

EFFECTO DEL PESO DE LA SEMILLA EN EL CRECIMIENTO DE *Acacia melanoxylon* R. Br. A LOS 6 MESES DE EDAD EN TRES CONDICIONES DE SUELO

MARÍA DEL CARMEN SANTIAGO CASTAÑEDA¹
EDGAR PIEDRAHITA CARDONA²

RESUMEN

*En el año 1991 se estableció un ensayo con el fin de estudiar el efecto del peso de la semilla de acacia negra (*Acacia melanoxylon* R. Br.) sobre diferentes parámetros germinativos bajo condiciones de laboratorio (fase I), el posterior comportamiento de las plántulas en el campo bajo diferentes condiciones de suelo (fase II), la respuesta en crecimiento a la fertilización inicial (fase III) y tardía (fase IV) en suelo remanente de minería, muy severamente erosionado.*

El presente informe corresponde a la fase II, esto es la evaluación a los 6 meses de edad de la sobrevivencia, el rendimiento y el incremento en altura de plántulas provenientes de 4 grupos de semillas de un mismo lote clasificadas por peso, bajo diferentes condiciones de suelo.

Las semillas se clasificaron en el Laboratorio de Semillas Forestales de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, con base en una distribución de frecuencias normalizada, en 4 grupos diferenciados por su peso. Después de 60 días de la siembra el crecimiento promedio bajo condiciones de Laboratorio (fase I en Gómez y Piedrahita, 1994) fue de 10.57 cm para las plántulas provenientes de semilla pesada, 7.85 cm para las de semilla mediana, 4.77 cm para las de semilla liviana y 7.17 cm para las semillas del grupo testigo. A esta edad (60 días) las plántulas se trasplantaron a bolsa individual y a los 120 días se llevaron definitivamente al campo.

La fase II del ensayo se estableció en la cuenca hidrográfica de Piedras Blancas (Municipio de Guarne - Antioquia) en áreas aledañas a las quebradas Piedras Blancas y La Rosario (zona de vida bosque húmedo

¹ Ingeniera Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

² Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín Medellín. Apartado 568

montano bajo). En el campo se seleccionaron tres sitios definidos por su fisiografía así: 1) terreno plano inundable con una pendiente de 1%; 2) terreno ligeramente inclinado con pendiente de 18%; 3) terreno inclinado con pendiente de 32%, muy severamente erosionado.

A los seis meses de establecido el ensayo en el campo se encontró que las plántulas provenientes de semilla pesada y testigo presentan el mejor rendimiento en altura, que el incremento en altura no presenta diferencias significativas (nivel 0.05) entre tratamientos, que las ventajas y mejor comportamiento de las semillas pesadas y sus plántulas en la fase I tienden a desaparecer en el campo y que las mayores diferencias en rendimiento e incremento en altura no se presentan entre tratamientos debidos al tamaño de la semilla sino entre sitios. Los mejores promedios en sobrevivencia, rendimiento e incremento medio mensual en altura se presentan en el terreno ligeramente inclinado (99%, 48.5 cm y 3.85 cm respectivamente) y los más bajos en el terreno plano inundable (74%, 36.1 cm y 1.38 cm respectivamente). No obstante las adversas condiciones de fertilidad y drenaje de algunos sitios, la acacia negra sin fertilización crece y se adapta aceptablemente en todos ellos.

Palabras clave: Crecimiento temprano, acacia negra, *Acacia melanoxylon*.

ABSTRACT

EFFECT OF SEED'S WEIGTH ON GROWING OF *Acacia melanoxylon* SIX MONTHS AFTER, UNDER THREE SOIL CONDITIONS.

In 1991 it was developed an essay; in order to study the effect of seed's weight on growing of black acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.) on different germinative parameters under laboratory conditions (phase I), the subsequent seedlings behavior on ground, under different soil conditions (phase II), the response in growing to initial fertilization (phase III) and later (phase IV) in remanent mining soil, severely eroded.

Phase II is considered at this work, that is, survivor evaluation six months after, yield and increment in height of seedlings coming from 4 groups of the same lot of seeds distinguished by its weight under different soil conditions.

In the seed forest laboratory of the Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín were made the seeds classification based on a normal frequency distribution of 4 groups distinguished by its weight. 60 days after sowing the average growing was of 10.57 cm (phase I) for seedlings coming from heavy seeds; 7.85 cm for those of median seed; 4.77 cm for those of light seed and 7.17 cm for the proof group seeds. At this time (60 days) seedlings were reimbursed in single sacs and 120 days after were definite carried to field.

In the Piedras Blancas river watersheds (municipio de Guarne-Antioquia) was established the phase II. In the field was chosen three sites distinguished by its physiography as following: 1) inundand plane ground with 1% of slope, 2) slightly inclined ground with 18% of slope, 3) inclined ground with 32% of slope severely erosioned.

Six months after the essay was established it was found in the field that seedlings coming from heavy and proof seeds showed the best yield in height; increment in height does not show significant differences (level 0.05) between treatments, in phase I profits and best behavior of heavy seeds and their seedlings tended to disappear in the field and, major differences in yield and increment in height due to seed's size do not appear between treatments, but only in sites.

Slightly inclined ground showed the higher average on survivor, yield and monthly increment in height (99%, 48,5 cm and 3,85 cm respectively); and the lower in the inundand plane ground (74%, 36,1 cm and 1,38 cm respectively).

