

00301

13

2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Producción de Forraje con Especies no Convencionales en Terrenos Degradados del Estado de Morelos

T E S I S

Cue como requisito para
optar por el grado de:

Maestro en Ciencias (Biología)

P R E S E N T A E L:

BIOL. ROBERTO CRUZ CISNEROS



MEXICO D.F.

1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	6
ANTECEDENTES	7
Selección de especies	10
Descripción general de las especies utilizadas	12
- <u>Enterolobium cyclocarpum</u>	12
- <u>Leucaena esculenta</u>	14
- <u>Tamarindus indica</u>	18
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL	21
Ubicación geográfica	21
Topografía e hidrología	21
Litología superficial	21
Suelo	24
Clima	24
Vegetación	25
MATERIALES Y METODOS	27
Muestras de suelos	27
Obtención de las semillas	27
Plantación en vivero	29
Tratamientos y diseño experimental	30
Establecimiento del experimento:	30
- Apertura de cepas	30
- Unidad experimental, parcela bruta, parcela útil	30
- Protección del lote experimental	31
- Trasplante y aclareo	31
Actividades de campo posteriores al establecimiento de la plantación:	32
- Riego	32
- Fertilización	32
- Control de malezas y plagas	32
- Medición de variables	33
- Cortes	34
Calendario de actividades	36
Determinaciones de laboratorio	37
Análisis estadístico	38
RESULTADOS Y DISCUSION	39
Caraterización de los suelos del lote experimental	39
Peso fresco	39
Peso seco	46
Contenido de proteína cruda	51
Rendimiento de proteína cruda	55
Altura	59
Cobertura	64
Número de hojas	69
Número de ramas	73
Número de vástagos	78
Interacción de variables	82
Desarrollo de raíces	88
CONCLUSIONES	94
LITERATURA CITADA	100
APENDICES	107

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

Con la intención de ofrecer una alternativa de uso para suelos no productivos desde el punto de vista agrícola y al mismo tiempo contribuir a su restauración ecológica, así como proporcionar una forma de salvaguardar y aprovechar la riqueza florística actual del país, se sometieron a prueba de aclimatación y manejo tres especies de leguminosas: Enterolobium cyclocarpum "guanacaste", Leucaena esculenta "hualaje rojo" y Tamarindus indica "tamarindo"

El trabajo de campo se efectuó en la cercanía de la población de Atlacholoaya, municipio de Xochitepec, Morelos, a 1100 manm. en la margen izquierda del río Apatlaco, en terrenos con pendientes de 10 a 15 grados, suelo somero y discontinuo --litosol y restos de feozem háplico con fase lítica-- sobre areniscas y conglomerados del mioceno-plioceno; en clima A(wo)(w)a(i')g y vegetación actual de matorral tropical depauperado derivado de selva baja caducifolia.

Se realizó la caracterización física y química de los suelos del lote experimental que resultaron ser de baja fertilidad. El diseño experimental fue trifactorial con distribución de tratamientos en bloques aleatorizados, con seis repeticiones. Los tratamientos consistieron en 4 dosis de fertilizante (sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple: 00-00 testigo; 80-20, dosis baja; 100-40, dosis media; 120-60, dosis alta, en Kg/ha de N y de P2O5 respectivamente), divididas en 4 aplicaciones. La unidad experimental con un área de 3 m² (3m x 1m) consistió de 18 plantas por parcela "bruta" y 4 plantas por parcela "útil". El lote experimental fue de 72 parcelas, con una superficie de 588 m² y 1296 plantas.

El establecimiento fue por trasplante cuando las plantas

tenían 50 días de edad y 12 a 15 cm de alto. Se administró riego de auxilio antes de la llegada de la estación de lluvias y periódicamente se realizaron mediciones de variables y cosechas de forraje.

Las variables de estudio para cada especie fueron: peso fresco, peso seco, contenido y rendimiento de proteína cruda, altura, cobertura, número de hojas, ramas, vástagos y raíces. El estudio abarcó un ciclo anual, (14 de febrero de 1987 a 13 de febrero de 1988).

Los resultados indican que en las condiciones en que se probaron las leguminosas, el "huaje rojo" se reveló como una excelente productora de forraje (15.77 y 5.02 tm/ha/año peso fresco y seco respectivamente) y protectora del suelo, que resiste bien el manejo. El "guanacaste", (con 3.93 y 1.23 tm/ha/año, de peso fresco y seco) puede ser una regular productora de forraje y protectora del suelo si se incrementa la densidad de siembra. El "tamarindo" se comportó como mal productor de forraje (1.84 y 0.69 tm/ha/año de peso fresco y seco respectivamente) de muy baja cobertura y no resistente al manejo. Ninguna especie respondió a la fertilización.

INTRODUCCION

La enorme presión que sobre los recursos naturales se está ejerciendo a nivel mundial, ha vuelto imperiosa la necesidad de rescatar del olvido y abandono ciertos recursos alimenticios no solo para el hombre, sino también para sus animales domésticos --y por medio de ellos para él mismo --a fin de satisfacer la enorme demanda de alimento que plantea la acelerada tasa de crecimiento de la población humana.

A través de la historia el hombre ha usado mas de 3000 especies vegetales para consumo como alimento, pero solo alrededor de 150 han sido cultivadas a escala comercial intensiva. Al paso del tiempo la tendencia a seguir el modelo de monocultivo, generado en regiones templadas, ha significado la concentración sobre cada vez menos especies a cultivar.

En la actualidad, la inmensa mayoría de los habitantes del Globo basan su alimentación en alrededor de 20 productos vegetales: trigo, arroz, maíz, mijo, avena, sorgo, papa, remolacha, camote, mandioca, frijol, chicharo, garbanzo, cacahuete, soya, caña de azúcar, coco, ajonjolí, col y plátano (N.A.S.1975).

En la medida que el abastecimiento de alimento alcanza mayor déficit, el hombre se vuelve mas dependiente de los vegetales para obtener su dosis mínima de carbohidratos y proteína y en la búsqueda de estos insustituibles requerimientos alimenticios --gracias a la ampliación del cultivo de plantas que lo satisfagan-- compete con los herbívoros obligados en la búsqueda de la propia fuente alimenticia. Sin embargo, la manera en que se trata de satisfacer la demanda, es por medio del monocultivo, modelo que es

altamente susceptible de sufrir catástrofes provocadas por plagas o enfermedades, por variaciones climáticas extremas o meteoros violentos.

Es por ello necesario diversificar al máximo posible las fuentes nutrimentales para el hombre abriendo el espectro de fuentes alimentarias hacia plantas poco conocidas o poco usadas para consumo directo --o indirecto a través del ganado-- aprovechando el inmenso potencial florístico de cada región. Se requiere por lo tanto, someter a investigación los cientos o miles de especies, alóctonas o autóctonas, muchas de las cuales nunca han sido probadas para tal fin o incluso permanecen desconocidas.

La aparente ventaja que las plantas ya en uso tienen sobre las no utilizadas, se reduce en ocasiones a la desproporción en el número de investigaciones que sobre las primeras se han efectuado en comparación con las segundas. Muchas especies no usadas pueden tener igual o mayor mérito que las ya conocidas, pero solo la investigación sistemática y programada en tal sentido, podrá ponerlo de manifiesto.

Por otro lado, el dominio mal entendido que el hombre ha ejercido sobre la ecósfera, ha conducido al progresivo deterioro de la misma, quedando como huella delatora de su afán dilapidador, suelos erosionados difíciles de recuperar. Pero no es tarde para intentar reincorporarlos al sistema productivo con tratamientos y manejos especiales que a la vez que detengan o al menos atenden el impacto ejercido sobre ellos, sea posible aportar algo en el renglón de alimentos empleando técnicas y especies distintas de las ya tradicionalmente empleadas, pero que representen la diferencia entre la pérdida total y permanente del recurso suelo o el inicio de una

nueva etapa en el uso y producción de dicho recurso.

Ello ha sido el motivo del interés del autor de llevar a cabo una línea de investigación en las zonas cálidas subhúmedas de México, centrando primero la atención en el estado de Morelos, para ensayar el uso de especies potencialmente forrajeras que ayuden no solo a mejorar el paisaje --en el sentido que da Vink (1983) a este concepto-- sino también contribuir al empleo de recursos vegetales no visualizados hasta ahora dentro del renglón de la producción de forraje.

Quizá, con esto, se podrá contribuir a tener un trópico más productivo, diversificado, con más empleo, menos dependiente de insumos importados, menos deterioro de nuestros sistemas naturales, más ligado e identificado con nuestras culturas tradicionales y por ende más humano. El seguir imponiendo sistemas destructivos, poco productivos, intensivos en la demanda de capital y deshumanizados, nos alejará más de la solución a los problemas de producción de la tierra del país. (Gómez-Pompa 1985).

La ganadería extensiva debe dejar de serlo y convertirse a la brevedad posible en ganadería estabulada o semiestabulada intensiva y dejar terrenos libres para la reforestación masiva y para la agricultura intensiva que se requiera. Los suelos cuya capacidad lo justifique habrán de dedicarse a cultivos extensivos de productos que requiera la economía nacional; pero aquellos que no muestren "vocación" agrícola, tradicional o comercial, deberán ser objeto de un uso particular que, si bien contribuyan a proporcionar satisfactores básicos, sean al mismo tiempo protegidos o rescatados del deterioro y la devastación (Myers & Shelton, 1980).

OBJETIVOS

La investigación realizada tuvo como objetivo general el probar la capacidad de producción de forraje para corte de tres especies de leguminosas que hasta ahora no se han empleado para tal fin, y son: Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb., Leucaena esculenta (M. et S. ex A.DC.) Benth. y Tamarindus indica L.

A la par del objetivo general señalado se propusieron alcanzar dos objetivos complementarios:

- 1) Proponer un uso alternativo para suelos degradados de clase no agrícola.
- 2) Determinar la posibilidad de uso de especies leñosas tropicales para prevenir y controlar la erosión.

Para lograr el objetivo general, se trazaron los objetivos específicos siguientes:

- 1) Caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se desarrolló el experimento.
- 2) Determinar la producción y calidad nutritiva del forraje de las tres especies seleccionadas, bajo tres dosis de fertilización.
- 3) Evaluar el comportamiento de cada especie a través de cortes periódicos.

A fin de alcanzar los objetivos complementarios se propusieron los objetivos específicos que se mencionan a continuación:

- 1) Evaluar el incremento en la cobertura.
- 2) Cuantificar la velocidad de crecimiento en el vástago.
- 3) Determinar el patrón de crecimiento del sistema radical.

ANTECEDENTES

La experiencia acumulada para cada una de las especies desde el punto de vista de su cultivo en general es muy diferente. Para Leucaena, a nivel genérico la literatura es muy abundante tanto internacional (Dijkman, 1950; Bengé, 1977; Flores y Stobbs, 1978, Gray, 1968; N.A.S., 1975, 1977 y 1979) como nacional (Sánchez y Pérez, 1977; Zárate y Sousa, 1978; Pérez, 1979; Banco de México, 1980; Zárate Pedroche, 1982); sin embargo, el grueso de la literatura se refiere a especies diferentes a Leucaena esculenta, usadas como productoras de forraje, concretamente a L. leucocephala y L. glauca. La revista denominada "Leucaena" que lleva publicados 8 volúmenes (hasta 1987) uno por año, y que está dedicada a difundir los resultados de la investigación que a nivel mundial se realiza sobre cualquier especie de Leucaena es un muy buen indicador al respecto.

En los últimos años se han efectuado algunas aportaciones en las que se involucran germoplasma de plantas de México, aunque no necesariamente todas estas investigaciones se han efectuado en el país. Por ejemplo, varios autores han trabajado acerca de la relación de Leucaena con Rhizobium pero con especies diferentes de L. esculenta, (Aquiahuatl y Muñoz, 1983a y 1983b; Ramírez, 1987; Moreno Quiroz, Ferrara Cerrato y Nuñez Escobar, 1987; y De la Garza, Valdés y Aguirre, 1987).

Por su parte Salas Noh y Castellanos Ruelas (1983) y Salas Noh y Tejeda de Hernández (1983), han investigado sobre la capacidad alimentaria de forraje de varias especies de Leucaena pero no han

trabajado con L. esculenta; Lara Fernández y Ferrara Cerrato (1986), realizaron investigaciones acerca de la simbiosis de micorriza vesiculocarbuscular en Leucaena leucocephala.

Sorensen y Brewbaker (1987), trabajaron con varias especies de Leucaena incluyendo a L. esculenta pero en investigación relacionada con fitomejoramiento.

La información referente a la producción de forraje fresco para Leucaena, a nivel genérico, es abundante, pero la mayor parte de los trabajos se refieren a L. leucocephala; por ejemplo, se citan los valores, expresados en toneladas por hectárea, siguientes: 52.62, 42.22, 43.36, 39.68, Raina et al. (1984); 39.64 38.69, 43.42, 41.42, 28.29 y 27.51. Relwani et al. (1982). Raina et al. (op. cit.), señalan que la producción de forraje en 20 pruebas disminuyó en el quinto corte, correspondiente al mes mas seco. Los valores promedio encontrados fueron los siguientes: 6.174, 6.764, 5.856, 7.718, 4.403, 5.811 y 5.675 para los intervalos de corte, en días, de 180, 50, 45, 60, 67, 57 y 46 respectivamente.

En la literatura se encuentran un buen número de referencias acerca de determinaciones de contenido proteínico, principalmente para Leucaena leucocephala, que citan valores muy diversos; por ejemplo: 22.86% Singh y Mudgal (1967); 28.8% Hutton y Bonner (1960); 21.0% Hill (1970); 22.0% Finch y Ripperton (1962); 34.63% Alférez (1976); 25.9% N.A.S. (1977); 24.42%, 24.1%, 24.0%, 23.86, 26.29% y 24.7% Relwani et al. (1982); 18.48% y 19.33% Krishna Murthy y Mune Gowda (1982); 18.5%, (planta completa), 25% (hojas) 2% (tallos tiernos) Pizarro y Sousa Costa (1983). De una lista de mas de 250 datos de los contenidos proteínicos de L. leucocephala divididos en dos grupos de alto y bajo contenido; los mayores porcentajes para

el primero son: 30.9, 30.5, 30.3, 30.2, y 30.0. y para el segundo, los menores son: 21.3, 21.2, 19.8, 18.9 y 16.0. Sanders et al. (1987). Los mismos autores ofrecen para L. esculenta los valores siguientes: 23.5%, 22.0%, 21.1%, 20.9%, 19.4% y 12.6%.

Sin embargo todos los valores señalados corresponden a análisis de forraje proveniente de cultivos realizados en condiciones de suelo y humedad ambiental mucho mejores que aquellos en donde se realizó este trabajo.

Por lo que toca a Enterolobium cyclocarpum la literatura al respecto es escasa; se encuentran referencias en relación al consumo, digestibilidad, capacidad nutritiva o análisis químico de frutos y semillas, por ejemplo: Janzen, (1981a y 1981b, Janzen y Higgins, (1979), Vázquez Yanez y Pérez García (1977), Bressani et al. (1966), Sánchez y Cabrera, (1947), Samayoa y Sagastuma, (1946), Massieu et al. (1950), Giral y Etchegoyen, (1949), González, (1942), Cravioto, (1941).

En cuanto a Tamarindus indica, la literatura es mas escasa (N.A.S., 1979), cita solo nueve referencias a nivel internacional y se trata de investigaciones con relación a la producción de fruto.

Por último es conveniente señalar que para el guanacaste y el huaje rojo se conoce la posibilidad de formar asociación con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico, no así para tamarindo (Holliday, 1984); es muy probable que las tres especies tengan asociación con hongos micorrizicos vesiculo - arbusculares (Valdés, com.pers.)

Selección de especies

Es necesario plantear una justificación en relación al porqué se han seleccionado las especies señaladas en los objetivos para realizar estas pruebas.

Brewbaker (1982), señala que L. leucocephala no es una especie muy propia para lugares altos, aún en las regiones tropicales e indica como prometedoras para esas áreas a tres especies de Leucaena cuya distribución natural abarca zonas tropicales altas: L. diversifolia, L. pulverulenta y L. esculenta.

