

La prueba de Duncan sobre los valores promedios de altura y DAP destaca una alta diferencia ($P < 0.05$) en el crecimiento de las especies y procedencias de Leucaena en lo que se refiere a estos dos parámetros (Cuadro 3). De acuerdo con esta prueba las 14 especies y procedencias de Leucaena pueden agruparse en 4 sub-grupos:

- un sub-grupo de especies (las más promisorias): L. leucocephala var. K8, K67, Bustamante y K743 tienen más rápido y mayor crecimiento y presentan una diferencia altamente significativa con otros sub-grupos de especies ($P < 0.01$), con un valor promedio de 5.8m de altura.
- segundo sub-grupo corresponde a: L. leucocephala var. común, L. leucocephala var. Linares, L. sp. y L. pulverulenta que tienen un menor desarrollo de follaje comparándose con las procedencias ya citadas pero que presenten un buen desarrollo en altura (5.0m), levemente inferior al de la L. leucocephala var. K8 y K67 (5.8m).
- tercero sub-grupo corresponde a: L. collinsii, L. shannoni y L. diversifolia que presentan un valor promedio de 3.4m en altura y 3.2 cm DAP, lo cual implica que su incremento medio anual ponderado es de 85 y 0.8 cm respectivamente en altura y DAP.
- último sub-grupo de especies: L. greggii, L. macrophylla y L. lanceolata son las especies con un buen porcentaje de sobrevivencia pero con menor crecimiento en altura (63 cm en promedio por año) y en DAP (0.6 cm en promedio por año), en comparación con las especies y procedencias de otros sub-grupos.

La densidad inicial de plantación y más que esto, el área relativa por planta es otro factor determinante del crecimiento; los mayores crecimientos en altura y DAP se mostraron cuando los árboles disponían aproximadamente de 4m²/planta (2.0 x 2.0 m) con un buen drenaje que parece ser lo más recomendable para las especies y procedencias de Leucaena.

3.3 Relación DAP-Altura

Sin excepción todas las especies consideradas se comportan normalmente, su crecimiento en DAP corresponde con el respectivo en altura, siendo el incremento en altura aproximadamente 122 veces mayor que el incremento en DAP, lo cual es una relación relativamente alta. L. leucocephala K8 y K67 presentan la más acelerada proporción de incremento tanto en altura como en DAP, colocándose en la parte superior de la línea recta de regresión (Fig. 4). L. greggii, L. lanceolata y L. macrophylla presentan un gradiente de relación más bajo y se encuentran en la parte abajo de la línea recta.

CUADRO 3 : Prueba de Duncan sobre los valores promedio en altura y diámetro basal de algunas especies y procedencias del género Leucaena plantadas en Linares, M.L., México.

E s p e c i e	Altura media (cm)	D.A.P. (cm)
<u>L. leucocephala</u> :		
Var. K 8	609.70 ± 6.95 a	5.50 ± 0.25 a
Var. K 67	598.78 ± 13.43 a	5.40 ± 0.25 a
Proc. Bustamante	572.15 ± 8.39 a	4.40 ± 0.09 b
Var. K 743	534.88 ± 11.61 ab	4.53 ± 0.05 b
Var. común	523.70 ± 10.75 b	4.30 ± 0.09 b
Proc. Linares	520.33 ± 13.10 b	4.13 ± 0.11 b
<u>L. sp.</u>	487.13 ± 15.51 bc	4.28 ± 0.15 b
<u>L. pulverulenta</u>	463.50 ± 17.04 bc	4.08 ± 0.14 b
<u>L. collinsii</u>	357.40 ± 27.29 c	3.50 ± 0.16 c
<u>L. shannoni</u>	356.88 ± 8.49 c	2.83 ± 0.30 d
<u>L. diversifolia</u>	296.78 ± 29.64 c	3.13 ± 0.19 c
<u>L. greggii</u>	284.00 ± 8.33 d	1.80 ± 0.07 e
<u>L. macrophylla</u>	273.53 ± 13.24 d	2.05 ± 0.26 de
<u>L. lanceolata</u>	197.68 ± 11.21 d	1.25 ± 0.16 e

Líneas diferentes indican diferencias significativas (P 0.05).