Without fertilization black acacia growths and fits satisfactory in all sites, however, poor fertility and drainage conditions of some sites.

Key words: *early growing, black acacia, Acacia melanoxylon.*

ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

Descripción

La *Acacia melanoxylon* o acacia negra es una especie latifoliada originaria del sureste de Australia y de Tasmania (Geilfus, 1989; Kannegiesser, 1989; Bañados, 1991). En Suramérica se le ha establecido asociada con plantaciones de *Eucalyptus globulus* en Chile (Bañados, 1991) y en la región noroccidental de Colombia se le encuentra plantada junto con *Acacia bracinga* (Geilfus, 1989).

Es un árbol siempre verde de fuste recto que alcanza alturas de 30 a 35 m, con diámetros a la altura del pecho hasta 1,3 m en sus regiones de origen; sin embargo, en plantaciones su promedio de altura es de 10 a 30 m y sus diámetros fluctúan alrededor de 50 a 80 cm (Farrel y Asthon, 1978).

La especie presenta una copa piramidal amplia, con follaje tupido, coriáceo y persistente (Del Valle, 1972; Kannegiesser, 1989). Una característica distintiva de esta especie es su heterofilia, es decir que cambia la forma de la hoja; cuando joven el follaje está compuesto por pequeños folíolos que se transforman en hojas a partir del engrosamiento de los pecíolos, denominándose entonces filodios (Kannegiesser, 1989; Bañados, 1991).

Importancia

La acacia negra es una especie multi-propósito que inicialmente se plantó con fines ornamentales, para dar sombra, protección a los animales, en la estabilización de dunas o como cortinas cortavientos o cortafuegos. Esta especie leguminosa es excelente forrajera (16% de proteínas en plantas jóvenes) y ayuda al mejoramiento de los suelos mediante la fijación simbiótica de nitrógeno y el aporte de materia orgánica con alto contenido de nitrógeno. También se ha plantado con fines maderables por la calidad y valor de su madera (Vergara, 1982 citado por Russo, 1983; Kannegiesser, 1989; Bañados, 1991).

Ecológicamente es trascendente por su tolerancia a la sombra y a condiciones desfavorables del suelo (cárcavas, pantanos) y por su capacidad de colonizar suelos desprovistos de vegetación (Bañados, 1991).

La capacidad de colonizar y la adaptabilidad a condiciones desfavorables se debe a la posibilidad fijadora de nitrógeno que poseen las acacias mediante nódulos que pueden formar con una amplia variedad de rizobios del suelo (Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, 1987; Dart *et al.*, 1991).

Requerimientos ecológicos

Con relación al clima la especie se presenta en un amplio rango de hábitats, tolera desde sequías hasta heladas (euritérmica), con temperaturas mínimas que fluctúan entre 1 y 10°C y máximas que alcanzan hasta 32°C. Requiere una pluviosidad anual superior a 1000 mm (Kannegiesser, 1989; Geilfus, 1989). De acuerdo con Bañados (1991), se le encuentra en las formaciones ecológicas montano bajo y montano.

Respecto al suelo el mejor crecimiento de la *Acacia melanoxylon* se obtiene según Farrel y Asthon (1978), De Zwaan (1982) y Kannegiesser (1989) en suelos podzólicos y aluviales de fertilidad media a alta, profundos, con buen drenaje y pH neutro a ácido; prospera en sitios húmedos, particularmente a lo largo de cursos de agua. Sin embargo, De Zwaan (1982) reporta en Suráfrica para estos sitios una alta mortalidad y apariencia enfermosa de los sobrevivientes. También se le encuentra en terrenos arenosos, arcillo-limosos, podzoles amarillos o rojos y gleyzoles. La especie ocupa posiciones topográficas que varían desde terrenos bajos pantanosos, valles, laderas en pendiente, cárcavas, hasta mesetas y cimas.

Crecimiento

La *Acacia melanoxylon* ha sido introducida en varios países especialmente del hemisferio sur, entre los que se destacan India, Ceilán, Argentina, Chile y algunos del este y sur del Africa (Kannegiesser, 1989). En Ceilán se encuentra en plantaciones mezcladas con *Eucalyptus* sp. en lugares de alta pluviosidad (2000 a 2500 mm/año) y altitudes que fluctúan entre 1500 y 2100 msnm, sitios estos donde presenta un buen crecimiento (Tabla 1).

TABLA 1. Diámetros a la altura del pecho y alturas alcanzadas por la *A. melanoxylon* en Ceilán.

EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (cm)
15-16	24	21
20	28	26
30	37	32

Fuente: Streets, 1962 citado por Kannegiesser, 1989.

En Nueva Zelanda se han reportado crecimientos de 23 m de altura y 35 cm de diámetro a los 45 años en rodales sin manejo a una altitud de 300 m, con precipitaciones de 1500 mm/año y una temperatura media anual de 13°C (Streets, 1962 citado por Kannegiesser, 1989).

En un rodal puro de 20 años de edad sin manejo en la Isla Grande de Chiloé (Chile), con 1600 árboles/ha, se ha medido un crecimiento en volumen de 60 m³/ha/año y un rendimiento en área basal de 78 m²/ha y 25 m de altura (Bañados, 1991).