Diferentes especies de Leucaena han sido probadas como útiles en la producción de forraje para corte, (Flores y Stobbs, 1977; Sánchez y Pérez Guerrero, 1977. Banco de México, 1980; Relwani et al. 1982; Gill et al. 1982; Brewbaker, 1982; Brewbaker y Hutton 1979; Hutton y Tabares, 1982, Bray 1982; Pizarro y Sousa Costa, 1983; Raina et al., 1984;) aunque son especies que crecen en condiciones climáticas y topográficas diferentes a aquellas en donde prospera L. esculenta; asimismo, se ha probado que varias especies de este género son útiles para control de erosión, (Benge, 1977; Dijkman, 1950, y Habte et al. 1985).

Aparentemente no existe información para Enterolobium y Tamarindus concerniente a producción de forraje o su utilización como tal.

Considerando la información concerniente a la ubicación ecológica citada en diferentes publicaciones se planteó la hipótesis de que tales especies pudieran desarrollarse de manera conveniente en el área de Morelos, dados sus requerimientos ambientales, sus características morfológicas y sus hábitos de

crecimiento.

Por la similitud de ambientes en donde viven Enterolobium y Leucaena esculenta y donde se cultiva Tamarindus, se creyó razonable pensar que podían ser de utilidad para los fines que se pretendía y en todo caso solamente después de haber efectuado la experimentación, emitir un juicio que apoyara o rechazara la hipótesis planteada.

Descripción general de las especies utilizadas.

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. (Mimosaceae).

Nombres comunes: orejón, parota, guanacaste, guanacastle, nacaste, necaste, (del náhuatl cuanacastle -Árbol de las orejas; de cuahuítl árbol y nacastli oreja-, Cabrera, 1982), picho (Chis y Tab.), tiyohu, (huasteco, S.L.P.), aguacate (Oax.), cascabel, sonaja, (Tamps.), cuytitsuc (popoloca, Ver.), lash-matz-zi, (Chontal, Oax.), ma-ta-cua-tze, mo-cuadzi, mo-ni-no (chinanteco, Oax.), ya-chibe (zapoteco, Oax.), nacascahuítl (S.L.P.) (Pennington y Sarukhán, 1968). En otros países se conoce como carpod tree, jenizero, juana-costa, mahogany y caso, (N.A.S. op. cit.).

La distribución natural de esta especie en la República Mexicana, comprende los estados de Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, y Yucatán.

En el estado de Morelos se encuentra en los municipios de Amacuzac, Cuernavaca, Puente de Ixtla, Tepalcingo, Villa de Ayala y Xochitepec. Fuera de la República Mexicana habita en Centro América, Caribe y porción norte de Sudamérica.

Es difícil relacionar esta especie con algún tipo de vegetación primaria en particular; se encuentra en zonas de vegetación perturbada de selvas alta perennifolia y mediana subperennifolia y aparentemente en asociaciones de selvas mediana subcaducifolia y caducifolia (Pennington y Sarukhán, op. cit.).

En cuanto a la fenología, florece de marzo a mayo y la fructificación es de abril a julio; entre los meses de diciembre a

marzo, tira la hoja, la que vuelve a formarse a partir de casi el final de la floración, aparentemente en relación con el inicio del periodo lluvioso

El fruto es una legumbre indehiscente que cae completa y gracias al calor y la humedad se desintegra en el suelo, tanto por acción de insectos como por fermentación de los azúcares que contiene la vaina -ello contribuye a la escarificación química de la testa- facilitando la ruptura de latencia de la semilla, la cual germina en el ciclo pluvial siguiente.

Esta especie, a pesar de su amplia distribución, es poco conocida en cuanto a su potencial de uso.

La planta es un árbol que alcanza una talla entre 20 y 30 m (en Morelos la altura más frecuente es de alrededor de 15 m), con tronco que puede llegar a medir hasta 2 m de diámetro. Su crecimiento es excepcionalmente rápido, con incrementos de hasta 10 cm de diámetro al año.

Dentro de la selva, la copa tiende a ser ovada, pero en sitios abiertos o cuando el árbol crece aislado, desarrolla una copa de forma aparasolada muy amplia por lo que hace a la planta ideal para parques, jardines y bordes de carretera. En potreros, ese mismo carácter es muy apreciado para dar sombra al ganado además de servir para limitar predios.

Las plantas de guanacaste pueden resistir periodos secos prolongados y sequías invernales fuertes gracias a su carácter caducifolio. Puede crecer sobre cualquier tipo de roca (ígnea, sedimentaria o metamórfica).

El principal uso que tiene el guanacaste es como madera semipreciosa, en ebanistería, para pisos y paredes, por ser muy

durable y resistente a la humedad. Un uso muy conocido, en la porción sur de la República Mexicana, es para la fabricación de embarcaciones fluviales, cayucos, ya que resiste prolongados periodos de inmersión incluso en agua salobre o salada; el aserrín de la madera del guanacaste, es muy irritante a los ojos y en general a las mucosas, pero la madera es fácil de trabajar, da pulido fino y "dibujo" atractivo, además no se tuerce ni se agrieta; la leña de esta especie es buen combustible. Las semillas tostadas son comestibles, directamente o bien sirven para la elaboración de atole (González 1942); los frutos secos y fermentados son buen forraje. No se ha experimentado en cultivos formales ni para forraje ni para madera.

Las semillas presentan latencia innata mecánica que hay que romper para lograr una alta germinación ya que la viabilidad es alta y la longevidad prolongada.

Leucaena esculenta (M. et S. ex A. DC.) Benth. (Mimosoideae).

Nombres comunes: huaje rojo, caxin, caxin chichiltic (=huaje rojo) huey hoxin (=huaje grande), ai-pa-la (chontal), pa-la, yaga-la (zapoteco, Oax.), vachi blanco (Chis.), ndwe-cua (=huaje rojo, mixteco), tlalalhoxin (=huaje rojo, Gro.), libad-lo (=huaje rojo, Mixteca baja), lya-kures (zapoteco, Mitla, Oax.), huaje de Castilla (Pue.), huaje aventurero. (Banco de México, op. cit.).

De doce especies del género Leucaena, once son de México y cuatro de ellas se distribuyen en el estado de Morelos, a saber: L. esculenta, L. diversifolia, L. leucoccephala y L. macrophylla, aunque es probable que también exista L. puberulenta.

La distribución de L. esculenta en la República Mexicana abarca los estados de Chiapas, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz. (Zárate-Pedroche, 1982).

En Morelos la distribución natural del hualaje rojo abarca los municipios de: Jiutepec, Mazatepec, Tepalcingo, Tepoztlán, Tetecala Tlaltizapan, Villa de Ayala, Xochitepec y Yautepec. El habitat propio de la especie es la selva baja cafucifolia, en zonas ecotonaes entre esta comunidad y el bosque de pino encino; también es cultivada en huertos y casas.

La planta es de porte arbóreo, hasta de 15 m de alto y tronco delgado. Su principal uso es para obtener la semilla que es comestible tanto tierna como madura (huaxesquite); tiene también empleo medicinal (eupéptico, antigastrálgico, digestivo y afrodisíaco (Standley, 1920-1926)

La madera es apreciada en ebanistería y el árbol completo para sombra; algunas especies de Leucaena se utilizan para forraje pero L. esculenta aparentemente no ha sido empleada para este fin.

Leucaena prospera en zonas de altas temperaturas e insolación directa y aunque sobrevive a heladas su ve significativamente afectada por las bajas temperaturas y escasa luz. La cantidad y distribución de la lluvia condicionan de manera directa la producción de las plantas de Leucaena. Se desarrolla mejor en áreas de 600 a 1500 mm o un poco más. La especie puede crecer en una gran diversidad de suelos; su mejor y más rápido crecimiento ocurre en suelos arcillosos profundos, alcalinos, con buena fertilidad y humedad; prospera también en suelos calcáreos de origen coralino y crece bien en áreas expuestas y de baja fertilidad, con suelos rocosos y

capa arable delgada. Los suelos pesados retardan su crecimiento pues requiere buen drenaje y no soporta inundaciones prolongadas; sin embargo suele crecer en las cercanías de canales; tolera suelos de amplio intervalo de pH, pero su mejor desarrollo ocurre en suelos neutros o alcalinos. La presencia de poblaciones naturales grandes de Leucaena se relaciona con suelos alcalinos. En suelos ácidos disminuye notablemente su productividad; las bajas tasas de crecimiento en estos suelos se atribuyen a deficiencias de Ca y P.

El desarrollo de la planta ocurre en cualquier tipo de topografía; sobresale en capacidad de crecer en pendientes pronunciadas. El crecimiento inicial es relativamente lento comparado con leguminosas herbáceas, sin embargo, como arbusto destaca por su rápido incremento de biomasa; como planta cultivada en buenas condiciones, tiene un crecimiento comparable al de pastos sembrados por semilla.

Las hojas desempeñan un papel importante en la respuesta de la planta a la sequía; en buena parte se atribuye a la transpiración reducida, debido al movimiento de los folíolos hacia arriba durante los periodos de insolación máxima. Durante heladas, sequía o viento fuerte, la planta tira la hoja, lo que funciona como mecanismo de sobrevivencia. La incorporación de materia orgánica y minerales al suelo a través de las hojas que han caído, mejora la calidad de éste (Pérez Guerrero, 1979).

En asociación con pastos, permite el crecimiento de éstos ya que no interfiere totalmente la luz. El sistema radical de Leucaena está formado por una raíz profunda, fuerte, penetrante y de rápido crecimiento y por algunas raíces laterales de menor diámetro, que forman ángulo agudo con la raíz primaria; la

longitud de la raíz comunmente se asocia con la altura del Arbol.

El vigoroso y agresivo crecimiento de la raíz le permite a las especies de Leucaena prosperar en suelos duros e impermeables; la profundidad de la raíz hace posible que la planta utilice tanto el agua como nutrimentos en niveles donde otras plantas no pueden hacerlo. Esta propiedad, es importante particularmente en áreas donde la precipitación es escasa o la sequia prolongada. La ruptura de los estratos compactos del suelo por la raíz, lo permeabiliza y ventila en cierto grado, contribuyendo a su mejoramiento físico (N.A.S. 1977).

La productividad de Leucaena se ve influida no sólo por factores ecológicos, sino también por factores agronómicos, como son el establecimiento o el manejo, entre los cuales destacan la adición de microelementos, el control de las malezas y el método específico de siembra.

En suelos rocosos y de difícil topografía, se puede establecer una plantación haciendo rayas o surcos someros en el terreno con cualquier herramienta penetrante o en áreas recién desmontadas, por el método de espeque o coa, también con buenos resultados. (Banco de México, 1980).

A diferencia de las demás especies de Leucaena, L. esculenta no presenta latencia en la semilla, pues basta ponerla en contacto con agua a temperatura ambiente, para que en 24 hs se logre la imbibición total y la germinación se produce en menos de 72 horas.

Tamarindus indica L. (Caesalpinaceae).

Nombre común: tamarindo.

El árbol es nativo de las sabanas del Africa Tropical, (la capital de Senegal, Dakar, debe a este árbol su nombre, pues así se le denomina en la zona). Los árabes lo introdujeron a la India, en donde fué ampliamente adoptado; el nombre deriva de "tamar-u-L'Hind" que significa "dátil de la India". Marco Polo lo registra en 1298, como materia de comercio por los árabes en la Europa medieval. Llegó al Nuevo Mundo probablemente durante el tráfico de esclavos negros entre Africa Occidental y América y se extendió por el Caribe y Latinoamérica. Los capitanes de Nueva Inglaterra traficaron con el fruto entre el Caribe y Boston en los siglos XVIII y IX (N.A.S. 1979).

El tamarindo es un árbol de hasta 25 m de copa, tronco no muy grueso (no alcanza 1 m de diámetro) pero sí muy ramificado; de gran longevidad, se conocen árboles en estado productivo de más de 200 años de edad (N.A.S., op cit.). Es resistente a la sequía y a los suelos arenosos, incluso cercanos a las playas. Tolerancia una gran diversidad de suelos, aunque prospera mejor en suelos profundos; sin embargo con poca o ningún tipo de práctica cultural, puede vivir en suelos pobres o aún en terrenos rocosos. Sus ramas son muy resistentes a la tracción por el viento y resiste hasta los embates de vientos huracanados.

El único uso generalizado del tamarindo es para la obtención de la pulpa del fruto, que contiene de 30% a 40% de azúcares, aunque también ácidos cítrico, tartárico, acético y ascórbico; es rico en vitaminas y minerales y contiene más calcio que la mayoría de la frutas. En Latinoamérica, la pulpa es mezclada con azúcar de

caña para preparar bebidas refrescantes, pero su principal uso a nivel mundial es para la elaboración de salsas (Worcester shire, "barbecue sauce") aderosos para carne, helados, pasteles, compotas etc.

La India produce alrededor de 250000 toneladas anuales de fruta; 3000 toneladas de pulpa son exportadas a Estados Unidos para elaboración de salsas.

En promedio un árbol adulto y grande produce de 150 a 200 kg de fruto o cerca de 12 a 16 toneladas por hectárea al año del mismo.

Las hojas juvenes, las flores y los botones florales son objeto de consumo humano o como adereso de arroz, pescados y carnes. Las flores son "productoras" de buena miel; las semillas tostadas son buen forraje o sirven para preparar goma (similar a la de la pectina) que se usa para gelificar o para estabilizar jugos y jaleas, como adereso de textiles, papel o yute, también para colorear de un tono ambarino aceites comestibles o de uso industrial. La madera es usada para chapa, por el fino pulido que se le puede dar y por ser resistente a la polilla se lo emplea en ebanistería. Su leña es buen combustible. La planta se usa como ornamental en parques jardines y carreteras, como rompevientos y para sombra de ganado (Lefevre, 1971).

El tamarindo crece mejor en climas cálidos que tienen una estación seca bien definida. En los trópicos húmedos solamente prospera en suelos bien drenados; es sensible a las heladas y, cuando la planta es pequeña, requiere protección, de la competencia con malezas. Esta leguminosa es de crecimiento lento y tarda en alcanzar la madurez; crece entre 0.5 y 0.8 m por año y fructifica hasta los 10 o 12 años.

El follaje es apetecido por ciertos insectos, sobre todo hormigas defoliadoras y escarabajos; sus frutos son atacados por

curculiónidos. No se conoce la potencialidad de nodulación con Rhizobium.

Solamente existen plantaciones comerciales en la India, en el resto de los países donde se explota, las plantaciones son adventicias, esporádicas o incluso semiespontáneas. En México, en el estado de Guerrero, a fines de la década de los años 70, se iniciaron plantaciones destinadas a la producción de fruta, pero aún no alcanzan esta fase.

LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE EXPERIMENTACION

Ubicación geográfica.

El trabajo experimental de campo se llevó a cabo en las cercanías de la población de Atlacholoaya, municipio de Xochitepec, estado de Morelos, a una altitud de 1100m, y en las coordenadas 18° 44' 50" latitud norte y 99° 13' 41" longitud oeste. (Fig. No.1).

Topografía e hidrografía.

El terreno elegido se localiza en una ladera muy inclinada en la margen izquierda del cauce en "V" labrado por el río Apatlaco, el cual después de recibir como tributario al río Yautepec, se une con el Amacuzac, el que a su vez desemboca en el río Mezcala o Balsas. El terreno muestra una serie de escalones o terrazas naturales con inclinación entre 10 y 15 grados, separadas por franjas más inclinadas, más de 30 grados; en una de esas franjas se estableció el lote experimental.

Litología superficial.