Regresion de altura sobre DAP

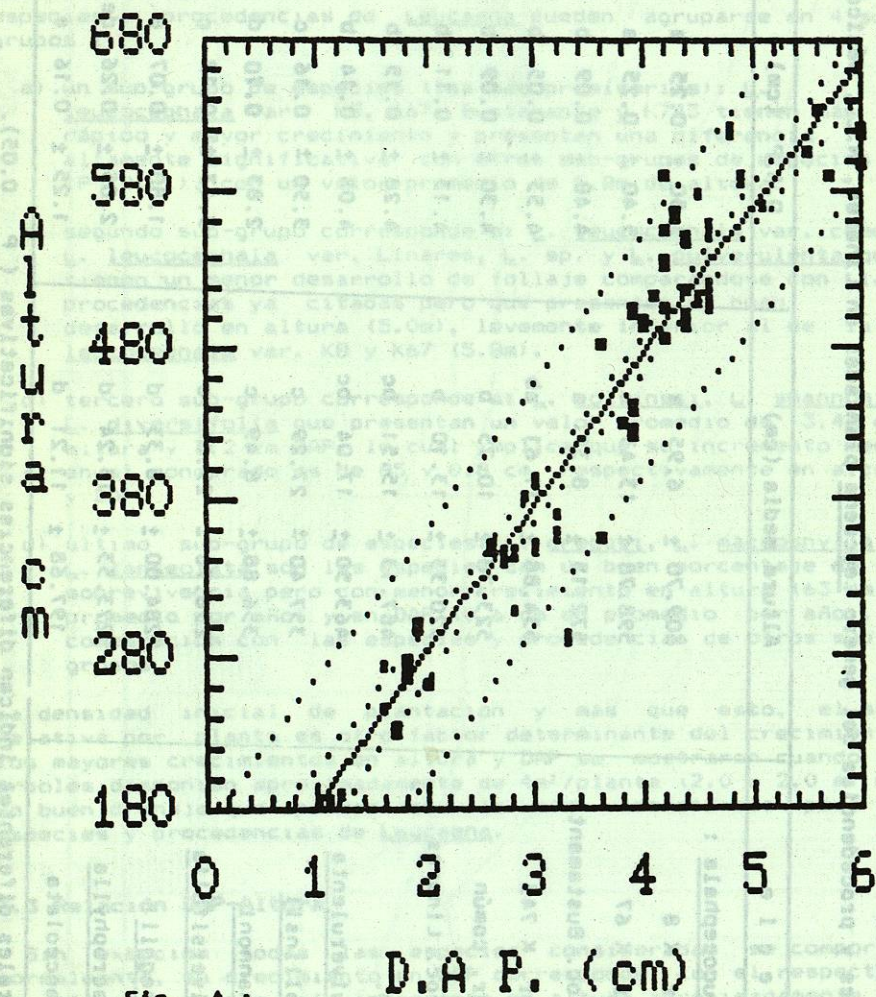


Fig. 4 :

Coeficiente de correlación = 0.956

Coeficiente de determinación = 91.37%

3.4 Rendimiento en volumen de leña

Junto con el crecimiento en altura, otro criterio para evaluar el desarrollo de especies forestales es la cuantificación de la productividad de ellas. Este parámetro es un buen indicador de la condición de sitio (suelo), aunque es dependiente de factores interespecíficas de competencia, de la densidad de la plantación y también de condiciones climáticas (Foroughbakhch et al, 1987).

La cuantificación de la producción de leña y/o estantes se realizó en base al rendimiento de cada planta por especie y procedencia en pie tomando en cuenta todos los fustes (tallos) con un DAP superior o igual a 5 cm como el diámetro comercial, utilizando la fórmula de Smalian para su determinación:

$$\text{Volumen} = (D1^2 + D2^2) / 2 \times \pi \times h$$

$$\text{Volumen / ha.} = (S1 + S2) / 2 \times \pi \times h \times d$$

El volumen de los árboles en pie se calculó en base a su altura comercial y su área basal, multiplicándose por la densidad de cada especie por ha.

Los resultados sobre el volumen de leña (y/o madera) aprovechable de las especies y procedencias de *Leucaena* (Cuadro 4) en condiciones de plantación, indican una variación altamente significativa ($P < 0.01$) entre las especies y las procedencias. De acuerdo con los resultados existe una concordancia entre el volumen de la leña aprovechable y los parámetros de altura y DAP de cada planta y especie. Los datos obtenidos sobre el volumen en pie mostraron que las variedades K67 (9.0 m³ /ha/año), K8 (8.8 m³ /ha/año) y procedencia Bustamante (8.1 m³ /ha/año) presentan una producción muy similar tanto por ha como por árbol con una densidad de plantación 3,850 árboles/ha aproximadamente.