En Colombia un trabajo realizado por Arbeláez y Toro, 1992, con el fin de probar nuevas especies para la producción de varas tutoras en los municipios antioqueños de Rionegro, El Santuario, El Peñol y Sonsón, mostró que la *Acacia melanoxylon* tuvo un buen crecimiento y sobrevivencia en los cuatro sitios, luego de 8 meses de observaciones (Tabla 2). Los suelos en los cuales se establecieron estos ensayos son derivados de cenizas volcánicas, en relieve ondulado, moderadamente evolucionados, desaturados y profundos (Espinal, 1991 citado por Arbeláez y Toro, 1992), que favorecen el desarrollo y sobrevivencia de la especie.

TABLA 2. Sobrevivencia, diámetro y altura promedio para *A. melanoxylon* en el Oriente Antioqueño a los 8 meses de edad.

Municipio	Sobrevivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
Rionegro	98,21	0,912	89,45
El Santuario	94,64	0,936	68,32
El Peñol	80,36	0,837	73,53
Sonsón	90,43	1,445	107,63

Fuente: Arbeláez y Toro, 1992

ASPECTOS METODOLOGICOS

Localización del área

El ensayo se estableció en áreas aledañas a las Quebradas La Rosario y Piedras Blancas pertenecientes a la cuenca de Piedras Blancas (Municipio de Guarne) a unos 20 km al oriente de Medellín (Figura 1) y ubicada entre las siguientes coordenadas planas:

1°180.000 y 1°188.900 de latitud Norte,

1°117.700 y 1°172.500 de longitud Oeste.

Los tres sitios se describen y codifican de la siguiente manera:

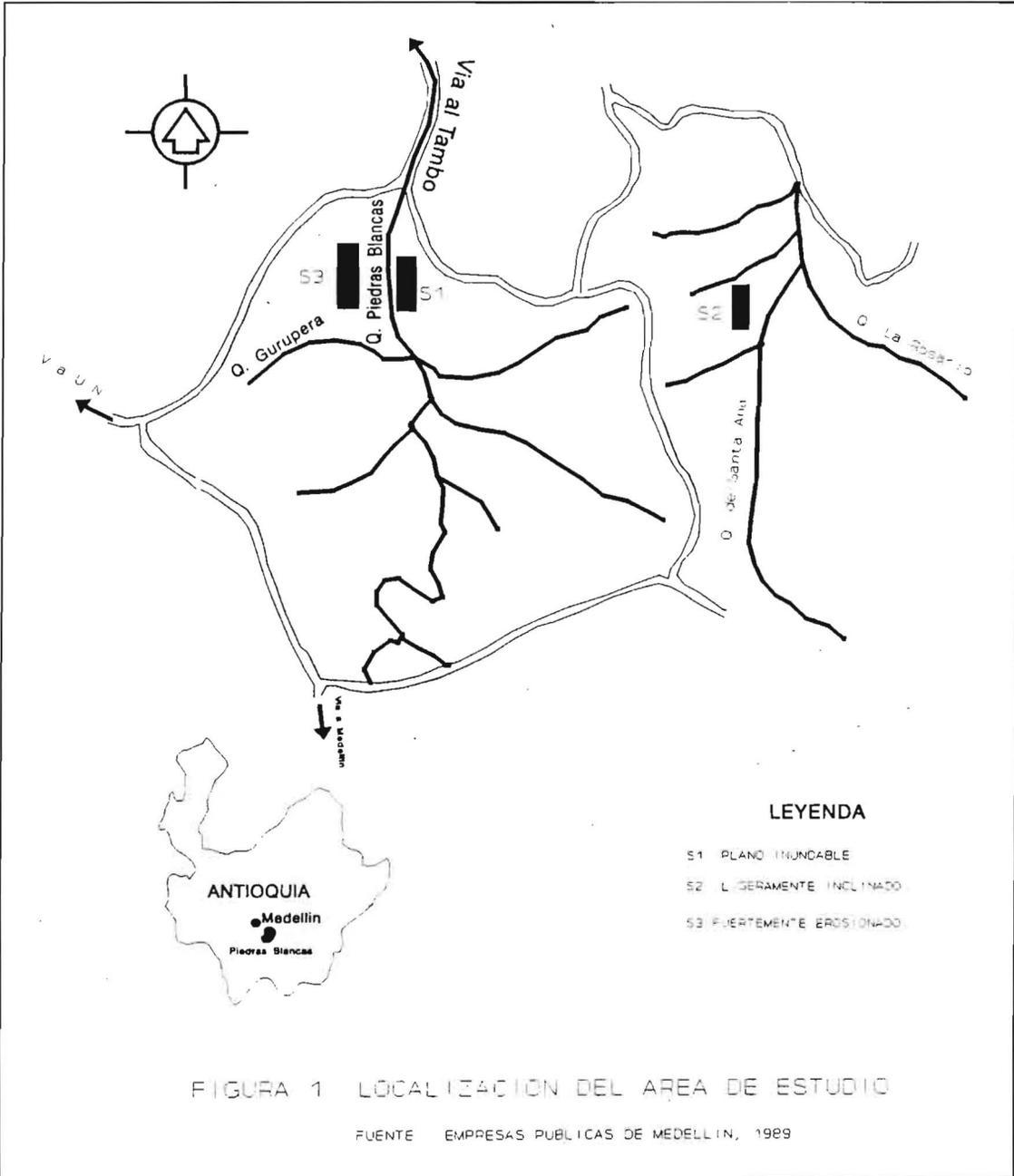
- S1: terreno plano, pendiente de 1%, inundable periódicamente. Corresponde a un pequeño valle formado por la vega de la quebrada Piedras Blancas. Cubierto predominantemente por pastos y juncos de la familia Ciperaceae,
- S2: Terreno ligeramente inclinado con pendiente de 18%. Corresponde a un tendón corto de serranía. Cubierto con pastos (*Paspalum* sp. predominantemente),
- S3: terreno inclinado con pendiente de 32%, remanente de minería muy severamente erosionado. Corresponde al declive final de un tendón corto de serranía. Cobertura vegetal escasa donde sobresalen helechos y ericáceas.