El sustrato geológico de la zona está constituido a base de areniscas y conglomerados del mioceno-plioceno (S.P.P. 1981). El lugar donde se ubica el lote experimental corresponde a una antigua zona de depósito por parte del río Apatlaco y se encuentran en gran profusión cantos rodados de tamaño variado, desde 2 ó 3 cm de diámetro hasta más de 30 cm; la naturaleza litológica de los cantos también es variada pues aparecen mezclados fragmentos de roca

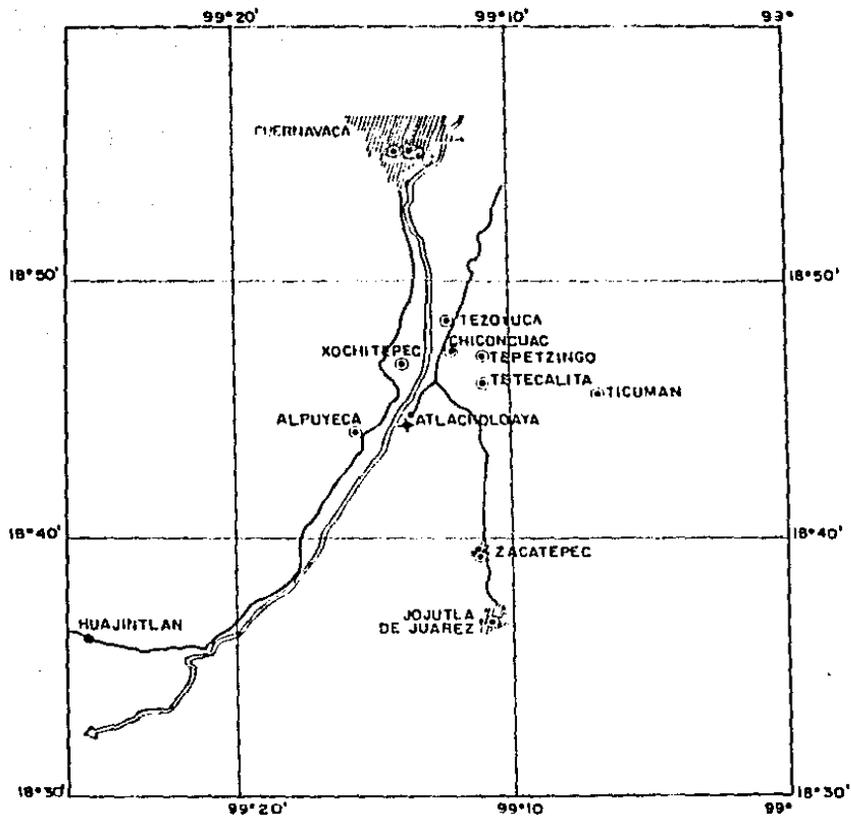
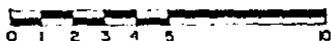


FIG. 1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL LOTE EXPERIMENTAL (✚)



caliza (clara y gris oscura) de travertino, basalto, andesita, toba, andesítica y arenisca.

En el borde superior del lote, donde el terreno es menos inclinado se observan restos de construcciones a base de "caliche" (costra de carbonato de calcio redepositado, endurecida, blanca, abundante en la zona y que emplean en la construcción de casas), muchos sillares de este material se mezclan también con los elementos líticos autóctonos.

Suelo.

El suelo en la zona es discontinuo, delgado, de no más de 20 cm de profundidad; según DETENAL (S.P.P. 1981), corresponde a litosol o restos de feozem háplico con fase lítica.

Clima.

El clima que prevalece en la zona de Atlacholoaya, según el sistema de Clasificación climática de Köppen modificado por García (1981), es A(wo)(w)3(i')g. (Vidal Zepeda, 1980); es decir, clima cálido, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano e invierno seco, con verano cálido, con poca oscilación térmica anual y marcha tipo Ganges.

Aun cuando no se cuenta con estación meteorológica en Atlacholoaya, por interpolación de los datos de los mapas climáticos del estado de Morelos, se puede decir que la mencionada población presenta una temperatura media anual de 24 °C, con una máxima promedio anual de 33 °C y una mínima promedio anual de 12 °C. La precipitación total anual es de alrededor de 850 mm que caen

principalmente durante los meses de junio a septiembre, con un poco en mayo y octubre y en el resto de los meses prácticamente no hay precipitación.

En los meses mas lluviosos, el número de días con lluvia apreciable es superior al de aquellos con lluvia inapreciable, pero en los meses de mayo y octubre, los segundos superan en cuatro o más días a los primeros. Por lo que se refiere a los días despejados, se presenta poca variación entre los meses lluviosos y los secos, en los primeros el número es de alrededor de 18 y en los segundos de 25.

Aún cuando no se pudieron disponer de los datos meteorológicos de la estación mas cercana al lugar donde se ubica el lote experimental, correspondientes al periodo en que se realizó el experimento, (marzo de 1987 a febrero de 1988) por observación directa se puede decir que en el referido periodo las lluvias comenzaron en la última semana de mayo y terminaron en la última semana de septiembre de 1987 y las precipitaciones apreciables siguientes ocurrieron hasta la segunda semana de junio de 1988.

Vegatación.

La vegetación original de la zona con toda seguridad correspondió a una selva baja caducifolia que por algún tipo de disturbio dió paso a un matorral tropical cuyos restos pueden aún observarse hoy día. En efecto existe un estrato arbustivo superior muy abierto constituido por Ipomoea arborescens y Carica mexicana, con algunos árboles aislados de Bursera schlechtendalii y Thevetia thevetioides, un estrato arbustivo inferior, también abierto formado fundamentalmente de Glireschia sepium, Serjania

schiedeana, Mimosa alba y Dalea sp.; existe también un estrato herbáceo a base de Opizia stolonifera, Bouteloua media y Crotalaria sp.; destacan además las trepadoras Ipomoea spp. (tres especies) y Quamoclit coccinea. En las márgenes del río que corre al fondo de la cañada, se observan algunos árboles aislados de Ficus petiolaris, Ficus sp. y Astianthus viminalis.

Las laderas de la cañada labrada por el río Apatlaco han sido sometidas a intenso pastoreo, por lo que la erosión ha favorecido la formación de grandes calveros en los que el sustrato geológico ha quedado al descubierto por la total pérdida de suelo; sin embargo, en la zona donde se ubicó el lote experimental, gracias a que en 1985, se colocó una cerca que circundó alrededor de 50 hectáreas en cada ladera y que han restringido la entrada de ganado, la vegetación muestra ahora una incipiente recuperación.



Fig. No. 3 Vista general del lote experimental, antes del trasplante. Nótese la pendiente y la pedregosidad.

MATERIALES Y METODOS

Muestreo de suelos

Durante la prospección efectuada para determinar la ubicación del lote experimental, se pudo apreciar a simple vista, cierta diferencia de color y de textura en el suelo asociada con cambios de pendiente, por lo que se trazó un plano preliminar, señalando en él cinco sectores (fig.No. 2). Al hacer las cepas para el transplante, se pudo precisar aún más el plano de suelos y con base en ello efectuar la toma de muestras para su análisis; para cada sector de suelo se tomaron varias muestras representativas y con ellas mezcladas se obtuvieron un total de cinco muestras compuestas.

Obtención de semillas.

La semilla de las especies que se utilizaron en el ensayo fué obtenida en diferentes lugares: las de Enterolobium cyclocarpum y Tamarindus indica se cosecharon de un mismo árbol respectivamente en la población de Nieves, municipio de Cardel, estado de Veracruz en mayo de 1986, se secaron a la sombra, se extrajeron de los frutos y se almacenaron en cajas de cartón en un gabinete metálico al abrigo de la humedad y cambios bruscos de temperatura.

Se les hicieron pruebas de viabilidad y de germinación; como ambas especies presentaron latencia mecánica, "semillas duras", se ensayaron pruebas de ruptura de latencia para asegurar la imbibición y por lo tanto la germinación. Las semillas de Leucaena esculenta se obtuvieron de un solo árbol del poblado de Atlacholoaya, municipio de Xochitepec, Morelos, en el mes de enero de 1987. Las vainas se secaron a la sombra y se seleccionaron las semillas

eliminando las tempranas y las tardías así como las muy grandes y las muy chicas. Esta especie, a diferencia de las otras dos presenta semillas "blandas" por lo que no requieren de ningún tratamiento para romper latencia.



Fig. No. 4 Detalle de la protección que se le dió al lote experimental.

Plantación en vivero.

La plantación en vivero se estableció en las instalaciones de la Comisión Nacional de Fruticultura de la S.A.R.H. que tiene en las cercanías del poblado de Huajintlán, Morelos (Vivero "Presidente Manuel González"). La siembra se efectuó el día 28 de febrero de 1987. Las macetas se regaron diariamente los primeros 15 días y después cada tercer día, hasta el momento del trasplante.

Las semillas se sembraron en bolsas de plástico negro (macetas de vivero) con capacidad de dos kg. que previamente habían sido llenadas con "atocle", (según Cabrera, 1982 ... "tierra gruesa, húmeda y fértil, del náhuatl atl = agua y tocli = enterrada...; es decir sedimento de canales de riego de textura areno-limoso) el cual se esterilizó con antelación a base de vapor sobrecalentado durante 6 horas.

En cada maceta se colocaron tres semillas para asegurar la presencia de por lo menos una planta en cada bolsa. Cabe señalar que la germinación fue de un 98%. A pesar de que se requerían 432 macetas por especie, para otras tantas cepas, se prepararon 450, en previsión de necesitar plantas para reponer a las que se muriesen durante el trasplante.

Tratamientos y Diseño experimental

Para cada especie se establecieron cuatro tratamientos de fertilización: 00-00, testigo; 80(N)-20(P), dosis baja; 100-40, dosis media; 120-60, dosis alta. Las cantidades corresponden a Kg/ha de N y de P₂O₅ respectivamente. Como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio con 20.5% de N y para fósforo, superfosfato de calcio simple con 19% de P₂O₅.

El diseño experimental de campo utilizado para llevar a cabo las pruebas de las tres especies fue el siguiente: dada la heterogeneidad en el suelo del lote experimental, con el fin de eliminar una posible interferencia debido a ello, la prueba se manejó como un experimento trifactorial (especies, dosis de fertilizante y corte) con distribución de los tratamientos en bloques aleatorizados con seis repeticiones.

Establecimiento del experimento.

--- Apertura de cepas.

Durante el mes de noviembre de 1986, después de haber seleccionado el terreno para el establecimiento del lote experimental, se procedió a efectuar el trazo para la ubicación precisa de las cepas y parcelas experimentales; con el auxilio de cuerdas de persiana que se marcaron a los intervalos requeridos, se señalaron con yeso los puntos exactos para abrir las 1296 cepas necesarias.

--- Unidad experimental, parcela "bruta" y parcela "útil".

1) El lote experimental consistió de 72 parcelas; la superficie total fue de 889 metros cuadrados.

2) Las dimensiones de la parcela experimental ("parcela "bruta")

fueron: largo 3 m, ancho 1 m; area 3 metros cuadrados.

3) Se utilizaron 18 plantas por parcela experimental (= parcela "bruta"). (Fig. 2).

4) La separación entre plantas e hileras fue de 0.5 m.

5) Se emplearon las cuatro plantas centrales del "surco" intermedio como parcela útil.

6) El total de plantas para todo el lote experimental fué de 1296.

--- Protección del lote experimental.

Para asegurar el cuidado del lote experimental y a pesar de que todo el terreno circundante (100 ha) se encuentra cercado con alambre de púas, se construyó una cerca propia del lote a base de postes de concreto, alambre de púas (cuatro hilos) y malla de gallinero, dejando una puerta de acceso. (fig 4)

--- Transplante y aclareo.

Quando las plantas en el almôcigo alcanzaron un promedio de altura de 15 cm y al menos 5 hojas, se procedió a efectuar el transplante al lote experimental. (Fig.No.5). Las cepas, limpias y humedecidas a saturación, recibieron el contenido de las macetas de vivero, con tres plantas cada una, después del transplante se aplicó riego hasta saturación del suelo en los primeros 10 a 15 cm de profundidad; 15 días después, cuando se consideró que las plantas habían sobrevivido al transplante, se realizó el aclareo (dejando una sola planta por cepa). En quince cepas hubo que efectuar reposición por haberse muerto las tres plantas a resultas del transplante; tanto el aclareo como la reposición se realizaron dos

semanas después de efectuado el trasplante.

Actividades de campo posteriores al establecimiento del experimento.

--- Riego.

Se aplicó riego al momento del trasplante y de auxilio cada cuatro a seis días hasta mediados del mes de mayo en que se inició la precipitación regular.

El riego se llevó a cabo por medio de manguera, aprovechando un tanque de almacenamiento de agua que se encuentra ladera arriba del lote experimental y que se abastece con agua del río Apatlaco, por medio de un sistema de bombas. Cada cepa recibió suficiente agua para sobresaturar el suelo y los riegos se aplicaron cada 3 a 5 días, dependiendo del grado de insolación.

--- Fertilización

La aplicación del fertilizante se realizó a mano depositándolo en un pequeño surco en forma de media luna, aguas arriba del tronco de la planta, en el perímetro de la zona de goteo, a una profundidad de 3 a 5 cm y se cubrió con suelo.

La dosis total de fertilizante se dividió en cuatro fracciones, la primera se aplicó una semana después del trasplante y las restantes después de los tres primeros cortes; al cuarto ya no se aplicó fertilizante.

--- Control de malezas y plagas.

Para evitar la competencia de las malezas por espacio, luz, agua y nutrimentos con las plantas objeto del experimento y para facilitar

las mediciones de las variables botánicas de éstas, se cortaron aquellas a ras de suelo, antes de cada medición, excepto en la última, pues ya no se presentaron.

Debido a la presencia en el área de poblaciones grandes de hormiga defoliadora, para evitar el ataque de éstas a las plantas del experimento, se hicieron aplicaciones de "folidol" alrededor del tronco de cada planta durante el período en que la vegetación de los alrededores del lote experimental aún no había reverdecido; las aplicaciones se efectuaron cada semana por un lapso de dos meses; después no se volvió a hacer ninguna aplicación más.

--- Medición de variables.

A fin de poder efectuar una evaluación del desarrollo de la porción epigea de las plantas, se realizaron una serie de mediciones periódicas. Un mes después del trasplante, cuando se consideró plenamente establecida la plantación experimental, se realizó una medición inicial (medición 0) a fin de tener una referencia para las siguientes mediciones, las que se realizaron justamente una semana antes de efectuar los cortes.

En todas las mediciones se consideraron las variables botánicas siguientes:

- 1) Altura de las plantas.
- 2) Cobertura de la copa (se tomó la medida del diámetro cuando la copa de la planta fué francamente circular, dos diámetros, mayor y menor, cuando la copa presentó una forma elíptica y varios diámetros, en copas irregulares; en los dos últimos casos se sacó un promedio; con tales valores se obtuvo la cobertura aplicando la fórmula del área del círculo).

- 3) Número de hojas.
- 4) Número de ramas.
- 5) Número de vástagos. (Se consideraron vástagos, todos los tallos que surgieron por debajo del nivel del corte y que alcanzaron un diámetro similar al del tallo principal).

Las mediciones se hicieron en las cuatro plantas de la parcela útil de manera individual y posteriormente se sacaron promedios, cuyos valores sirvieron para realizar los análisis estadísticos.

--- Cortes

Una semana después de las mediciones se llevó a cabo el corte de las plantas.

Cada planta de la parcela útil fue cortada la primera vez a 10 cm del suelo, pero en los cortes sucesivos la altura de la siega fue de 1 a 2 cm arriba del corte anterior. La siega se efectuó a mano empleando para ello tijeras de podar.

Las cuatro plantas de cada parcela útil se colocaron en bolsas de papel, se marcaron de acuerdo a la numeración dada para cada parcela se engraparon e inmediatamente se pesaron; se anotó el valor del peso fresco tanto en la bolsa como en cuaderno de campo.

El mismo día se llevaron las bolsas al laboratorio y todas juntas se colocaron en una secadora de plantas para herbario, que alcanzó una temperatura de hasta 70 °C y se mantuvieron en ella por espacio de una semana hasta que las plantas se secaron lo suficiente para que no hubiese pérdidas de peso por fermentaciones. Posteriormente se pasaron a un horno en grupos de 10 y se secaron a 100 °C por 72 horas, hasta peso constante; después se pesaron empleando la misma balanza con que se obtuvo el peso fresco; el valor del peso seco se anotó

tanto en la bolsa misma como en cuaderno; posteriormente se obtuvieron los pesos fresco y seco netos restando el peso de la bolsa.

Las plantas de cada parcela que rodearon las de la parcela útil, también fueron segadas el mismo día y frescas -separadas por especies- fueron ofrecidas a ganado mayor, estabulado, para tener una noción de la aceptación por parte de éste.

Las muestras de plantas secas fueron molidas en licuadora doméstica y pasadas por cedazo de malla de 0.5 cm y una submuestra de 5 g se embolsó, etiquetó y guardó para su posterior análisis químico.

En la Fig. No.6 se enlista la cronología de los principales eventos relacionados con la fase de campo del experimento.



Fig.No. 5 Tamaño de las plantas en la fecha del trasplante, (4-IV-87).
En la foto Enterolobium cyclocarpum,

Fig. No 6.

