). En Sabah, Malasia, se emplean bolsas de polietileno de 330 centímetros cúbicos, plantas de 25 cm de altura ideales para establecer la plantación, fueron logradas en 12 semanas, sin embargo, estas eran muy frágiles y se dañaban difícilmente, por lo que se les dejó 3-4 semanas más en el vivero, aplicándoles fertilizante foliar y disminuyendo los riegos, para lograr plantas más resistentes (Barry, 1987).

Se ha encontrado que el mejor espaciamento es de 3 x 3 ó 4 x 2 m (Souvannavong, 1990), aunque en América Central se emplea 2,5 x 2,5 m. Esto depende mucho del objetivo de producción; si lo que se desea es la mayor cantidad de volumen en el menor tiempo posible, sin importar las dimensiones, los espaciamentos reducidos son los más recomendables (Kovith, 1987).

Pese a que la especie es de crecimiento rápido, al inicio requiere de limpiezas, por ello su establecimiento por medio del sistema Taungya, facilita este paso ya que

además la fertilización a los cultivos agrícolas, mejora notablemente el crecimiento de la especie (Morrobel 1989).

El turno de aprovechamiento varía de 9 a 15 años dependiendo de los objetivos de la plantación; si se desea obtener madera para aserrío se deben efectuar podas para tener fustes libres de nudos, así mismo es necesario realizar dos o tres aclareos, partiendo de un espaciamiento inicial de 3 x 3 m y en un periodo de rotación de 15 años (Oliva, 1990).

En Malasia, se probaron tres intensidades de aclareo en una plantación de 3 años 10 meses, se encontró que con la remoción del 50 % del área basal, se logra un incremento del 20 % en diámetro tres meses después, mientras que el tratamiento testigo (sin aclareo), sólo logró un incremento del 10 % en diámetro; con la remoción del 50 % del área basal se obtuvo un incremento corriente anual en diámetro de 3,0 cm, dejando 300 arboles/ha que constituyen la cosecha final, con lo cual se espera obtener a los 15 años, arboles hasta de 45 cm de diámetro (Ahmad y Weinland, 1990).

En Malasia también se ha desarrollado una guía preliminar para la realización de aclareos, la que esta basada en el diámetro de copa y el diámetro a 1,3 m de altura (dap). Esta guía puede ser empleada para determinar el diámetro mínimo del rodal, necesario para obtener un producto deseado y determinar el espaciamiento inicial; sin embargo, se aclara que es una guía preliminar y que su uso puede ser modificado cuando se obtenga mayor información de las parcelas permanentes (Faudyal y Nik, 1990).

6. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO.

Existe poca información acerca del crecimiento y rendimiento de la especie en condiciones naturales, ya que

su comportamiento ha sido mejor en plantaciones fuera de su lugar de origen.

A. mangium en buenos sitios en Malasia, ha logrado a los tres años incrementos medios anuales de hasta 4,1 m en altura y 4,9 cm en diámetro (Anuar, 1987; Thomas y Kent, 1987); superando a *Gmelina arborea* cuyos incrementos medios anuales en altura y diámetro fueron de 2,8 m y 3,9 cm (Kamis y Mohd, 1987). Los rendimientos registrados son de 46 m³/ha/año (National Research Council, 1983) y 44 m³/ha/año a los 10 años (Tham, 1979).

En Indonesia, donde hasta 1987 se tenían plantadas 5000 ha, los incrementos medios anuales registrados fueron de 4,4 m en altura, 4,1 cm en diámetro y 33,5 m³/ha a los 3,75 años (Voss, Friasukmana, Tangketasik y Leppe, 1987). En Taiwan los incrementos medios anuales registrados fueron de 2,2 m en altura, 2,4 cm en diámetro y 23,4 m³/ha a los cuatro años de edad (Cheng, Yang y Chen, 1983).

En sitios pobres (con suelos poco profundos, bajos en nutrientes, fuertemente degradados o estacionalmente inundados), la productividad es menor, pero el rendimiento medio supera los 20 m³/ha/año, alcanzando 25 m de altura y 27 cm de diámetro a los 13 años (National Research Council, 1983).

En Costa Rica se han registrado incrementos que van desde los 0,6 m³/ha/año en Puriscal (a 1100 msnm), hasta 48,6 m³/ha/año en Sarapiquí (a 50 msnm), a los 24 meses y con densidades de plantación de 1111 y 2500 arboles/ha respectivamente. Se encontró una correlación significativa entre los incrementos y la temperatura (Jiménes y Picado, 1987). El incremento tan bajo en Puriscal parece estar asociado además de la altitud, a un alto contenido de calcio y aluminio en el suelo y a una fuerte sequía al inicio de la plantación (Glover y Heveldop, 1985).

Los resultados de crecimiento de la especie, en varios lugares se presentan en el Cuadro 1.

Para estimar el crecimiento y rendimiento de la especie, han sido desarrollados varios modelos de crecimiento, con base en la altura y el diámetro a 1,3 m (Lim, 1985; Yantasath et. al., 1985; Brewbaker, 1987; Wan, Khali y Chew, 1989; Oliva y Hughell, 1990), de los cuales los dos últimos incluyen tablas de rendimiento.

Cuadro 1. CRECIMIENTO DE *Acacia mangium* Willd. EN ALGUNOS PAISES TROPICALES/1

Lugar	Edad (meses)	I M A/2		Espaciamiento inicial (m x m)	Procedencia de las semillas
		Altura (m)	dap † (cm)		
El Zamorano, Honduras.	32	1,31	1,46	2,0 x 2,0	Queensland.
Las Cabras, Panamá.	24	1,90	2,10	2,0 x 2,0	Sabah, Malasia.
Turrialba, Costa Rica.	36	3,30	3,43	2,0 x 2,0	Queensland.
Pakthongchai, Tailandia.	24	2,58	2,60	2,0 x 2,0	Desconocida.
Sabah, Malasia.	60	3,08	2,98	-----	Sabah, Malasia.
Sabah, Malasia.	120	2,30	2,00	3,0 x 3,0	Queensland.
Guandong, China.	18	3,53	3,09	2,0 x 2,0	Queensland.
S. del Rey, Rep. Dom.	44	3,87	3,71	2,5 x 2,5	Desconocida.
Los Jobos, Rep. Dom.	33	2,55	2,33	3,0 x 3,0	Desconocida.
La Caoba, Rep. Dom.	44	3,95	4,28	2,5 x 2,5	Desconocida.

/1 TOMADO DE OLIVA, 1990.

/2 INCREMENTO MEDIO ANUAL.

† DIAMETRO A 1.30 m DE ALTURA.

7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

En el vivero se presentan ocasionalmente problemas con damping-off y pudriciones radicales, sin embargo, estos no son serios (Nitrogen Fixing Tree Association, 1987). Se ha reportado el ataque de un insecto de la familia Miridae, el cual chupa la sabia de las plantas y ocasiona deformaciones del meristemo apical y de las yemas laterales, así como

puntos necrótico y quemaduras debido a los jugos salivales. El peligro mayor lo representa la amplia distribución del insecto, pues su presencia se ha detectado en Filipinas, Papua, Nueva Guinea, Malasia, Ceylan, Brasil, Africa Occidental, Java, y el Este de Sumatra (Luego, 1990). En la India ha sido reportado el ataque de plántulas por un gorgojo cenizo (*Mylioceros sp.*), el cual corta los margenes de las hojas, en mangium la infestación fue del 37 % pero sólo existió un 4 % de daño (Ganapathy, Tamilselvan y Arulmozhiyan, 1990).

8. MEJORAMIENTO GENETICO.

Mangium es una especie que por sus características de crecimiento, su adaptabilidad a suelos infestados con gramíneas y su habilidad para crecer en suelos ácidos y de baja fertilidad, ha sido clasificada como una especie con alta prioridad para la reforestación en zonas tropicales húmedas (Boland y Turnbull, 1981; NRC, 1983; Turnbull, 1984; Nitrogen Fixing Tree Association, 1987).

Como consecuencia de esta priorización, se han realizado pruebas de especies donde se incluye *A. mangium*; en Malasia por ejemplo, ha tenido un comportamiento muy bueno en Sarawak (Halenda, 1990); en Sabah (Sim, 1988) y en Malasia Peninsular (Yap, 1987), por esto mangium fue seleccionada como sustituto de *Eucalyptus deglupta*.

En otros países donde la especie ha sido probada y seleccionada como prioritaria para el establecimiento de plantaciones son: Costa Rica (Glover y Heveldop, 1985); Fiji (Zed, 1987); Hawaii (Brewbaker, 1987); Republica Dominicana (Morrobél, 1989); Sri Lanka (Midgley y Vivekanandan, 1987); Tanzania (Kessy, 1987) Tailandia (Kovith, 1987; Boontawee y Kuwalairat, 1987); Indonesia, Taiwan y Fiji (Turnbull, 1984); China (Pan y Minquan, 1987). En Tailandia el

comportamiento no fue el esperado, debido a la escasa cantidad de lluvia (Finyopusarerk y Furiyakorn, 1987).

Se han realizado varias pruebas de procedencias en diferentes países, las que han sido coordinadas por el centro de semillas forestales del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) de Australia. De estos trabajos las mejores procedencias han sido El Arish, O. de Tully, Abergowrie, Claudie River, Daintree, de Queensland y las de Morehead y Oriomo River, de Papua, Nueva Guinea, en China (Jeng-Der, Yen-Raj, Tien-Yuang y Jenq-Chuan, 1990); en la isla Hainan de China las mejores procedencias fueron Abergowrie y Marehead, en tanto que en Bangladesh las procedencias de Abergowrie, Morehead y Oriomo River sobresalieron (*Op. cit.*). En otro ensayo de procedencias realizado en Quenhai, China, las mejores procedencias fueron Morehead, Claudie River y Abergowrie (Fan y Minquan, 1987). En Papúa, Nueva Guinea, se encontró que las mejores procedencias fueron las locales (Bolamuk, Toko y Oriomo), superando a las de Queensland (Skelton y Howcroft, 1987). En Costa de Marfil, las procedencias que mejor comportamiento han tenido son las de Papua, Nueva Guinea (Morehead y Oriomo River) así como la de Claudie River, Queensland y la procedencia derivada de San Pedro, Costa de Marfil (su origen fueron semillas de Claudie River y Oriomo), (Souvannavong, 1990). En Filipinas las cuatro procedencias de Papua, Nueva Guinea probadas, no mostraron diferencias significativas para la altura y diámetro (Fetterson y Havmoller, 1984).

En Costa Rica, se estudió la variación genética de procedencias de *A. mangium* a nivel de semillas y vivero; encontrándose que a nivel de semillas el 93 % de la variación es debida a la procedencia y en el caso del crecimiento de las plántulas entre un 25 a 55 % de la

variación detectada a los 3,5 meses, es atribuible al componente genético dentro de procedencias (Salazar, 1989).

Los resultados de dos ensayos pruebas que incluyeron 14 procedencias de Queensland, Australia, 2 de Papua, Nueva Guinea y una de Indonesia, establecidos en Puriscal y Santa Clara, Costa Rica, mostraron diferencias significativas entre procedencias para las variables sobrevivencia y diámetro a 1,3 m de altura (dap) en el primer sitio, mientras que en el segundo hubo diferencias en altura y porcentaje de bifurcación a los tres y cuatro años respectivamente, identificando además que existe interacción genotipo-ambiente para las variables altura, dap y porcentaje de bifurcación, para las procedencias comunes a ambos sitios. Las procedencias con mejor comportamiento a la edad de 4 años fueron Morehead de Papua, Nueva Guinea; Abergowrie y Claudie River de Queensland, Australia (Mesén, 1990).

La variabilidad genética de varias procedencias de *A mangium* medida a través del número promedio de alelos por locus y la proporción de loci polimorficos, dieron un valor esperados de heterocigocidad de Hardy-Weimberg de 0,017, el que resulta bajo comparado con el promedio de las Acacias 0,147. La diversidad genética de las Acacias es similar a la de los eucaliptos, pero más pobre que la de las coníferas y de otras especies de arboles tropicales (Moran y Muona, 1989). A pesar de la baja diversidad genética de *A. mangium*, ésta no es tan pobre como la de *Pinus resinosa*, *Pinus torreyana* y *Washingtonia filifera* (Op. Cit.). Dentro de las procedencias de *mangium* analizadas las de Papua, Nueva Guinea (Oriomo y Boite) y las de Mossman y Cowley Beach de Queensland, presentaron la mayor diversidad genética y las de Indonesia (Ceram y Sidei) las de menor diversidad genética (Moran y Muona, 1989).

La hibridación de *A. mangium* con *A. auriculiformis* ha sido reportada por varios autores (Darus y Rasip, 1989; Griffin, 1988). Se ha reportado que los híbridos superan en 26 % a *A. mangium* en altura y 25 % en diámetro, pero no fueron mejores en altura de fuste limpio. Se espera que con una apropiada selección de los árboles progenitores y una polinización controlada, se podrá obtener en el futuro una buena calidad de híbridos (Darus y Rasip, 1989); para lo cual se proponen estudios sobre el desarrollo y anatomía floral, manejo de polen, polinización controlada y producción de cruces controlados de árboles seleccionados (Griffin, 1988).

La tarea más importante en relación al mejoramiento genético en el futuro, es el perfeccionamiento de la forma de los árboles (Racz y Zakaria, 1987); para esto se realizan nuevas introducciones de material, con el fin de ampliar la base genética de la especie en Sabah (Sim, 1984) y se propone el empleo de la hibridación para lograr tal objetivo (Petterson y Havmoller 1984; Sim, 1987).

9. INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE

El grado de avance genético para las características de interés económico o biológico, esta influenciado por la variabilidad genética de la especie y por la influencia que el medio ambiente tiene en la expresión de tales características. La manera de cuantificar la magnitud en que el medio ambiente modifica la expresión del genotipo, es a través de la interacción genotipo-ambiente (Matheson y Raymond 1984).

La interacción genotipo-ambiente, puede ser definida como la respuesta diferencial en rendimiento relativo, de clones, familias, procedencias o especies, en dos o más ambientes distintos (Zobel y Talbert, 1988). En términos muy simples, esto quiere decir, que una familia, procedencia

clon o especie que tiene un buen desarrollo en un ambiente, no necesariamente será buena en otro, si existe la interacción genotipo-ambiente.

La importancia de cuantificar la interacción genotipo-ambiente, se debe a que es necesario evaluar su efecto sobre las ganancias genéticas, antes de tomar una decisión sobre la estrategia de mejoramiento a seguir. Si la interacción es pequeña lo indicado es desarrollar una población adaptada a una gama amplia de sitios, pero si la interacción es grande, entonces se deberán desarrollar subpoblaciones adaptadas a cada condición ambiental específica (Corea, 1989).

Matheson y Raymond (1984), reconocen dos tipos de interacción, una que es predecible en relación a una o varias variables ambientales y otra que parece ser errática y no relacionada con ningún factor ambiental. Estos mismos autores hacen una revisión muy amplia sobre el tema, discuten los diferentes métodos para la cuantificación de la interacción genotipo-ambiente y afirman que uno de los aspectos más importantes de tal cuantificación es la estimación de las pérdidas o ganancias en rendimiento, que se pueden tener midiendo la magnitud de la interacción.

La importancia de la interacción genotipo-ambiente radica en que su existencia condiciona la estrategia de mejoramiento a seguir, ya que obliga a identificar las poblaciones de mejoramiento para cada condición específica, lo que incrementa los costos (Matheson y Raymond, 1984).

En condiciones tropicales, los factores que causan interacción son poco conocidos, por esta razón la mayoría de reportes sobre ensayos de procedencias sólo reconocen su existencia, aunque en pocos casos se discuten algunas de sus implicaciones. Hay un problema considerable acerca de las acciones a seguir, si la interacción existe pero es inexplicable (Matheson y Raymond 1984).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo utilizó la información generada desde 1984 hasta 1990, por los Proyectos MADELEÑA y MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL del CATIE, en las distintas pruebas de procedencias establecidas en los países de América Central. Esta información fue analizada en conjunto con la última medición, realizada entre noviembre de 1990 y febrero de 1991.

1. DESCRIPCION AGROECOLOGICA DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

Los ensayos de procedencias incluidos en el presente trabajo, están establecidos en Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica y Panamá. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los sitios (Cuadro 2) (Figura 1).

La Maquina, Guatemala

El sitio se encuentra en el Municipio de Cuyotenango, Departamento de Suchitepequez, se ubica a 14° 18' de latitud norte y 91°33' de longitud oeste, se encuentra a 50 msnm. Ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque seco Tropical (bh-S(c)) según la clasificación de Holdrige. La temperatura media anual es de 27,4° C y la precipitación promedio anual es de 1860 mm, y 6 meses con menos de 100 mm. El terreno donde fue establecido el ensayo es plano, estaba dedicado a la ganadería antes de la plantación y se continúa pastoreando dentro del ensayo, aunque con menor frecuencia, la vegetación previa al ensayo era por tanto pastizal. El suelo del sitio presenta una textura franca a franca-arcillosa, pH 6,8-7,1 y una profundidad mayor de 65 cm, corresponde al tipo Vertic Haplustalfs de la clasificación Americana.

Cuadro 2 Principales características geográficas, climáticas y edáficas, de los sitios donde se encuentran los ensayos de procedencias de Acacia mangium Willd., en América Central.

País	Sitio	Localización Latitud (N) Longitud (O)	Elevación (msnm)	Temp. Media (° C)	Precip. Media (mm)	Meses Secos	Zona de Vida de Holdrige	Tipo de Suelo	Textura	Profun- didad (m)	pH
GT/1	La Máquina	14°18' 91°33'	50	27,4	1860	6	bh-S(c)	Vertic- haplustalfs	Franco- arcillosa	>0,65	6,8- 7,1
HN	INFOP	15°29' 88°02'	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic- Ustrocept	Franca	0,70	5,6
SV	Santa Teresa	13°46' 89°28'	470	23,9	2408	7	bh-S(f)	Typic- Ustifluvent	Franca	>1,20	5,6- 5,8
CR	Santa Clara	10°21' 84°32'	170	25,7	4300	0	bmh-T	Andic- Humitrocept	Franco- Arcillosa	0,90	5,3- 6,0
PA	Los Uveros	8°30' 80°26'	80	26,5	1487	6	bs-T	-----	Franco- Arenoso	0,62	5,4

/1 GT = Guatemala HN = Honduras SV = El Salvador CR = Costa Rica PA = Panamá

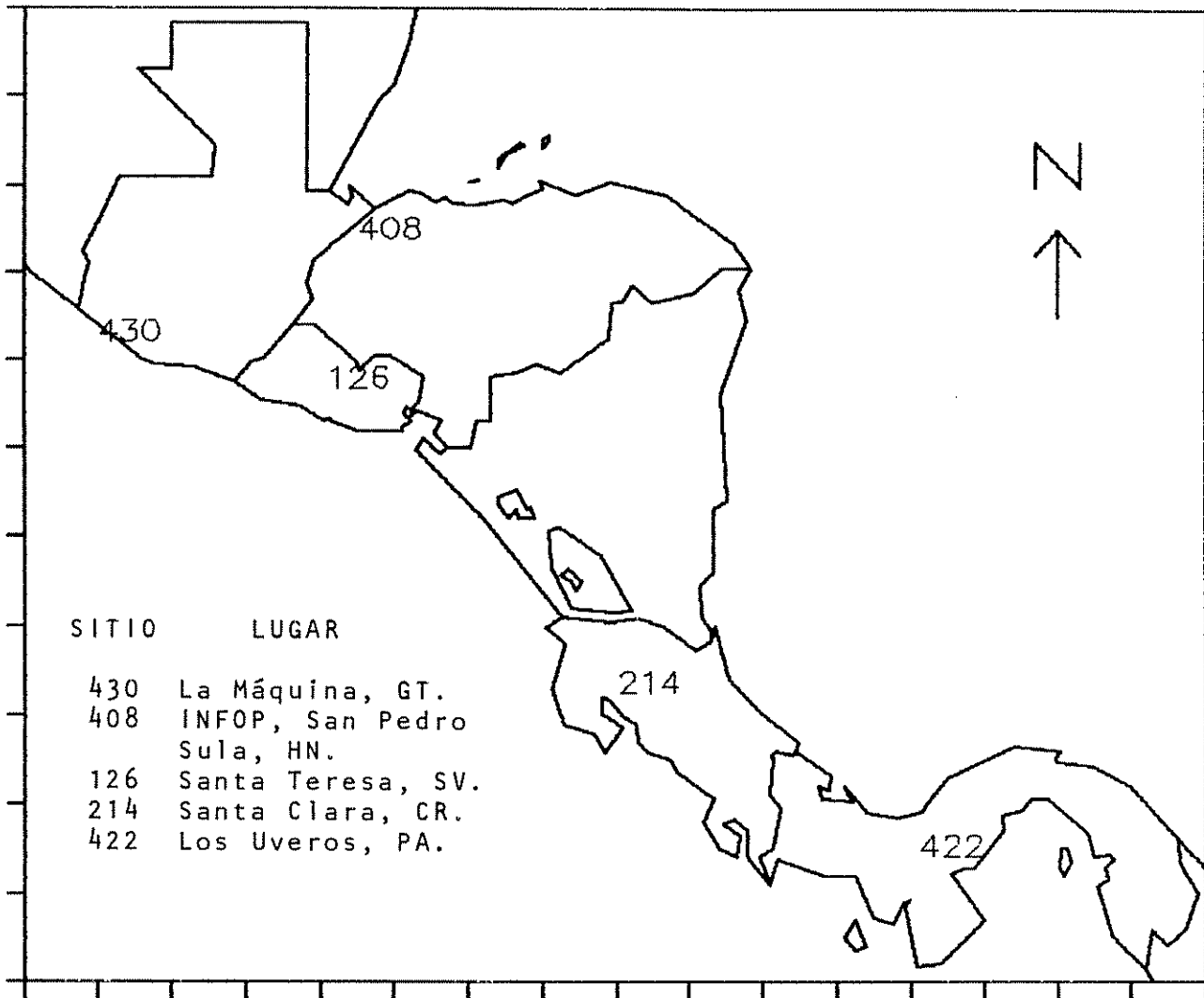


Figura 1. Ubicación de los ensayos de procedencias de *Acacia mangium* Willd. en América Central.