Clima

El área se encuentra a una altura de 2400 msnm y tiene una precipitación promedio anual de 1722 mm. En la Figura 2 se aprecian los registros de precipitación mensual durante el tiempo en que se hicieron las mediciones de campo (octubre/91 a abril/92), así como la serie histórica para los mismos meses (de 1970 a 1980).

Suelos y fisiografía

En general el área es quebrada con escasas pendientes suaves. Según el estudio de suelos del departamento de Antioquia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAG), 1979) en la zona predominan los suelos desaturados, ácidos, con alto contenido de materia orgánica, bajos en bases, fijadores de fósforo, de buenas propiedades físicas y desarrollados a partir de cenizas volcánicas.



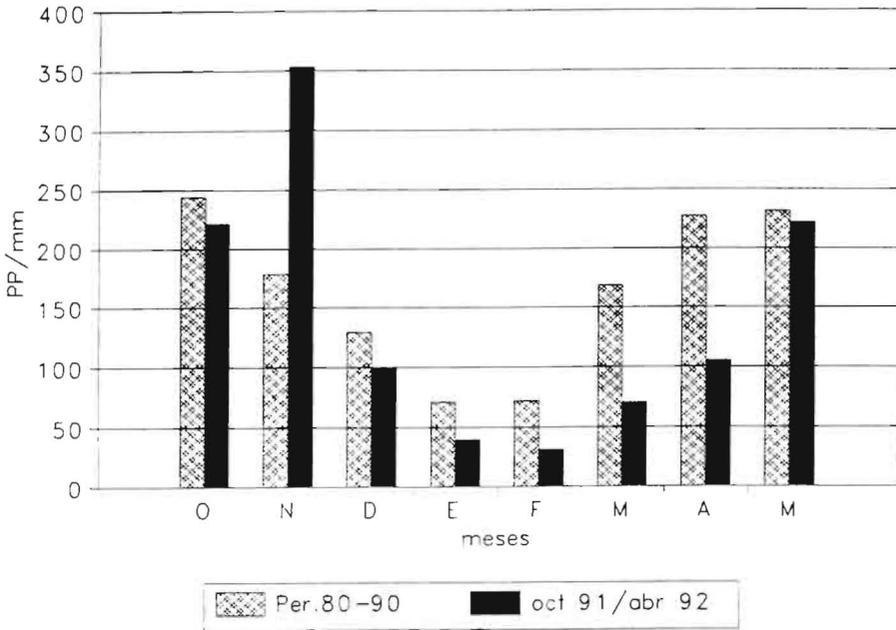


FIGURA 2. Precipitación en el área de estudio Promedios mensuales multianuales (periodo 1970-1980), comparados con los promedios mensuales del período octubre del 91 - abril del 92. Fuente:Giraldo,1991.

Diseño experimental.

Se siguió un diseño en BLOQUES AL AZAR así: cada sitio (S1, S2 y S3) constituyó un bloque, el cual tuvo dos parcelas (replicaciones) por cada uno de los cuatro tratamientos. Estos se definen como las plántulas provenientes de cuatro grupos de semillas separadas por su peso individual a un contenido de humedad de 11.1% así: pesadas (>0.0211g), medianas (0.0127 a 0.0183 g), livianas (<0.0099 g) y testigo (0.043 a 0.0266 g). Los rangos se establecieron con base en una distribución de frecuencias (Gómez y Piedrahíta, 1994).

Las parcelas se levantaron en forma rectangular con distancia entre árboles de 2 metros y número de plántulas variable de acuerdo con la disponibilidad de material vegetal. Se utilizaron para los terrenos S1 y S3 42 plantas por replicación para los tratamientos de plantas provenientes de semillas pesadas, medianas y testigo y 20 para las de semillas livianas; mientras en el S2 se sembraron 30 plantas por replicación para plantas de semillas pesadas, medianas y testigo y 20 para las de semillas livianas. El número de plantas en cada uno de los casos estuvo determinado por la disponibilidad de material vegetal y espacio para la siembra.

Muestreo y Análisis De Suelos

La toma de muestras de suelos para análisis en el laboratorio se hizo en cantidad de dos muestras para cada uno de los sitios plano inundable (S1) y ligeramente inclinado (S2), y de 3 muestras para el sitio inclinado erosionado (S3) dado que este presenta una mayor heterogeneidad. La profundidad de muestreo luego de remover la capa de materia vegetal y de raíces fue de 20 cms en los sitios S1 y S2 y de 10 cms en el sitio S3 donde se efectuó un ligero raspado para remover la película formada por algunas plantas inferiores como líquenes.

Los análisis realizados en el laboratorio fueron: pH en agua relación volumétrica 1:2; materia orgánica por el método de Walkley Black; fósforo por el método Bray II; aluminio intercambiable por volumetría con KCl; bases intercambiables por extracción con acetato de amonio; CIC efectiva por suma de cationes y textura por el método de Bouyoucos.