CALENDARIO DE LOS PRINCIPALES EVENTOS DEL EXPERIMENTO

FECHA	EVENTO	A	B	C
1987				
14 febrero	Siembra en vivero	0	0	0
20 febrero	Inicio del brote del guanacaste	6	6	6
24 febrero	Inicio del brote del huaje rojo	4	10	10
4 marzo	Inicio del brote del tamarindo	8	18	18
4 abril	Transplante de guanacaste	31	43	49
6 abril	Transplante de huaje rojo	2	41	51
7 abril	Transplante de tamarindo	1	34	52
18 abril	Aclareo y retransplante	11	--	63
25 abril	Primera aplicación de fertilizante	7	18	70
2 mayo	Primera aplicación de insecticida	7	0	77
9 mayo	Medición preliminar	7	32	84
16 mayo	Primer deshierbe	7	0	91
20 junio	Primera medición	35	74	126
27 junio	Primer corte	7	81	133
4 julio	Segunda aplicación de fertilizante	7	40	140
25 julio	Segundo deshierbe	21	70	161
8 agosto	Segunda aplicación de insecticida	14	98	175
22 agosto	Segunda medición	14	63	189
29 agosto	Segundo corte	7	63	196
5 septiembre	Tercera aplicación de fertilizante	7	63	203
24 octubre	Tercera medición	49	63	252
31 octubre	Tercer corte	7	63	259
7 noviembre	Cuarta aplicación de fertilizante	7	63	266
1988.				
16 enero	Cuarta medición	70	84	336
23 enero	Cuarto corte	7	84	343
13 febrero	Extracción de raíces	21	--	364

A = Dias transcurridos desde el evento inmediato anterior en general.

B = Dias transcurridos desde el evento similar anterior o desde el evento precursor para cada especie.

C = Dias transcurridos desde el inicio del experimento.

Determinaciones de laboratorio

Las muestras de suelo fueron analizadas en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos del Departamento de Edafología del Instituto de Geología de la UNAM y parcialmente en el Laboratorio de Ecología Vegetal del Departamento de Botánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN.

Los métodos para las determinaciones físicas y químicas fueron las siguientes: a) Color, en seco y en húmedo usando la carta de colores de Munsell (1954); b) textura, por el método del hidrómetro de Bouyoucos (Bouyoucos, 1951); c) materia orgánica, por Walkley y Black (1947); d) para pH se usó un potenciómetro "Corning" con una relación suelo-agua 1 : 2.5; e) la conductividad eléctrica se determinó en el extracto de la pasta de saturación en el puente de conductividad "Phillips" PR 9501; f) la capacidad de intercambio catiónico total por el método de saturación con amonio (Schollenberg y Simon, 1945); g) calcio y magnesio intercambiables por titulación con versenato (EDTA) (Richards, 1974); h) sodio y potasio intercambiables por flamometría (Richards, 1974); fósforo asimilable por el método de Bray I (Bray y Kurtz, 1945).

Los valores de contenido de proteína cruda se obtuvieron determinando primero el contenido de nitrógeno total en las muestras de plantas, por el método del autoanalizador (Technicon Industrial System, 1977) y multiplicando los valores por el factor 6.25. Los valores de rendimiento de proteína cruda se obtuvieron multiplicando el valor de contenido de proteína cruda por el valor del peso seco de la muestra respectiva.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental bifactorial con distribución de los tratamientos en bloques al azar, con seis repeticiones. Sin embargo al involucrar cortes (tiempo) se incluyó un tercer factor. Considerando tres especies, cuatro dosis de fertilización y seis repeticiones, resultó un total de 72 unidades experimentales.

Las variables de estudio fueron: peso fresco, peso seco, altura, cobertura, número de hojas, número de ramas, número de vástagos, contenido de proteína cruda y rendimiento de proteína cruda. Con los datos de las mediciones de las mismas se calcularon los promedios para las cuatro plantas de la parcela útil; con ellos se procedió a realizar un análisis de varianza trifactorial (especies x fertilizante x corte) en bloques al azar.

En aquellos casos en que se detectaron diferencias significativas se realizaron pruebas de comparaciones múltiples de medias usando el método de T (Sokal y Rohlf, 1981). Además se calcularon los coeficientes de correlación entre todos los pares posibles de las variables medidas exceptuando peso fresco y rendimiento de proteína cruda, para detectar las relaciones entre ellas y obtener una matriz de correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de los suelos del lote experimental.

Los resultados del análisis de los suelos del lote experimental se presentan en la fig No.7. De esa tabla se desprende que las características edáficas del lote se pueden considerar como: a) de color que, en seco, va de gris -en la parte alta- a pardo grisáceo o pardo oscuro -en la parte baja- y en húmedo desde negro -en la porción superior- a gris oscuro - en la inferior-; b) la textura es de migajón arcillo arenoso, en la parte de arriba y de arcilla en la baja; c) el pH se mantiene medianamente alcalino en toda el área; d) la conductividad eléctrica, aunque muestra pequeñas variaciones, en las cinco zonas es menor de 1 mmhos/cm por lo que se puede calificar como suelo no salino; e) la capacidad de intercambio catiónico total es mas bien media (25 a 35 meq/100g); f) en cuanto a la saturación de bases se puede decir que el suelo se encuentra sobresaturado siendo el calcio, en todo el terreno, y en las porciones bajas tambien el magnesio, los cationes que mas contribuyen a la saturación de bases; g) el suelo es muy pobre en fósforo asimilable, pues el valor mas alto encontrado fué de 2.6 Kg/ha; h) Por lo que respecta a la materia orgánica, el suelo es de medianamente rico a extremadamente rico en ella.

Características de producción de las especies

Peso fresco

En la figura No.8 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores de peso fresco de las especies y los cuatro

Fig. No. 7.
 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE ATLACHOLGAYA, MORELOS
 (Suelos del lote experimental)

.....

FISICAS

MUESTRA	COLOR		TEXTURA			CATEGORIA	pH	COND. ELECT. µmhos/cm
	seco	húmedo	Arenas	Limos	Arcillas			
1	10YR5/1	10YR4/1	36.4	17.3	44.3	Arcilla	7.8	0.40
2	10YR5/2	10YR2/1	54.8	28.3	25.7	Mga. arc. are.	7.9	0.46
3	10YR6/1	10YR2/1	61.9	19.0	20.1	Mga. arc. are.	7.8	0.48
4	10YR4/3	10YR3/2	42.3	13.0	44.7	Arcilla	7.9	0.32
5	10YR5/2	10YR2/1	50.5	22.5	27.0	Mga. arc. are.	7.8	0.57

QUIMICAS

MUESTRA	C. f. C. T. meq./100 g	% SAT. BASES	MAT. ORG. %	P. asim Pg/Ma.	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
				 meq./100 g			
1	34.0	156.58	1.96	0.6	0.3587	0.5615	39.15	12.6
2	26.9	165.89	4.27	2.6	0.3261	2.0890	41.4	0.9
3	27.5	183.09	4.70	0.4	0.3261	2.3250	37.0	9.0
4	25.2	193.41	4.27	0.2	0.3347	1.2951	35.5	15.7
5	34.5	139.76	2.31	1.6	0.3287	1.8589	37.35	8.5

cortes, arreglados por bloques (ver apéndices Ia, Ib, Ic y Id); se puede apreciar que solamente existe diferencia significativa ($P < 0.001$) entre cortes, entre especies y entre la interacción de ambas fuentes de variación; en las fuentes restantes no hay diferencia significativa.

En la figura No.9 se presentan los mismos valores arreglados por corte y por especie. En virtud de que en fertilización no hay diferencias significativas, ni siquiera entre el testigo y la dosis mas alta, se reunieron los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno por lo que cada barra representa la media de los valores de las 24 parcelas. Las medias cuyos intervalos no se transalapan son diferentes estadísticamente.

Es evidente que la diferencia estadística encontrada en el análisis de varianza, corresponde al peso fresco alcanzado por Leucaena que en el segundo corte es cuatro veces mayor que Enterolobium y ocho veces superior a Tamarindus; estas dos últimas especies solamente difieren significativamente en los dos primeros cortes, en los restantes son similares.

La forma en como responden las plantas al corte, evaluada a través de la producción de forraje fresco es distinta en las tres especies. En Enterolobium la tendencia es a la disminución, en Leucaena se eleva bruscamente y luego desciende un poco mas lento; en Tamarindus, aunque el histograma muestra al principio una elevación, en realidad los valores de los cuatro cortes son estadísticamente iguales.

Al comparar los valores de peso fresco de las tres especies entre sí, en el primer corte se observa que Enterolobium y Leucaena son similares, en cambio Tamarindus es notablemente inferior; para el

segundo corte el guanacaste no aumenta; en el huaje se cuadruplica el valor y en el tamarindo, aunque aparentemente se duplica, en realidad los valores no difieren estadísticamente. En el tercer corte hay disminución casi a la mitad, con respecto al valor anterior, tanto en el guanacaste como en el huaje rojo y en el tamarindo no hay modificación. Los valores del último corte muestran una reducción notable en las tres especies y son similares estadísticamente.

Es probable que la merma final no sea una respuesta al corte sino a un fuerte desequilibrio en el balance de agua de las plantas, pues durante el periodo transcurrido entre el tercer y cuarto cortes no hubo precipitación apreciable en ningún día y las plantas solamente recibieron un riego de apoyo para la aplicación del fertilizante.

Si se expresan los datos de producción de forraje fresco en toneladas métricas por hectárea por año, se tienen los valores siguientes: Enterolobium = 3.93, Leucaena = 15.77, Tamarindus = 1.84, a una densidad de 40 000 plantas por ha.

La información referente a esta variable es abundante pero los valores consignados son muy heterogéneos; así por ejemplo, Raina et al. (1984), citan los valores siguientes, en toneladas métricas por año: 52.62, 42.22, 43.36 y 39.68; por su parte Relwani et al. (1982) encuentran 39.64, 38.69, 43.42, 41.42, 28.29, y 27.51. Si se comparan los valores de la planta que resultó más productiva del experimento, (15.77 tm/ha/año) con los citados en la literatura, (máximo 52.52 tm/ha/año y mínimo 27.51 tm/ha/año) se puede ver que la producción lograda en las condiciones del experimento es baja.

Raina et al. (op.cit.) señalan que la producción de forraje en 20 pruebas disminuyó en el quinto corte, correspondiente al mes

mas seco y aunque en los dos cortes posteriores se elevó, no se alcanzó la producción lograda en los cuatro primeros cortes; los valores encontrados, en promedio fueron los siguientes: 6.174, 6.764, 5.856, 7.718, 4.403, 5.811 5.675 para intervalos de corte, en número de días, de 180, 50, 45, 60, 67, 57 y 46 respectivamente.

En la prueba realizada, los resultados del segundo corte, cuyo intervalo fue de 63 días, muestran que Leucaena alcanzó el equivalente de 7.75 tn/ha/año, lo cual comparado con lo citado en la literatura, con un máximo de 7.718 para un intervalo similar (60 días), es bastante alto.

Sin embargo las condiciones en que se produjo el crecimiento del huaje rojo durante ese intervalo --27 de junio a 29 de agosto-- fueron las mas húmedas y casi las mas cálidas, además de ocurrir después del primer corte que como se sabe tiene un efecto acelerador de crecimiento en las yemas laterales o en la producción de nuevas yemas foliares (Weber, 1976). Tales condiciones meteorológicas no se presentaron durante los intervalos de los demás cortes, por lo que es muy probable que ello determine la baja de la producción que se refleja en el valor anual.

Al calcular la relación existente entre el peso fresco y el seco se obtuvo la proporción que representa la cantidad de agua en las plantas y son los valores promedio siguientes: Enterolobium 68.63%, Leucaena 67.80% y Tamarindus 62.47% por lo que se considera al guanacaste como la planta mas jugosa, seguida de cerca por el huaje rojo.

Fig. No 8. Análisis de varianza de los datos de peso fresco.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)	
BLOQUES	187316.549	2	93658.274	CORTE	3629706.861	3
1209902.287	96.815		<0.001 **			
ESPECIE	5410197.194	2	2705098.597	216.459	<0.001 **	
DOSIS	10374.694	3	3458.231	0.277	NS	
C x E	4369221.722	6	728203.620	58.270	<0.001 **	
C x D	61816.167	9	6868.463	0.5496	NS	
E x D	102164.139	6	17027.356	1.362	NS	
C x E x D	180112.167	18	10006.132	0.801	NS	
Error	2974296.451	238	12497.044			

n= 24, Sx=22.819, q=3.634, MSD=82.924, MSD/2=41.462.

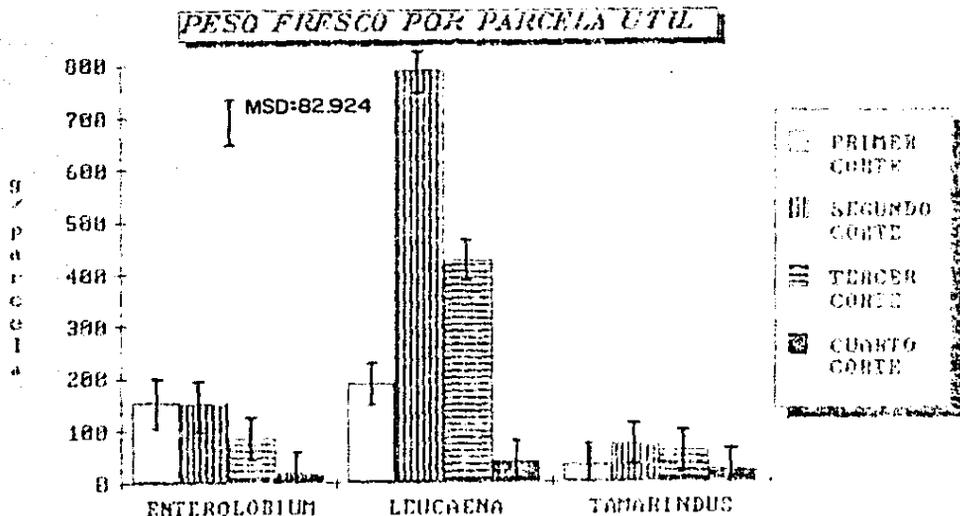


Fig No. 9. Valores medios de peso fresco arrastrado por corte y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuatr valores no se tratarían con diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 abril 1987; fechas de corte: 1, 27 junio; 2, 29 agosto; 3, 31 octubre 1987 y 4, 10 enero 1988.

Peso seco

En la figura No 10 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores de peso seco de las tres especies y los cuatro cortes arreglados por bloques (ver apéndices IIa, IIb, IIc, y IID).

Se puede apreciar que solamente existen diferencias significativas entre los cortes y entre las especies, así como en la interacción corte por especie; en cambio no existe diferencia estadísticamente significativa entre las fuentes de variación restantes.

En la figura No. 11 se presentan los mismos valores arreglados por cortes y por especie. En vista de que entre los niveles de fertilización no hay diferencias significativas, ni siquiera entre el testigo y la dosis alta, se reunieron los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno, por lo que cada barra representa la media de los valores de las 24 parcelas. Las medias cuyos valores no se traslapan, son diferentes estadísticamente.

Se puede apreciar que hay una diferencia estadísticamente significativa entre Leucaena y las otras dos especies, pero éstas son similares entre sí.

En Enterolobium hay una tendencia a la disminución en el peso a partir del primer corte; si bien hay diferencia significativa entre el primer y segundo cortes frente al último, no la hay entre cortes consecutivos.

En Leucaena se obtuvieron los valores más altos de peso seco en los cortes segundo y tercero. Todos los cortes son significativamente

diferentes pero primero y cuarto tienen valores bajos, en cambio el segundo y el tercero los muestran altos.

Por último en Tamarindus tampoco hubo diferencia significativa entre cortes; además el valor del peso seco fue el más bajo de las tres especies aunque estadísticamente no hay diferencia con Enterolobium.

Al comparar los valores de peso seco de las tres especies entre sí se puede observar que en el primer corte el guanacaste y el huaje rojo son similares pero estadísticamente diferentes con el tamarindo; en el segundo corte los similares son tamarindo y guanacaste, en cambio el huaje rojo sobresale notablemente; situación semejante ocurre en el tercer corte; finalmente en el cuarto corte las tres especies no muestran diferencia significativa entre sí y además es cuando alcanzan los valores más bajos.

La tendencia que siguen los valores de peso seco en cada especie es: en Enterolobium hacia la disminución; en Leucaena primero hay una tendencia a subir bruscamente y luego a bajar pero menos fuerte que la subida, por último en Tamarindus se observa una ligerísima tendencia a elevarse.