INFOP, San Pedro Sula, Honduras

Este sitio se encuentra en la Región Atlántica, en el límite de la ciudad de San Pedro Sula, Departamento de Cortez. Se ubica a 15° 29' de latitud norte y 88° 02' de longitud oeste, a 50 msnm. Ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T) según la clasificación de Holdrige. La temperatura media anual es de 26° C y la precipitación promedio anual es de 1374 mm, con 5 meses de precipitación menor a 100 mm. El terreno donde fue establecido el ensayo es plano, antes de la plantación estaba ocupado por pastos. Previo a la plantación se realizó un corte manual de la vegetación existente. El suelo del sitio presenta una textura franca, pH de 5,6, buen drenaje y una profundidad de 70 cm, corresponde al tipo de suelo Typic-Ustropept de la clasificación Americana.

Santa Teresa, El Salvador

Se localiza en la Provincia de Sonsonate, a 13° 46' de latitud norte y 89° 28' de longitud oeste, a 470 msnm. Ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque húmedo subtropical (bh-st(f)) según la clasificación de Holdrige. La temperatura media anual es de 23,9 °C y la precipitación promedio anual es de 1376 mm, con 7 meses de menos de 100 mm de lluvia. El terreno donde se encuentra el ensayo, presenta una ligera pendiente en las dos primeras repeticiones y una pendiente fuerte en la tercera repetición, antes de establecer la plantación el terreno estaba dedicado a cultivos agrícolas. Previo a la plantación sólo se realizó la apertura de rodajas. El suelo del lugar presenta una textura franca, drenaje tanto externo como interno buenos y una profundidad mayor de 1,20 m; corresponde al tipo Typyc Ultifluent de la clasificación Americana de suelos.

Santa Clara, Costa Rica

Se localiza en la Región Atlántica, Provincia de Alajuela. Se ubica a $10^{\circ} 21'$ de latitud norte y $84^{\circ} 32'$ de longitud oeste, a 170 msnm. Ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) según la clasificación de Holdrige. La temperatura media anual es de $25,7^{\circ} \text{C}$ y la precipitación media anual es de 3400 mm, con sólo un mes de precipitación menor de 100 mm. El terreno donde fue establecido el ensayo es plano; estaba dedicado al pastoreo de ganado antes de la plantación y la vegetación dominante era pasto natural (*Paspalum* sp). Antes del establecimiento no se realizó ninguna labor de preparación del suelo, únicamente se hicieron las rodajas y posetas para plantar. El suelo del sitio es profundo, ligeramente ácido debido a la influencia de materiales aluviales y cenizas volcánicas; corresponde al tipo Andi Humitropept de la clasificación Americana de suelos.

Los Uveros, Panamá

Se encuentra en la Región Central, Distrito de Penonomé, provincia de Coclé. Se ubica a $08^{\circ} 30'$ de latitud norte y $80^{\circ} 26'$ de longitud oeste, a 80 msnm. Ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque seco tropical (bs-t) según la clasificación de Holdrige. La temperatura media anual es de $27,6^{\circ} \text{C}$ y la precipitación promedio anual es de 1487 mm con 6 meses de lluvia menor a 100 mm. El sitio donde fue establecido el ensayo presenta una ligera pendiente, siendo esta más pronunciada en el borde de la tercera repetición, antes de establecer la plantación el terreno estuvo ocupado por pastos y como preparación previa al establecimiento del ensayo se realizó un paso de rastra y el combate de hormigas arrieras. La información sobre las características del suelo aún no está disponible, ya que los análisis de laboratorio no se han concluido.

2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

El estudio consideró 24 fuentes de semillas o procedencias como material experimental. De las 24 procedencias, 18 son de Queensland, Australia; tres de Papúa Nueva Guinea y una de Indonesia, todas estas fueron recolectadas en los sitios de origen de la especie. Además se utilizaron dos procedencias derivadas, una de Sabah, Malasia y la otra de la base militar Rio Hato, Panamá. El Cuadro 3 muestra las principales características de los lugares de origen de las fuentes de semillas probadas en los diferentes sitios en América Central y la Figura 2 presenta la localización de los sitios de origen de las semillas y el área donde se encuentran los ensayos de procedencias. El Cuadro 4 muestra el número de procedencias establecidas en cada uno de los sitios experimentales.

3. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LOS ENSAYOS.

Los ensayos fueron establecidos en 1984 en Costa Rica; 1987 en Panamá y Guatemala y 1988 en El Salvador y Honduras. En todos los casos las plantas utilizadas, fueron producidas en bolsas plásticas. La altura promedio al establecimiento varió entre 25-30 cm.

La preparación del terreno antes del establecimiento, consistió en cortar manualmente la vegetación existente; en el caso de El Salvador, se sembró frijol un mes después de realizada la plantación. En todos los casos se realizó el control de malezas por lo menos una vez al año durante los primeros dos años; estas fueron más frecuentes en Costa Rica (dos a tres veces por año), ya que las condiciones climáticas (mayor precipitación), hacen que las malezas sean más agresivas.

Cuadro 3 Principales características de los sitios de origen de las procedencias de *Acacia mangium* Willd., probadas en América Central.

Siglas	Lugar de procedencia	Código de lote		Localización		Altitud (msnm)	Temp. (°C)	Precip. (mm)	pH	Número de árboles Semilleros
		CSIRO@	BLSF&	Latitud	Longitud					
PIRU	Pirú Ceram, Indonesia	13621	2737	09°04'S	128°12'E	150				9
INNI	Innimsfail Región, QLD./1	15268	2738	17°30'S	146°00'E	20	23,7	3650		
MOSS	7 km SSE of Mossman, QLD.	15362	2739	16°31'S	145°24'E	60	25,1	1977		
BOIT	Boite, PNG./2	15642	2740	08°40'S	142°00'E	30	26,2	1848		
ORIO	Oriomo River, PNG.*	15644	2741	08°50'S	143°08'E	30	26,2	2084		18
AYTO	8 km N of Aytton Sawmill, QLD.	13460	1561							33
ELLE	Ellemberg Rd of Cardwell, QLD.*	15678	2742	15°54'S	145°21'E	15	25,5	2248	5,5	6
		15691	2743	18°14'S	145°57'E	18	23,8	2041	5,5	10
		13240	1556						5,5	5
LANN	Lanner Cost S of Ingha, QLD.	15693	2744	18°37'S	145°54'E	170	24,1	1492	6,0	10
TOMN	66 km N of Townsville, QLD.	15694	2745	18°57'S	146°17'E	20	24,0	1678	6,0	10
IRON	Iron Range/Claudie River, QLD.*	15677	2746	12°43'S	143°14'E	40	26,0	1892	5,0-6,0	21
		13229	1559							6
BRUM	Brumas Sabah, Malasia/3	----	2747	04°25'N	118°00'E	200				
RIOH	Base Militar, Rio Heto, Panamá/4	----	----	08°22'N	80°26'0	30	27,5	666		
REXR	Rex Range NR Mossman, QLD.	12992	1547	16°30'S	145°22'E	30	25,1	2128		
COML	Cowley Beech Road, QLD.	13232	1548	17°41'S	146°05'E	05	23,8	3258	5,5	10
WALS	Walsh's Pyramid, QLD.	13233	1549	17°06'S	145°48'E	20	24,3	2161	4,5-6,0	10
TRIN	Trinity Inlet, QLD.	13234	1550	17°02'S	145°48'E	20	24,4	2162	5,0-5,5	10
MOUR	Mourilyan Bay, QLD.	13235	1551	17°35'S	146°05'E	20	23,7	3243	5,5	5
KURR	Kurrimine, QLD.	13236	1552	17°46'S	146°05'E	10	23,8	3277		5
ARIS	El Arish, QLD.	13237	1553	17°50'S	146°01'E	20	23,7	3411	4,5	10
TULL	Tully Mission Bch Rd, QLD.	13238	1554	17°56'S	146°02'E	70	23,8	2061	5,5	9
SYND	Syndicate Rd Tully, QLD.	13239	1555	17°55'S	145°52'E	50	23,7	3678	4,5	10
BROK	Broken Pole Creek, QLD.	13241	1557	18°21'S	145°58'E	50	23,8	2061	5,5	5
ABER	Abergourie SF, QLD.	13242	1558	18°26.S	146°01'E	60	23,9	1951	5,0	10
MORE	W of Moreheat, PNG.	13459	1560	08°45'S	141°18'E	30	26,2	1764		20

/1. Queensland /2. Papúa, Nueva Guinea

/3. Esta es una procedencia derivada, fue obtenida de un huerto semillero.

/4. Esta es otra procedencia derivada, su origen es Queensland, aunque a Panamá fue traída de Malasia.

* Estas procedencias tienen dos números de lote, pero son del mismo sitio.

@ Número de lote del Banco de Semillas Forestales del Commonwealth Scientific Institute of Research Organization & Número de lote del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE.



Figura 2. Localización de las áreas de origen de las semillas y del área donde se establecieron los ensayos de procedencias de Acacia mangium.

El diseño experimental empleado en todos los casos fue de bloques completos al azar, con diferente número de tratamientos y repeticiones en cada sitio. El Cuadro 4 muestra los detalles de los diseños en cada uno de los ensayos analizados. El diseño empleado obedeció a que las condiciones de los sitios presentan variabilidad, por lo que el bloqueó pretende medir el efecto de las diferencias dentro de cada sitio.

Cuadro 4. Resumen de los ensayos de procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en los diferentes sitios de América Central

Pais	Sitio	Número de repet.	Espaciam. inicial (m x m)	Núm. de arboles/ parcela	Fecha de plantación	Num. de Procedencias incluidas
GT	La Máquina	4	2.0x2.0	36	0687	11
SV	Santa Teresa	3	2.0x2.0	36	090788	4
HN	INFOP, San Pedro Sula	5*	2.5x2.5	7L	071288	6
CR	Santa Clara	5**	3.0x3.0	36	071284	14
PA	Los Uveros	3	3.0x3.0	36	180887	8

* Sólo tres repeticiones tienen las seis procedencias indicadas.

** Existen dos procedencias que no están en todas las repeticiones.

7L Parcelas de 7 plantas en línea.

El espaciamiento inicial en cada experimento fue diferente, debido a los objetivos de producción de cada lugar, los más reducidos persiguen obtener leña a corto plazo mientras que los más amplios tienen como finalidad la producción de postes o madera aserrada. Todo esto está en función de las necesidades locales, aunque también influye la disponibilidad de terreno.

4. VARIABLES ANALIZADAS

Las variables que fueron analizadas en este estudio son las que a continuación se mencionan:

Sobrevivencia. Esta se obtuvo dividiendo el número de árboles vivos en la parcela al momento de efectuar la medición, entre el número de árboles plantados originalmente en cada parcela, expresado en porcentaje.

Altura total y altura de fuste limpio. Las que fueron medidas con una vara telescópica, aunque en el ensayo de Costa Rica, la altura total fue medida con pistola Haga, ya que los árboles eran demasiado altos para permitir el uso de la vara telescópica.

Diámetro a 1.3 m de altura (dap). El que se midió empleando una cinta diámetrica y fue registrado en milímetros.

Area basal. Esta se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Area basal} = (\text{dap})^2 * 0,7854$$

Volumen. Estimado mediante el modelo desarrollado por Oliva (1990), en un estudio de la especie para América Central, tal modelo es el siguiente:

$$\text{Ln (Vol)} = a + b * \text{Ln}(\text{dap}).$$

donde:

Ln (Vol) = Logaritmo natural del volumen total con corteza en m³.

a y b = Constantes estimadas por Oliva (1990) cuyos valores son -8,28158 y 2,25339.

Ln (dap) = Logaritmo natural del diámetro a 1,3 m de altura, expresado en cm.

Este modelo fue obtenido con las mediciones de 61 parcelas establecidas en Costa Rica, Honduras y Panamá; el rango de edad de esas parcelas fue de 12 a 74 meses, que se

ajusta a las edades de los ensayos de procedencias analizados.

Porcentaje de bifurcación. Se obtuvo contando el número de arboles bifurcados y dividiéndolo entre el número de arboles presentes en la parcela al momento de la medición. Fueron determinadas cuatro categorías: porcentaje de arboles bifurcados abajo de 3 m de altura, porcentaje de arboles bifurcados entre 3 y 6 m de altura, porcentaje de arboles bifurcados arriba de 6 m de altura y porcentaje de arboles sin bifurcación.

Rectitud del fuste. La que fue calificada mediante el empleo la siguiente escala:

CALIFICACION	DESCRIPCION
1	Arboles con una sección de fuste de 6 o más metros de largo, recto, para obtener trozas útiles en la elaboración de chapa u otros productos.
2	Arboles similares a los de la categoría 1, sólo que la sección que se puede obtener de ellos, es menor de 6 m pero de al menos 3 m de largo.
3	Arboles que por sus deformaciones solo pueden ser empleados como postes para construcciones rurales.
4	Arboles que por sus deformaciones tan severas, solo pueden ser empleados como material combustible.

El porcentaje de bifurcación y la rectitud del fuste son de gran importancia, ya que ayudan a determinar la calidad de los productos que los arboles pueden producir.

También se evaluó el porcentaje de arboles que estaban en fructificación, en los ensayos de mayor edad y se hicieron observaciones sobre problemas fitosanitarios.

En Panamá, no se estimó el área basal y volumen debido a que el crecimiento de la especie en este sitio fue muy pobre y aún no se ha medido el diámetro.

Hasta 1990 se realizaron mediciones de las variables altura total y diámetro; en las últimas mediciones fueron medidas las variables altura total, altura de fuste, diámetro, porcentajes de bifurcación, rectitud del fuste, porcentaje de fructificación y observaciones de problemas fitosanitarios. Las últimas mediciones se hicieron entre noviembre de 1990 y febrero de 1991, para continuar con la rutina de las mediciones. Un resumen de las fechas de medición de cada uno de los ensayos, se encuentra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Resumen de mediciones realizadas en los ensayos de procedencias de *Acacia mangium* Willd. en los diferentes sitios de América central

Sitio	N U M E R O D E M E D I C I O N							
	1		2		3		4	
	FECHA	EDAD†	FECHA	EDAD	FECHA	EDAD	FECHA	EDAD
La Máquina, Guatemala.	250288	9	020289	20	130390	33	130291	44
INFOP, San Pedro Sula, Honduras.	040789	6	140790	19	050291	26	--	--
Santa Teresa, El Salvador.	050189	6	200290	20	080291	32	--	--
Santa Clara, Costa Rica.	300785	8	250286	14	190288	38	170191	73
Los Uveros, Panamá.	240588	9	030289	18	030290	30	271190	39

† EDAD EN MESES.

5. PROCEDIMIENTO DE ANALISIS.

El análisis de la información de estos ensayos, se realizó en dos etapas; en la primera se efectuó un análisis por sitio y en la segunda se agruparon las procedencias

comunes al menos en dos ensayos, con el fin de medir el grado de interacción genotipo-ambiente.

Para la primera etapa, los análisis se realizaron utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + B_j + E_{ij}.$$

Donde:

Y_{ij} = El efecto de i -ésima procedencia en la j -ésima repetición.

μ = La media general del experimento.

P_i = Efecto de la i -ésima procedencia;

$i = 1\ 2\ 3\ \dots\dots\dots n.$

B_j = Efecto de la j -ésima repetición.

$j = 1\ 2\ 3\ \dots\dots\dots l.$

E_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental \approx

NID $(0, \sigma_i)$

Para la segunda fase del análisis se empleó el modelo que a continuación se presenta:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + S_j + (PS)_{ij} + B_k + E_{ijk}.$$

Donde:

Y_{ijk} = Efecto de la i -ésima procedencia en el j -ésimo sitio y la k -ésima repetición.

μ = La media general de los experimentos.

P_i = Efecto de la i -ésima procedencia; $i = 1, 2, \dots\dots\dots l.$

S_j = Efecto del j -ésimo sitio; $j = 1, 2, \dots\dots m.$

$(PS)_{ij}$ = El efecto de la i -ésima procedencia en el j -ésimo sitio

$B_k(S)$ = Efecto de la k -ésima repetición dentro del j -ésimo sitio; $k = 1, 2, \dots\dots\dots n.$

E_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental \approx
NID $(0, \sigma_i)$.

El propósito de este modelo es clasificar las procedencias y estudiar el efecto de sitio como indicador de la influencia del medio ambiente. De esta forma $(FS)_{ij}$ será un estimador del grado de interacción genotipo-ambiente.

Para realizar los análisis de varianza se empleo el procedimiento de mínimos cuadrados mediante el paquete estadístico SAS. El análisis de los experimentos por sitio se realizó mediante el procedimiento ANOVA, excepto para los ensayos de Honduras y Costa Rica, donde fue necesario el uso del procedimiento GLM, con el fin de realizar los ajustes necesarios debido al desbalance de estos experimentos.

Se realizaron pruebas de comparación de medias para determinar las diferencias entre procedencias, en los casos de los experimentos balanceados se realizaron pruebas de Duncan, pero en los casos de los experimentos desbalanceados las pruebas de comparación se efectuaron utilizando los promedios ajustados.

Debido a que los ensayos tenían edades muy diferentes, los análisis entre sitios fueron realizados con los incrementos medios anuales en altura, diámetro y volumen, con lo que las mediciones entre los diferentes sitios pudieron ser comparables.

Para interpretar los resultados se tomaron en cuenta las principales características de los suelos, como el uso anterior, pH, la textura y la profundidad; de la misma forma se consideraron las características climáticas (temperatura, precipitación y número de meses secos), relacionando el comportamiento diferencial de las procedencias entre sitios, en función de las características de los suelos y el clima.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de este trabajo se encuentran en dos partes, en la primera se presentan y discuten los resultados obtenidos por sitio, señalando los aspectos más sobresalientes y en la segunda parte se presentan los resultados del análisis conjunto. En ambos casos se obtienen y discuten las diferencias entre procedencias y sitios.

A continuación se presenta la primera parte de los resultados:

La Máquina, Guatemala

En este sitio el crecimiento en altura y diámetro de la especie se considera como pobre comparado con los reportados por la literatura en otros sitios, esto se puede explicar por las condiciones ambientales del lugar, principalmente la baja precipitación y las características del suelo, el cual presenta un pH neutro (6,8-7,1), mientras que la especie se desarrolla mejor en condiciones de suelos ácidos. Además, se debe considerar que antes de establecer el ensayo, el suelo estaba dedicado al pastoreo, lo que generalmente ocasiona una compactación del mismo y afecta negativamente el desarrollo de los arboles.

Los resultados obtenidos se encuentran en los Cuadros 6 y 7. En el Cuadro 6 se presentan los promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, mientras que en el Cuadro 7 se muestran los promedios de altura, diámetro, área basal y volumen.

El Cuadro 8 muestra los resultados de los análisis de varianza, se observa que a partir de los 20 meses empiezan a presentarse diferencias significativas ($P < 0,05$), entre las 11 procedencias en estudio para la altura total; estas diferencias llegan a ser altamente significativas ($P < 0,01$) a los 44 meses para las cinco variables analizadas.

Cuadro 6. Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.* en La Máquina, Guatemala.

PROC.	SOBREVIVENCIA (%)				RF/1	BIFURCACION (%)			SB/2	FR/3
	9@	20@	33@	44@		<3m	3-6m	>6m		
FIRU	96	49	41	36	3	17	29	21	33	0
INNI	97	83	80	77	3	20	32	10	51	41
MOSS	94	66	50	49	4	60	22	0	18	0
BOIT	89	60	58	57	3	8	41	22	36	40
ORIO	100	70	85*	83	2	3	36	29	35	24
AYTO	94	77	61	60	3	36	26	6	31	6
ELLE	95	77	75	71	3	4	61	7	35	34
LANN	96	66	58	56	3	20	39	8	34	25
TOWN	94	67	74*	67	4	38	19	2	40	6
IRON	97	85	84	83	3	2	28	33	40	23
BRUM	89	44	52*	39	4	69	8	0	22	3

@ Edad en meses.

/1 Rectitud del fuste.

/2 Porcentaje de arboles sin bifurcación.

/3 Porcentaje de arboles fructificando.

* En estas procedencias se realizó una replantación a los 24 meses.

NOTA: Las procedencias en todos los Cuadros de resultados, estan identificadas con las siglas del Cuadro 3.