La producción de leña por árbol se incrementa una vez que se disminuye la densidad de plantación mientras que el rendimiento /ha se reduce. Las procedencias: *L. leucocephala* var. comun (0.0101 m³/árbol/año) y *L. leucocephala* var. K743 (0.0113 m³ /ha por año) han sido las mejores productoras en volumen de leña por árbol con una densidad de plantación de 2,065 árboles/ha aproximadamente.

En base a las especies ensayadas: *L. guverulenta* (0.0082 m³/árbol), *L. collinsii* (0.0078 m³/árbol), *L. sp.* (0.0088 m³/árbol) producen un volumen casi similar con una densidad de 2,000 árboles/ha aproximadamente. *L. shannoni* (0.0057 m³/árbol), *L. macrophylla* (0.0050 m³/árbol) y *L. diversifolia* (0.0054 m³/árbol) han mostrado un rendimiento en volumen muy por debajo de la de *L. leucocephala* ya que solo producen 0.0047 m³/árbol en promedio.

ESTIMACION DEL VOLUMEN DE LEÑA (en pié) DE ALGUNAS ESPECIES Y PROCEDENCIAS DEL GENERO Leucaena PLANTADAS EN LINARES, NUEVO LEON, MEXICO.

E s p e c i e	Vol. promedio m ³ por ha. (total de 4 años)	Vol. promedio m ³ por árbol (total de 4 años)	Densidad de plantación	Edad (año)
<u>L. leucocephala</u> :				
Var. K 67	35.56 ± 0.444 a*	0.00821 ± 0.00021 b	4444	4 **
Var. K 8	33.54 ± 1.635 a	0.00933 ± 0.00087 b	3674	4
Proc. Bustamante	30.14 ± 2.091 ab	0.00945 ± 0.02017 a	3437	4
Var. común	22.59 ± 1.562 b	0.01007 ± 0.00062 b	2250	4 ***
Var. K 743	21.02 ± 1.025 b	0.01129 ± 0.00090 b	1875	4
Proc. Linares	17.89 ± 1.442 bc	0.00478 ± 0.00035 b	3851	4
<u>L. sp.</u>	19.00 ± 0.541 bc	0.00876 ± 0.00070 b	2200	4
<u>L. pulverulenta</u>	14.90 ± 1.127 c	0.00824 ± 0.00049 b	1800	4
<u>L. collinsii</u>	13.60 ± 1.980 c	0.00779 ± 0.00081 b	1750	4
<u>L. shannoni</u>	12.85 ± 0.391 c	0.00370 ± 0.00015 b	3500	4
<u>L. macrophylla</u>	12.37 ± 1.151 cd	0.00495 ± 0.00048 b	2500	4
<u>L. diversifolia</u>	9.48 ± 1.079 d	0.00535 ± 0.00102 b	1700	4
<u>L. leucocephala</u>	75.86 ± 11.061 (total de 5 años)	0.03461 ± 0.12360	2175	5

* Literales diferentes indican diferencias significativas (P 0.05).

** Espaciamiento 1.5x1.5 m y *** espaciamiento 2x2 m.

Casi menos de la mitad que las cantidades producidas por las procedencias de L. leucocephala (K743, K67 y K8 entre otras).

Los resultados obtenidos ponen en evidencia que la producción de biomasa aún a edades tempranas, es bastante alta para las procedencias de L. leucocephala en comparación con las especies del mismo genero, lo que indica una adaptación a las condiciones climáticas y el rápido crecimiento de estas procedencias tanto en altura como en diámetro. Cabe también mencionar que la densidad de plantación como el número de rebrotes (tallos) influyen claramente sobre la productividad de las plantas.

IV.- CONCLUSIONES

De acuerdo con el metodo utilizado en la determinación de la producción de leña y el crecimiento, con sus variaciones según espaciamiento inicial, despues de 4 años de establecimiento con 14 especies y procedencias de Leucaena, se puede concluir lo siguiente:

1- Todas las especies y procedencias ensayadas han sido adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la región, pero con un establecimiento variable debido a los factores bióticos y abióticos.

2- Todas las procedencias de Leucaena leucocephala excepto procedencia de Linares mostraron el más alto rendimiento y crecimiento y presentaron buen potencial como especie de uso múltiple. Las procedencias K67, K8, K743 son aptas para la producción de estantes, leña, carbon vegetal y pulpa para papel.

3- Las especies: L. sp., L. pulverulenta y L. collinsii mostraron características de especies leñosas similares con una gran capacidad en la producción de volumen de leña y desarrollo en altura y DAF la cual fue comparable con las mejores procedencias de L. leucocephala. Estas ultimas especies al igual que L. leucocephala (var. K8, K67, K743) mostraron buen comportamiento, tanto en sobrevivencia como en crecimiento en altura.