Si se expresan los datos de producción de forraje seco en toneladas por hectárea por año se tienen los valores siguientes: Enterolobium = 1.23, Leucaena = 5.02, Tamarindus = 0.69.

N.A.S. (1977), consigna valores de 12 a 20 toneladas por hectárea de materia seca palatable (hojas y tallos tiernos) con base en varios informes de producción anual de las mejores variedades forrajeras de Leucaena leuccephala cultivadas en buenas condiciones de terreno y clima o con riego, en diferentes partes del mundo, (Hawai, Islas Virgenes, Papúa, Nueva Guinea, y Australia). En

los trópicos subhmedos, con sequía invernal fuerte, la producción de forraje se abate, por la falta de agua, hasta cerca de 8 ton por ha. La alfalfa, que es considerada como de las mejores forrajeras y que en condiciones favorables produce de 8 a 9 toneladas por ha, bajo sequía se reduce la producción a 2 o 3 ton por ha.

Si se considera la calidad de suelos y de régimen climático en que se probaron las tres especies motivo de este estudio y la baja utilidad que normalmente rinden esos terrenos, la producción del huaje rojo puede considerarse como muy buena, no así el guanacaste y el tamarindo; sin embargo, es factible que si en Enterolobium se incrementa la densidad se puede elevar la producción de manera notable.



Fig. No. 12. Detalle de la plantación en la fecha de la primera fertilización, (25-IV-87).

Fig. No.10. Análisis de varianza de los datos de peso seco.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	14942.009	2	7471.004		
CORTE	340087.68	3	113362.56	87.87	<0.001 **
ESPECIE	622109.451	2	326054.72	252.733	<0.001 **
DOSIS	1408.016	3	469.339	0.37	NS
C x E	469884.41	6	78314.068	60.703	<0.001 **
C x D	6349.224	9	705.469	0.547	NS
E x D	10020.991	6	1670.165	1.294	NS
C x E x D	13318.18	18	739.919	0.574	NS
Error	307047.299	238	1290.1147		

n= 24, Sx=7.332, q=3.634, MSD=26.644, MSD/2=13.322.

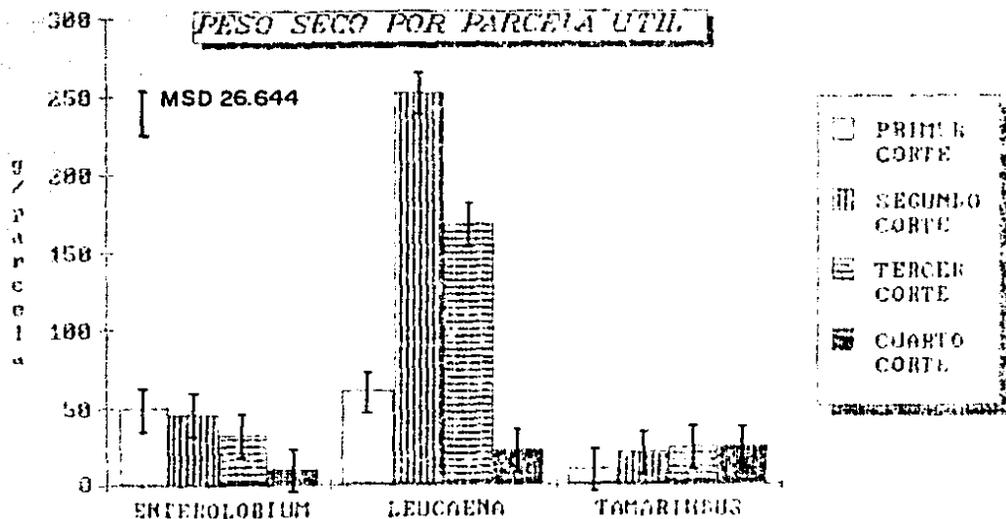


Fig No. 11. Valores medios de peso seco armados por cortes y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuyos valores no se traslapan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 de abril 1967; fechas de corte 1. 27 junio, 2. 29 agosto, 3. 31 octubre de 1967 y 4. 23 enero de 1968

Contenido de proteína cruda

En la figura No.13 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores del contenido de proteína cruda de las tres especies y los cuatro cortes arreglados en bloques (ver apéndices IIIa, IIb, IIc y IIId); se puede notar que únicamente hay diferencia significativa ($P < 0.001$) entre cortes y entre especies.

En la figura No. 14 se presentan los mismos valores de manera similar a como se hizo con los valores respectivos de peso fresco. La diferencia entre cortes ocurre en todas las especies estudiadas entre el primer y segundo corte que son también los valores mas alto y mas bajo respectivamente; entre los cortes restantes no hay diferencias significativas entre si ni con el segundo corte.

Debido a que el análisis químico del forraje se llevó a cabo en la muestra completa (follaje, tallos tiernos y maduros) es probable que el contenido de nitrógeno y por lo mismo de proteína cruda sea mayor en el material proveniente del primer corte por la mayor proporción de follaje en relación con los tallos que en las muestras provenientes de los cortes posteriores.

Al obtener un valor promedio de contenido de proteína cruda en materia seca por especie se encontraron los valores siguientes: Enterolobium = 20.63%, Leucaena = 21.25% y Tamarindus = 16.44% por lo que resulta que el guanacaste y el huaje rojo son muy similares, en cambio el tamarindo es mas bajo.

Los valores señalados en la literatura que fluctúan de 12.6% a 34.65% (Singh y Mudgal, 1967; Hutton y Donner, 1960; Hill, 1970; Minch y Ripperton, 1962; Alferez, 1976; N.A.S., 1977; Relwani et al., 1982; Krishna Murthy y Mune Gowda 198-; Pizarro y Sousa, 1983 y Sanders et al., 1987), corresponden a análisis de forraje

proveniente de cultivos realizados en condiciones de suelo y humedad ambiental mucho mejores que aquellos en donde se realizó este trabajo, por lo que se puede deducir que el contenido de proteína cruda encontrados en el presente experimento es de valor muy aceptable en lo que respecta a Leucaena. A falta de información sobre contenido de proteína cruda en follaje de las otras dos especies, si comparamos los resultados encontrados con la información señalada para Leucaena se puede afirmar que el contenido de proteína cruda en Enterolobium es regular, pero no se puede decir lo mismo para Tamarindus.



Fig. No. 15. Detalle de la plantación en la fecha del primer corte, (27-VI-87). En primer plano guanacaste y al fondo huaje rojo.

Fig. No.13 Análisis de varianza de los datos de proteína cruda.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	95.156	2	47.578		
CORTE	1856.716	3	618.905	28.67	<0.001 ***
ESPECIE	1877.868	2	938.934	43.495	<0.001 ***
DOSIS	3.186	3	1.062	0.049	NS >0.05
C x E	221.966	6	36.994	1.714	NS >0.05
C x D	60.480	9	6.720	0.311	NS >0.05
E x D	80.936	6	13.489	0.624	NS >0.05
C x E x D	224.883	18	12.494	0.579	NS >0.05
Error	5137.799	238	21.587		

Cortes: $p=4, n=72, Sx=0.548, q=3.634, MSD=1.995, MSD/2=0.995$

Especies: $p=3, N=96, Sx=0.474, q=3.35, MSD=1.589, MSD/2=0.794,$

$p=4, n=24, Sx=0.9484, q=3.631, MSD=4.446, MSD/2=1.723.$

CONTENIDO PROMEDIO DE PROTEÍNA CRUDA POR PLANTA

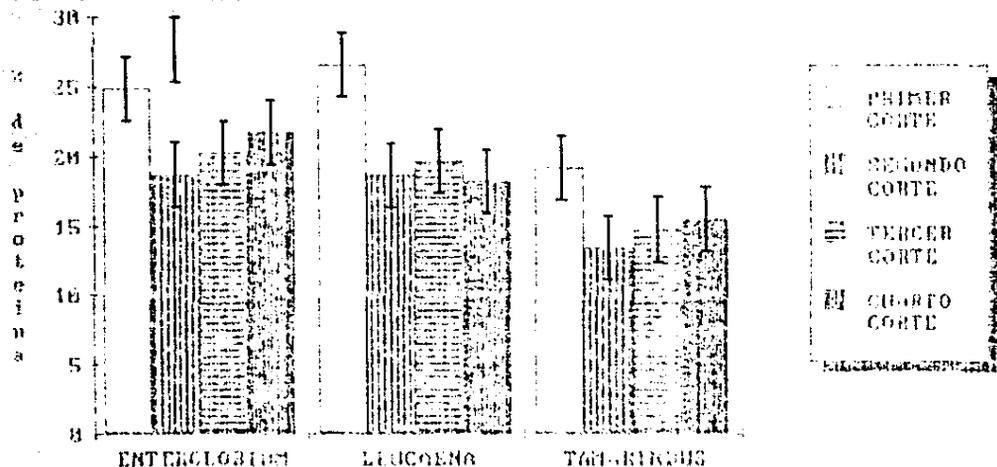


Fig. No. 14. Valores medios de proteína cruda arrojados por cortes y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuyos valores no se traslapan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 abril 1987; fechas de corte: 1. 27 junio, 2. 29 agosto, 3. 31 octubre 1987 y 4. 20 enero 1988.

Rendimiento de proteína.

En la figura No. 16 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores de rendimiento de proteína de las tres especies y los cuatro cortes arreglados por bloques (ver apéndices IVa, IVb, IVc y IVd). El valor del rendimiento se obtuvo calculando la relación de la proporción de la proteína cruda con respecto al forraje seco.

Se puede observar que solamente hay diferencia ($P < 0.001$) en las variables corte, especie e interacción de ambas.

En la figura No. 17 se presentan los mismos valores de manera similar a como se hizo con los respectivos datos de peso húmedo. En el histograma se hace evidente que es Leucaena la que determina la diferencia estadística encontrada entre especies en el análisis de varianza pues destaca notablemente frente a las otras dos.

Si se comparan los valores de rendimiento de proteína cruda de las tres especies en cortes correspondientes se constata que en el primer corte el guanacaste y el huaje rojo son estadísticamente iguales, lo mismo que el tamarindo y el guanacaste. pero entre el huaje rojo y el tamarindo sí hay diferencia estadística; en el segundo corte Enterolobium y Tamarindus son similares pero Leucaena muestra un rendimiento de más de cinco veces mayor que el primero y veintidos veces mayor que el segundo; en el tercer corte se mantiene una relación semejante aunque hay un descenso en el rendimiento del huaje rojo; finalmente en el último corte dado que se registró un decremento notable en la producción de forraje en el huaje rojo, los valores de rendimiento son similares en las tres especies.

La tendencia que muestran las tres especies es diferente: en Enterolobium es hacia la disminución, en Tamarindus prácticamente se mantiene igual, pero en Leucaena la tendencia es primero a elevarse y después a disminuir pues el máximo valor se alcanzó en el segundo corte.

Con los datos de contenido de proteína cruda de los cuatro cortes y de todos los tratamientos se obtuvo un promedio general de producción de proteína por metro cuadrado por año, para cada especie. Al relacionar dichos valores con los respectivos de peso seco para obtener el rendimiento de proteína cruda y extrapolar los resultados a una unidad de superficie mas convencional se tienen los estimaciones siguientes: Enterolobium = 254 Kg/ha/año, Leucaena = 1067 Kg/ha/año y Tamarindus = 113 Kg/ha/año.

N.A.S. (op.cit) informa de una producción anual de proteína cruda para Leucaena leucocephala de 800 a 4300 kg/ha. En comparación con las especies experimentadas el guanacaste y el tamarindo tienen un rendimiento muy bajo en la densidad de siembra empleada (40 000 plantas /ha), pero el huaje rojo muestra un rendimiento bastante aceptable mas aún si se toman en cuenta las condiciones de suelo y clima en que se realizó el experimento de campo.

Figura No 16 Analisis de Varianza de los datos de rendimiento.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	749.445	2	374.723		
CORTE	11454.136	3	3818.045	57.3142	<0.001 ***
ESPECIE	28572.953	2	14286.477	214.460	<0.001 ***
DOSIS	90.162	3	30.054	0.451	NS >0.05
C x E	17700.130	6	2950.022	44.284	<0.001 ***
C x D	217.024	9	24.114	0.362	NS >0.05
E x D	360.646	6	60.108	0.902	NS >0.05
C x E x D	423.253	18	23.514	0.353	NS >0.05
Error	15854.605	238	66.616		

n=24, Sx=1.666, q=3,63

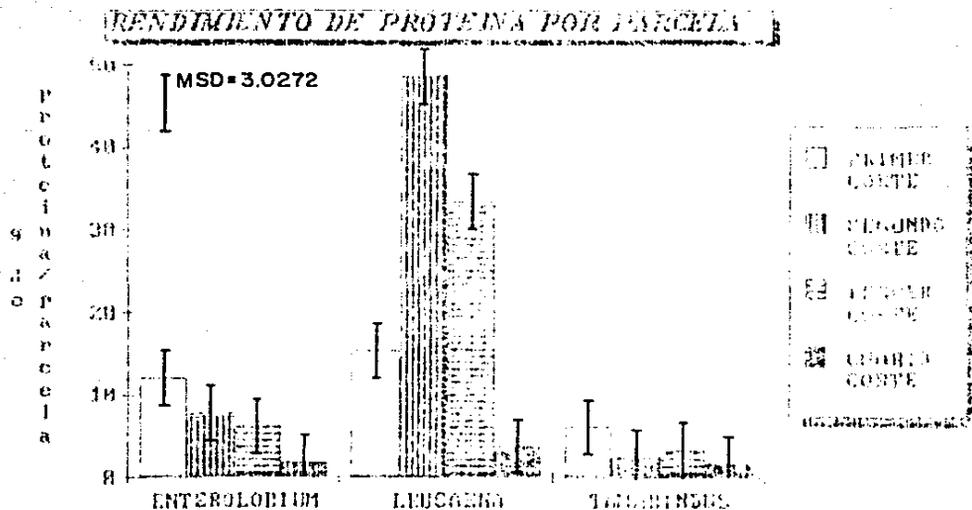


Fig. No. 17. Valores medios de rendimiento de proteína cruda, expresados por cortes y por especie. Esta barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuyos valores no se trasladan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 abril 1975; fechas de cortes 1. 27 junio, 2. 29 agosto, 3. 31 de octubre 1977 y 4. 23 de enero de 1978.

Altura

En la figura No.18 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores de altura de las tres especies y los cuatro cortes arreglados por bloques (ver apéndices Va, Vb, Vc y Vd).

Se puede apreciar que existe diferencia significativa entre las tres especies, entre los cortes y en la interacción de ambas fuentes de variación, pero no ocurre así con las restantes.

En la figura No.19 elaborada de manera similar que la de peso húmedo se aprecia que las tres especies son diferentes entre si y que es Leucaena la que alcanza mayor valor, le sigue Enterolobium y por último Tamarindus.

Si consideramos los valores acumulados de altura, de los cuatro periodos de crecimiento para cada especie, tomando en cuenta el promedio de todas las plantas de la parcela útil de las 24 parcelas (cuatro tratamientos y seis repeticiones) se obtienen los valores siguientes: Enterolobium 163.9 cm, Leucaena 240.5 cm y Tamarindus 74.7 cm. por lo que queda muy evidente Leucaena alcanzó la mayor altura acumulada y por ende el mayor vigor de crecimiento.

Al analizar el comportamiento de las especies en función de la recuperación de las plantas, manifestada por el crecimiento logrado después de cada corte, se observa que tanto el guanacaste como el tamarindo siguen una tendencia similar, ambas a la disminución, si bien en el guanacaste la altura alcanzada en los dos periodos iniciales de crecimiento es prácticamente igual, pero en el tercero y cuarto periodos, los valores son cada vez mas bajos con diferencia estadística significativa.

En tamarindo los tres primeros periodos no muestran diferencia

estadística significativa y solamente el cuarto valor #: la tigna.

En Leucaena el comportamiento del crecimiento de las plantas después de cada corte fue como sigue: entre el primer y segundo período prácticamente se duplica el tamaño, entre el segundo y tercero hay una ligera disminución, aunque con significancia estadística y entre el tercero y cuarto período hay una brusca disminución de más de la mitad del valor anterior.

Si comparamos los valores respectivos de cada corte de las tres especies, se observa que tanto Leucaena como Enterolobium casi se igualaron en tamaño siendo la primera ligeramente mayor aunque con significancia estadística y Tamarindus francamente más bajo; en los cortes restantes Leucaena se mantuvo más vigorosa, a pesar de que en el último corte decae mucho más que las otras especies si se toma en cuenta los valores alcanzados en los períodos segundo y tercero.