Se observó que a medida que la edad aumenta, las diferencias son mayores (Cuadro 7); ya que a los nueve meses las diferencias en altura total, entre la mejor procedencia (Boite) y el promedio general, fue de 0,2 m (23 %); a los 44 meses esta diferencia fue de 2,9 m (44%). Las diferencias máximas, en altura total entre la mejor procedencia (Boite) y la de menor desarrollo (Brumas); fue de 0,4 m (47%) a los nueve meses; en tanto que a los 44 meses la procedencia de Oriomo River superó a la de Brumas en 5,7 m (180%) (Cuadro 7). El promedio general en altura a los nueve meses fue de 1,0 m y a los 44 mese fue de 5,9 m.

Cuadro 7. Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium* Willd. en La Misquina, Guatemala.

PROC	ALTIMETRIA (m)						AREA BASAL (m ² /ha)						VOLUMEN (m ³ /ha)						
	20e		33e		44e		33e		44e		33e		44e		33e		44e		
	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	
BOIT	1,2	ORIO	2,7	ORIO	5,8	ORIO	8,8	ORIO	3,5	IRON	5,3	IRON	7,9	IRON	5,3	IRON	11,6	IRON	27,6
ELLE	1,1	BOIT	2,6	IRON	8,4	IRON	8,4	IRON	3,0	ORIO	5,1	ORIO	7,7	ORIO	4,9	ORIO	10,9	ORIO	25,4
IRON	1,1	IRON	2,5	BOIT	7,9	BOIT	7,9	BOIT	2,7	BOIT	5,0	BOIT	7,7	BOIT	4,5	BOIT	9,3	BOIT	24,4
AYTO	1,0	ELLE	2,3	INNI	4,4	INNI	6,9	PIRU	2,6	INNI	4,1	INNI	6,3	ELLE	3,3	ELLE	7,2	ELLE	17,2
INNI	1,0	INNI	2,3	ELLE	3,9	ELLE	6,1	ELLE	2,5	ELLE	3,8	ELLE	6,0	INNI	2,9	INNI	6,6	INNI	14,2
PIRU	1,0	AYTO	2,2	LANN	3,6	LANN	5,6	LANN	2,2	LANN	3,6	LANN	5,6	LANN	2,0	LANN	4,7	LANN	10,1
LANN	1,0	PIRU	2,0	PIRU	3,6	TOUN	5,3	TOUN	2,0	TOUN	3,4	TOUN	5,5	TOUN	1,8	TOUN	4,6	TOUN	8,4
ORIO	1,0	LANN	2,0	TOUN	3,4	AYTO	4,7	AYTO	1,9	MOSS	3,0	MOSS	4,8	AYTO	1,1	AYTO	2,8	AYTO	5,0
MOSS	1,0	TOUN	1,9	AYTO	3,1	PIRU	4,5	MOSS	1,7	AYTO	2,9	AYTO	4,5	PIRU	0,8	MOSS	2,0	MOSS	3,5
TOUN	0,9	MOSS	1,7	MOSS	2,8	MOSS	3,7	TOUN	1,6	PIRU	2,7	PIRU	3,8	MOSS	0,7	PIRU	1,5	PIRU	3,4
BRUM	0,8	BRUM	1,4	BRUM	2,4	BRUM	3,1	BRUM	1,6	BRUM	2,5	BRUM	3,8	BRUM	0,6	BRUM	1,2	BRUM	2,9
PROM	1,0		2,1		3,9		5,9		2,3		3,8		5,8		2,5		5,7		12,9
DIFM	0,2		0,6		1,9		2,9		1,2		1,5		2,1		2,8		5,9		14,7
z	23		35		47		49		52		40		36		108		104		114
DIFM	0,4		1,3		3,4		5,7		1,9		2,8		4,1		4,7		10,4		24,7
z	47		111		147		180		119		107		108		717		898		840

z Edad en meses.

/j Altura del fuste limpio en m.

m Diferencia de la mejor procedencia con relación al promedio general.

mm Diferencia de la mejor procedencia con relación a la de menor desarrollo.

Las líneas unen valores estadísticamente iguales (P<0,05).

Cuadro 8. Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de Acacia mangium Willd. en la Máquina, Guatemala.

		CUADROS MEDIOS																					
		ALTURA TOTAL			ALTF/1			dap			AREA BASAL			VOLUMEN									
F V.	G L	98	208	33/2	448	44/3	33/3	448	33/3	448	33/3	448	33/3	448	33/3	448							
REP.	3	0,52	NS	7,33	NS	39,72	NS	92,68	NS	9,73	NS	47,96	M	86,43	MM	9,79	NS	29,31	NS	282,98	NS	1009,78	NS
PROC.	10	0,42	NS	7,43	M	47,33	MM	142,98	MM	15,24	MM	37,02	M	91,16	MM	11,69	M	55,74	MM	339,23	M	1904,35	MM
ERROR	30	0,40		3,13		13,67		23,14		4,15		12,97		16,82		4,61		13,49		138,20		464,06	

8 Edad en meses

/1 Altura de fuste limpio.

/2 Cuadrado medio calculado con base en 29 grados de libertad del error.

/3 Cuadrado medio calculado con base en 28 grados de libertad del error.

NS Diferencias no significativas (P<0,05).

M Diferencias significativas (P<0,05).

MM Diferencias altamente significativas (P<0,01)

En relación al diámetro, las diferencias entre la mejor procedencia (Iron Range) y el promedio general fue de 1,5 cm (40%) a los 33 meses y de 2,1 cm (36%) a los 44 meses para la misma procedencia; las diferencias entre la mejor procedencia (Iron Range) y la de menor desarrollo (Brumas) fueron de 2,7 cm (107%) a los 33 meses y de 4,1 cm (108%) a los 44 meses, manteniéndose estas dos procedencias como la mejor y la de menor desarrollo en las dos edades (Cuadro 7). El promedio general en diámetro fue de 3,8 cm a los 33 meses y de 5,8 cm 44 meses.

Con respecto al área basal, se observó que las diferencias entre la mejor procedencia (Iron Range) y el promedio general fueron de 2,8 y 5,9 m²/ha a los 33 y 44 meses, respectivamente; en tanto que las diferencias máximas, entre la procedencia de mayor crecimiento (Iron Range) y la de más pobre desarrollo (Brumas), fueron respectivamente 4,7 y 10,5 m²/ha a los 33 y 44 meses (Cuadro 7). La magnitud de estas diferencias es considerada grande ya que la procedencia de Iron Range supera en más de 100 % al promedio general (2,5 y 5,7 m²/ha a los 33 y 44 meses, respectivamente) y está por arriba de 700% con relación a la procedencia de Brumas (Cuadro 7). Al igual que en diámetro, ambas procedencias ocupan el primero y último lugar en las dos edades de evaluación.

Con relación al volumen total con corteza, estimado a través del modelo desarrollado por Oliva (1990), la procedencia de Iron Range supera al promedio general en 14,7 y 35,0 m³/ha a los 33 y 44 meses, respectivamente y a la procedencia de Brumas en 24,7 y 60,6 m³/ha a las mismas edades. La magnitud de estas diferencias también es considerada grande, ya que la mejor procedencia aventaja al promedio general en más de 110 % y a la procedencia de Brumas en más de 800 % (Cuadro 7).

La mejor procedencia alcanzó 66,4 m³/ha a los 44 meses. Esto representa un incremento medio anual de 18,1 m³/ha/año, el cual resulta bajo comparado con los incrementos

reportados para Sabah, Malasia (30-40 m³/ha/año) (National Research Council, 1983), Costa de Marfil (35,1 m³/ha/año) (Souvannavong, 1990), República Dominicana (25,0 m³/ha/año) (Morrobel, 1989) y Taiwán (23,4 m³/ha/año) (Cheng, Yang y Chen, 1983).

A los 44 meses se observan claramente tres procedencias como las mejores, éstas son Iron Range de Australia, Oriomo River y Boite de Papuá, Nueva Guinea, ya que alcanzan incrementos medios anuales de más de 2 m de altura y 2 cm de diámetro (Figuras 3 y 4), así como incrementos de más de 15 m³/ha/año en volumen. Además, estas procedencias presentaron la menor proporción de arboles bifurcados a menos de 3 m de altura y más de 30 % de arboles sin bifurcación (Cuadro 6). En relación a la sobrevivencia, las procedencias de Iron Range y Oriomo River, tuvieron 83% a los 44 meses mientras que la de Boite, sólo tuvo 57% de arboles vivos. La procedencia de Oriomo River fue la que presentó mejor rectitud del fuste (Cuadro 7).

La procedencia de Iron Range, (considerada como la misma procedencia que la de Claudie River), así como la de Oriomo River, fueron reportadas como las mejores procedencias en China (Jeng-Der et. al., 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990); mientras que en Costa Rica destacó la de Iron Range (Mesen, 1990).

Se determinó en este sitio de Guatemala, que hay tres procedencias con un comportamiento muy pobre, éstas son las de Mossman, Pirú Ceram y Brumas, cuyos incrementos medios anuales en volumen fueron menores a los 4 m³/ha/año a los 44 meses, siendo las que presentaron los valores más bajos de sobrevivencia, la proporción más alta de arboles bifurcados por abajo de 3 m de altura y la calificación más mala para rectitud del fuste (Cuadro 6). Pirú Ceram, fue la procedencia de menor desarrollo en China (Jeng-Der et al, 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990).

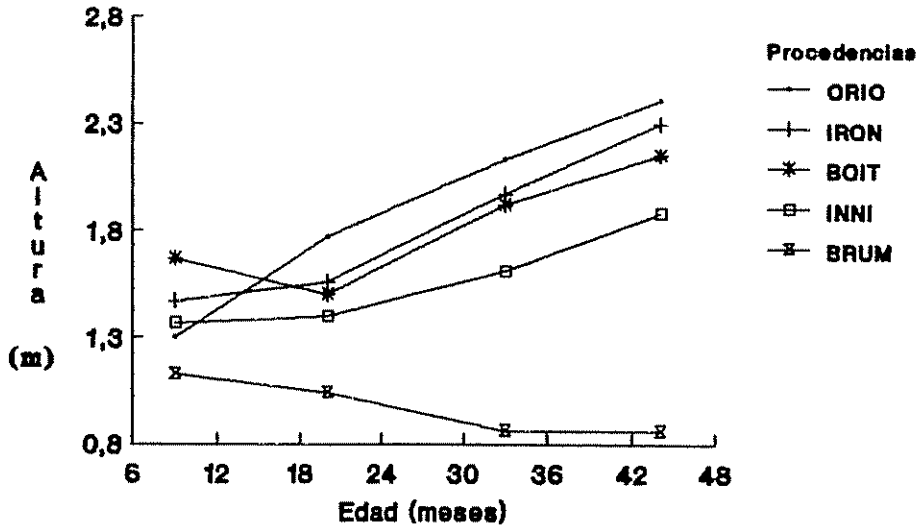


Figura 3. Incremento medio anual en altura, de cinco procedencias de *A. mangium* en Guatemala.

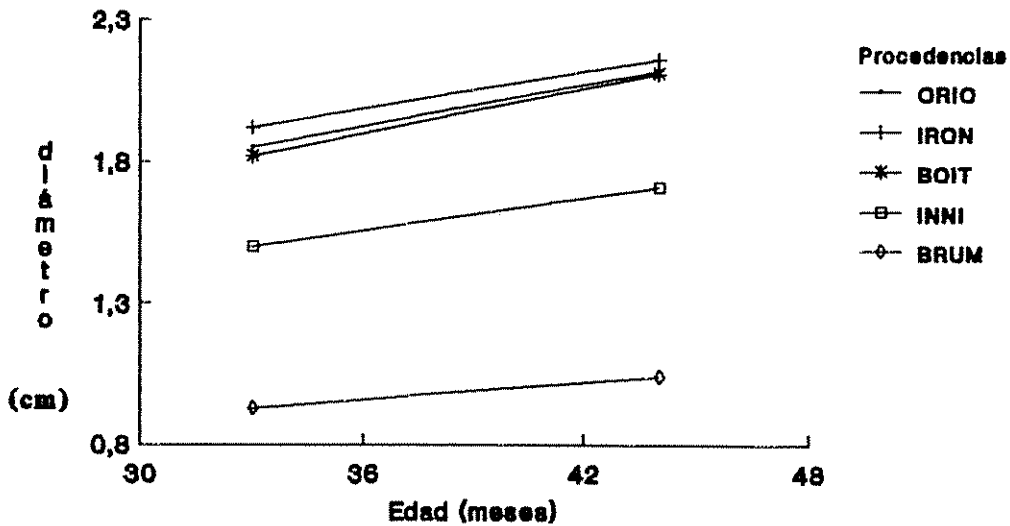


Figura 4. Incremento medio anual en diámetro, de cinco procedencias de *A. mangium* en Guatemala.

La procedencia de Sabah, pese a que viene de un huerto semillero, fue la de menor desarrollo en todas las variables de crecimiento y rendimiento analizadas, lo que puede ser explicado debido a que las condiciones bajo las cuales fue seleccionada son mejores a las del sitio del ensayo. Además, la base genética de la cual se partió para establecer dicho huerto semillero, fue muy reducida según Sim (1984).

INFOF, San Pedro Sula, Honduras

En este sitio el crecimiento de la especie en altura y diámetro se considera como bueno, pero la sobrevivencia fue baja, lo cual se puede explicar por las características del suelo, el que estuvo dedicado al pastoreo antes del ensayo y además se inunda en una época del año, afectando la sobrevivencia de los arboles.

Los promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, estan en el Cuadro 9, mientras que los de altura total y de fuste, diámetro, área basal y volumen en el Cuadro 10.

Cuadro 9. Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.* en INFOF, San Pedro Sula, Honduras.

PROC.	SOBREVIVENCIA (%)			RF/1	BIFURCACION (%)		
	6@	19@	26@		<3m	3-6m	SB/2
INNI	83	54	43	3	15	23	62
BRUM	89	54	49	3	5	23	72
ELLE	88	46	35	3	0	25	75
LANN	91	51	44	4	63	0	37
AYTO	77	67	59	3	37	0	62
MOSS	69	60	59	3	22	22	55

@ Edad en meses.

/1 Rectitud del fuste.

2/ Porcentaje de arboles sin bifurcación.

NOTA: Los promedios de las procedencias INNI y BRUM son de cinco repeticiones, ELLE de cuatro, LANN de tres y AYTO y MOSS de dos.

Cuadro 10. Resultados de las pruebas de comparación de promedios ajustados para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de Acacia mangium Willd. en INFOP, San Pedro Sula, Honduras/1.

6e	ALTURA (m)			dap (cm)			AREA BASAL (m ² /ha)			VOLUMEN (m ³ /ha)			
	19e	26e	26e	19e	26e	26e	19e	26e	26e	19e	26e	26e	
PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM
ELLE	1,0	4,3	ELLE	6,6	3,1	ELLE	7,7	ELLE	1,7	INNI	3,4	LANN	8,8
BRUM	0,9	4,2	LANN	6,1	3,1	ELLE	7,5	LANN	1,7	LANN	3,4	ELLE	8,7
LANN	0,9	4,0	INNI	6,0	2,9	INNI	7,3	INNI	1,5	ELLE	3,1	INNI	7,1
INNI	0,9	3,6	MOSS	6,0	2,8	BRUM	6,2	MOSS	0,9	BRUM	2,6	MOSS	4,1
MOSS	0,8	3,5	BRUM	5,9	2,8	AYTO	6,1	AYTO	0,9	MOSS	2,3	AYTO	4,1
AYTO	0,7	3,3	AYTO	5,7	2,1	MOSS	5,8	BRUM	0,8	BRUM	1,9	BRUM	3,4
PROM	0,8	3,8	6,1	2,8	4,1	6,8	1,2	2,8	6,0	14,8			
DIF _m	0,2	0,5	0,5	0,3	1,5	0,9	0,5	0,6	2,8	4,3			
z	21	12	8	11	35	14	42	22	47	29			
DIF _{mm}	0,3	1,0	0,9	1,0	2,4	1,9	0,9	1,5	5,4	9,5			
z	46	30	16	48	73	32	69	81	158	99			

e Edad en meses.

/1 Las pruebas de comparación de medias se realizaron con los promedios ajustados, debido al desbalance del experimento.

/2 Altura del fuste limpio en m.

m Diferencia de la mejor procedencia con relación al promedio general.

mm Diferencia de la mejor procedencia con relación a la de menor desarrollo.

Las líneas unen valores estadísticamente iguales (P<0,05).

El Cuadro 11 muestra los resultados de los análisis de varianza para la altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen. Se observa que no hubo diferencias significativas entre procedencias para las variables altura total y altura de fuste. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), en diámetro a los 19 y 26 meses, y para el área basal y volumen sólo a los 19 meses.

Al realizar las pruebas de comparación de promedios ajustados, se encontró que la procedencia de mejor crecimiento en altura total fue Elleberg Road of Cardwell; a los 26 meses tuvo una altura promedio de 6.6 m, que superó al promedio general en 0,5 m (6 %) y a la procedencia de menor crecimiento (Brumas), en 0,9 m (16 %). Los promedios generales en altura fueron 0,9, 3,8 y 6,1 m a los 6, 19 y 26 meses respectivamente (Cuadro 10).

A los 26 meses, la procedencia de Elleberg, fue la mejor en relación a la altura de fuste, presentó un promedio de 3,1 m, que fue 11 % mejor que el promedio general (2,8 m) y 48 % superior al de la procedencia de menor crecimiento (Lanner Cost), que registró 2.1 m de promedio (Cuadro 10).

En relación al diámetro, la procedencia de Lanner Cost, que fue la mejor, superó al promedio general en 1,5 y 1,0 cm a los 19 y 26 meses, esto representa diferencias de 35 y 14 % respectivamente. La misma procedencia a los 19 meses, fue mejor en 2,4 cm (73 %) que la procedencia de menor crecimiento (Mossman), mientras que a los 26 meses aventajó a la procedencia de menor desarrollo (Brumas) en 1,9 cm (32 %). Los promedios generales en diámetro fueron de 4,1 y 6,8 cm a los 19 y 26 meses (Cuadro 10).

En cuanto al área basal la mejor procedencia fue Innisfail Region, alcanzando 3,4 m²/ha a los 26 meses y superando en 0.6 m²/ha (22 %) al promedio general y en

Cuadro 11. Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de Acacia mangium Willd. en INFOP, San Pedro Sula, Honduras.

C U A D R A D O S M E D I O S																					
F. V.	G. L.	ALTURA TOTAL			ALTF/1			dep			AREA BASAL		VOLUMEN								
		60	190	260	260	190	440	190	260	190	260	190	260								
REP.	4	0,18	NS	1,29	NS	2,62	NS	0,71	NS	2,10	NS	14,77	NS	0,04	NS	0,14	NS	1,30	NS	4,07	NS
PRDC.	5	0,35	NS	4,90	NS	3,78	NS	3,94	NS	27,92	M	23,42	M	0,07	M	0,10	NS	2,02	M	3,73	NS
ERROR	110	0,16		2,01		3,47		7,12		5,79		6,20		0,02		0,13		0,54		3,94	

0 Edad en meses.

/1 Altura de fuste limpio.

0 Este número de grados de libertad se debe a que se trata de un experimento desbalanceado, que no contiene la misma cantidad de procedencias en todas las repeticiones.

NS No existen diferencias significativas (P<0,05)

M Existen diferencias significativas (P<0,05)

1,5 m²/ha (81 %) a la procedencia de Ayton Sawmill, que junto con la procedencia de Brumas fueron las que tuvieron la menor área basal a los 26 y 19 meses respectivamente (Cuadro 10).

En lo que se refiere al volumen total con corteza, estimado a través del modelo desarrollado por Oliva (1990), la mejor procedencia fue Lanner Cost, tanto a 19 como a 26 meses. A los 26 meses el volumen más alto fue de 19,1 m³/ha para Lanner Cost, que supera en 4,3 m³/ha (29 %) al promedio general y en 9,5 m³/ha (99 %) a la procedencia de Ayton Sawmill, la cual junto con la procedencia de Brumas son las que presentaron los volúmenes más bajos a los 26 y 19 meses respectivamente (Cuadro 10).

Es importante hacer notar que las diferencias porcentuales entre la mejor procedencia y el promedio general, disminuyen con la edad; en altura estas diferencias pasan de 21 a 8 % de los 6 a los 26 meses (Cuadro 10). En diámetro pasan de 35 a 14 % de los 19 a los 26 meses, de igual forma sucede para el área basal y volumen (Cuadro 10). Una tendencia similar se observa en las diferencias porcentuales entre la mejor procedencia y la de menor desarrollo, siendo notables las diferencias a los 19 meses para el área basal y volumen, que alcanzan 123 y 158 %. Estas diferencias se consideran grandes, aunque el rendimiento en volumen es en general bajo para todas las procedencias, si se compara con los reportados para otros sitios de la región.

Aunque las procedencias probadas aparentemente crecen bien en este lugar, con incrementos medios anuales de 2,8 m en altura y 3,1 cm en diámetro, en promedio para el ensayo a los 26 meses (Figuras 5 y 6), la sobrevivencia fue pobre (menos del 60 %) (Cuadro 9). Las tres mejores procedencias en relación a crecimiento y rendimiento, Lanner Cost, Ellemberg e Inninsfail, también son las que presentan los porcentajes más bajos de sobrevivencia (menos de 45 %) (Cuadro 9). Esta situación se refleja en el bajo incremento

en volumen de las procedencias ($8,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ para la mejor procedencia), ya que la estimación del volumen se realizó sumando los volúmenes individuales y extrapolando el total de la parcela a rendimiento por hectárea. Por esta razón los valores de incremento medio anual en diámetro ($3,6 \text{ cm}$ para la mejor procedencia) (Figura 6), parecen no corresponder a los valores de incremento en área basal y volumen.