Medición de los Parámetros

Rendimiento en altura. Altura total en centímetros que tenían las plántulas al cabo de los seis meses medida con flexómetro desde la base (cuello de la raíz) hasta la yema terminal.

Incremento en altura

Crecimiento en altura en la fase de campo. Expresado en centímetros y calculado como la diferencia entre la altura total y la altura inicial de cada plántula que se registró al momento de la siembra.

Sobrevivencia

Calculada como la relación entre el número de plántulas vivas a los 6 meses y el número de plántulas sembradas, según tratamiento y sitio.

Otras observaciones

Durante las visitas al campo se tomaron observaciones tales como: defoliación de las plantas, muerte de yema apical, capacidad de rebrote, aparición de filodios, trozamiento de plantas, formación y actividad de nódulos, además se recolectaron algunas larvas e insectos presentes en las plantas.

Procesamiento de la Información

La comparación entre tratamientos se efectuó mediante ANAVA y la prueba de rangos múltiples de Duncan. Para evaluar la relación existente y el grado de asociación entre el rendimiento en altura y la edad para los mejores

tratamientos en cada sitio se emplearon regresiones simples. Todo el procesamiento de la información se hizo empleando el paquete estadístico para computador STATGRAPHICS versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

Suelos

Los análisis físico-químicos que se presentan en la Tabla 3 corresponden a los resultados de las muestras de suelo tomadas en cada uno de los tres sitios del ensayo.

Con base en estos análisis, las observaciones de campo y complementado con el estudio de Empresas Públicas de Medellín, 1989, los suelos de cada uno de los sitios en los cuales se establecieron parcelas se caracterizan y describen a continuación:

TABLA 3. Análisis físico-químico de suelos

Sitio*	No. Muestra	pH	M O %	P ppm	Al	Ca	Mg	K	CIC	Textura			Clase text
										A	L	Ar	
Meq/100g de suelo													
S1	1	4,9	22,4	1	4,0	0,5	0,1	0,21	4,81	70	22	8	FA
S1	2	4,9	21,9	1	3,3	0,4	0,1	0,26	4,06	68	18	14	FA
S2	1	5,3	9,6	2	1,3	4,2	1,4	0,21	7,11	70	22	8	FA
S2	2	5,2	14,1	2	2,2	3,4	0,8	0,23	6,63	64	30	6	FA
S3	1	5,2	0,3	4	3,8	0,3	0,1	0,20	4,40	36	44	20	F
S3	2	4,7	13,1	6	3,5	1,1	0,3	0,30	5,20	52	36	12	F
S3	3	5,1	0,3	4	5,0	0,8	0,1	0,30	6,20	26	46	28	FAR

*S1: Plano inundable con pendiente de 1%

S2: Ligeramente inclinado con pendiente de 18%

S3: Inclinado, fuertemente erosionado con pendiente de 32%

Terreno plano inundable (S1)

Los suelos están formados por aluviones medios a finos compuestos en gran parte por cenizas volcánicas, son ácidos, tienen un contenido alto de materia orgánica, textura franca fina, contenido medio de potasio, bajos contenidos de fósforo, calcio y magnesio, una baja CIC efectiva y bajo aluminio intercambiable.

Efecto del peso de la semilla en el...

Este sitio presenta un mal drenaje y un alto nivel freático además de encharcamiento debidos al desbordamiento de la Quebrada Piedras Blancas en la época de invierno y a la escorrentía proveniente del terreno erosionado aledaño a él. Se consideran estos suelos de fertilidad muy baja.

Terreno ligeramente inclinado (S2)

Pertenece a un paisaje de saprolito de anfibolita recubierto con ceniza volcánica, textura franca, desaturado, ácido, con contenido medio de materia orgánica y de aluminio intercambiable; el contenido de calcio y potasio es medio y el de fósforo y magnesio es bajo y la CIC efectiva también es baja.

A partir de observaciones de campo, se encontró que poseen un buen drenaje y presentan erosión laminar leve. Se consideran estos suelos de fertilidad baja.

Terreno inclinado severamente erosionado (S3)

Las características químicas de estos suelos muestran que son ácidos, tienen bajo contenido de materia orgánica, alto contenido de potasio, bajos contenidos de fósforo, calcio y magnesio, una baja CIC efectiva y de aluminio intercambiable.

Este terreno es remanente de minería, presenta cárcavas de diferentes magnitudes, una erosión muy severa y se observan abundantes bloques de bauxitas (mezclas de sesquióxidos de hierro y aluminio); su drenaje es pobre y la escorrentía superficial muy alta. Se consideran estos suelos de fertilidad muy baja.

En resumen los tres sitios presentan una baja fertilidad, sin embargo, por las condiciones de drenaje, pendiente y contenido de materia orgánica el sitio ligeramente inclinado resultó ser el más apropiado para el crecimiento de la *Acacia melanoxylon* sin aplicación de fertilizantes.

CRECIMIENTO EN ALTURA

Rendimiento

Las plántulas que se establecieron en el campo presentaban diferencias (sin inferencia estadística) entre tratamientos. La altura promedio de las plántulas originadas de semilla pesada era de 10.57 cm; la de las medianas de 7.85 cm; la de las testigo de 7.17 cm y la de las livianas de 4.77 cm.