En el planteamiento original se había propuesto realizar los cortes cada tres meses o bien cuando las plantas alcanzaran 40 cm de altura. El tiempo transcurrido entre el trasplante y el primer corte fue de 81 días (2.7 meses (ver fig No. 6)), pues al notar que tanto Enterolobium (52.9 cm) como Leucaena (45.3 cm) habían rebasado los 40 cm y que casi se cumplían los tres meses, a pesar de que Tamarindus (22.9) no lo había logrado aún, se procedió a realizar el corte. El segundo período fue de 63 días y nuevamente, aunque Enterolobium (51.0 cm) y Leucaena (90.7 cm) habían rebasado la marca de 40 cm pero Tamarindus (21.7 cm) aún no, se optó por realizar el corte. El tercer período fue de 63 días, pero ahora solamente Leucaena (77.7 cm) superó la marca establecida pues Enterolobium (36.1 cm) no lo logró y Tamarindus (17.6 cm)

tampoco. Por último, para el cuarto corte se dejó transcurrir un periodo de 84 días (2.8 meses) y aunque ninguna de las tres especies alcanzó la marca de altura fijada, (guanacaste 23.6 cm, huaje rojo 26.85 cm y tamarindo 12.7 cm), dadas las condiciones de sequía que ponían en peligro de senescencia a las hojas, se decidió realizar el corte para no perder material que afectaría la medición de otras variables.

Los brotes (retoños) de las plantas podadas crecen aún más rápidamente que las plántulas o los brotes de las plantas que no han sido cortadas, porque aquellas no invierten energía en formar sistema radical que ya está desarrollado y además está en posibilidad de sustentar un vástago más grande que el retoño.

Al comparar los datos de este experimento con el efectuado en la India por Gupta y Patil (op.cit.) se puede constatar que tanto Enterolobium cyclocarpum como Leucaena esculenta alcanzan un crecimiento mayor, que L.esculenta probada por ellos pues en 2.7 meses logran una altura de más de la mitad de la obtenida en la India en 4 meses, aunque quedan muy por debajo de la mayoría de las otras especies.

Fig. No.18. Analisis de varianza de los datos de altura.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	2227.545	2	1118.772		
CORTE	43120.279	3	14373.426	199.174	<0.001 **
ESPECIE	80209.536	2	40104.768	555.735	<0.001 **
DOSIS	145.281	3	48.427	0.671	NS
C x E	32932.680	6	5488.613	76.056	<0.001 **
C x D	282.344	9	31.372	0.4347	NS
E x D	383.987	6	63.998	0.887	NS
C x E x D	620.116	18	34.451	0.477	NS
Error	17175.37	238	72.165		

n= 24, $S_x=1.734$, $q=3.634$, $MSD=6.302$, $MSD/2=3.151$.

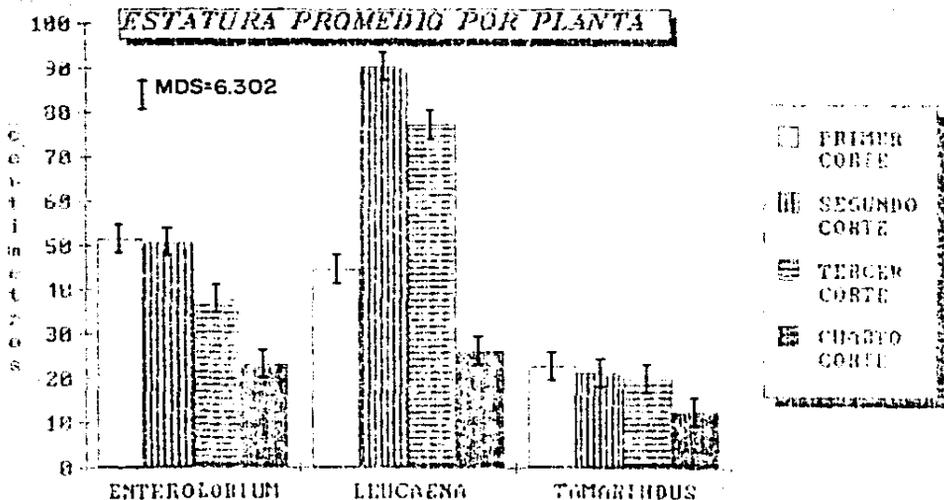


Fig. No. 19. Valores medios de estatura arreglados por cortes y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias y sus valores no se traslapan son diferentes estadísticamente. Forma de trasplante 4 años (1970); fechas de cortes 1. 27 de junio, 2. 28 de agosto, 3. 11 de octubre 1967 y 4. 13 enero 1968.

Cobertura

En la figura No. 21 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores de cobertura absoluta de las especies en los cuatro cortes, arreglados por bloques (ver apéndices VIa, VIb, VIc y VI d); se puede notar que sólo existe diferencia significativa ($p < 0.001$) entre cortes, en tres especies y entre la interacción de ambas fuentes de variación.

En la figura No. 22, se presentan los mismos valores arreglados por corte y por especies; cada barra representa la media de los valores de las 24 parcelas correspondientes a cada especie. Las medias cuyos intervalos se traslapan difieren estadísticamente.

En la figura No. 23 se presentan los valores porcentuales de cobertura, calculados a partir de los valores de cobertura absoluta y referidos a 0.25 m², es decir, al área máxima posible de que cada planta disponía sin rebazar el área de la planta vecina.

Al revisar la figura No. 21, se puede constatar que la mayor cobertura corresponde a Leucaena y las otras dos especies quedan muy por debajo de ésta.

La cobertura alcanzada por cada una de las especies después de cada corte es diferente: Enterolobium muestra una tendencia a la disminución a partir del segundo corte, aunque solo difieren estadísticamente los valores de los dos primeros cortes con el último. Leucaena muestra una extraordinaria diferencia entre la cobertura lograda al momento del primer corte y el segundo, con una disminución en el tercero y una franca caída en el cuarto. Además se puede ver que los valores de todos los cortes difieren estadísticamente. Tamarindus es la especie que menor cobertura alcanzó a todo lo largo del experimento; si bien aparentemente

tiende a incrementarse del primero al tercer corte, en realidad los cuatro valores son estadísticamente similares.

Las tres especies tienen en común que el valor de la cobertura al último corte es el más bajo de todos y no difieren estadísticamente entre sí.



Fig No. 20. Detalle de la plantación en la fecha del segundo corte (29-VIII-87), 63 días después del primer corte; nótese la altura de las plantas y la ramificación desde la base de las plantas inducida por el primer corte.

Fig. No. 21 Analisis de varianza de los datos de cobertura.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	2870684.79	2	1435342.395		
CORTE	87077900.0	3	29026000.0	124.163	<0.001 ***
ESPECIE	12741600.0	2	63708000.0	272.521	<0.001 ***
DOSIS	412734.568	3	137578.180	0.588	NS >0.05
C x E	90339800.0	6	15056600.0	64.407	<0.001 ***
C x D	1877740.1	9	208637.789	0.8927	NS >0.05
E x D	1828876.556	6	304812.759	1.304	NS >0.05
C x E x D	5038976.993	18	279943.166	1.198	NS >0.05
Error	55637906.35	238	233772.7158		

n= 24, Sx=98.694 q=3.634, MSD=358.654 SD/2=179.327.

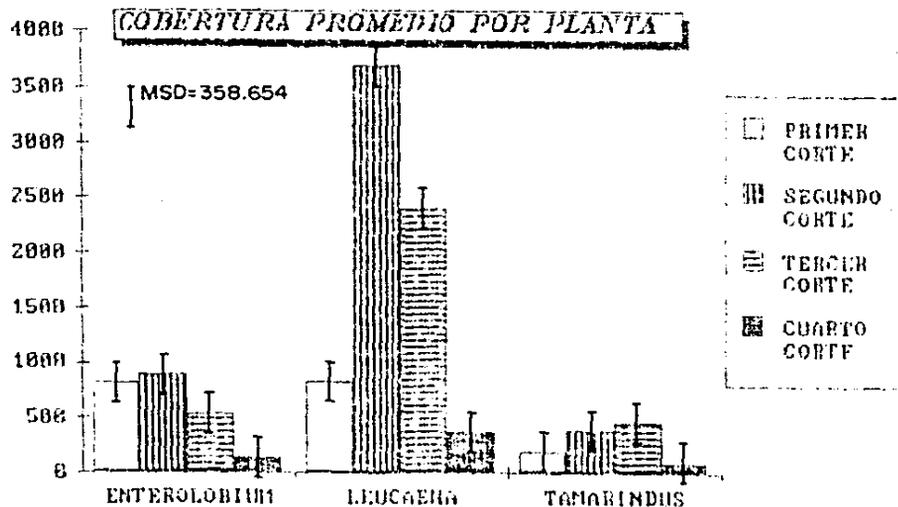


Fig No. 27. Valores medios de cobertura arreglados por cortes y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuyos valores no se traslapan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 abril 1987; fechas de corte: 1 27 junio 2, 22 agosto 3, 31 de octubre de 1987 y 4, 23 de enero de 1989.

Fig No 23

Tabla de cobertura por especie

Promedio general. Por ciento. Máximo alcanzado. Por ciento.

Enterolobium cyclocarpum

582.79 cm2	23.31%	892.4 cm2	35.7%
------------	--------	-----------	-------

Leucaena esculenta

1846.01 cm2	73.84%	3778.18 cm2	151.13%
-------------	--------	-------------	---------

Tamarindus indica

230.18 cm2	9.21%	392.34 cm2	15.69%
------------	-------	------------	--------

Número de hojas

En la figura No. 24 se presentan los resultados del análisis de varianza de los valores del número de hojas de las tres especies y cuatro cortes arreglados por bloques (ver apéndices VIIa, VIIb, VIIc y VIId).

Como en el caso de las variables anteriores, se aprecia que sólo hay diferencias significativas entre especies, entre cortes y en la interacción de ambas fuentes de variación.

En la figura No. 25 conformada de la misma manera que la correspondiente a peso fresco, se pone de manifiesto la diferencia entre las tres especies en cuanto al número de hojas, pero en este caso es Tamarindus la que mantiene siempre mayor número de hojas; Enterolobium y Leucaena son parecidos, pero difieren significativamente entre si y es la segunda la que presenta el valor mas bajo casi siempre.

Al analizar el comportamiento en la formación de hojas después de cada corte, se advierte que el huaje rojo y el tamarindo siguen patrones similares; en ambos casos, se nota un considerable incremento entre el primero y segundo corte; el número de hojas alcanzado para el tercer corte se mantiene estadísticamente igual al logrado en el segundo; en el último corte el valor disminuye de manera notable, pero es el tamarindo el que mantiene su condición de ser la especie que mas hojas forma; el guanacaste, por su parte, también incrementa su follaje entre el primero y segundo corte; ese valor, semejante al menos estadísticamente, lo mantiene durante los cortes restantes.

Hay que señalar que más del 95% de las hojas que se contaron en cada periodo fueron de neoformación entre un corte y otro, pues

durante la siega, algunas hojas permanecieron en el tronco por estar ubicadas por debajo del nivel de corte, pero sólo representan menos del 5% de hojas por individuo y en menos del 10% de las plantas.

Las dimensiones de las hojas de las especies estudiadas se presentan en la figura No. 26.

Si se considera el número de hojas en combinación con el tamaño de las mismas se puede explicar porqué en el tamarindo se presentan los valores mas bajos de cobertura y peso seco a pesar del elevado número de hojas.

De un experimento llevado a cabo en la India, se cita que la variedad "Hawaiiana" de Leucaena leucocephala desarrolló un número promedio de hojas de 6,02, para intervalos de corte de 40 días y de 12.33 para intervalo de 70 días;

Al comparar los valores citados por Krishna Murthy y Mune Gowda (1982) con los valores promedio de hojas, encontrados para las especies probadas en Morelos y con intervalos promedio de los cuatro cortes de 72.75 días fueron: para Enterolobium 27.20 hojas, en Leucaena 33.87 hojas y en Tamarindus 52.39; esto demuestra una producción de hojas mucho mas alta en los tres últimos taxa particularmente en el tamarindo.

Este carácter es de gran valor tanto en el huaje rojo como en el guanacaste, sin embargo, en el tamarindo el valor es solamente potencial, tanto desde el punto de vista de producción de forraje como de protección del suelo, dado el escaso valor de peso alcanzado, (ya sea fresco o seco) así como por la baja cobertura lograda; pero la peculiaridad de responder al corte con la formación de elevado número de hojas quizá pudiese ser utilizada en algún programa de fitomejoramiento de esta planta.

Fig. No.24. Análisis de varianza de los datos de número de hojas.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	690.980	2	345.490		
CORTE	30883.041	3	10294.347	58.272	<0.001 ***
ESPECIE	31865.136	2	15932.568	90.187	<0.001 ***
DOSIS	555.872	3	185.291	1.049	NS >0.05
C x E	6310.487	6	1051.748	5.954	<0.001 ***
C x D	1127.601	9	125.289	0.709	NS >0.05
E x D	864.833	6	144.139	0.816	NS >0.05
C x E x D	1449.384	18	80.521	0.456	NS >0.05
Error	42045.489	238	176.662		

n= 24, Sx=2.7134 q=3.634, MSD=9.859 SD/2=4.93.

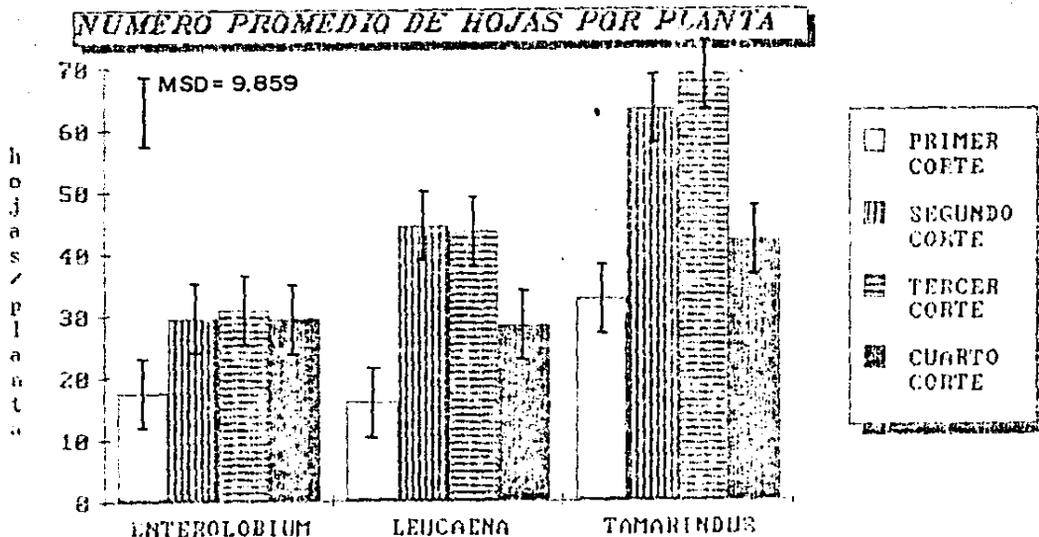


Fig. No. 25. valores medios de número de hojas arrojados por cortes y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno, las medias cuyos valores no se traslapan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 de abril de 1967; fechas de corte 1, 27 junio; 2, 29 agosto; 3, 31 octubre 1967 y 4, 23 enero 1968.

Número de ramas

En la figura No.27 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores del número de ramas de las tres especies y los cuatro cortes arreglados por bloques (ver apéndices VIIIfa, VIIIfb, VIIIfc y VIIIfd); se puede apreciar que ocurre lo mismo que con las demás variables; solamente las fuentes de variación correspondientes a corte, especies e interacción de ambas variables muestran diferencias significativas ($P < 0.001$).

En la figura No.28 se presentan los mismos valores de manera similar a como se hizo con los respectivos datos de peso seco. En el histograma se puede observar que Enterolobium muestra diferencia estadística con Leucaena y con Tamarindus y es la especie que menor número de ramas forma, en cambio los otros dos son similares.