Los incrementos medios anuales en altura y diámetro que se presentaron en este sitio, son similares a los reportados para Sabah, República Dominicana, China y Costa Rica (superiores a $2,7 \text{ m}$ en altura y $3,1 \text{ cm}$ en diámetro a los 26 meses) (Figuras 5 y 6), sin embargo, el incremento en volumen es bastante pobre (menos de $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ para la mejor procedencia a los 26 meses), debido a la pobre sobrevivencia aunque es mejor que el encontrado en el sitio de Guatemala.

En cuanto a las variables de forma de los árboles, las mejores procedencias fueron Elleberg y Brumas ya que presentaron 0 y 5 % de árboles bifurcados por abajo de 3 m y 75 y 72 % de árboles sin bifurcaciones (Cuadro 9). La rectitud del fuste en general fue mala, pero la procedencia de Lanner Cost fue la que tuvo la calificación más mala, que además se relaciona muy estrechamente con el 63 % de árboles bifurcados por abajo de 3 m de altura (Cuadro 9).

En relación al comportamiento de las procedencias, Lanner Cost, Elleberg e Innisfail, fueron las mejores en cuanto al incremento en diámetro, superando los $3,3 \text{ cm}$ a los 26 meses (Figura 6). De estas tres procedencias sólo la de Elleberg ha sido reportada como una de las mejores en Costa de Marfil (Souvannavong, 1990); mientras que en Costa Rica y Guatemala su comportamiento es regular. Las otras dos procedencias no fueron incluidas en los ensayos de China (Jeng-Der et al., 1990), Costa Rica (Mesen, 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990), en tanto que en Guatemala, estas al igual que la procedencia de Elleberg, fueron superadas por las procedencias de Iron Range, Oriomo River y Roite.

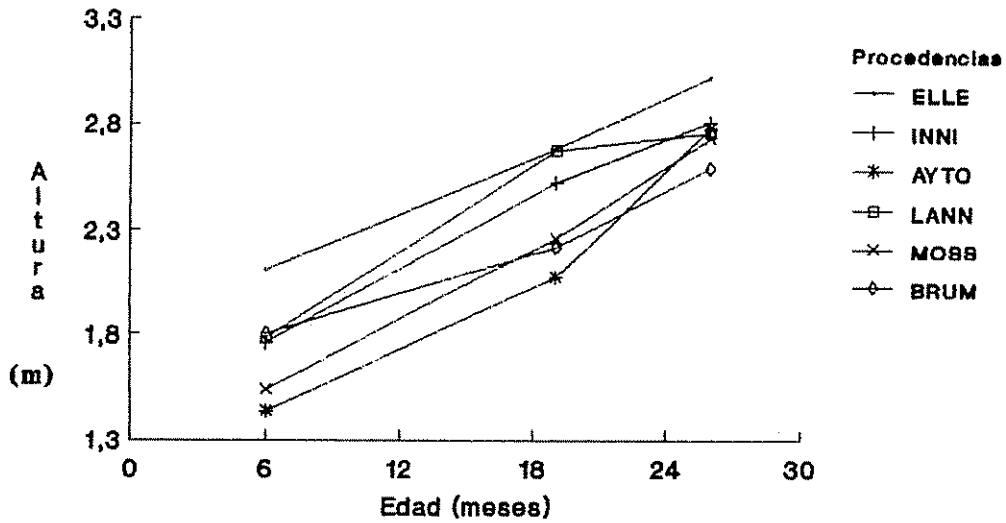


Figura 5. Incremento medio anual en altura, de seis procedencias de A. mangium en Honduras.

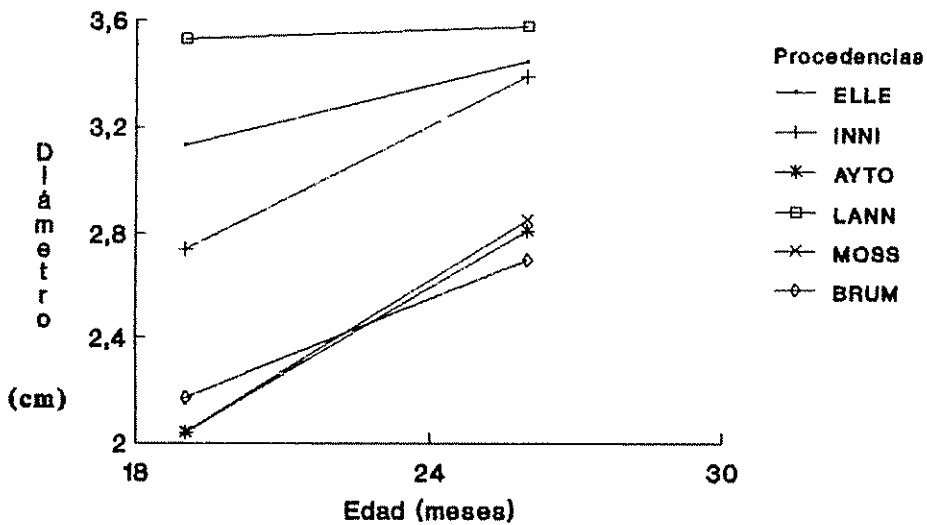


Figura 6. Incremento medio anual en diámetro, de seis procedencias de A. mangium en Honduras.

Santa Teresa, El Salvador

En este sitio *A. mangium* comparativamente creció muy bien, lo que puede ser explicado por las características del suelo, ya que antes del establecimiento del ensayo, el terreno estaba ocupado por cultivos agrícolas y aún al momento de la plantación se sembró frijol, situación que favorece el crecimiento de los arboles debido a que las labores de control de malezas aplicadas al cultivo, también influyen en los arboles pequeños; además, el suelo no presenta compactación debida al pastoreo, como en el caso de los sitios de Guatemala y Hoduras discutidos previamente.

Los resultados obtenidos en este sitio se presentan en los Cuadros 12 y 13. El Cuadro 12 contiene los promedios de sobrevivencia y forma de los arboles y el Cuadro 13 muestra los promedios de altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen.

Cuadro 12. Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en Santa Teresa, El Salvador.

PROC.	SOBREVIVENCIA (%)			RF/1	BIFURCACION (%)			SB/2	FR/3
	6@	20@	32@		<3m	3-6m	>6m		
ORIO	91	85	87	2	3	13	8	77	8
AYTO	88	86	81	3	13	19	13	54	4
LANN	88	86	81	3	0	27	5	68	4
ELLE	90	86	86	3	0	31	19	50	0

@ Edad en meses.

/1 Rectitud del fuste.

/2 Porcentaje de arboles sin bifurcación.

/3 Porcentaje de arboles fructificando.

Cuadro 13. Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.* en Santa Teresa, El Salvador.

PROC./2	ALTURA (m)			ALTF/1	DAP (cm)		AREA BASAL (m ² /ha)		VOLUMEN (m ³ /ha)		
	6e	20e	32e		32e	20e	32e	20e	32e	20e	32e
	PROM	PROM	PROM		PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM
ORIO	1,2	6,0	10,4	3,6	5,8	9,3	5,8	15,4	30,0	90,0	
ELLE	1,2	5,8	9,4	3,1	5,3	8,4	5,1	12,6	25,7	71,0	
LANN	1,0	5,2	8,9	3,0	5,1	8,2	4,8	12,3	24,6	69,9	
AYTO	1,0	4,7	8,3	2,9	4,8	7,6	3,6	10,2	18,0	57,0	
PROM	1,1	5,4	9,2	3,1	5,2	8,4	4,8	12,6	24,6	72,0	
DIF*	0,1	0,6	1,2	0,5	0,6	0,9	0,9	2,7	5,4	18,0	
%	17	12	13	13	11	11	19	22	23	25	
DIF**	0,2	1,4	2,1	0,7	1,0	1,7	2,1	5,1	12,0	33,0	
%	21	30	25	23	22	23	58	50	67	58	

e Edad en meses.

/1 Altura del fuste limpio en m.

/2 El orden de las procedencias es el mismo en todos los casos.

* Diferencia de la mejor procedencia con relación al promedio general.

** Diferencia de la mejor procedencia con relación a la de menor desarrollo.

Las líneas unen valores estadísticamente iguales ($P < 0,05$).

Los resultados de los análisis de varianza, para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, se presentan en el Cuadro 14. En él se observa que no existieron diferencias significativas entre procedencias para las cinco variables evaluadas.

Los resultados de las pruebas de Duncan, muestran que para las cinco variables analizadas, la mejor procedencia fue Oriomo River y la de menor crecimiento y rendimiento fue la de Ayton Sawmill.

El promedio general en altura total a los 32 meses fue de 9,2 m (Cuadro 13). La procedencia de Oriomo River, superó al promedio general en 1,2 m (13 %) y a la procedencia de Ayton Sawmill en 2,1 m (25 %). Las diferencias entre la mejor y la peor procedencia en todos los casos no fueron mayores de 30 % (Cuadro 13).

Cuadro 14. Analisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium* Willd. en Santa Teresa, El Salvador.

C U A D R A D O S M E D I O S											
F V.	G L	ALTURA TOTAL		ALTF/1		dap		AREA BASAL		VOLUMEN	
		200	320	320	200	200	320	200	320	200	320
REP.	2	1,26 NS	8,31 NS	18,43 NS	8,43 MM	6,43 NS	11,56 NS	7,63 MM	27,97 MM	209,38 MM	930,64 M
PROC.	3	0,30 NS	11,78 NS	23,61 NS	2,59 NS	5,61 NS	15,32 NS	2,38 NS	13,29 NS	74,52 NS	552,78 NS
ERROR	6	0,32	2,95	5,57	0,71	2,47	3,98	0,58	3,69	18,09	142,65

0 Edad en meses.

/1 Altura de fuste limpio.

NS No existen diferencias significativas (P<0,05).

M Existen diferencias significativas (P<0,05).

MM Existen diferencias altamente significativas (P<0,01).

El promedio de las procedencias para la altura de fuste fue de 3,1 m, en tanto que la procedencia de Oriomo fue mejor en 0,5 m (13 %) y la procedencia de Ayton promedió 2,9 m, presentando 0.7 m (23 %) menos altura de fuste que la procedencia de Oriomo (Cuadro 13).

A los 32 meses la procedencia de Oriomo River presentó un promedio de 9,3 cm en diámetro siendo el promedio general de 8,4 cm mientras que el de la procedencia de Ayton Sawmill fue 7,6 cm. La procedencia de Oriomo River fue mejor en 0,9 cm (11 %) que el promedio general y en 1,7 cm (23 %), que la procedencia de Ayton Sawmill. Las diferencias entre la mejor y la peor procedencia fueron menores de 25 % (Cuadro 13).

En relación al área basal, a los 32 meses el promedio general fue de 12,6 m²/ha, la procedencia de Oriomo River tuvo 15,4 m²/ha y la de Ayton Sawmill 10,2 m²/ha. La procedencia de Oriomo River, fue mejor en 2,7 m²/ha (22 %) que el promedio general y en 5,1 m²/ha (50 %) que la procedencia de Ayton Sawmill (Cuadro 13).

En cuanto al volumen total con corteza, estimado por medio del modelo desarrollado por Oliva (1990), a los 32 meses el promedio general fue de 72,0 m³/ha, la procedencia de Oriomo River logró 90,0 m³/ha y la de Ayton Sawmill sólo 57,0 m³/ha. La procedencia de Oriomo River supera en 18,0 m³/ha (25 %) al promedio general y en 33,0 m³/ha (58 %) a la procedencia de Ayton Sawmill. Las diferencias en área basal y volumen entre la mejor y la peor procedencia fueron superiores al 50 % (Cuadro 13).

Es importante hacer notar que el incremento medio anual en diámetro del experimento se mantiene en 3,1 cm entre los 20 y 32 meses (Figura 8), sin embargo, de acuerdo a las condiciones de la plantación es de esperar que el incremento disminuya, ya que las copas de los u arboles cubren todo el espacio y por tanto la competencia es cada vez mayor; por esta razón debe planearse un aclareo del ensayo en una fecha próxima, sobre todo si se pretende obtener madera para

aserrío, además de obtener leña como resultado de esta práctica, cuyo valor es muy alto en esta zona.

Los incrementos medios anuales en altura total y diámetro para este sitio (3,5 m y 3,1 cm a los 32 meses) (Figuras 7 y 8), son comparables con los obtenidos en el sitio de Honduras (2,8 m en altura y 3,1 cm en diámetro a los 26 meses), pero mucho mejores que los que se presentaron en La Maquina, Guatemala (1,4 m en altura y 1,4 cm en diámetro a los 33 meses). En relación al rendimiento, el incremento medio anual en volumen registrado en este sitio (27 m³/ha a los 32 meses) (Figura 9), es mucho mejor que el de Honduras (6,8 m³/ha a los 26 meses) y Guatemala (4,7 m³/ha a los 33 meses).

El crecimiento en altura y diámetro de las procedencias en general, es semejante al reportado para Guandong, China; Turrialba, Costa Rica y Sabah, Malasia (Oliva, 1990). En cuanto a rendimiento, los valores registrados en Santa Teresa, El Salvador, resultan un poco menores a los que se reportan para Sabah y sólo la procedencia de Oriomo River, alcanzó un incremento semejante al de Sabah (33,7 m³/ha/año) (National Research Council, 1983).

La procedencia de Oriomo River, que fue la mejor en este sitio de El Salvador, superó en 20,9 m³/ha (26 %) a la procedencia de Ellemberg, que fue la segunda en cuanto a rendimiento. La procedencia de Oriomo River ha sido reportada entre las mejores para China (Jeng-Der et al 1990), Costa de Marfil (Souvannavong, 1990) y Costa Rica (Mesen, 1990).

En cuanto a las variables de forma de los árboles, la mejor procedencia fue Oriomo River, ya que presentó 77 % de árboles sin bifurcaciones, sólo 3 % de árboles bifurcados por abajo de 3 m de altura y la mejor calificación para la rectitud del fuste; además de ser la procedencia con la mejor sobrevivencia (87 %) (Cuadro 12).

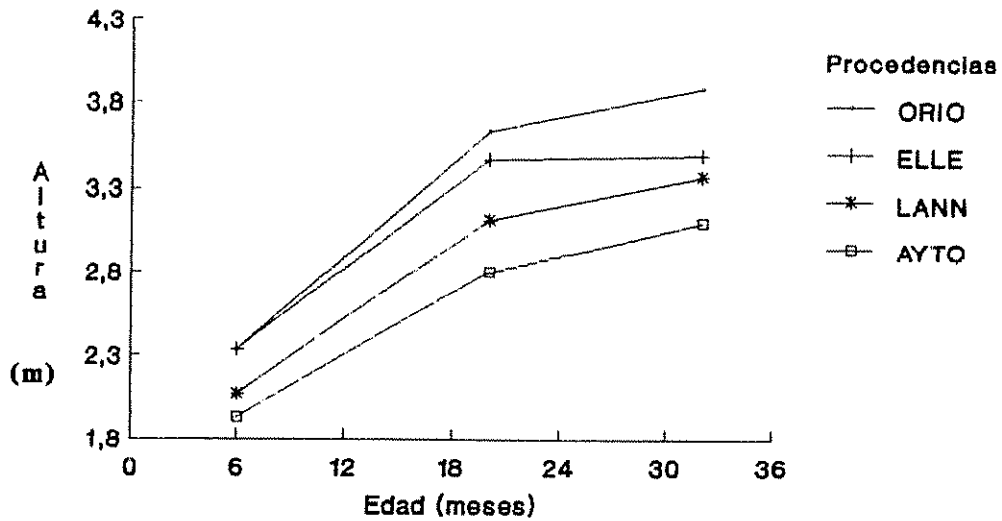


Figura 7. Incremento medio anual en altura, de cuatro procedencias de A. mangium en El Salvador.

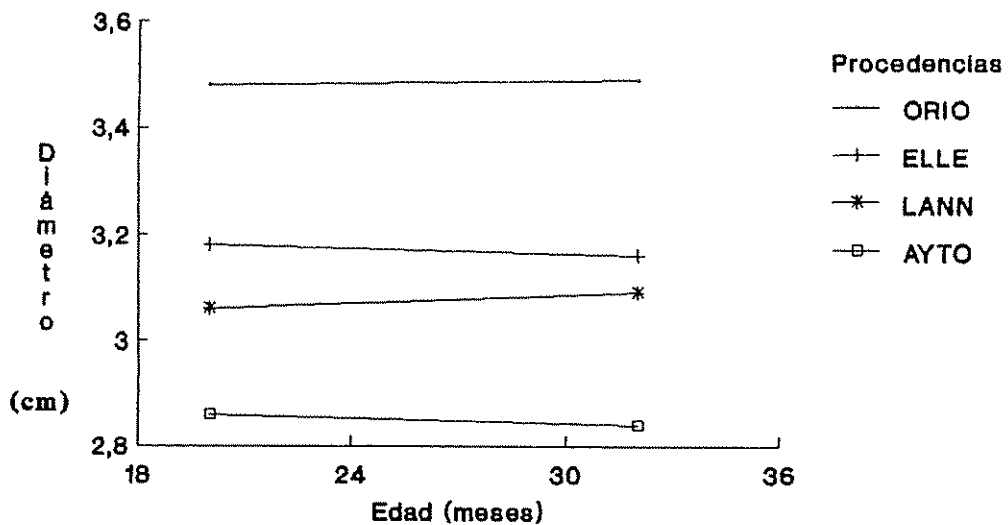


Figura 8. Incremento medio anual en diámetro, de cuatro procedencias de A. mangium en El Salvador.

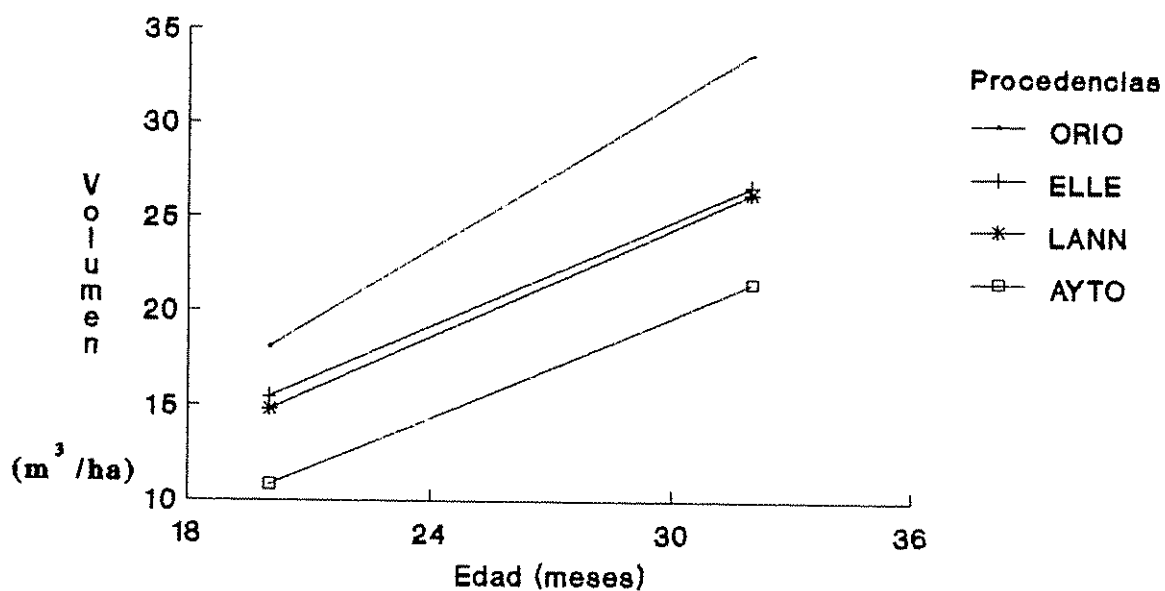


Figura 9. Incremento medio anual en volumen, de cuatro procedencias de A. mangium en El Salvador.

Santa Clara, Costa Rica

El crecimiento de la especie en este sitio comparativamente se considera como muy bueno, con incrementos medios anuales de más de 3 m en altura y 3 cm en diámetro a los 38 meses, al igual que el sitio Santa Teresa en El Salvador. Este comportamiento se debe a las condiciones climáticas, sobre todo la cantidad y distribución de la precipitación, ya que no presenta meses con menos de 100 mm de lluvia (Cuadro 2), así como a las características de suelo, ya que el pH es ligeramente ácido propio para el desarrollo de *A. mangium*.

Los resultados obtenidos en Santa Clara se presentan en los Cuadros 15 y 16. El Cuadro 15 muestra los promedios de sobrevivencia y forma de los arboles y el Cuadro 16 los promedios de las variables de crecimiento y rendimiento.

Los resultados de los análisis de varianza para la altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, se presentan en el Cuadro 17. En él se observa que hay diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre procedencias para las variables altura total, diámetro, área basal y volumen; mientras que para la altura de fuste no existieron diferencias significativas.