En el campo al cabo de los 6 meses se encontraron diferencias significativas en altura entre los tratamientos. Mediante la prueba de Duncan (Tabla 4) se observa que el crecimiento en altura de las plántulas procedentes de semillas pesadas no difiere significativamente de las testigo, pero éstas si difieren significativamente de las medianas

y las livianas, las cuales a su vez no difieren entre sí. Con excepción de las medianas se conservan las tendencias que mostraron los tratamientos en diferentes parámetros germinativos durante la fase I. Las medianas se comportaron en dicha fase similarmente al testigo. En estos resultados las medianas se apartan de dicha tendencia sin tener elementos para explicar su retraso en el rendimiento en altura con relación al testigo.

TABLA 4. Comparación múltiple (prueba de Duncan) del rendimiento en altura a los seis meses de edad.

Tratamiento	Media	Grupos homogéneos *
Livianas	30,40	
Medianas	31,99	
Testigo	39,84	
Pesadas	41,36	

* La línea continua une promedios sin diferencias estadísticas al nivel del 0.05.

Puede observarse que las plántulas provenientes de semillas pesadas mantienen ventajas comparativas, especialmente con relación a las plántulas provenientes de semillas livianas. A los seis meses las plantas provenientes de semillas pesadas alcanzaron alturas hasta 48,5 cm en el terreno ligeramente inclinado, 39,5 cm en el erosionado y 36,1 cm en el inundable; de mantenerse estas tendencias de crecimiento en altura, a los 12 meses tendrán aproximadamente 97 cm, 79 cm y 72 cm para cada sitio respectivamente, alturas que representan aproximadamente entre el 44 y 60% de las que alcanzarían creciendo en el sitio más favorable (Sonsón) de los reportados por Arbeláez y Toro, 1992.

Al comparar el rendimiento de la altura de iguales tratamientos entre sitios, se observó que el terreno ligeramente inclinado (S1) fue el de mayores promedios y que las plantas de semillas pesadas y testigo presentaron el mejor desarrollo en altura en todos los sitios (Tabla 5).

Incremento

El incremento total corresponde a la diferencia en altura a la edad de 6 meses y la altura de la plántula al momento de su siembra en el campo; esta siembra se hizo cuatro meses después de salir el material del laboratorio para permitir el desarrollo de las plántulas hasta un tamaño apropiado para ser llevadas al campo. Mediante análisis de varianza se encontró que no habían diferencias significativas (nivel del 0.05) en el incremento en altura debido a los tratamientos.

TABLA 5. Medias del rendimiento en altura por tratamiento y sitio a los 6 meses de edad.

Sitio	Plántulas procedentes de semillas				Promedio sitio
	Pesadas (cm)	Medianas (cm)	Livianas (cm)	Testigo (cm)	
Plano Inclinado	39,46	30,38	33,84	43,89	36,89
Ligeramente Inclinado	48,52	43,94	33,88	45,08	42,85
Plano Inundable	36,11	21,66	23,49	30,54	27,95
Promedio tipo semilla	41,36	31,99	30,40	39,84	

Sin embargo si existen diferencias (sin inferencia estadística) en el incremento para un mismo tratamiento entre sitios. Como se observa en la Tabla 6 los mayores promedios del incremento en altura se presentaron en el terreno ligeramente inclinado y los mas bajos en el plano inundable.

TABLA 6. Promedios de los incrementos en altura (total y medio mensual) a los seis meses de edad en el campo.

Plántulas provenientes de semillas	Inclinado Erosionado (cm)		Ligeramente Inclinado (cm)		Plano Inundable (cm)	
	Total	Mensual	Total	Mensual	Total	Mensual
Pesadas	15,11	2,52	23,42	3,90	9,65	1,61
Medianas	11,48	1,91	23,47	3,91	7,91	1,32
Livianas	21,17	3,53	24,21	4,04	7,33	1,22
Testigo	20,25	3,38	21,32	3,55	8,09	1,35

La inexistencia de diferencias significativas en el incremento de la altura entre tratamientos de un mismo sitio puede explicarse en términos de que la mayor o menor reserva de nutrientes en la semilla solo tiene efectos en la primera fase de crecimiento, momento en el cual la planta deja de depender de los recursos maternos y pasa a ser autónoma.

SOBREVIVENCIA EN EL CAMPO

Los datos de sobrevivencia tomados pocos meses después del trasplante a bolsa muestran una mayor mortalidad en plántulas provenientes de semillas livianas, no siendo así en el campo, donde todos los tratamientos, según el análisis de varianza, presentan porcentajes de sobrevivencia que no difieren significativamente entre sí (nivel 0.05). Nuevamente las diferencias presentadas se deben al sitio, siendo el terreno inundable el que mayor mortalidad presentó (Tabla 7).

TABLA 7. Media de sobrevivencia y mortalidad en el campo.