4- Leucaena macrophylla, L. lanceolata y L. shannoni aunque no sobresalieron en altura y en rendimiento de leña aprovechable, como otras especies y procedencias, son especies que pueden adaptarse a las condiciones climáticas de la región.

5- Las heladas afectaron el crecimiento en altura de las especies y procedencias de Leucaena excepto L. greggii, lo que mostro una marcada resistencia al frio en invierno.

6- La *Leucaena* es una especie de uso múltiple que ha comenzado a ser investigada en los últimos años, sin embargo, es necesario ampliar su estudio silvicultural para permitirnos un mejor conocimiento sobre su fenología, manejo de regeneración natural, reproducción vegetativa, asociación con cultivos, épocas de corte y manejo de rebrotes, estudios de otras procedencias que permitan identificar poblaciones que eventualmente puedan presentar una forma mejor y rendimientos mayores.

Es recomendable que se continúen impulsando los estudios sobre espaciamientos donde se analicen las variables biológicas del crecimiento y producción, así como las variables económicas. Es importante continuar con estudios biomásicos, ya que comprenden una muy útil herramienta para la toma de decisiones, manejo, evaluación y control de tratamiento aplicados a las plantaciones forestales, probando diferentes sitios ecológicos y perfeccionando la metodología utilizada en el presente estudio.

V- RESUMEN

Con el objeto de evaluar el comportamiento y productividad de especies forestales y seleccionar las más adecuadas para plantación así como identificar algunos de los factores que han limitado su crecimiento, se llevó a cabo una evaluación de los ensayos de introducción de especies y procedencias de *Leucaena*, establecidas en el Campus Universitario, dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L., ubicada en Linares Nuevo León.

A partir de 1985, se evaluaron catorce especies y procedencias de *Leucaena*, plantadas en monocultivo en parcelas de 10 x 10 m con un espaciamiento de 2 x 2 m, bajo diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones para cada especie.

Las especies ensayadas fueron: *Leucaena diversifolia*, *L. esculenta*, *L. greggii*, *L. lanceolata*, *L. leucocephala* var. K8, K67, K743, procedencias de Linares y Bustamante, N.L., *L. macrophylla*, *L. pulverulenta*, *L. shannoni*, *L. sp.*, *L. collinsii*. Las variables observadas durante 4 años de medición continua, se dividen en cualitativas y cuantitativas. Entre las cualitativas están: altura total, diámetro basal, D.A.F., área basal, incremento medio anual y sobrevivencia. Entre las cuantitativas se evaluó la rectitud del fuste, defectos y anomalías.

La adaptación inicial de casi todas las especies y procedencias de *Leucaena* excepto *L. diversifolia* y *L. shannoni* resultó satisfactoria con una sobrevivencia superior al 80%. Los resultados obtenidos sobre el desarrollo de las especies indican que las procedencias de *L. leucocephala* especialmente K67, K8, Bustamante y K743 son las mejores en crecimiento, en altura (desde 5.3 hasta 6.2 m en promedio), en diámetro basal y diámetro de altura de pecho (de 4.8 a 6.9 cm en promedio), en comparación

con las especies de *Leucaena* que varían entre 3.0 a 5.1 m en promedio en altura y entre 2.1 a 5.0 en DAF. *L. pulverulenta*, *L. leucocephala* var. K8, K67, K743 y *L. sp.* presentaron la mejor forma de fuste y copa.

La alta producción en biomasa, así como la producción de rebrotes de la mayoría de las especies no sólo es relevante, como follaje para el ganado, sino también como fuente energética en la producción de postes, leña y carbón vegetal. Los resultados sobre el volumen de la madera y/o leña aprovechable de algunas especies y procedencias de *Leucaena* que fueron estimadas durante 4 años de su establecimiento, indican una producción en plantación igual o mayor en volumen de madera que las poblaciones naturalizadas en la región. Los datos obtenidos sobre el volumen de madera indican que bajo condiciones de plantación de las procedencias de K8 y K67 representan una producción muy similar y superior (8.6 m³/ha/año) a las *L. sp.* (4.8 m³/ha/año), *L. collinsii* (3.5 m³/ha/año), *L. macrophylla* (3.0 m³/ha/año). *L. leucocephala* var. Salvadorensis en las plantaciones de 5 años llega a tener una producción en volumen de madera muy superior a las mencionadas anteriormente (en orden de 19 m³/ha por año).