Las pruebas de comparación de los promedios ajustados, muestran diferencias considerables entre procedencias (Cuadro 16). En altura total, a los 38 meses la mejor procedencia fue Abergowrie, con 12,5 m de altura promedio mientras que el promedio general estuvo 2,7 m (27 %) por abajo de la mejor procedencia y la procedencia de menor desarrollo (Walsh's Pyramid), tuvo 5,1 m (69 %) menos altura que Abergowrie. A los 73 meses la mejor procedencia fue Morehead con 20,5 m de altura media, superando en 2,8 m (16 %) al promedio general y en 6,3 m (44 %) a la procedencia de Walsh's Pyramid que fue la de menor crecimiento. La mayor diferencia porcentual en altura total, entre la mejor y la

peor procedencia se presentaron a los 38 meses de edad, alcanzado un 69 % (Cuadro 16)

Cuadro 15. Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en Santa Clara, Costa Rica.

PROC.	SOBREVIVENCIA (%)				RF/1	BIFURCACION (%)			SB/2	FR/3
	9@	20@	33@	44@		<3m	3-6m	>6m		
REXR	100	91	84	79	2	4	22	63	13	4
COWL	86	84	84	80	2	8	54	39	2	2
WALS	100	73	71	69	2	8	33	57	1	6
TRIN	98	79	78	75	3	6	59	31	4	0
MOUR	47	44	43	40	3	2	41	58	0	25
TULL	64	61	59	55	2	6	47	43	4	2
SYND	71	70	66	55	2	14	24	30	32	9
ELLE	98	80	73	70	3	15	40	41	6	12
BROK	99	93	91	91	3	8	46	32	13	8
ABER	98	85	84	83	2	11	36	34	21	0
IRON	74	71	70	68	2	3	31	57	9	25
MORE	66	62	62	60	2	1	18	62	18	30
ORIO	72	70	69	66	3	7	26	57	10	22
FIRU	59	57	53	49	2	2	50	47	5	30

@ Edad en meses.

/1 Rectitud del fuste.

/2 Porcentaje de arboles sin bifurcación.

/3 Porcentaje de arboles fructificando.

Con relación a la altura de fuste, a los 73 meses, el promedio general fue de 5,7 m, este fue superado por la mejor procedencia (Morehead) en 1,1 m (19 %); la procedencia con menor altura de fuste fue Trinity Inlet, con un promedio de 5,0 m, que es menor al de la mejor procedencia (Morehead) en 1,8 m (36 %) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Resultados de las pruebas de comparación de promedios ajustados para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de Acacia mangium Willd. en Santa Clara, Costa Rica.

Edad	ALIF/1												dap (cm)												ÁREA BASAL (M ² /ha)												VOLUMEN (M ³ /ha)																																																																																																																					
	140				300				730				300				730				300				730				300				730																																																																																																																									
	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM																																																																																																																										
MOUR 0,8	MORE 2,3	ABER 12,5	MORE 20,6	MORE 6,8	MORE 13,8	MORE 19,5	ABER 13,2	ABER 26,8	ABER 81,3	ABER 180,4	MORE 13,6	MOUR 18,0	MORE 17,7	BROK 12,9	BROK 26,4	MORE 81,0	BROK 173,8	IRON 12,6	ORIO 17,5	IRON 24,6	IRON 78,2	IRON 169,7	IRON 11,8	IRON 17,5	MORE 24,3	BROK 12,4	BROK 24,3	BROK 77,4	MORE 169,2	ABER 11,9	TULL 16,8	ORIO 23,8	ORIO 11,7	ORIO 23,8	ORIO 72,8	ORIO 161,8	MOUR 11,5	ELLE 16,6	COML 23,4	COML 10,8	COML 23,4	COML 65,3	COML 157,6	BROK 11,0	PIRU 16,6	REXR 20,3	ELLE 8,6	REXR 20,3	ELLE 51,7	REXR 136,0	COML 10,9	ABER 16,4	TRIN 19,9	SYND 8,0	SYND 19,9	SYND 48,0	TRIN 133,4	ELLE 10,8	TRIN 16,2	ELLE 19,6	TRIN 8,0	ELLE 19,6	TRIN 47,5	ELLE 131,9	TULL 10,8	SYND 16,0	TULL 16,0	REXR 7,6	TULL 16,0	REXR 45,3	TULL 107,4	TRIN 5,4	PIRU 5,4	COML 5,3	PIRU 6,9	SYND 15,2	PIRU 41,9	SYND 100,3	TULL 5,1	SYND 10,3	REXR 15,8	TULL 6,5	WALS 13,5	TULL 38,8	PIRU 86,2	ELLE 5,1	REXR 9,5	BROK 15,3	WALS 5,6	WALS 13,2	WALS 31,9	WALS 87,0	TRIN 5,0	WALS 14,3	WALS 13,8	MOUR 5,2	MOUR 12,1	MOUR 31,4	MOUR 82,2	PROC 17,8	9,8	2,7	2,8	1,1	2,5	2,9	9,3	19,9	51,6	134,2	DIFM 0,1	0,6	2,7	2,8	1,1	2,5	2,9	3,9	6,9	24,7	46,2	Z	23	33	27	16	22	18	42	34	44	34	DIFM 0,3	0,9	5,1	6,3	1,8	4,8	5,7	8,0	14,7	49,9	98,2	Z	67	67	69	44	52	41	155	121	159	120

Edad en meses.

/1 Altura del fuste limpio en m.

m Diferencia de la mejor procedencia con relación al promedio general.

mm Diferencia de la mejor procedencia con relación a la de menor desarrollo.

Las líneas unen valores estadísticamente iguales (P<0,05)

Cuadro 17. Análisis de varianza para altura total, altura de fuste, diámetro, área basal y volumen, del ensayo de procedencias de Acacia mangium Willd. en Santa Clara, Costa Rica.

		C U A D R O S M E D I O S										
		ALTURA TOTAL		ALTF/1		dap		AREA BASAL		VOLUMEN		
F. V.	G. L.	88	148	388	738	738	388	738	388	738	388	
REP.	4	0,50 M	9,26 MM	41,44 M	92,68 NS	6,46 NS	55,93 MM	13,96 NS	28,24 M	25,50 NS	1186,27 M	1171,27 NS
PROC.	13	0,59 MM	4,02 MM	84,64 MM	99,58 MM	14,59 NS	87,69 MM	84,14 MM	40,48 MM	123,83 MM	1674,57 MM	5920,14 MM
ERROR	498	0,18	1,10	15,34	21,03	7,99	31,19	31,19	8,08	23,93	322,82	1139,61

8 Edad en meses

/1 Altura de fuste limpio.

8 Este número de grados de libertad del error, se debe a que se trata de un experimento desbalanceado.

NS No existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

M Existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

MM Existen diferencias altamente significativas ($P < 0,01$).

El diámetro promedio a los 38 meses, fue de 11,3 cm, la mejor procedencia fue Morehead con 13,8 cm y la de menor crecimiento fue Walsh's Pyramid con 9,0 cm. La procedencia de Morehead fue 22 % mejor que el promedio general y 52 % superior a la procedencia de Walsh's Pyramid. A los 73 meses el promedio general fue de 16,6 cm, la mejor procedencia fue Morehead con 19,5 cm de promedio y la procedencia de menor crecimiento fue Walsh's Pyramid con 13,8 cm de diámetro promedio. La mejor procedencia (Morehead), superó en 18 % al promedio general y en 41 % a la procedencia de menor crecimiento (Walsh's Pyramid) (Cuadro 16). La diferencia porcentual en diámetro, entre la mejor y la peor procedencia, fue mayor a los 38 meses y alcanzó un 52 % (Cuadro 16).

En relación al área basal, a los 38 y 73 meses la mejor procedencia fue Abergowrie y la de menor área basal fue Mourilyan Bay. A los 38 meses el promedio general fue de 9,3 m²/ha; la procedencia Abergowrie tuvo 13,2 m²/ha y la de Mourilyan Bay sólo 5,2 m²/ha. La mejor procedencia alcanzó 42 % más área basal que el promedio general y 155 % más que la de menor crecimiento. A los 73 meses la procedencia de Abergowrie presentó 26,8 m²/ha de área basal, el promedio general fue de 19,9 m²/ha y la procedencia de Mourilyan Bay sólo logró 12,1 m²/ha; la procedencia de Abergowrie fue 24 % mejor que el promedio general y 121 % superior a la procedencia de Mourilyan Bay (Cuadro 16). La diferencia porcentual en área basal, entre la mejor procedencia y la de menor desarrollo, fue mayor a los 38 meses con 155 % (Cuadro 16).

En volumen total con corteza, estimado a través del modelo desarrollado por Oliva (1990), la mejor procedencia fue Abergowrie y la de menor desarrollo Mourilyan Bay, tanto a los 38 como a los 73 meses. A los 38 meses el promedio general del ensayo fue de 51,6 m³/ha, siendo superado en 24,7 m³/ha (44 %) por la mejor procedencia y esta a la vez tuvo 49,9 m³/ha (159 %) más volumen que la procedencia de

menor desarrollo. A los 73 meses la mejor procedencia (Abergowrie) alcanzó un volumen de 180,4 m³/ha, superando en 46,2 m³/ha (34 %) al promedio general y en 98,2 m³/ha (120 %) a la procedencia de menor rendimiento en volumen (Mourilyan Bay). Al igual que para el diámetro y el área basal, la diferencia porcentual en volumen, entre la mejor y la peor procedencias, fue mayor a los 38 meses con 159 % (Cuadro 16).

Es importante hacer notar que las procedencias de mayor crecimiento en diámetro, no fueron siempre las que mejores rendimientos en volumen presentaron, esto se debe a que la estimación del volumen se realizó sumando los volúmenes individuales, de tal forma que la sobrevivencia afecta en forma directa el rendimiento. Tomando como ejemplo el caso de la procedencia de Mourilyan Bay, esta presentó a los 73 meses un promedio en diámetro de 18,0 cm, ocupando el segundo lugar; en tanto que en volumen ocupó la última posición con sólo 82,2 m³/ha (Cuadro 16), lo que es un resultado de la baja sobrevivencia (40 %) (Cuadro 15). El caso contrario se presentó con las procedencias Abergowrie y Broken Fole Creek, que a los 73 meses ocuparon las posiciones 8 y 13 en cuanto a diámetro, pero fueron la 1 y 2 en cuanto a volumen (Cuadro 16), ya que tuvieron 83 y 91 % de sobrevivencia respectivamente (Cuadro 15).

En relación a los incrementos medios anuales en altura y diámetro alcanzados en este ensayo en promedio, son comparables a los reportados para Sabah, Malasia, Guandong, China y Turrialba, Costa Rica (Oliva, 1990). En relación con los sitios analizados en este trabajo, los incrementos son comparables con los obtenidos en Santa Teresa, El Salvador, un poco mejores que el ensayo de INFOP, Honduras y mucho mejores a los obtenidos en la Máquina, Guatemala.

Es importante hacer notar que el incremento medio anual en diámetro, disminuyó de los 38 a los 73 meses (Figura 11). Esta disminución se debe a que la competencia entre los individuos ya se había presentado; según la gráfica se

debería haber realizado un aclareo poco después de los 38 meses; en este momento la intervención es muy urgente si se desea mejorar el crecimiento diamétrico y obtener trozas para aserrío. El aclareo debe ser aplicado lo antes posible, de lo contrario se corre el riesgo de que los individuos seleccionados y dejados en el ensayo ya no respondan a esta práctica, debido al tiempo que han estado sometidos a la fuerte competencia.

Las procedencias que sobresalieron en este ensayo en relación a rendimiento, son Abergowrie, Broken Fole Creek, Iron Range, de Queensland así como Morehead y Oriomo River, de Papúa, Nueva Guinea (Figura 12), estos resultados coinciden con los reportes realizados por otros autores para China (Jeng-Der *et. al.*, 1990). En Costa de Marfil sobresalieron las mismas procedencias excepto la de Abergowrie, que no fue incluida en el ensayo (Souvannavong, 1990). Las procedencias de menor desarrollo en este sitio fueron Walsh's Pyramid, de Queensland y Pirú Ceram, de Indonesia, las cuales también fueron reportadas como las de menor crecimiento en China (Jeng-Der *et. al.*, 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990).

En relación a los otros sitios incluidos en este trabajo, la procedencia de Oriomo River, se considera como sobresaliente en Santa Teresa, El Salvador y en La Máquina, Guatemala; en este último sitio también destacó la procedencia de Iron Range. La procedencia de Pirú Ceram, Indonesia, fue de las de menor desarrollo en La Máquina, Guatemala, mientras que en los otros sitios no fue incluida. En cuanto a la forma de los arboles, las mejores procedencias fueron Morehead y Rex Range, ya que presentaron los arboles con mejor rectitud del fuste, menos de 5 % de arboles bifurcados por abajo de 3 m de altura, y más de 60 % de arboles con bifurcaciones por arriba de 6 m de altura (Cuadro 15).

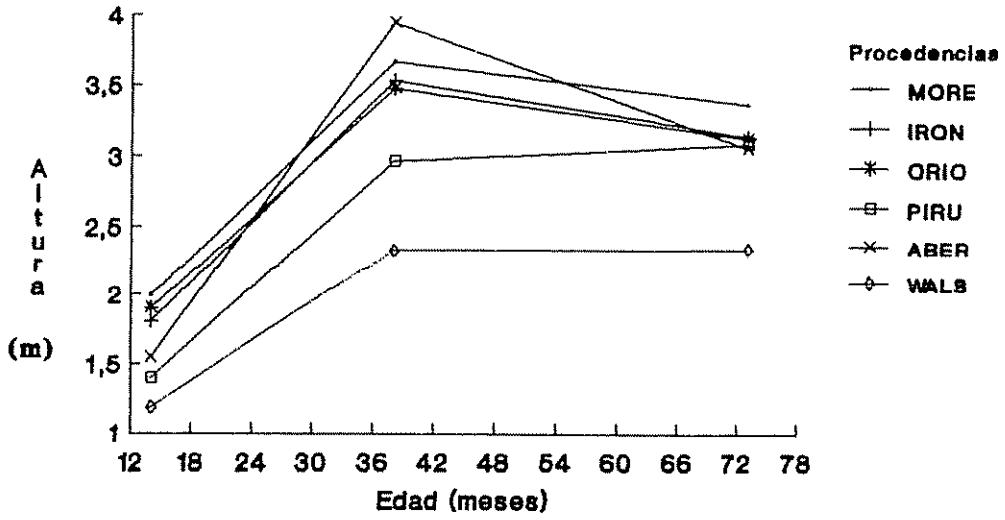


Figura 10. Incremento medio anual en altura, de seis procedencias de A. mangium en Costa Rica.

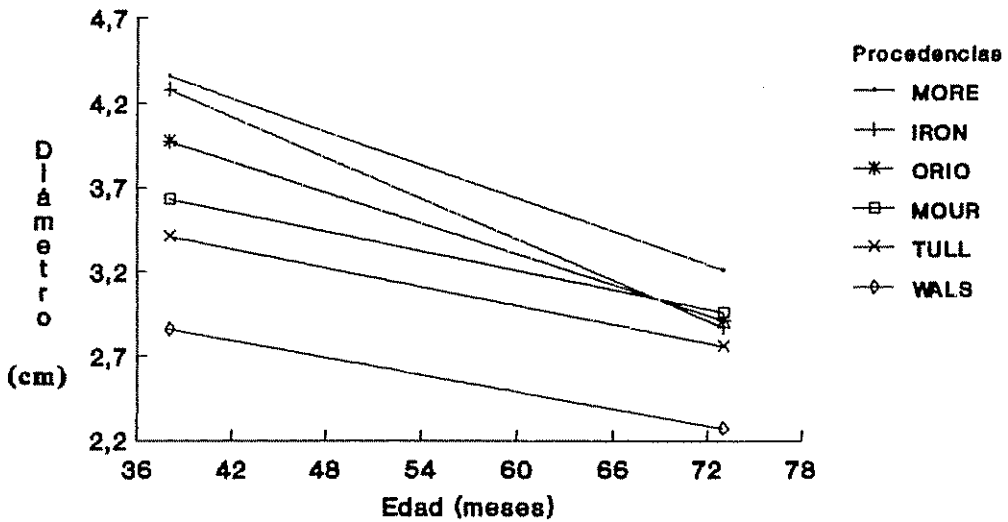


Figura 11. Incremento medio anual en diámetro, de seis procedencias de A. mangium en Costa Rica.

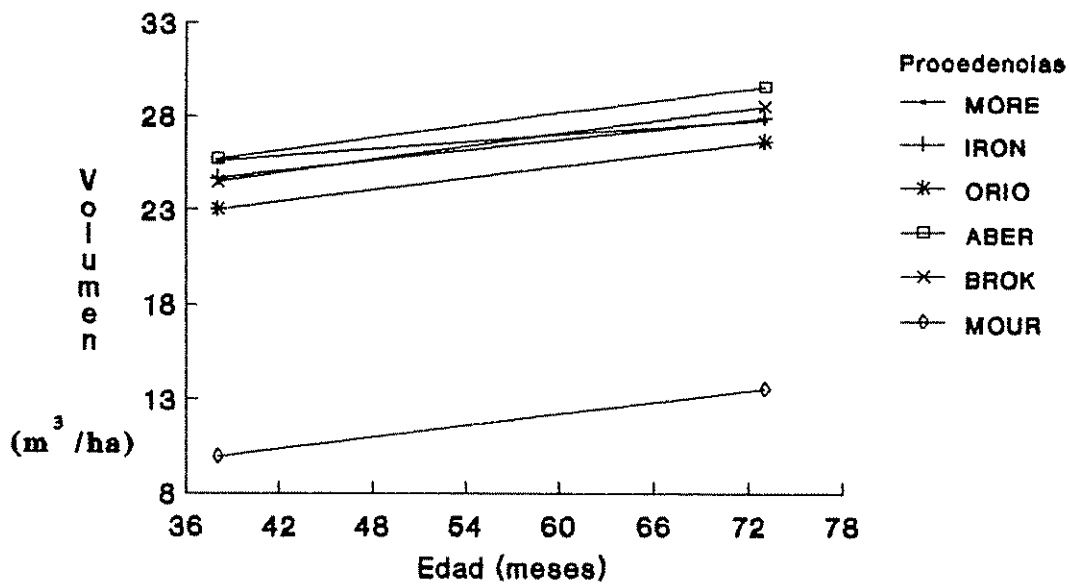


Figura 12. Incremento medio anual en volumen, de seis procedencias de A. mangium en Costa Rica.

Los Uveros, Panamá

Este lugar es el que presentó los resultados más pobres de los cinco sitios incluidos en este trabajo, esto se debió a la conjugación de varias características de clima y suelo. Por un lado la precipitación, ya que se presentan seis meses al año con menos de 100 mm de lluvia, el suelo que es poco profundo y anteriormente estuvo dedicado al pastoreo. Todo esto contribuye a que la especie haya tenido un desarrollo tan raquitico, aún hasta la ultima medición no se pudo evaluar el crecimiento en diámetro, debido a la gran variación en altura de los arboles.

Los resultados obtenidos en este sitio se encuentran en los Cuadros 18 y 19. El Cuadro 18 presenta los promedios de sobrevivencia y bifurcación de los arboles y el Cuadro 19 contiene los promedios de crecimiento en altura total.

Los resultados de los análisis de varianza para la altura total se presentan en el Cuadro 20, donde se observa que existieron diferencias significativa ($P < 0,05$), entre procedencias a los 9 y 18 meses, pero estas diferencias desaparecieron a los 30 meses.

Los resultados de las pruebas de Duncan para la comparación de promedios indican que a los 9 y 18 meses, las procedencias se dividen en dos grupos (Cuadro 19). El primero formado por las procedencias de Brumas e Iron Range que son las dos mejores, y el segundo compuesto por el resto de las procedencias. A los 30 y 39 meses las procedencias son estadísticamente iguales entre sí, por lo que se ubican en un sólo grupo (Cuadro 19).

Las diferencias entre la mejor procedencia y la de menor desarrollo, en ningún caso son mayores de 0.9 m, pese a que porcentualmente esten entre 42 y 54 % (Cuadro 19).

Cuadro 18. Promedios de sobrevivencia y forma de los arboles, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.* en Los Uveros, Panamá.

PROC.	SOBREVIVENCIA (%)				BIF/1	SB/2
	9@	18@	30@	39@		
RIQH	90	79	79	79	9	91
LANN	94	90	85	85	19	81
AYTO	100	96	96	94	21	79
TOWN	98	88	81	79	10	90
IRON	100	96	94	90	36	64
BRUM	96	88	88	85	10	90
INNI	96	85	77	66	18	68
ELLE	88	79	79	77	13	87

@ Edad en meses.

/1 Porcentaje de arboles bifurcados por abajo de 3 m.

/2 Porcentaje de arboles sin bifurcación.

Cuadro 19. Resultados de las pruebas de Duncan para altura total, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.* en Los Uveros, Panamá.

PROC	ALTURA (m)							
	9@		18@		30@		39@	
	FROM	PROC	PROM	PROC	PROM	PROC	PROM	
BRUM	0,9	BRUM	1,9	BRUM	2,1	IRON	2,4	
IRON	0,9	IRON	1,7	IRON	2,0	AYTO	2,3	
ELLE	0,7	AYTO	1,6	AYTO	2,0	TOWN	2,1	
AYTO	0,7	RIQH	1,4	TOWN	1,9	ELLE	1,9	
LANN	0,7	TOWN	1,4	ELLE	1,8	BRUM	1,8	
TOWN	0,7	ELLE	1,4	RIQH	1,8	RIQH	1,8	
RIQH	0,6	INNI	1,3	LANN	1,6	LANN	1,7	
INNI	0,6	LANN	1,2	INNI	1,5	INNI	1,6	
PROM	0,7		1,5		1,8		2,0	
DIF*	0,2		0,3		0,3		0,4	
%	29		26		15		23	
DIF**	0,3		0,6		0,6		0,8	
%	54		50		42		52	

@ Edad en meses.