El número de ramas, como era de esperarse, se incrementó en las tres especies como resultado del corte. Hay que señalar que al igual que en el caso de las hojas, las ramas que se cortaron en cada vez, fueron ramas nuevas que se formaron después de cada corte, al nivel del sitio donde se realizó éste o mas abajo, por lo que las plantas fueron adquiriendo un aspecto corimboide. En algunos casos las ramas brotaron muy cerca del nivel del cuello o incluso mas abajo y casi siempre engrosaron hasta alcanzar dimensiones similares al tronco original por lo que se les consideró no como ramas sino como vástagos.

Al hacer comparaciones de las tres especies en cortes correspondientes se observa que desde temprana edad tanto el huaje rojo como el tamarindo empiezan a ramificarse, no así el guanacaste que no desarrolla ninguna ramificación sino hasta después de ser cortado el único tallo inicial; en las tres especies, después del

primer corte y también en los subsiguientes, el número de ramas se incrementa en forma sucesiva, prácticamente hasta el final del experimento.

Si se comparan los valores medios del número de ramas de neoformación en los tres últimos periodos de crecimiento de las tres especies (Enterolobium = 5.07; Leucaena = 7.35; Tamarindus = 8.96) se puede ver que estas especies responden con menor vigor al corte que la variedad "Hawaiana" de L. leucocephala.

La respuesta al corte con formación de nuevas ramas e incremento sucesivo en el número de éstas, es un carácter muy útil en plantas arbustivas forrajeras; por un lado como portadoras de hojas que son el principal elemento de consumo por los herbívoros; por otro lado, y esto es muy importante, se tiene la posibilidad de retirar (cosechar) una alta proporción de biomasa de la planta -- mas del 90% del peso -- sin riesgo de muerte. Al mismo tiempo se eliminan partes vegetales que tiendan a lignificarse y a tornarse no palatables, y en cambio se propicia la formación de materia vegetal tierna y jugosa muy apetecible para el ganado; además se puede tener un control de la altura de la planta hasta el nivel mas conveniente para facilitar las cosechas sucesivas.

Sin embargo, el carácter por si solo no es muy útil, sino va acompañado por otras cualidades; por ejemplo: el tamarindo es el que mayor número de ramas forma así como también el mayor número de hojas; a pesar de ello como la hoja resulta ser pequeña (Fig No. 26) no se logra una buena producción de forraje. En cambio el huaje rojo produce un buen número de ramas de neoformación tras cada corte y gran tamaño de hojas, aun cuando el número de éstas no sea muy elevado, por tanto se considera buena productora de forraje.

Fig. No.27 Analisis de varianza de los datos de número de ramas.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	91.423	2	45.712		
CORTE	2553.676	3	851.225	206.769	<0.001 ***
ESPECIE	710.774	2	355.387	86.326	<0.001 ***
DOSIS	8.979	3	2.993	0.727	NS >0.05
C x E	207.331	6	34.555	8.394	<0.001 ***
C x D	29.438	9	3.271	0.794	NS >0.05
E x D	24.563	6	4.094	0.994	NS >0.05
C x E x D	42.647	18	2.369	0.575	NS >0.05
Error	979.802	238	4.117		

n= 24, Sx=0.4142 q=3.634, MSD=1.5051 SD/2=0.7526.

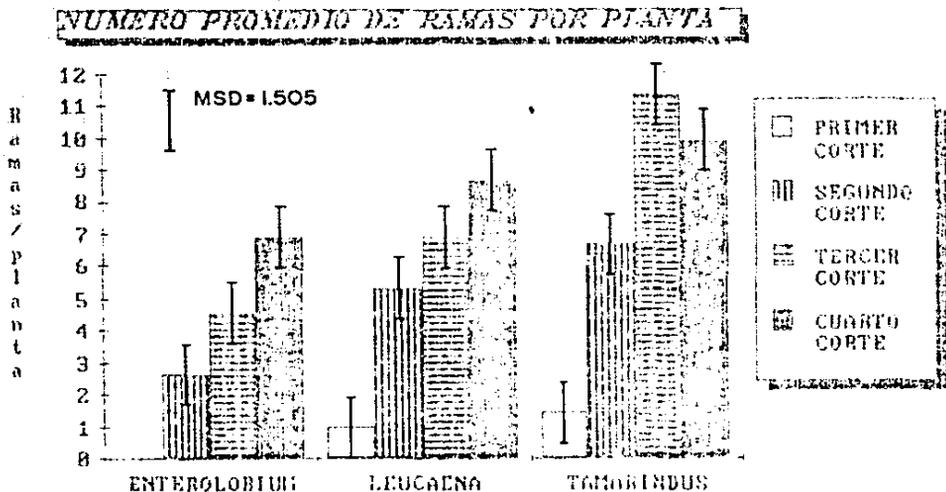


Fig. No. 25. Valores medios de número de ramas enraizadas por cortes y por especies. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuyos valores no se trasladan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 de abril de 1967; fechas de corte: 1. 27 junio; 2. 29 agosto; 3. 31 octubre 1967 y 4. 23 enero 1968.

Número de vástagos

En la figura No. 30 se presenta el resultado del análisis de varianza de los valores del número de vástagos de las tres especies y los cuatro cortes arreglados por bloques (ver apéndices IXa, IXb, IXc y IXd); como en las demás variables solamente hay diferencia significativa ($P < 0.001$) entre cortes, entre especies y en la interacción de ambas fuentes de variación.

En la figura No. 31 se presentan los mismos valores de manera similar a como se hizo con los datos respectivos de peso fresco. En ella se puede apreciar que la diferencia encontrada en el análisis de varianza corresponde a Leucaena frente a Enterolobium y Tamarindus. En estas dos últimas especies el promedio de vástagos por planta prácticamente se mantuvo en 1, en cambio en Leucaena hubo un incremento del primer al segundo corte que se mantuvo a lo largo del experimento, pues aunque en el tercer corte aparentemente hay un aumento, los intervalos de variación entre segundo y tercer corte se traslapan por lo que no hay diferencia estadística.

De lo anterior se desprende que solamente el huaje rojo es capaz de desarrollar una ramificación profusa desde la base comportándose como planta arbustiva, en lugar de arbórea como realmente lo es; esto le confiere cierta ventaja sobre las otras especies para ser manejada como planta productora de forraje para corte.

En un experimento con la variedad "Hawaiana" de Leucaena leuccephala probando cuatro intervalos de corte, al incrementar éstos de 40 a 70 días, Krishna Murthy y Mune Gowda (1982),

encontraron que el promedio de vástagos también aumenta de 8.5 a 10.6.

Si se comparan los valores de vástagos de las tres especies probadas en Morelos con los correspondientes a los mismos días de intervalo de corte encontrados por Krishna Murthy y Mune Gowda (1982), las primeras quedan en franca desventaja, pues en 70 días en la India lograron 10.6 vástagos y en los mismos 70 días, que es la media del intervalo de los tres últimos cortes en Morelos, la especie que mas vástagos desarrolló y que fué L. esculenta, apenas lo hizo con un valor promedio de 1.74 vástagos por planta.



Fig. No. 29. Detalle de la plantación en la fecha del cuarto corte, (23-I-88). A la derecha tamarindo, a la izquierda guanacaste y al fondo huaje rojo; nótese la baja cobertura, la inclinación y pedregosidad del terreno.

ESTA COPIA NO DEBE
SER DE LA BIBLIOTECA

Fig No. 30, Analisis de varianza de los datos de número de vástagos.

FUENTE	S.C.	g.l.	M.C.	F	P(F)
BLOQUES	1.431	2	0.715		
CORTE	5.530	3	1.843	17.099	<0.001 ***
ESPECIE	8.396	2	9.198	85.339	<0.001 ***
DOSIS	0.812	3	0.271	2.514	NS >0.05
C x E	4.627	6	0.771	7.153	<0.001 ***
C x D	0.974	9	0.108	1.002	NS >0.05
E x D	1.307	6	0.218	2.023	NS >0.05
C x E x D	1.115	18	0.062	0.575	NS >0.05
Error	25.652	238	0.1087		

n= 24, $S_x=0.0671$, $q=3.634$, $MSD=0.2438$, $MSD/2=0.1219$.

NUMERO PROMEDIO DE VASTAGOS POR PLANTA

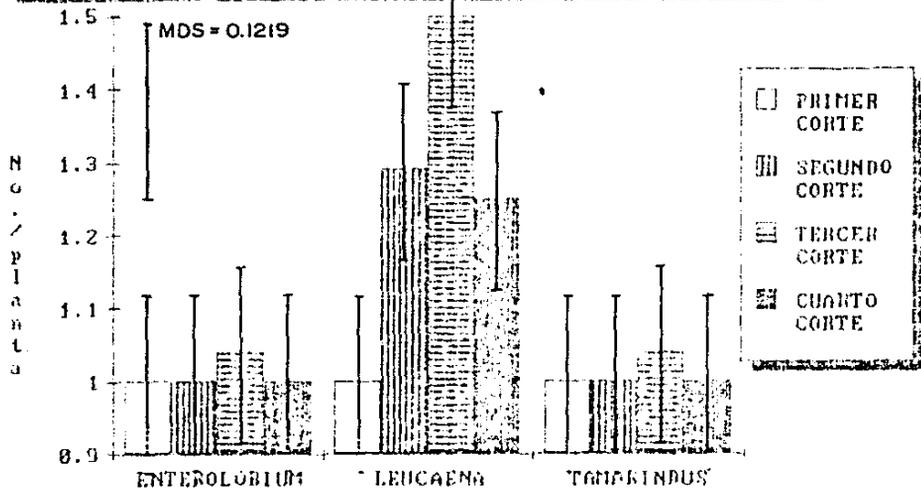


Fig No. 30. Valores medios de vástagos arreglados por cortes y por especie. Cada barra representa la media de los valores de los cuatro tratamientos con las seis repeticiones de cada uno. Las medias cuyos valores no se traslapan son diferentes estadísticamente. Fecha de trasplante 4 abril 1987; fechas de cortes: 1, 27 junio; 2, 29 agosto; 3, 31 octubre 1987 y 4, 23 enero 1988.

RELACIONES INTERVARIABLES

A) Peso fresco-peso seco.

Al sacar la relación existente entre peso seco y peso fresco, se obtuvo la proporción que representa el agua en las plantas y son los valores siguientes: Enterolobium 68.63%, Leucaena 67.8% y Tamarindus 62.47%; por tanto se considera que el guanacaste es la planta mas jugosa seguida muy de cerca por el huaje rojo. El hecho de que el tamarindo sea la planta cuyo follaje es el mas "seco" puede deberse al escaso desarrollo del sistema radical (ver fig. No. 35) o al elevado número de hojas, si bien el Área foliar es reducida (ver fig. No. 26) aunque también pudiese ser algún otro factor intrínseco como por ejemplo, la tasa de transpiración o bien limitación en la absorción de agua.

En todo caso las dos primeras pudiesen resultar mas apetecibles o mas aprovechables por el ganado.

B) Peso seco-cobertura.

La relación entre estas dos variables es particularmente estrecha pues los histogramas de ambas son similares y la correlación es positiva ($r = 0.929$) es decir un incremento en una variable se refleja de manera directa en la otra.

C) Cobertura-Altura.

La relación entre la cobertura y la altura es estrecha pues en términos generales a mayor altura mayor cobertura; esto es particularmente cierto para Leucaena y Enterolobium, sin embargo en Tamarindus existe la tendencia a disminuir la altura a partir

del primer corte, aunque se mantiene estadísticamente igual en los tres primeros y en el último disminuye, en cambio la cobertura tiende a aumentar del primer al tercer corte y disminuye en el último, pero también en este caso los valores son estadísticamente similares.

D) Cobertura-Número de hojas.

Estas dos variables no muestran ninguna correlación entre sí ($r=0.158$) pues la especie de menos cobertura es el tamarindo y al mismo tiempo la que presenta el mayor número de hojas (Figs. 22,23 y 25); por otro lado la diferencia de número de hojas entre guanacaste y huaje rojo es muy pequeña aunque estadísticamente diferentes, en cambio la diferencia de cobertura es muy grande entre ambas especies.

E) Cobertura-Número de ramas

Entre estas dos variables se presenta una situación similar a la anterior, ($r = -0.002$) aunque no tan marcada, pues es nuevamente el tamarindo la especie que presenta el mayor número de ramas; el guanacaste y el huaje rojo presentan un número similar de ramas. Se podría esperar que al aumentar el número de ramas se presentará una cobertura mayor, sin embargo el resultado encontrado fue a la inversa, dado principalmente por el elevado número de ramas y la muy baja cobertura que desarrolló el tamarindo.

Es interesante señalar que en las tres especies, aunque el peso tendió a disminuir, el número de ramas aumentó alcanzando mayor valor en el último corte o penúltimo como en el

tamarindo.

F) Cobertura-Número de vástagos

Estas variables muestran una correlación directa positiva ($r = 0.601$); en términos generales coincide la de mayor cobertura con la de mayor número de vástagos; pero si se analiza la misma relación a través de cada uno de los cortes, particularmente en el segundo y el tercero, no se ve tan clara la relación, pues en Leucaena la mayor cobertura se alcanza en el segundo corte y en cambio el mayor número de vástagos se logra en el tercer corte; situación parecida se observa en Enterolobium.

G) Altura-peso seco

Estas dos variables muestran, como era de esperarse, una estrecha relación directa positiva ($r = 0.71$) pues a medida que aumenta la altura se incrementa el peso seco; en las tres especies se observa una concomitancia a través de los cuatro cortes; sin embargo, en Enterolobium se muestra una cierta desproporción entre ambas variables si se le compara con los histogramas de Leucaena y Tamarindus. Es muy probable que esto se deba a la cantidad de agua que contienen los tejidos del guanacaste que resultó ser la de mayor proporción de humedad.

H) Vástagos-peso seco

Entre estas dos variables, si bien la correlación es directa no es muy alta ($r = 0.21$) aunque sí significativa, -dado el número de observaciones- quizá en parte debido al bajo número absoluto de vástagos.

1) Altura-vástagos

Al igual que el caso anterior, la relación apenas es significativa ($r = 566$) aunque bien cabría esperar lo contrario, que al aumentar el número de vástagos la altura tendiese a disminuir.

En el resto de las correlaciones calculadas no fueron significativas, aunque se podría señalar que algunas fueron negativas (proteína-No. de hojas, $r=-0.387$; altura-No. de hojas, $r=-0.047$; proteína-No. de ramas, $r=-0.424$; proteína-No. de vástagos, $r=-0.040$; y altura-No. de ramas $r=-0.225$).

Los valores de r de todas las variables correlacionadas se muestran en la matriz de Pearson de la fig. No. 32.

Por lo anterior, se puede desprender que la única especie que respondió favorablemente al manejo fué Leucaena que se ve estimulada, por los cortes sucesivos, a incrementar biomasa, aunque al final no alcanza una alta producción de forraje, pero esto se debió no tanto al corte, sino a las condiciones de sequía que prevalecieron de octubre en adelante y que originaron marchitez y caída de algunos folíolos.

Enterolobium por su parte es una especie que se ve afectada por el manejo ya que los valores de altura y cobertura tienden a disminuir desde el primer corte, por lo que resulta menos apta para producir forraje para corte, por lo menos si se realiza la siega a 10 cm del suelo; pero ya que respondió al manejo incrementando el número de hojas y ramas, es posible que si se deja mayor intervalo de tiempo entre la siembra o el transplante (de 120 a 140 días) y

se realizan los cortes a una mayor altura sobre el suelo (50 a 100 cm) pueda lograrse una mayor producción forrajera; además, en vista de que la cobertura en ningún momento alcanzó el 100% se podría incrementar la densidad para lograr tanto una mayor producción como mejor protección del suelo en contra de la erosión eólica y pluvial.

A su vez Tamarindus se mostró como una planta muy sensible al corte ya que no incrementó su tamaño a partir de la primera siega; aunque incrementó de manera muy marcada el número de ramas y hojas, la longitud de las primeras fue muy corta, menos de 15 cm por lo que a pesar de ello, el valor del peso del follaje fué muy bajo, comparado con el alcanzado por el huaje rojo y por el guanacaste; por lo tanto, se desprende que, en condiciones similares a las del experimento realizado, difícilmente puede considerarse como una planta con potencial forrajero prometedor.