Plántulas provenientes de semillas	Inclinado Erosionado (%)		Ligeramente Inclinado (%)		Plano Inundable (%)	
	Sobrev.	Mortal.	Sobrev.	Mortal.	Sobrev.	Mortal.
Pesadas	97,6	2,4	98,35	1,65	59,5	40,5
Medianas	100,0	0,0	98,35	1,65	63,1	36,9
Livianas	97,5	2,5	100,0	0,0	85,7	14,3
Testigo	100,0	0,0	98,5	1,5	85,7	14,3

Según observaciones de campo la mayor mortalidad en el terreno inundable es atribuible al fuerte invierno que soportaron las plantas en los dos primeros meses de establecida la plantación, permaneciendo en la mayoría de ellas el plato inundado, condición que provocó en las plantas defoliación, muerte de yema apical y pudrición de las raíces. Así mismo el desbordamiento de la Quebrada Piedras Blancas en varias ocasiones durante los primeros dos a tres meses con una fuerte corriente arrasó y afectó a una proporción representativa de las plantas, especialmente aquellas provenientes de semillas pesadas. Este mayor efecto sobre este tipo de plántulas se debe aparentemente a:

1. el mayor tamaño de las plántulas; en contraposición, las plántulas pequeñas tienen cierta protección contra la escorrentía por el pasto alledaño,
2. las parcelas de plántulas provenientes de semilla pesada, aunque aleatoriamente, quedaron ubicadas en sitios donde la escorrentía era mucho más fuerte.

No obstante, la sobrevivencia media (72%) en el terreno inundable es excepcional si se consideran la persistencia de factores del sitio limitantes como muy baja fertilidad, inundaciones periódicas y un nivel freático elevado permanentemente en la medida en que este terreno está rodeado en un costado por la Quebrada Piedras Blancas y

Efecto del peso de la semilla en el....

en el otro por una ciénaga.

La sobrevivencia promedio en el terreno inclinado erosionado (S3) fue de 98.8%, para los cuatro tratamientos; el valor más bajo fue de 97.5% para las plántulas provenientes de semillas livianas. Estos valores resultan notables dadas las características de estos suelos conformados por un saprolito remanente de minería, muy severamente erosionado y con propiedades físicas y químicas limitantes para usos agropecuarios y forestales productivos. Un posible factor que puede explicar la excelente sobrevivencia y el aceptable crecimiento de la acacia negra en estos suelos es la formación de nódulos. Algunas observaciones permitieron detectar la presencia de nódulos asociados a las raíces de las plántulas desde la fase de vivero.

De acuerdo con Dart *et al* (1991), estas asociaciones simbióticas de las acacias con bacterias generalmente del género *Rhizobium* y con hongos micorrícicos son vitales para la nutrición de las acacias, especialmente en suelos pobres. Dart *et al* (1991); Petmak y Williams (1991) y Prasad (1991) reportan un comportamiento muy bueno de varias especies de acacia en suelos muy pobres y con factores limitantes.

REGRESIONES PARA CRECIMIENTO EN ALTURA EN LOS TRES SITIOS

Para evaluar la relación altura total-tiempo en cada sitio se probaron las siguientes regresiones simples:

$$y = a + bx$$

$$y = \exp(a + bx)$$

$$\ln y = a + bx$$

$$1/y = a + bx$$

donde:

$$y = \text{altura total (cm)}$$

$$x = \text{tiempo (meses)}$$

Para estos modelos se emplearon los datos promedios por repetición para cada sitio de las plantas de semillas pesadas y testigo. Se seleccionaron estos dos tratamientos por presentar el mejor comportamiento en altura en las condiciones de campo y no presentar diferencias significativas entre si.

Los criterios empleados para calificar y seleccionar los diferentes modelos fueron: el error estándar, los estimadores (t de student) para los parámetros del modelo, el estimador para el modelo (F de Fisher), el gráfico de residuales y el coeficiente de correlación (R).

De acuerdo con estos criterios los mejores modelos para cada sitio, ligeramente inclinado, inclinado erosionado y plano inundable son, respectivamente:

$$\ln y = 2.69923 + 0.1145 x \quad R^2 = 0.97$$

$$\ln y = 2.7292 + 0.0991 x \quad R^2 = 0.97$$

$$y = \exp(25.5438 + 0.0004 x) \quad R^2 = 0.67$$

En términos generales la edad explica en los sitios ligeramente inclinado y erosionado el crecimiento de las plantas en una alta proporción. No ocurre lo mismo para el sitio plano inundable donde presumiblemente los factores del sitio tienen también un peso relativamente alto, al igual que la edad en el crecimiento de las plantas.

OTRAS OBSERVACIONES

Formación de nódulos

A lo largo de las observaciones de campo se pudo apreciar la formación de nódulos en las plantas de *A. melanoxyton*. Debido a que las observaciones de nódulos realizadas fueron pocas y no sistemáticas, no se puede inferir si hay alguna relación entre el tamaño de la semilla y el desarrollo de estos; tampoco se pueden dar resultados contundentes acerca de la actividad fijadora de nitrógeno de los nódulos, puesto que se presentaron indistintamente para tratamientos y sitios nódulos inactivos, activos y parcialmente activos. Tampoco se pudo establecer una relación entre la formación de nódulos y el desarrollo en altura de las plantas.

Aparición de filodios

En general la aparición de filodios comenzó a los dos meses de establecimiento de las plantas en el campo (6 meses de edad, incluyendo la fase previa de laboratorio), excepto para las plantas provenientes de semillas livianas que comenzó cuatro meses después (8 meses de edad). Al finalizar el período de observaciones todos los tratamientos tenían más del 75% de plantas con filodios.

Se encontró además que el desarrollo de filodios no guarda relación alguna con el crecimiento en altura de las plantas. Aparentemente en ningún momento la aparición y el desarrollo de filodios incide en el crecimiento de las

plantas.

Capacidad de rebrote

Fue muy notoria la alta capacidad de recuperación mediante rebrotes, cuando varias de las plantas sufrieron trozamiento o muerte de la yema apical. Se encontró, además, que los rebrotes crecían vigorosamente.