* Diferencia de la mejor procedencia con relación al promedio general.

** Diferencia de la mejor procedencia con relación a la de menor desarrollo.

Las líneas unen valores estadísticamente iguales ($P < 0,05$).

Cuadro 20. Análisis de varianza para la altura total, del ensayo de procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en Los Uveros, Panamá.

C U A D R A D O S M E D I O S					
ALTURA TOTAL					
F V.	G L	9@	18@	30@	39@
REF.	2	0,25 NS	0,20 NS	0,61 NS	5,15 NS
PROC.	7	0,45 *	1,45 *	1,35 NS	2,66 NS
ERROR	14	0,15	0,40	1,71	7,54

@ Edad en meses.

NS Diferencias no significativas ($P < 0,05$)

* Diferencias significativas ($P < 0,05$)

Es importante hacer notar que las condiciones ambientales del lugar, hacen que los arboles tiendan a morir en la temporada seca, reanudando su crecimiento cuando se presentan las lluvias. En algunos casos los individuos llegan a mantener viva sólo la parte baja del tronco y a partir de ahí emiten nuevos brotes, por lo que se dan casos en los cuales los arboles presentan menor altura de la que tenían en la medición anterior. Este caso está muy bien ilustrado con la procedencia de Brumas, la que presentó 2,2 y 1,9 m de altura promedio a los 30 y 39 meses.

A pesar de que el crecimiento en este lugar fue muy pobre (incrementos medios anuales en altura de sólo 1,2 y 0.8 m a los 9 y 39 meses para la mejor procedencia) (Figura 13), la procedencia de Iron Range fue la mejor junto con Ayton Sawmill y Townsville, todas de Queensland. Hasta los 30 meses la procedencia de Brumas había sido la mejor, sin embargo, a los 39 meses ya era superada por cuatro procedencias (Cuadro 19).

La procedencia local de Rio Hato, Panamá, cuyo origen parece ser Queensland, aunque a Panamá fue traída de Sabah, Malasia; fue superada por cinco procedencias. La explicación es que al igual que la procedencia de Brumas, el origen de estas procedencias tiene una base genética reducida, ya que proviene de una sólo familia de medios hermanos (Sim, 1984).

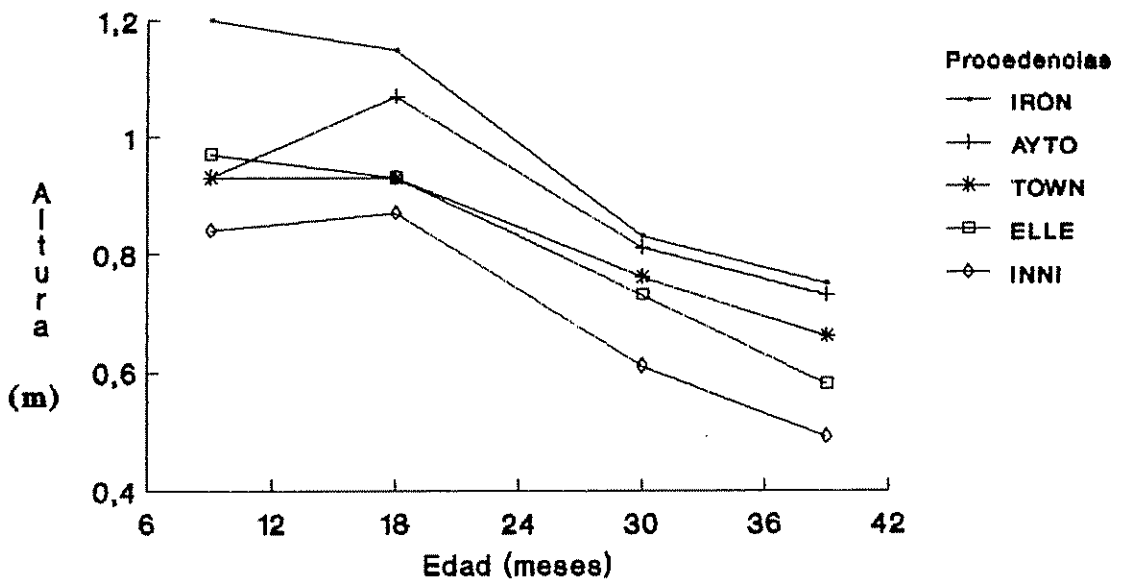


Figura 13. Incremento medio anual en altura, de cinco procedencias de A. mangium en Panamá.

Al igual que en los otros sitios incluidos en este trabajo, la mejor procedencia fue la de Iron Range, Queensland, que como ya se ha indicado es una de las procedencias con mejor desarrollo en otros países.

Finalmente se puede indicar que las procedencias con mejor comportamiento fueron Iron Range, de Queensland y Oriomo River de Papúa, Nueva Guinea, en los sitios donde fueron incluidas. La primera fue mejor en los sitios de Panamá y Guatemala, estando ubicada entre las mejores en Santa Clara, Costa Rica, mientras que la segunda fue la mejor en Santa Teresa, El Salvador y estuvo entre las más productivas en los sitios de Guatemala y Costa Rica. Estas dos procedencias han sido reportadas entre las mejores en China y Costa de Marfil. En Santa Clara, Costa Rica destacaron además las procedencias Abergowrie y Broken Pole Creek de Queensland, Australia y Morehead de Papúa, Nueva Guinea. En La Máquina, Guatemala, sobresalió también Boite, de Papúa, Nueva Guinea. Todas estas procedencias han destacado en por lo menos un lugar de los que se han probado en China (Jeng-Der et. al., 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990).

En el sitio de Honduras, las procedencias que han crecido mejor son Lanner Cost, Inninsfail y Ellemberg, todas de Queensland, Australia, las cuales no han sido incluidas entre las mejores para los países donde se han reportado resultados de pruebas de procedencias.

La procedencia de Pirú Ceram, Indonesia presentó menor desarrollo en los sitios de Guatemala y Costa Rica, lo que coincide con los reportes de China (Jeng-Der et. al., 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990) y reafirma lo encontrado por Moran, Mouna y Bell (1989), quienes señalan que las procedencias de Indonesia son las de más pobre diversidad genética. Estos mismos autores reportan que las procedencias de Papúa, Nueva Guinea son las que mayor diversidad genética presentan, lo que contribuye a explicar los resultados obtenidos en este trabajo para los sitios

donde las procedencias de Papúa, Nueva Guinea fueron incluidas (Guatemala, Costa Rica y El Salvador).

Análisis de Procedencias Comunes en Varios Sitios

El principal objetivo de este análisis, fue identificar si existía interacción sitio*procedencia y si esta era significativa, esta información es de mucha importancia para definir las estrategias de mejoramiento a seguir en el futuro. No obstante, es importante señalar que los resultados obtenidos son aún preliminares, ya que los ensayos se encuentran en una etapa juvenil (menos de la mitad del turno de la especie), y los resultados pueden variar cuando los ensayos lleguen a la etapa adulta; sin embargo, pese a las limitaciones antes indicadas, es posible tener indicaciones importantes en relación a cuales de las procedencias merecen una mayor atención, con el fin de obtener a corto plazo las fuentes de semilla más apropiadas para el establecimiento de plantaciones.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis conjuntos. Para analizar la información de los diferentes sitios, en primer lugar se identificaron las procedencias comunes, esto permitió formar dos grupos. El primer grupo incluyó cinco procedencias que se encuentran en tres sitios (La Máquina, Guatemala; INFQP, San Pedro Sula, Honduras y Los Uveros, Panamá). El Cuadro 21 presenta los promedios de incrementos medios anuales en altura total de las cinco procedencias en los tres sitios.

El análisis de este grupo de procedencias se hizo con los promedios de los incrementos medios anuales en altura, debido a que los ensayos de los sitios a comparar fueron medidos a diferentes edades; con el uso de los incrementos se trata de contrarrestar el efecto de la edad. No se pudieron emplear otras variables en el análisis, ya que no fueron medidas en los tres sitios analizados.

Cuadro 21. Incrementos medios anuales en altura total, de cinco procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en tres sitios de América Central.

PROC	I N C R E M E N T O S E N A L T U R A (m)					
	19 Meses			30 meses		
	GT	HN	FA	GT	HN	FA
INNI	1,4	2,5	0,9	1,6	2,8	0,6
AYTO	1,3	2,1	1,1	1,1	2,8	0,8
ELLE	1,4	2,7	0,9	1,4	3,0	0,7
LANN	1,2	2,7	0,8	1,3	2,8	0,7
BRUM	0,8	2,2	1,3	0,9	2,6	0,9

GT La Máquina, Guatemala.

HN INFOF, San Pedro Sula, Honduras.

FA Los Uveros, Panamá.

Previo a la realización de los análisis de varianza, fueron graficados los promedios de incrementos en altura de las procedencias en cada sitio (Figuras 14 y 15), esto con la finalidad de observar si existían cambios importantes en el comportamiento de las procedencias, que hicieran sospechar la existencia de interacción sitio*procedencia. En las Figuras 14 y 15 se observa que existen cambios del orden en el cual aparecen las procedencias en cada sitio, lo que es más evidente a los 19 meses (Figura 14). Por esta razón se realizaron los correspondientes análisis de varianza.

El Cuadro 22 muestra los resultados de los análisis de varianza para los incrementos en altura total a los 19 y 30 meses de edad. Se observa que las diferencias son altamente significativas ($P < 0,01$) entre sitios, tanto a los 19 como a los 30 meses; mientras que para la interacción sitio*procedencia sólo se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), a los 19 meses, lo que se debe básicamente a los cambios presentados por la procedencias de Brumas, que en La Máquina, Guatemala tuvo un incremento muy pobre y en Los Uveros, Panamá fue la mejor a esta edad (Figura 14).

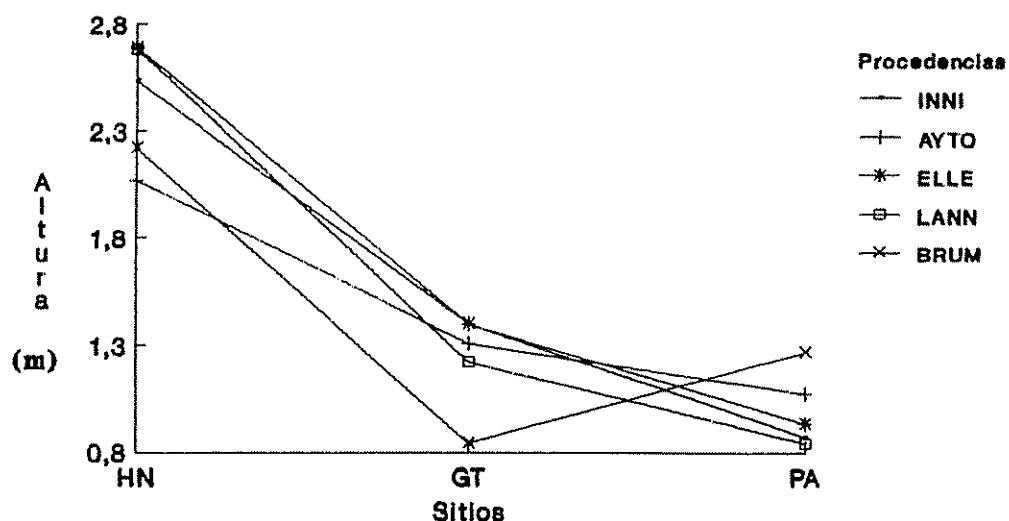


Figura 14. Incremento en altura de cinco procedencias de *A. mangium*, en tres sitios de América Central a 19 meses

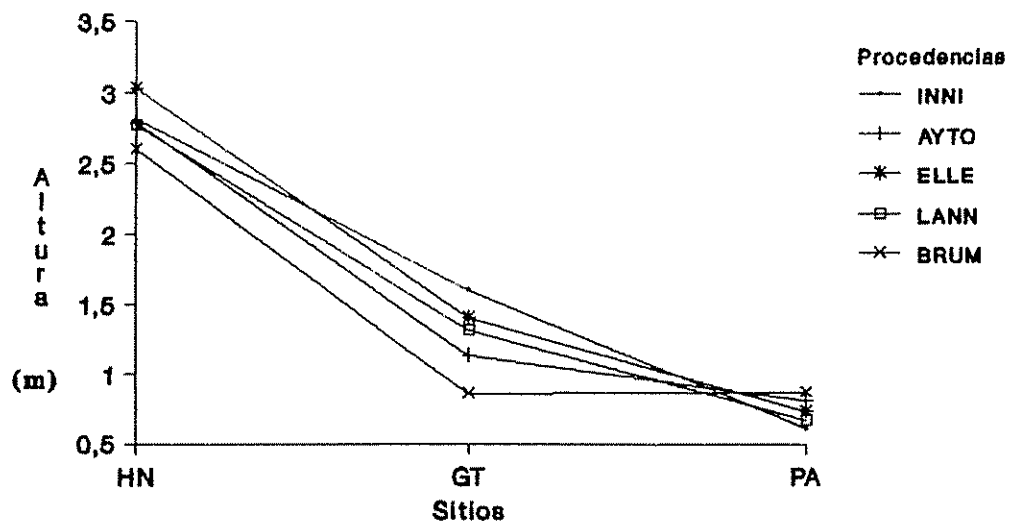


Figura 15. Incremento en altura de cinco procedencias de *A. mangium*, en tres sitios de América Central a 30 meses.

Debe hacerse notar que la mayor cantidad de variación esta explicada por el efecto de los sitios (83 y 90 % a los 19 y 30 meses respectivamente) (Cuadro 22), esto se debe a que las condiciones ambientales de los lugares comparados son muy diferentes, sobre todo en relación al clima (Figuras 19, 20 y 23) y el suelo (Cuadro 2).

Cuadro 22. Análisis de varianza para los incrementos en altura total, de cinco procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en tres sitios de América Central.

F. V.	G L	19 Meses		30 Meses	
		C M	E(CM)	C M	E(CM)
SITIOS	2	5,53 **	83%	10,97 **	90%
REP(SITIO)	9	0,08 NS	1%	0,17 NS	1%
PROC	4	0,08 NS	0	0,11 NS	1%
SITIO*PROC	8	0,20 *	5%	0,14 NS	1%
ERROR	30	0,08	11%	0,10	7%

NS No existen diferencias significativas ($P < 0,05$)

* Existen diferencias significativas ($P < 0,05$)

** Existen diferencias altamente significativas ($P < 0,01$)

El Cuadro 23 presenta los resultados de las pruebas de comparación de los promedios ajustados entre sitios, donde se puede observar que el mejor sitio de los incluidos en el análisis fue INFOP, San Pedro Sula, Honduras que supera en 100 y 115 % a La Máquina, Guatemala y en 167 y 300 % a Los Uveros Panamá a los 19 y 30 meses respectivamente.

En relación con las pruebas de comparación de promedios para las procedencias, los resultados mostraron que no existen diferencias entre ellas y las diferencias entre la mejor procedencia y la de menor incremento fueron de 10 % a los 19 meses y 19 % a los 30 meses.

Este primer grupo incluye las procedencias que se han comportado mejor en el sitio de Honduras, pero no contienen ninguna de las procedencias que han destacado en los demás sitios analizados, por lo que los resultados obtenidos sólo tienen una validez limitada.

Cuadro 23. Resultados de las pruebas de comparación de promedios ajustados, para los incrementos medios anuales en altura de *Acacia mangium Willd.*, en tres sitios de América Central.

SITIOS	INCREMENTOS EN ALTURA (m)					
	19 meses			30 meses		
	PROM	D1/2	D1/3	PROM	D1/2	D1/3
INFOF, HN.	2.4 a	100%	167%	2,8 a	115%	300%
LA MAQUINA, GT.	1.2 b	33%		1,3 b	86%	
LOS UVEROS, PA.	0.9 c			0,7 c		

D1/2 Diferencia entre dos sitios contiguos.
D1/3 Diferencia entre los sitios 1 y 3.
Las letras indican diferencias significativas (P<0,05)

Debe puntualizarse que de las procedencias comparadas en este grupo, ninguna tiene un comportamiento sobresaliente en los tres sitios, por esta razón no se pueden recomendar estas procedencias a nivel regional ya que su crecimiento es diferente en cada lugar.

También debe hacerse notar que los incrementos observados en Los Uveros, Panamá y La Máquina, Guatemala, son pobres, por lo que en estos lugares deberían buscarse otras especies con mejores crecimientos. En INFOF, San Pedro Sula, Honduras los incrementos son buenos, sin embargo, la información del ensayo de ese lugar debe ser tomada con reserva, debido a que las parcelas fueron muy pequeñas (sólo 7 arboles) y la sobrevivencia fue pobre.

En el segundo grupo fueron incluidas cuatro procedencias establecidas en dos sitios (La Máquina, Guatemala y Santa Clara, Costa Rica). Para realizar el análisis de la información se tomaron en cuenta la cuarta medición del sitio de Guatemala, realizada a los 44 meses y la tercera medición del sitio de Costa Rica efectuada a los 38 meses; esto se hizo con la finalidad de utilizar datos que no tuvieran una gran diferencia de edades y además se emplearon los incrementos medios anuales de altura, diámetro y volumen.

El Cuadro 24 presenta los incrementos medios anuales de altura, diámetro y volumen, de las cuatro procedencias incluidas en el análisis.

Cuadro 24. Incremento medios anuales en altura, diámetro y volumen de cuatro procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en dos sitios de América Central.

PROC	La Máquina, Guatemala			Santa Clara, Costa Rica.		
	Altura (m)	dap (cm)	Vol. (m ³ /ha)	Altura (m)	dap (cm)	Vol. (m ³ /ha)
FIRU	1,2	1,0	2,1	3,0	3,7	13,2
ORIO	2,4	2,1	16,8	3,5	4,0	23,0
ELLE	1,7	1,6	10,8	2,9	3,4	16,3
IRON	2,3	2,2	18,1	3,5	4,3	24,7

De igual forma que para el primer grupo, fueron graficados los promedios para observar los cambios de las procedencias en los dos sitios (Figuras 16, 17 y 18). Se aprecia que existen cambios del orden en el que aparecen las procedencias en los dos sitios, este cambio es más pronunciado en las variables altura y diámetro (Figuras 16 y 17), lo que hace suponer que existe interacción sitio*procedencia.

El Cuadro 25 presenta los resultados de los análisis de varianza; se observa que existen diferencias altamente significativas ($F < 0,01$), para sitios y procedencias en altura y diámetro, mientras que en volumen las diferencias entre sitios fueron significativas ($F < 0,05$) y las diferencias entre procedencias fueron altamente significativas ($F < 0,01$). La interacción sitio*procedencia sólo fue significativa para el diámetro.

Se encontró que la mayor cantidad de variación en altura y diámetro es atribuible a los sitios con 71 y 87 % respectivamente (Cuadro 25). En volumen la mayor proporción de la variación es explicada por las procedencias (40%). La interacción sitio*procedencia, a pesar de ser significativa para el incremento en diámetro, sólo contribuye a la

variación total en un 2 % y en los incrementos en altura y volumen su contribución es insignificante. La participación de las procedencias para explicar la variación total fue la segunda en importancia en altura y diámetro (Cuadro 25).

Cuadro 25. Análisis de varianza para los incrementos en altura, diámetro y volumen de cuatro procedencias de *Acacia mangium Willd.*, en dos sitios de América Central.

F. V.	GL	Altura			Dap			Volumen		
		C	M	E(CM)	C	M	E(CM)	C	M	E(CM)
SITIOS	1	15,95	**	71%	39,49	**	87%	479,15	*	26%
REP(SITIO)	7	0,37	*	5%	0,30	*	2%	57,76	*	9%
PROC	3	1,65	**	13%	1,42	**	5%	350,78	**	40%
SITIO*PROC	3	0,18	NS	0	0,37	*	2%	14,75	NS	0
ERROR	21	0,11		10%	0,11		4%	22,37		25%

NS No existen diferencias significativas ($P < 0,05$)

* Existen diferencias significativas ($P < 0,05$)

** Existen diferencias altamente significativas ($P < 0,01$)

El análisis de varianza indica que la interacción sitio*procedencia fue significativa ($P < 0,05$) para el incremento en diámetro, lo que se debe al comportamiento de la procedencia de Pirú Ceram, Indonesia, que en La Máquina, Guatemala ocupó el último lugar de las procedencias comparadas y en Santa Clara, Costa Rica se encontró en el tercer lugar superando a la procedencia de Ellemberg, Queensland, Australia (Figura 17).

El comportamiento general de las procedencias es similar, excepto para la procedencia de Pirú Ceram y se observa que mantienen el mismo orden en los dos sitios, pero con mejores incrementos en Costa Rica. Tomando en cuenta lo anterior y considerando que las procedencias de Iron Range y Oriomo River han estado entre las mejores para otros sitios analizados en este trabajo (Los Uveros, Panamá y Santa Teresa, El Salvador), así como en otros ensayos de procedencias en China (Jeng-Der, et. al., 1990) y Costa de Marfil (Souvannavong, 1990), pueden ser recomendadas como fuentes de semilla a nivel regional.