- Research Report, Vol. 7 (2) : 6-20.
- Claverán Alonso, R., 1981 : Leguminosas forrajeras. Instituto Nacional de Investigación Agrícola, INIA, México, 171-177 p.
- Foroughbakhch, R. y Alanís, G.L., 1989 : Estudio sobre el comportamiento de 12 especies forestales, como fuente energética en el material del nordeste de México. Primera Reunión Nacional sobre Biotecnología B-10 de Nov. de 1989, Univ. Aut. de Chapingo, México, D.F., 19 pp.
- Foroughbakhch, R., Peñalosa, R. & Stinen, M., 1987 : The survival and growth of *Barringtonia speciosa* (Jacq.) Steud and other introduced species in the material of Northeastern Mexico. N.P.A. Spec. Publ. 87-01 Oct. 1987 : 123-130, Waimanalo, Hawaii.
- Foroughbakhch, R., Peñalosa, R. & Stinen, M., 1987 : Increasing productivity in the material of Northeastern Mexico : Domestication of ten native multipurpose tree species. Symposium : "strategies for classification and management of native vegetation for food production in the arid zones" Oct. 12-16, 1987, Tucson, Arizona, USA. General Technical Report, RM-130: 90-97.
- Jurado E., Reid, N. 1989: Influencia de factores edaficos, topograficos y producción sobre el material genético de *Leucaena* en Linares, N.L. Rep. Cient. # 10 Fac. de Ciencias Forestales, Univ. Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L. México. pp. 1-26.

VII- BIBLIOGRAFIA

- Bendeck, N.L., y Foroughbakhch, R., 1988 : Distribution and phenology of *Leucaena greqii*, S. Wats. in North-eastern Mexico. Leucaena Research Reports Vol. 9 : 62-66 pp.
- Brewbaker, J.L., 1978 : Guide to the systematics of the genus *Leucaena* (Mimosaceae). C.I.A T., Galli. Mimo 1978.
- Brewbaker, J.L., 1983 : Systematics, self-incompatibility, breeding systems and genetic improvement of *Leucaena* species. Leucaena Research in the Asian and Pacific region. International Dev. Res. Ctre., Ottawa, Canada 17-22 p.
- Brewbaker, J.L., 1987 : Species of the genus *Leucaena*. Leucaena Research Reports, Vol. 7 (2) : 6-20.
- Claverán Alonso, R., 1981 : Leguminosas forrajeras. Instituto Nacional de Investigación Agrícola, INIA, Mexico, 171-177 p.
- Foroughbakhch, R. y Alanis, G.J., 1989 : Estudio sobre el comportamiento de 15 especies forestales, como fuente energética en el matorral del noreste de Mexico. Primera Reunion Nacional sobre Dendroenergía 8-10 de Nov. de 1989, Univ. Aut. de Chapingo, Mexico, D.F., 18 pp.
- Foroughbakhch, R., Peñaloza, R. & H. Stinen, 1987 : The survival and growth of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud and other introduced species in the matorral of Northeastern Mexico. N.F.T.A. Spec. Publ. 87-01 Oct. 1987 : 123-130, Waimanalo, Hawaii
- Foroughbakhch, R., Peñaloza, R. & Stienen, H., 1987 : Increasing productivity in the matorral of Northeastern Mexico : Demostication of ten native multipurpose tree species. Symposium : "strategie for classification and management of native vegetation for food production in the arid zones" Oct. 12-16, 1987, Tucson, Arizona. USA. General Technical Reports. RM-150: 90-99.
- Jurado E., Reid, N. 1989: Influencia de factores edaficos, topográficos y perturbación sobre el matorral espinoso tamaulipeco en Linares, N.L. Rep. Cient. # 10 Fac. de Ciencias Forestales., Univ. Autonoma de Nuevo Leon, Linares, N.L. Mexico. pp. 1-36.

POTENCIAL PRODUCTOR DE BIOMASA CON *Leucaena leucocephala* (Lam.) DE WIT EN EL NORESTE DE MEXICO, BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE

CORTE

- Reid, N., Marroquin, J., Beyer-Munzel, F., 1987: Intensidad del ramoneo en el Matorral tamaulipeco del Noreste de Mexico. Congreso de Soc. de Manejo de Pastizales, Durango, SOMMAP 87, "Resúmenes", pp. 42.
- Sorensson, C.T., 1987: Interspecific hybridization and evolution in the genus *Leucaena*. M.S. Thesis, Univ. Hawaii. Citado en L.R.R. Vol. 7(2):6-20 p.

CAPILLA ALFONSIANA