Enemigos naturales

En el transcurso de las mediciones no se detectaron plagas ni enfermedades en las plantas. Sin embargo, en el terreno erosionado se presentó un fuerte ramoneo en dos parcelas causado aparentemente por conejos silvestres; esto por cuanto se observaron periódicamente en este sitio excrementos de estos roedores. Se encontraron además larvas de *Glena bisulca* (Lepidoptera:Geometridae) que se alimenta principalmente de los filodios; *Mocis latipes* (Lepidoptera:Noctuidae) muy común en los pastos y algunos coleópteros adultos como *Anomala pyropyga* (Scarabidae) y *Nodotona* sp. (Chrysomelidae), estos dos últimos se alimentan preferentemente del follaje de los árboles pequeños recién plantados; por último se reporta la presencia de una mantis (*Amantis* sp.) que podría ser útil en el control biológico por ser depredadora de otros insectos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Ingeniera Forestal Martha Ligia Gómez Restrepo su autorización para utilizar datos empleados en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

ARBELAEZ C., M. M. y TORO R., L. J. Diagnóstico de varas tutoras para algunos cultivos en el oriente antioqueño y ensayos para su producción. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

BAÑADOS, A. Aromo australiano: ¿Una especie del futuro? (I parte). *En: Chile Forestal* No. 180 (1991); p. 28-29.

———. Aromo australiano: ¿Una especie del futuro? (II parte). *En: Chile Forestal* No. 181 (1991); p. 28-29.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Simbiosis leguminosa-rizobio: Evaluación, selección y manejo. Bogotá: CIAT, 1987. 72 p.

DART, P. *et al.* Role of Symbiotic Associations in Nutrition of Tropical Acacias. *En: Advances in Tropical Acacia Research*. Canberra, Australia: ACIAR, 1991. p. 13-19 (Proceedings No. 5).

DE ZWAAN, J. G. The silviculture of blackwood (*Acacia melanoxylon*). *En: South African Forestry Journal*. No.

121 (1982); p. 38-43.

- DEL VALLE A., J. I. Introducción a la Dendrología de Colombia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1972. 351 p.
- EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN. Reconocimiento de suelos con fines recreacionales y agropecuarios en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas. Dirección de Planeación. Unidad de Planeación Recursos Naturales, 1989. 66 p.
- ESPINAL, Luis Sigifredo. Apuntes ecológicos. Medellín: Lealon, 1991. 152 p. Citado por: ARBELAEZ C., M. M. y TORO R., L. J. Diagnóstico de varas tutoras para algunos cultivos en el oriente antioqueño y ensayos para su producción. Medellín, 1992. 89 p. + Anexos. Tesis (Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- FARREL, T. P. and ASTHON, D. H. Population studies on *Acacia melanoxylon* R. Br. I. Variation in seed of vegetative characteristics. *En: Aust. J. Bot.* Vol 26 No. 3 (1978); p. 365-379.
- GEILFUS, F. El árbol al servicio del agricultor. *En: Manual de agroforestería para el desarrollo rural.* Enda-Caribe, Santo Domingo: CATIE, 1989. p. 406-409.
- GIRALDO L., LUIS GONZAGA. Balance hídrico de dos microcuencas de Piedras Blancas (Antioquia) y crecimiento de tres coberturas vegetales sobre la humedad del suelo. Medellín, 1991. p? + Anexos. Proyecto de Tesis (Posgrado en Silvicultura y Manejo de Bosques). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- GOMEZ R., M.L. y PIEDRAHITA C., E. Heteromorfismo en semillas de acacia negra (*Acacia melanoxylon* R. Br). *En: Crónica Forestal y del Medio Ambiente* No.3 (1994); p. 9 - 24.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Suelos del Departamento de Antioquia. Tomo I. Bogotá: IGAC, 1979. 797 p.
- KANNEGIESSER, U. Antecedentes generales sobre *Acacia melanoxylon* (aromo australiano). *En: Ciencia e Investigación Forestal.* Vol. 2, No. 7 (1989); p. 90-97.
- PETMAK, P. and WILLIAMS, E.R. Use of *Acacia* Species in Agroforestry. *En: Advances in Tropical Acacia Research.* Canberra, Australia: ACIAR, 1991 p. 103-106. (Proceedings No. 35).
- PRASAD, R. Use of *Acacias* in Wastelands Reforestation. *En: Advances in Tropical Acacia Reserch.* Canberra, Australia: ACIAR, 1991, p.96-102. (Proceedings No. 35).
- RUSSO, RICARDO O. Fijación de nitrógeno en sistemas Agroforestales vía árboles de uso múltiple. Turrialba Costa Rica: CATIE, 1983. 11 p.
- STREETS, R. J. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon, 1962. 750 p. Citado por: KANNEGIESSER, U. Antecedentes generales sobre *Acacia melanoxylon* (aromo australiano). *En: Ciencia e Investigación Forestal.* Vol. 2, No. 7 (1989); p. 90-97.

Efecto del peso de la semilla en el...

VERGARA, N. T. New directions in agroforestry: the potencial of tropical legume trees: improving agroforestry in the Asia-Pacific Tropics. Honolulu, Hawaii, East-West: Center-United Nations University. 1982. 52 p. Citado por: RUSSO, RICARDO O. Fijación de nitrógeno en sistemas agroforestales vía árboles de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1983. p. ?.