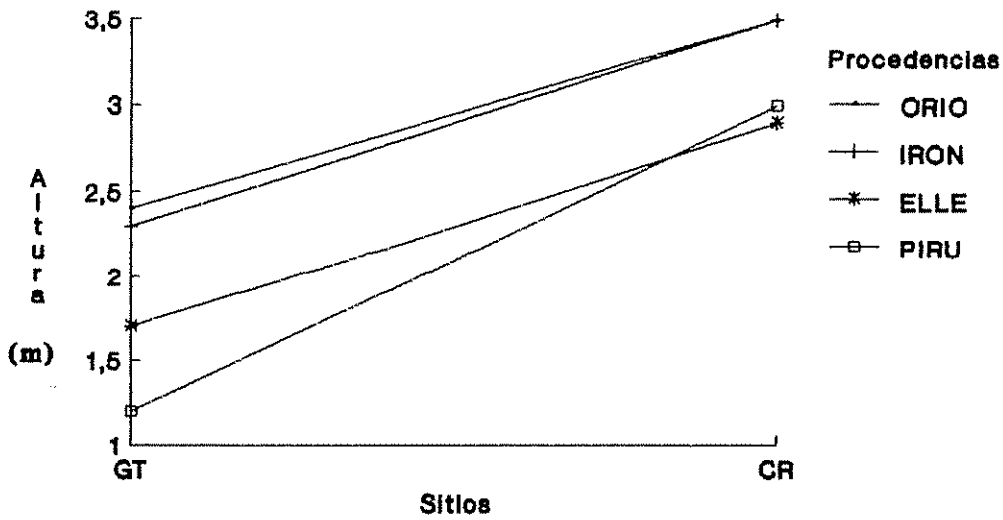


Figura 16. Incremento en altura de cuatro procedencias de *A. mangium*, en dos sitios de América Central a 41 meses

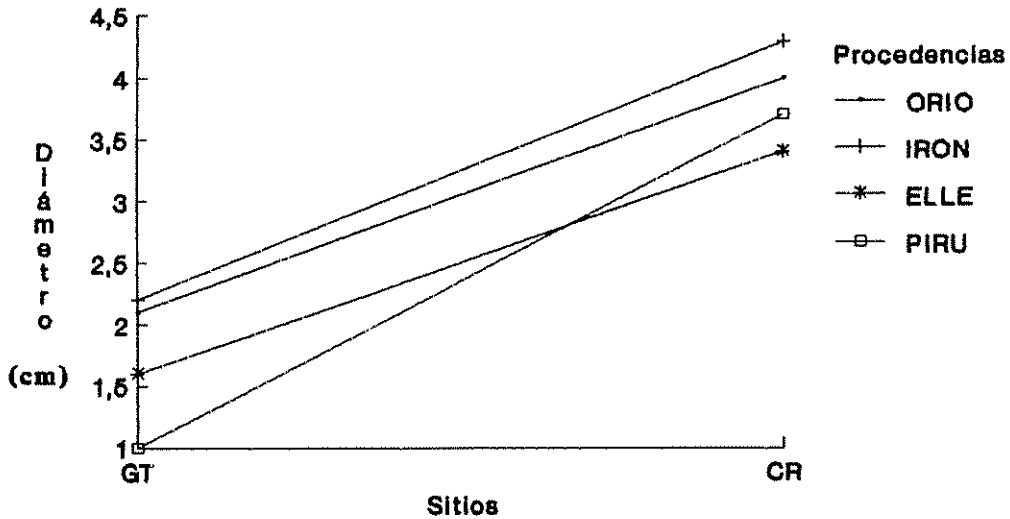


Figura 17. Incremento en diámetro de cuatro procedencias de *A. mangium*, en dos sitios de América Central a 41 meses

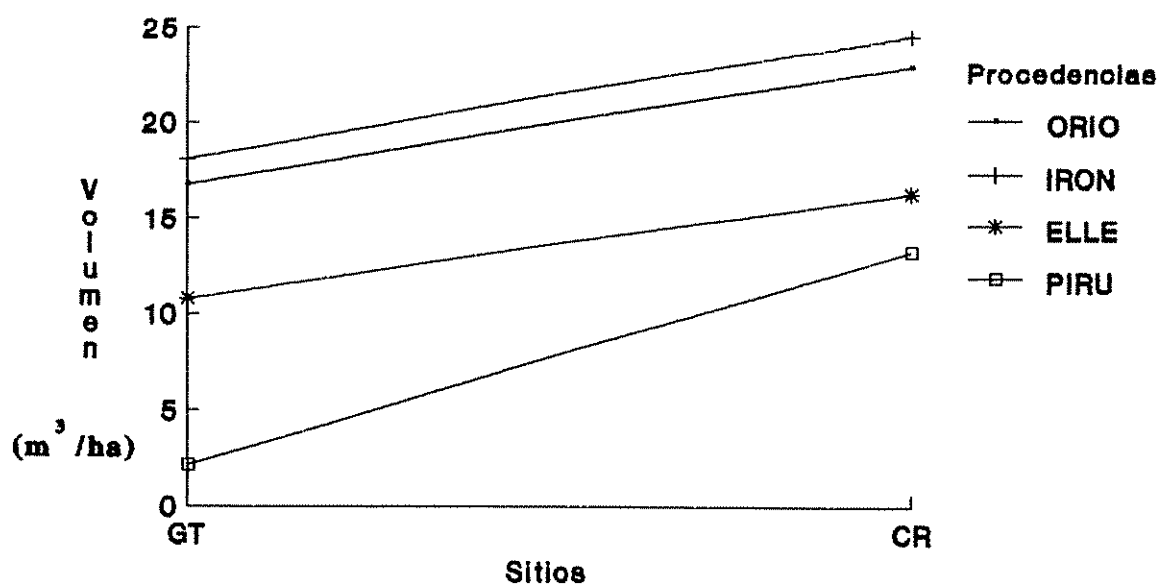


Figura 18. Incremento en volumen de cuatro procedencias de *A. mangium*, en dos sitios de América Central a 41 meses

La recomendación anterior debe ser tomada con mucho cuidado, ya que las dos procedencias citadas no fueron probadas en todos los sitios y la evaluación de los ensayos se realizó en una etapa juvenil, por lo que los resultados son aún preliminares.

Tomando en cuenta que la mayor proporción de la variación esta explicada por las características de los sitios, se realizó una prueba de comparación de promedios ajustados entre sitios, los resultados se encuentran en el Cuadro 26. El mejor sitio fue Santa Clara, Costa Rica, que supera al sitio La Máquina, Guatemala, en 68, 123 y 61 % en altura, diámetro y volumen respectivamente. Este resultado deberá ser tomado con reserva pues aún cuando la interacción sitio*procedencia no fue significativa para los incrementos en altura y volumen, si lo fue para el diámetro, debido al comportamiento de la procedencia de Pirú Ceram, Indonesia.

Cuadro 26. Resultados de las pruebas de comparación de promedios ajustados, para los incrementos medios anuales en altura, diámetro y volumen de *Acacia mangium Willd.*, en dos sitios de América Central.

SITIOS	INCREMENTOS MEDIOS ANUALES		
	<u>Altura</u>	<u>Dap</u>	<u>Volumen</u>
	(m)	(cm)	(m ³ /ha)
	PROM	PROM	PROM
SANTA CLARA, CR.	3,2 a	3,8 a	19,3 a
LA MAQUINA, GT.	1,9 b	1,7 b	12,0 b
Diferencia	1,2	2,1	7,3
%	68	123	61

Las letras indican diferencias significativas (P<0,05)

Los resultados de los análisis de los dos grupos de procedencias, indican claramente que en general las procedencias tienen un mejor comportamiento en los mejores sitios. En el primer grupo se observa claramente que el mejor sitio de los tres comparados (INFOP, Honduras), es el que tiene un menor número de meses secos (5) comparado con 6

que tienen los otros dos sitios. El resultado del análisis de correlación muestra que los coeficientes más altos fueron para el número de meses con precipitación menor de 100 mm (-0.98 y -0.96 para el incremento en altura a los 19 y 30 meses respectivamente), (Anexo 1). Esto quiere decir que esta variable ambiental es la que mayor influencia tiene en el crecimiento de las procedencias.

Las diferencias climáticas entre los sitios pueden ser apreciadas en las Figuras 19 a 23, que al ser comparadas con las características climáticas de los lugares de origen de las procedencias de Iron Range/Claudie River (Figura 24), Abergowrie, Broken Fole Creek y Ellemberg (Figura 25), se observa cierta similitud, ya que al igual que los sitios de América Central (excepto Santa Clara, Costa Rica), presentan una época seca marcada (6 meses con precipitación menor a 100 mm).

Una comparación de este tipo de figuras debería ser realizado antes de establecer los ensayos de procedencias, para seleccionar aquellos sitios que presenten condiciones similares y asegurar mejores resultados. La ventaja de este tipo de comparación, es que resulta muy sencilla y puede orientar la selección de las procedencias a incluir en los ensayos, si además se tiene información sobre las características de suelos, esta selección será más mejor.

En este trabajo se pretendió hacer tales comparaciones para explicar los resultados obtenidos, sin embargo, no se tenía información para todos los lugares de origen de las procedencias, por lo que sólo se hizo para los dos casos indicados.

El pH del suelo es ácido (5,6), en INFOP, San Pedro Sula, Honduras, a diferencia del suelo de La Máquina, Guatemala, que es neutro (6,8-7,1), lo que ayuda también a explicar el comportamiento de las procedencias.

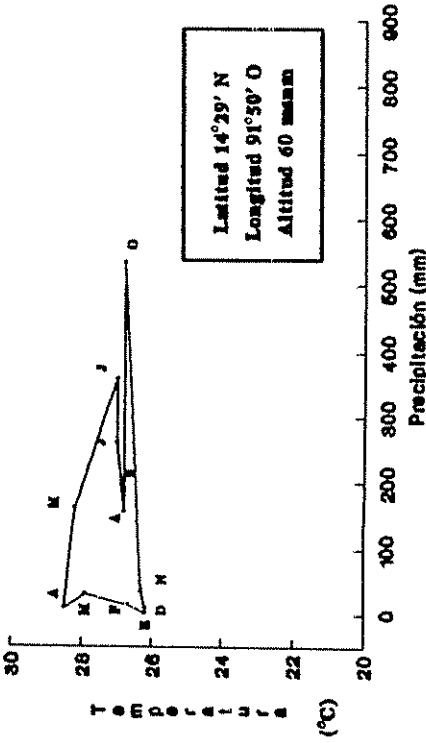


Figura 19. Climograma del sitio La Máquina, Guatemala.

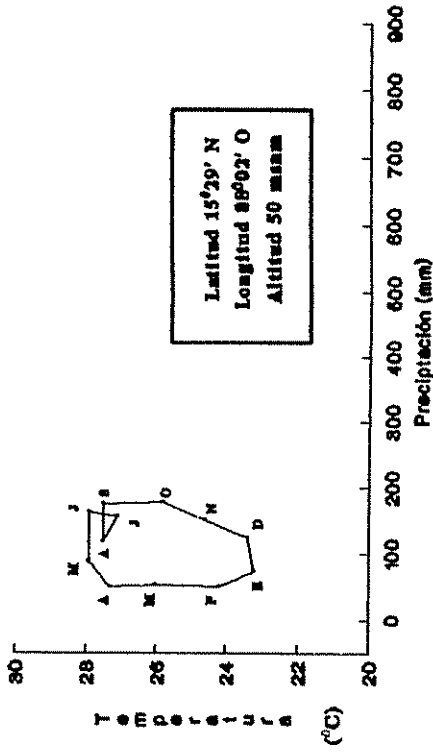


Figura 20. Climograma del sitio INFOP, San Pedro Sula, Honduras.

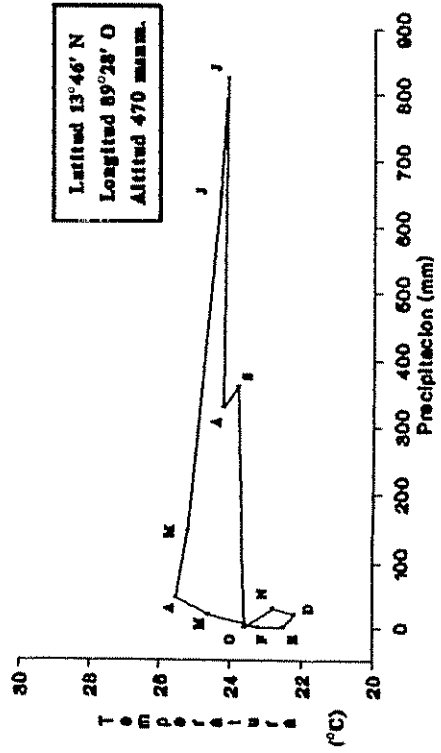


Figura 21. Climograma del sitio Santa Teresa, El Salvador.

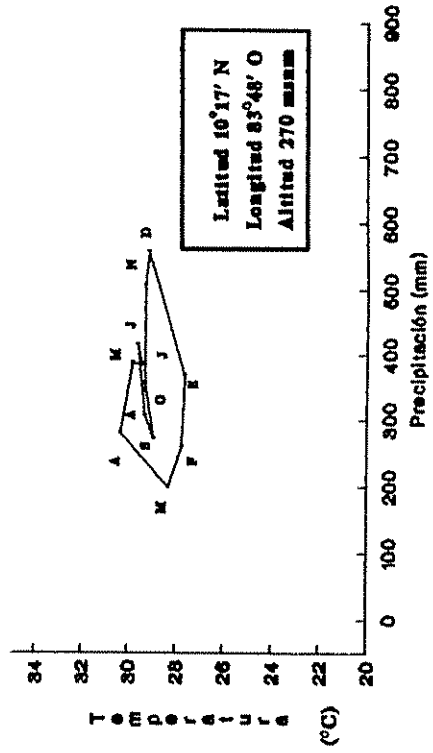


Figura 22. Climograma del sitio Santa Clara, Costa Rica.

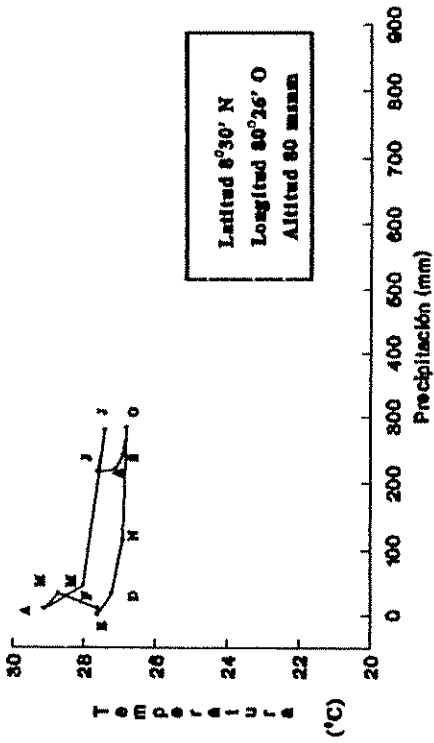


Figura 23. Climograma del sitio Los Uveros, Panamá.

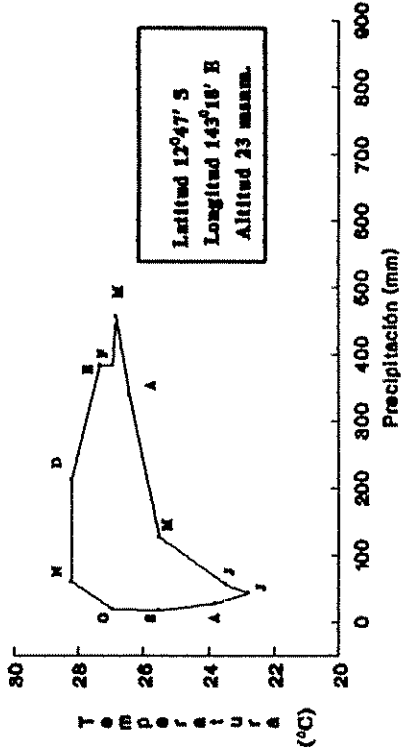


Figura 24. Climograma para la procedencia de Iron Range/Claudle River de Queensland, Australia.

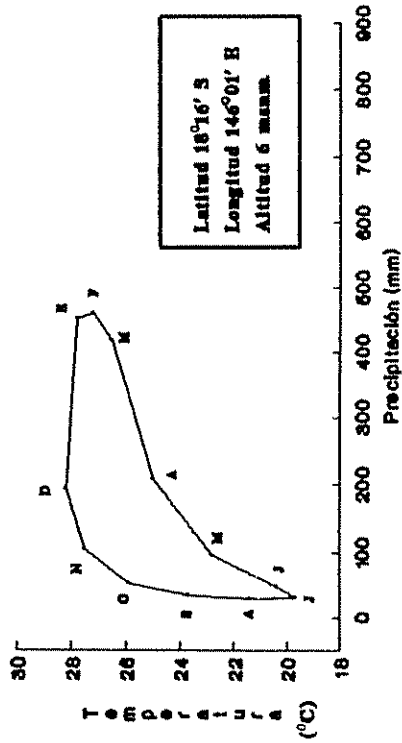


Figura 25. Climograma para las procedencias Abergowrie, Broken Pole Creek y Ellemberg de Queensland, Australia.

El análisis del segundo grupo de procedencias, muestra un mejor comportamiento de las procedencias con el aumento de la precipitación (1860 mm en La Máquina, Guatemala y 4300 mm en Santa Clara, Costa Rica). En este caso no se realizó el análisis de correlación debido a que sólo se tenían dos condiciones de sitio. Aunque no se cuenta con los resultados de los análisis del suelo para Santa Clara, el tipo de suelo presente en este lugar (Andic Humitropept) es ligeramente ácido, mientras que el suelo de La Máquina, es neutro. Este cambio del pH puede contribuir también a explicar el mejor desarrollo de las procedencias en Santa Clara, Costa Rica, ya que la especie se desarrolla mejor en suelos ácidos.

La estructura de los datos con los cuales se realizaron los análisis, presentan una serie de variaciones en cuanto a el establecimiento y manejo de los experimentos, esto ocasiona una falta de ortogonalidad que limita seriamente su análisis por los métodos comunes. Por esta razón los análisis realizados en este trabajo tienen fuertes limitaciones, pero cumplieron con el objetivo que se planteó, que era identificar en una etapa preliminar si existe una interacción sitio*procedencia. Para futuros análisis de la información de estos ensayos, deberán emplearse métodos de análisis de datos no ortogonales, con los cuales se obtendrán resultados más concluyentes, sobre todo si se analiza la información cuando los ensayos hayan rebasado la mitad del turno de la especie (7 a 8 años).

En general se observó que todas las procedencias presentan arboles de mala forma, ya que las procedencias con mejores fustes sólo pueden producir trozas de pequeñas dimensiones (≤ 3 m de largo) y además todas las procedencias presentan una gran proporción de arboles bifurcados por abajo de 6 m de altura. Por esta razón una tarea fundamental en un programa de mejoramiento, será realizar selección de los mejores individuos dentro de las mejores procedencias, que presenten buena rectitud del fuste y que no tengan bifurcaciones por abajo de 6 m de altura.

La mayoría de las procedencias presentaron poca fructificación, debido a que las mediciones se realizaron fuera de la época en la que esta especie fructifica en América Central (marzo-abril) (Oliva, 1990). Sin embargo, debe ponerse atención a este aspecto ya que si se selecciona una o varias procedencias que no produzcan suficientes semillas, su propagación puede ser limitada.

En general todos los ensayos no presentaron problemas fitosanitarios fuertes, únicamente el ensayo de Santa Clara, Costa Rica, presentó un ataque de hormigas arrietas (*Atta sp.*), pero los daños ocasionados no fueron importantes.

Es importante que se realice un aclareo en los ensayos de Costa Rica y El Salvador, el que además de mejorar el crecimiento de los árboles, permitirá obtener muestras de la madera de las procedencias, la que debe ser probada en relación a los usos que se deseen. Esta información apoyará la selección de las mejores procedencias tomando en cuenta tanto las características de crecimiento como las propiedades de la madera, así se evitaría el riesgo de seleccionar procedencias con excelentes crecimientos pero que su madera tenga problemas para su utilización.

Finalmente es importante señalar que los resultados de este trabajo indican que la especie crece muy bien en sitios con precipitación mayor a los 2000 mm anuales (sitios Santa Teresa, El Salvador y Santa Clara, Costa Rica) y que además presenten suelos ácidos, esta afirmación coincide con lo reportado para otros sitios de Malasia (National Research Council, 1983). No obstante que se afirma que la especie es resistente a la sequía, los crecimientos observados en este trabajo indican que en lugares con precipitación menor a 2000 mm anuales, la especie es superada por otras como *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (Ruiz, 1991), por lo que las recomendaciones para establecer plantaciones con *Acacia mangium* Willd. deben limitarse a lugares con alta precipitación y que presenten suelos ácidos.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo y tomando en cuenta las limitaciones de los análisis realizados, se desprenden las siguientes conclusiones.

1. En general las procedencias con mejor desarrollo fueron las de Papúa, Nueva Guinea y la de Iron Range/Claudie River de Queensland, Australia, aunque estas no se plantaron en todos los sitios.

2. La procedencia de Iron Range/Claudie River fue la mejor en La Máquina, Guatemala y Los Uveros, Panamá; además estuvo entre las mejores en Santa Clara, Costa Rica.

3. La procedencia de Oriomo River fue la mejor en Santa Teresa, El Salvador, y estuvo entre las mejores en La Máquina, Guatemala y Santa Clara, Costa Rica.

4. La procedencia de Elleberg Rd. of Cardwell, de Queensland, Australia fue la única presente en todos los sitios y se ubicó entre las mejores en INFOP, San Pedro Sula, Honduras y Santa Teresa, El Salvador; mientras que en los otros sitios tuvo un comportamiento intermedio.

5. El grupo de procedencias formado por Mourilyan Bay, Ayton Sawmill, Mossman, Walsh's Pyramid y Townsville de Queensland, Australia, además de las procedencias de Pirú Ceram, Indonesia; Brumas, Sabah, Malasia, y Rio Hato, Panamá, fueron las de menor crecimiento en los sitios donde fueron plantadas.

6. Los mejores rendimientos en volumen de *Acacia mangium Willd.*, se registraron en Santa Teresa, El Salvador donde se alcanzó un incremento de 27 m³/ha/año y en Santa Clara, Costa Rica con un incremento de 22,0 m³/ha/año.

7. El sitio donde *Acacia mangium Willd.* presentó el crecimiento más pobre fue Los Uveros, Panamá, con incrementos medios anuales en altura no superiores a 1,0 m, lo que se debe a la poca profundidad y la textura del suelo.

8. Los sitios La Máquina, Guatemala e INFOP, San Pedro Sula, Honduras, presentaron un rendimiento intermedio (incrementos medios anuales en volumen de 8,6 y 6,8 m³/ha)

9. Se observó que las procedencias en general tienen un mejor crecimiento en sitios con precipitación superior a 2000 mm anuales y pH del suelo ácido.

10. La interacción genotipo x medio ambiente, fue significativa para el incremento en diámetro entre los sitios La Máquina, Guatemala y Santa Clara, Costa Rica; pero no fue significativa entre los sitios La Máquina, Guatemala; INFOP, San Pedro, Sula, Honduras y Los Uveros, Panamá, para el incremento en altura, esto indica que es posible utilizar a nivel regional la o las procedencias superiores como Oriomo River y Claudie River/Iron Range, que han destacado en este trabajo y en otros similares; con ellas se deberán establecer ensayos de progenies y huertos semilleros para satisfacer la demanda regional con semilla de mejor calidad.

11. Deberá realizarse un programa de selección de los mejores individuos dentro de las mejores procedencias, con el fin de mejorar la forma de los arboles.

12. Sería deseable contar con un número mayor de ensayos de procedencias en la región, pero estos deberán ser limitados a las condiciones donde la especie presenta los mejores crecimientos.

13. Los ensayos de Panamá y Guatemala no deberán continuar siendo evaluados, ya que sus incrementos son pobres y existen otras especies con mejor potencial para esos sitios.

14. Para el análisis final de la interacción sitio x procedencia, deberán emplearse los incrementos medios anuales, con el fin de considerar el efecto de las diferencias de edad de los ensayos.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados y conclusiones del presente trabajo y tomando en cuenta que los ensayos se encuentran en una etapa juvenil, se proponen las siguientes recomendaciones.

1. Continuar con el análisis de los mejores experimentos (Santa Teresa, El Salvador y Santa Clara, Costa Rica), para realizar un segundo análisis que compruebe los resultados obtenidos en este trabajo.

2. Establecer pruebas de progenies y posteriormente huertos semilleros con material de las procedencias de Oriomo River y Claudie River/Iron Range, con el fin de abastecer de semilla de mejor calidad a la región.

3. Para una evaluación posterior, se deberá realizar un análisis más profundo de la interacción sitio x procedencia empleando los valores de incrementos medios anuales, con el fin de cuantificarla con mayor precisión y modificar o reafirmar la proposición de hacer selección de procedencias a nivel regional o por sitio dentro de cada país.

4. Para una segunda evaluación de los ensayos, deberán tomarse en cuenta las propiedades de la madera.

5. Procurar en la medida de lo posible, contar con información de las propiedades físicas y químicas de los suelos, ya que esta fue una limitación importante para la interpretación de los resultados.

6. Para el establecimiento de futuros ensayos de procedencias, deberá procurarse emplear en la medida de lo

posible, diseños balanceados y que sean establecidos al menos en la misma estación de crecimiento.

7. No deberá recomendarse *Acacia mangium Willd.*, para el establecimiento de plantaciones, en aquellos sitios con precipitaciones menores a 2000 mm anuales y con valores de pH del suelo mayores de 6,0.

8. Deben realizarse aclareos en los ensayos de Santa Clara, Costa Rica y Santa Teresa, El Salvador, ya que los incrementos en diámetro han disminuido o se han estancado.

9. Implementar un programa de selección de los mejores individuos dentro de las mejores procedencias en relación a la forma de los arboles, con el fin de mejorar esta característica.

BIJEL LOGRAFIJA.

- AHMAD, S. M. S. 1988. The abrasive resistance of seven-year old *Acacia mangium* timber from Kepong plantation. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 1(2):140-144.
- AHMAD, Z. Y.; WEINLAND, G. 1990. Diameter increment of *Acacia mangium Will.* following firts thinning. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(4):349-350.
- ANUAR, M. 1987. Growth of Acacias on logged-over forest in Sabah. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 167-169. (ACIAR Proceedings No. 16).
- BARRY, R. P. 1987. Nursery and stabliment practices for *Acacia amngiumn* in Sabah. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 170-172. (ACIAR Proceedings No. 16).
- BOLAND, D. J.; TURNBULL, J. W. 1981. Selection of Australian trees other than Eucalyptus for trials as fuelwood species in developing countries. *Australian Forestry (Australia)* 44(4):235-246.
- BOONTANWEE, B.; KUWALAIRAT, F. 1987. Introduction of *Acacia mangium* to Thailand. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 149-150. (ACIAR Proceedings No. 16).
- BOUGHTON, V. H. 1986. Phyllode structure, taxonomy and distribution in some Australian Acaias. *Australian Journal of Botany* ():663-674.

- BOWEN, M. R.; EUSEBIO, T. V. 1982. Seed handling practices: four fast-growing hardwoods for humid tropical plantations in the eighties. *The Malaysian Forester (Malasia)* 45(4):534-547.
- BREWBAKER, J. L. 1987. Performance of Australian Acacias in Hawaiian nitrogen fixing tree trials. *In* Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 180-184. (ACIAR Proceedings No. 16).
- BREWBAKER, J. L.; HALLIDAY, J.; LYMAN, J. 1983. Economically important nitrogen fixing tree species. *Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.)* 1:35-40.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No 86. 228 p.
- CHENG, T. Y.; YANG, J. C.; CHEN, Z. Z. 1983. The early growth of two exotic Acacia species in the middle-south of Taiwan. *Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.)* 1:23.
- COREA, A. E. 1989. Evaluación de un ensayo de procedencias de *Pinus oocarpa* - *P. patula ssp tecunumanii* en cuatro sitios de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 179 p.
- DARUS, B. H. A. 1989. Growth performance and chromosome count of *Acacia mangium* derived from culture nodal explants. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 1(3):263-267.
- DARUS, H. A. 1989. Anatomical study on root formation in *Acacia mangium* stem cuttings. *Journal of Tropical Forest Science* 2(1):20-24.

- DARUS, H. A.; AB RASIP, A. G. 1989. A note on *Acacia* hybrids in a forest plantation in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(2):170-171.
- ✓ DARUS, H. A.; THOMPSON, S.; FIRRIE, A. 1990. Vegetative propagation of *Acacia mangium* by stem cutting: the effect of seedling age and phyllode number on rooting. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(4):274-279.
- ✓ DORAN, J. C.; SKELTON, D. J. 1982. Recolección de semillas de *Acacia mangium* para ensayos internacionales de procedencias. Información sobre Recursos Genético Forestales No 11 FAO. Roma, Italia p 47-53.
- GANAPATHY, N.; TAMILSELVAN, N.; ARULMOZHIYAN, R. 1990. Damage potential of ash weevil on *Acacias*. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 8:98.
- GAVINA, L. D.; GARCIA, M. V. 1987. Growth and nodulation of four species of *Acacia* (*Acacia auriculiformis*, *A. mangium*, *A. aulocarpa* and *A. mearnsii*) in grassland soil. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 5:14-15.
- GLOVER, N.; HEVELDOP, J. 1985. Multipurpose tree trials in Acosta-Puriscal, Costa Rica. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 3:4-6.
- GRIFFIN, A. R. 1988. Producing and propagation tropical *Acacia* hybrids. ACIAR Forest Newsletter 6:2
- HALIMAHTON, M. S.; ISHIHARA, M. 1990. Steam-explosion treatment of two Malaysian hardwoods. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(3):235-242.
- HALLEENDA, C. J. 1990. Growth rates of three Leguminous tree species on degraded acid soils. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 8:40-41.
- HALLIDAY, J. 1984. Register of nodulation reports for Leguminous trees and other arborea genera with nitrogen fixing members. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 2:38-45.

- HOWCROFT, N. S. 1988 Recolección de semillas de *Acacia mangium* realizada en 1986 en la provincia occidental de Papúa, Nueva Guinea. Información sobre Recursos Genéticos Forestales No 16 FAO. Roma, Italia. p 14-16.
- HU, T. W.; CHENG, W. E.; SHEN, T. A. 1983. Growth of the seedlings of four leguminous tree species in relation to soil pH in a pot test. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 1:24-25.
- JENG-DER, C.; YEN-RAY H.; TIEN-YUANG, C.; JENG-CHUAN, Y. 1990. Provenance variation of tree height, dbh and volume in *Acacia mangium* of young ages. Q. Jour. Chin. For. (China) 23(1):77-86.
- JIMENEZ, V.; PICADO, W. 1987 Algunas experiencias con *Acacia mangium* en Costa Rica. Silvoenergía (C. R.) No. 22 4 p.
- KAMIS, A.; MOHD AMRAN, M.G. 1987. Initial performance of *Gmelina arborea* Roxb. y *Acacia mangium* Willd. under plantation condition. The Malaysian Forester (Malasia) 47(4):255-262.
- KESSY, B. S. 1987. Growth of Australian Acacias in Tanzania. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 123-125. (ACIAR Proceedings No. 16).
- KOVITH, Y. 1987. Fields trials of fast-growing nitrogen-fixing trees in Thailand. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 176-179. (ACIAR Proceedings No. 16).
- LAHIRI, A. K. 1984. Note on *Acacia mangium* on lateritic tract of West Bengal. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 2:4.

- LEONARD, H. J. 1986 Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. Un perfil ambiental regional. Traducción del Inglés por Gerardo Budowski y Tirso Maldonado. CATIE, San Jose, C. R. 267 p.
- LIM, M. T. 1985. Biomass and biomass relationship of 3.5 year-old open-grown *Acacia mangium*. Universidad Potanian Malaysia, Occasional Paper (Malasia) No. 21:13 p.
- LOGAN, A. F.; BALDOIS, V. 1982. Pulping and papermaking characteristics of plantation-grown *Acacia mangium* from Sabah. The Malaysian Forester (Malasia) 45(2):217-236.
- LUEGO, J. N. 1990. Mirid bug (*Helopeltis* sp): A threat of *Acacia mangium*. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 8:105-106.
- MATHESON, A. C.; RAYMOND, C. A. 1984. Provenance x enviroment interaction: its detection, practical importance and use with particular reference to tropical foretry. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Mutare, Zimbawe, april de 1984 (Eds. Barnes, R. D. and Gibson, G. L.). Commonwealth Forestry Institute, Oxford, and Forest Research Centre, Harare. p 81-117.
- McDIKEN, K. G.; BREWBAKER, J. L. 1984. Descriptive summaries of economically important nitrogen fixing trees. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 2:46-54.
- MESEN, F. 1990. Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico / CATIE. Turrialba, Costa Rica. 42 p.
- MIDGLEY, S. J.; VIVEKANANDAN, K. 1987. Australian Acacias in Sri Lanka. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Camberra, Australia ACIAR. p 132-135. (ACIAR Proceedings No. 16).

MOHD, N. M. Y.; CHEW, L. T.; ABDUL, R. M. A.; NURULHUDA, M. N. 1989. The adhesive propieties of bark stract of *Acacia mangium*. Journal of Tropical Forest Science 2(2):104-109.

MORAN, G. F.; MUONA, O.; BELL, J. C. 1989. *Acacia mangium*: a tropical forest tree of the coastal lowland with low genetic diversity. Evolution (EE. UU.) 43(1):231-235.

MORROBEL D., J. L. Comportamiento de *Acacia mangium Willd.* en diferentes sistemas de plantación manejados por pequeños agricultores en Zambrana, Couti, República Dominicana. Tesis M. S. CATIE Turrialba, Costa Rica. 84 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1983 Mangium and other Acacias for the humid tropics. National Academy Press, Washington, D. C. 62 p.

NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION. 1987. *Acacia mangium* a fast-growing tree for the humid tropics. Nitrogen Fixing Tree Highlights. 2 p.

OLIVA H., E. 1990. Comportamiento en plantaciones de mangium (*Acacia mangium Willd.*) y aripin (*Caesalpinia velutina (B y R) Standl.*) en América Central. Tesis M. S. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 117 p.

OLIVA, E.; HUGHELL, D. 1990. Modelo de crecimiento y rendimiento de mangium (*Acacia mangium Willd.*) en Costa Rica, Honduras y Panamá. Silvoenergía (Costa Rica) No. 35:4 p.

PAN, Z.; MINGUAN, Y. 1987. Australian Acacias in the People's Republic of China. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Camberra, Australia ACIAR. p 136-138. (ACIAR Proceedings No. 16).

- PAUDYAL, B. K.; NIK, M. M. 1990. Preliminary thinning guideline for *Acacia mangium Willd.* plantation in Kemasul Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 3(1):25-34.
- PEH, T. B.; KHOO, K. C.; LE, T. W. 1982. Sulfate pulping of *Acacia mangium* and *Cleistopholis glauca* from Sabah. *The Malaysian Forester (Malasia)* 45(3):404-418.
- PETTERSON, H.; HAYMOLLER, P. 1984. Provenance test and breeding strategies for *Acacia mangium* and *Eucalyptus spp* in Philippines and India. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Ed. by Barnes, R. D.; Gibson, G. L. Commonwealth Forestry Institute, Oxford and Forest Research Centre, Harare. Mutare, Zimbabwe p. 432-436.
- PINYOPUSARERK, K.; FURIYAKORN, B. 1987. *Acacia* species and provenance trials in Thailand. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 143-146. (ACIAR Proceedings No. 16).
- PUGA, R. C.; BETHANCOURT, R. 1990. Early growth of *Acacia mangium Willd.* on a ultisol of Panamá. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 8:111- 112.
- RACZ, J.; ZAKARIA, I. 1987. Growth of *Acacia mangium* in Peninsular Malaysia. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 154-156. (ACIAR Proceedings No. 16).
- RAHIM, S. 1987. Survival rates of direct seeding and containerised planting of *Acacia mangium*. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 173-175. (ACIAR Proceedings No. 16).

- RAHIM, S.; WAN, A. I. 1990. Cement bonded particleboard from *Acacia mangium* - a preliminar study. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(4):267-273.
- RUIZ, M. F. 1991. Comportamiento inicial de varias fuentes de germoplasma de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en América Central. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 114 p.
- SALAZAR, R. 1989 Genetic variation of 16 provenances of *Acacia mangium* at nursery level in Turrialba, Costa Rica. *Commonw. Forest. Rev.* 68(4):263-272.
- SEIBERT, B.; KUNCORDO, I. 1987. Rehabilitation of *Iperata cylindrica* (L.) Beauv. grassland with *Acacia mangium* Willd. Nitrogen Fixing Tree Research Report. (EE. UU.) 5:18-19.
- SIM, B. L. 1984. The genetic base of *Acacia mangium* Willd. in Sabah. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Ed. by Barnes, R. D.; Gibson, G. L. Commonwealth Forestry Institute, Oxford and Forest Research Centre, Harare. Mutare, Zimbahwe p. 432-436.
- SIM, B. L. 1987. Research on *Acacia mangium* in Sabah. A review In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 164-166. (ACIAR Proceedings No. 16).
- SIM, B. L. GAN, E. 1988. Comparative growth of five tropical Acacias on four different sites in Sabah. *Commonwealth Forest Review (G. B.)* 67(2):149-158.
- SIM, B. L.; GAN, E. 1988. Comparative growth of five tropical Acacias on four diferent sites in Sabah. *Commonwealth Forest Review (G. B.)* 67(2):149-158.

- SKELTON, D. J.; HOWCROFT, N. H. S. 1987. Seed production and silvicultural trials of *Acacia* in Papua, New Guinea. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 188-190. (ACIAR Proceedings No. 16).
- SOUVANNAVONG, D. 1990. Recherches sur *Acacia mangium Willd.* espèce de plantation d'avenir, en zones tropicales humides d'Afrique Centrale et Occidentale. In Memorias del XIV Congreso de IUFRO. Montreal, Canada. p.
- THAN, C. K. 1979. Ensayo de *Acacia mangium Willd.* como especie de plantación en Sabah. Información sobre Recursos Genéticos Forestales No. 9. FAO. Roma, Italia. p 32-25.
- THOMAS, K. I.; KENT, G. A. 1987. Growth of *Acacia mangium* throughout Sabah. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 160-163. (ACIAR Proceedings No. 16).
- TURNBULL, J. W. 1984. Six phyllodinous *Acacia* species for planting in the humid tropical lowlands. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Bra.) 19:69-73.
- UDARBE, M. P.; HEPBURN, A. J. 1987. Development of *Acacia mangium* as plantation species in Sabah In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 157-159. (ACIAR Proceedings No. 16).
- VALERIO, G. J. 1986. Evaluación de nueve procedencias de *Gmelina arborea Roxb.* en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mg. Sc. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 92 p.

- VOSS, R. L.; PRIASUKMANA, S.; TANGKETASIK, J.; LEPPE, D. 1987. *Acacia mangium* in Kalimantan Timur, Indonesia. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 5:22-25.
- WAN, R. A. K.; AMIMAH, H.; SUNDRALINGAM, P. 1988. Effect of nitrogen and phosphorus on the early growth of three exotic plantation species in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 1(2):178-186.
- WAN, R. W. M.; KHALI, A. H.; CHEW, T. K. 1989. A volume table for planted *Acacia mangium* in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(2):110-121
- WICKNESWARI, R. 1989. Use of isozyme analysis in a proposed *Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis* hybrids seed production orchard. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 2(2):157-164.
- YANTASATH, K.; SUPATANAKUL, W.; UNGUICHIAN, I.; CHAMSAWAD, S.; CHANTRASIRI, S. PATANAVIBUL, S.; HYAKITKOSOL, C.; PROMPETCHARA, S.; PITHAKARNOP, N.; CHALERMKLIM, P. 1985. Research in nitrogen fixing tree species in Thailand: I. Species trials, II. Spacing trials, III. Determination of biomass production using allometric regression equation, IV. Tissue analysis and heating parameters, V. Pulping and papermaking characteristics. Nitrogen Fixing Tree Research Report (EE. UU.) 3:48-56.
- YAP, S. K. 1987. Introduction of *Acacia* species to Peninsular Malaysia. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 151-153. (ACIAR Proceedings No. 16).
- YAP, S. K.; WONG, S. M. 1983. Seed biology of *Acacia mangium*, *Albizia falcataria*, *Eucalyptus spp*, *Gmelina arborea*, *Maesopsis eminii*, *Pinus caribaea* and *Tectona grandis*. *The Malaysian Forester (Malasia)* 46(1):26-45.

ZED, P. G. 1987. Use of *Acacia mangium* in Fiji. In Australian Acacias in developing countries; proceedings of an international workshop, Gympie, Queensland, 1986. Ed. J. W. Turnbull. Canberra, Australia ACIAR. p 185-187. (ACIAR Proceedings No. 16).

ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. 1ª edición en español. Trad. Manuel Guzmán Ortiz. LIMUSA. México. 545 p.

Anexo 1. Coeficientes de correlación de los incrementos en altura y algunas variables ambientales, para seis procedencias de *Acacia mangium* Willd., en tres sitios de América Central.

	Alt19	Alt30	Lat.	Long.	Elev.	Temp.	Precip.	Mesecos
Alt19	1,00							
Alt30	0,99	1,00						
Lat.	0,74	0,80	1,00					
Long.	0,35	0,44	0,89	1,00				
Elev.	-0,62	-0,70	-0,98	-0,95	1,00			
Temp.	-0,67	-0,59	0,01	0,46	-0,16	1,00		
Precip.	-0,56	-0,48	0,14	0,57	-0,29	0,99	1,00	
Mesecos	-0,99	-0,97	-0,63	-0,21	0,50	0,77	0,68	1,00

Alt19 = Incremento medio anual en altura a los 19 meses

Alt30 = Incremento medio anual en altura a los 30 meses

Lat. = Latitud

Long. = Longitud

Elev. = Altitud sobre el nivel del mar

Temp. = Temperatura media anual

Precip. = Precipitación media anual

Mesecos = Número de meses con menos de 100 mm de precipitación.