Fig. No. 32

ANÁLISIS DE CORRELACION ENTRE DIFERENTES VARIABLES (Matriz de correlación de Pearson)

	COBERTURA	NO.HOJAS	PESO SECO	PROTEINA	ESTATURA	NO.RAMAS	NO.VASTAGOS
COBERTURA	1.000						
NO. HOJAS	0.158	1.000					
PESO SECO	0.929	0.172	1.000				
PROTEINA	0.645	-0.387	0.066	1.000			
ESTATURA	0.890	-0.047	0.071	0.212	1.000		
NO.RAMAS	-0.032	0.679	0.039	-0.424	-0.225	1.000	
NO.VASTAGOS	0.681	0.113	0.621	-0.040	0.566	0.214	1.000

Número de observaciones = 298

OBSERVACION COMPLEMENTARIA

Desarrollo de raíces.

Sin haber sido manejada como una variable de estudio pero con el fin de tener una idea acerca del desarrollo radicular, al final del ciclo de producción, tres semanas después del último corte se llevó a cabo la extracción de raíces de las plantas, seleccionando al azar una de cada parcela de manera que se contó con 72 raíces (una de cada repetición y de cada tratamiento de cada especie). La extracción se realizó cavando en derredor de la planta seleccionada, a una distancia del tronco de aproximadamente 50 cm y a la profundidad que alcanzaron las raíces: se retiró con precaución el suelo y las piedras hasta dejar al descubierto la totalidad de la raíz. Las raíces se colocaron en bolsas de plástico y en el laboratorio se pesaron, fotografiaron y dibujaron a escala 1:1.

De los dibujos de las seis raíces por tratamiento de cada especie se seleccionó, por apreciación visual, el más representativo de cada tratamiento y son los que se presentan en las figuras 33, 34 y 35.

Por lo que se pudo observar en las raíces, prácticamente no hubo diferencia entre los cuatro tratamientos en cuanto a desarrollo radicular, sin embargo sí lo hubo entre especies.

Las raíces de Enterolobium muestran la tendencia a desarrollar un eje principal grueso, recto, con pocas raíces secundarias gruesas, de escasa longitud, casi siempre en el extremo inferior de la raíz principal y un número mayor de raíces secundarias delgadas que se desprenden del eje principal, desde una profundidad menor de 10 cm. La raíz principal del guanacaste muestra una limitada capacidad de

penetración pues pocas veces alcanzó más de 20 cm de profundidad.

Las raíces de Leucaena presentan un patrón de desarrollo un poco diferente de Enterolobium; aún cuando la penetración vertical también es escasa, muestran una tendencia de mayor ramificación con un número mas grande de raíces secundarias, mas gruesas, que en la especie anterior pero también un mayor número de raíces terciarias, de longitud mayor de 20 cm; en varios casos se observó la tendencia de las raíces largas secundarias o terciarias de crecer hacia arriba después de haber logrado cierta penetración y mantenerse cercanas a la superficie del suelo.

En Tamarindus, las raíces son diferentes de las dos especies anteriores; la raíz principal es más delgada, poco ramificada, con un eje principal bien definido y de una penetración un poco mayor que las especies anteriores y con gran número de raíces secundarias y terciarias pero de escasa longitud y grosor.

Si se aprecia el tamaño de las raíces, se puede inferir que de las tres especies la que tiene una mayor rizósfera es Leucaena seguida de cerca por Enterolobium y con un volumen de rizósfera mucho menor Tamarindus (figuras 33 a 35).

Muy probablemente esta característica de las plantas influyó en las magnitudes respectivas del desarrollo de la porción epigea.

En cuanto a la protección que puedan brindar al suelo en contra de la erosión fluvial, por la extensión y volumen de la raíz, el huaje rojo y el guanacaste muestran un alto potencial, en cambio el tamarindo no es muy prometedor.

Durante la extracción de raíces, se observó una ausencia total de nódulos de Rhizobium, en todas las raíces de las tres

especies. Tal situación no es de extrañar dada la poca cobertura vegetal que existía antes del establecimiento de la plantación, por lo que el suelo seguramente carecía de poblaciones del microorganismo fijador de nitrógeno.

Este hecho reviste cierta importancia en relación a la nutrición de las leguminosas sometidas a experimentación, si tomamos en consideración la ausencia de respuesta a los tratamientos de fertilizante empleados; las tres especies se comportaron de manera similar a su respectivo testigo y es factible considerar que la fertilidad natural del suelo, aunque baja en términos generales, fue suficiente para mantener el crecimiento de las plantas.

De esta situación se puede derivar la posibilidad de utilización de este tipo de terrenos para siembra de leguminosas forrajeras sin necesidad de empleo de fertilizantes, lo que redundaría en un considerable ahorro para el productor.

A pesar de esta evidencia, se requiere de una prueba adicional, con mayor cantidad de fertilizante, pues bien podría ser que la carencia de respuesta a las dosis empleadas no hubieron alcanzado el umbral de respuesta. Sin embargo en empleo de dosis mas altas de agroquímicos que diesen un mayor rendimiento en la producción de forraje podría resultar incosteable. Así mismo sería deseable investigar lo relativo a la presencia o ausencia de micorriza vesículo-arbuscular, pues es el caso de QUE las plantas que carecen de pelos, como lo son el huaje y el guanacaste, son micotrofas obligadas y sin la micorriza no pueden absorber nutrimentos, aun cuando estos esten presentes y disponibles en la rizosfera de las plantas.

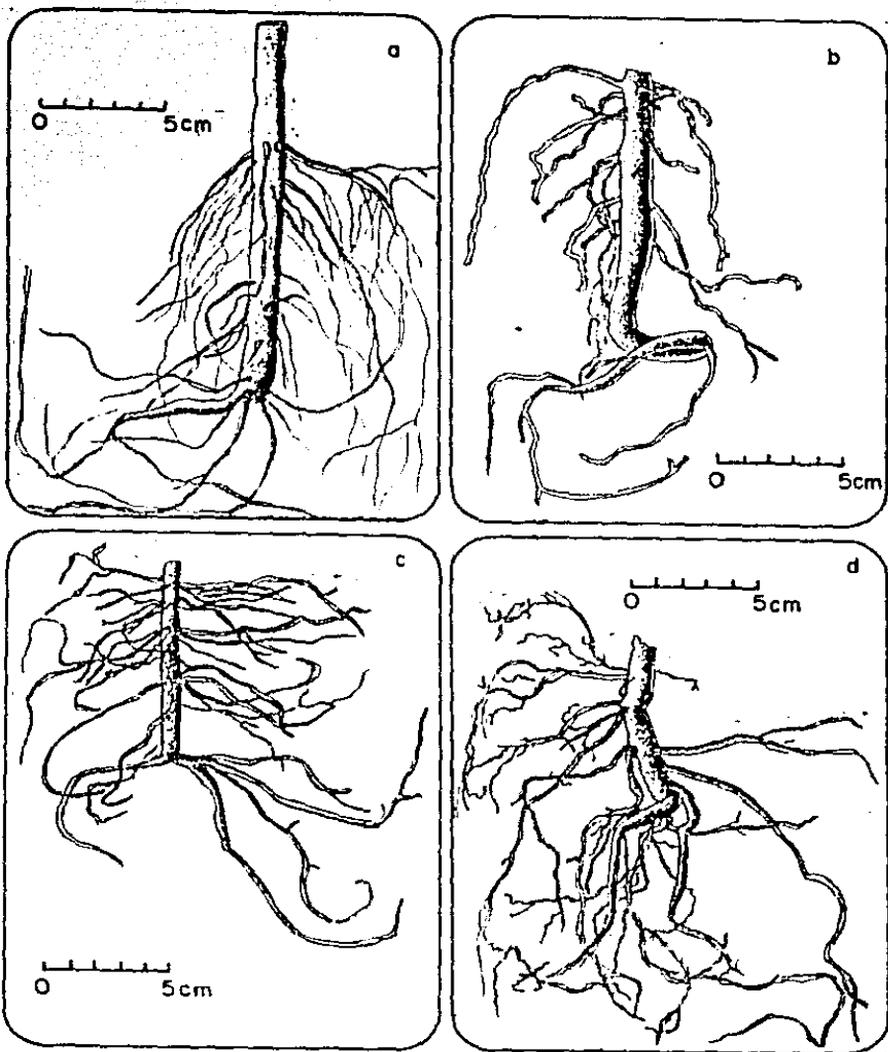


Fig. No. 32. Esquemas representativos del desarrollo de la raíz de guacaste al término del experimento. 11 años. a) testigo, b) dosis baja, c) dosis media, d) dosis alta.

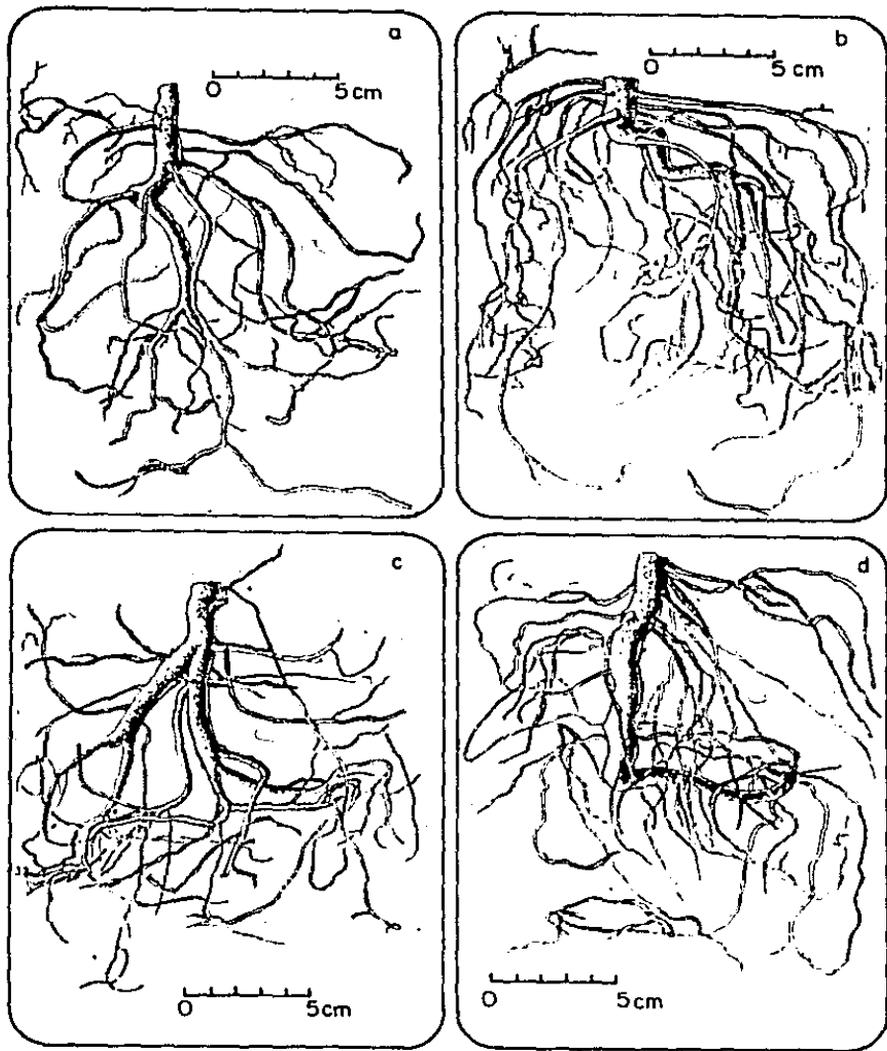


Fig. No. 24. Esquemas representati-*o*n del desarrollo de la raíz de pino rojo al término del experimento. 1 año. a) testigo, b) dosis baja, c) dosis media, d) dosis alta.

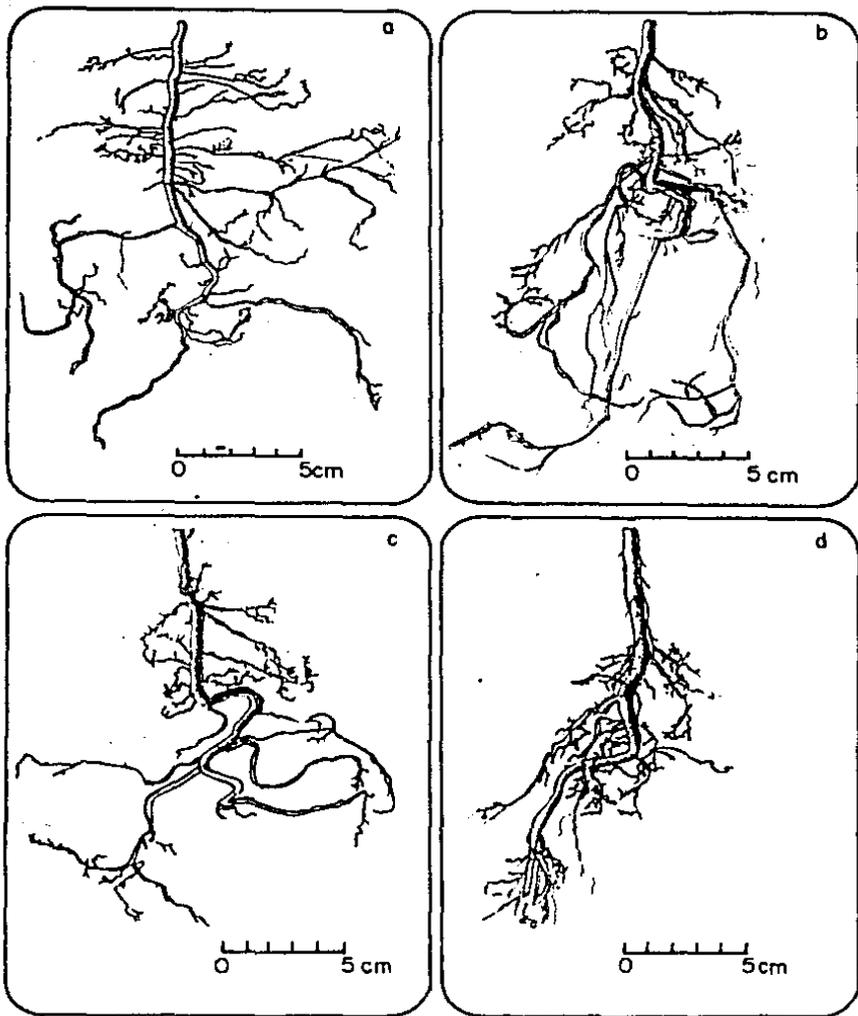


Fig. No. 25. Esquemas representativos del desarrollo de la raíz de tamarindo al término del experimento. 1) año, al testigo, 2) dosis baja, 3) dosis media, 4) dosis alta.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio se pueden derivar las conclusiones siguientes:

1) Fertilización.

A pesar de la baja fertilidad del suelo, no hubo respuesta a la aplicación de fertilizante por ninguna de las especies probadas. Además, tampoco desarrollaron asociación con Rhizobium. Esto representa una ventaja pues reduce los insumos en cultivos extensivos, aunque se requiere de más investigación de campo para encontrar posibles cepas de Rhizobium que incrementen la productividad primaria de las especies.

2) Respuesta al corte.

El huaje rojo y el guanacaste respondieron de manera positiva al corte en cambio el tamarindo lo hizo en forma negativa.

El "comportamiento" a lo largo de los cortes fué diferente en las tres especies, si se toman en cuenta las variables consideradas directamente a la producción forrajera: el huaje rojo alcanzó los máximos valores en el segundo corte, muy por arriba del valor mas bajo --cuarto corte-- y con escasa diferencia con el resultado del tercer corte; el guanacaste siguió una tendencia a la disminución a partir del primer corte y el tamarindo prácticamente se mantuvo igual a través de los cortes.

3) Peso de forraje fresco y seco.

La producción de forraje fresco y seco fué muy diferente en

las especies probadas pues el huaje rojo arrojó valores de 15.77 y 5.02 tm/ha/año para una y otra variable; en cambio el guanacaste produjo 3.93 y 1.23 tm/ha/año y el tamarindo solo 1.84 y 0.69 tm/ha/año respectivamente.

4) Contenido de proteína.

En comparación con el contenido proteínico de plantas consideradas como buenas forrajeras, (25% a 34%), los valores promedio encontrados para el huaje rojo y el guanacaste (21.25% y 20.63% respectivamente) pueden considerarse como intermedios y bajos para el tamarindo (16.44%).

5) Rendimiento de proteína.

El rendimiento de proteína cruda del huaje rojo (1067 Kg/ha/año) queda dentro del intervalo de rendimiento de las plantas reconocidas como buenas forrajeras (800 a 4300 Kg/ha/año) en cambio el guanacaste y el tamarindo mostraron un rendimiento muy bajo (254 y 113 Kg/ha/año respectivamente).

6) Producción de forraje.

En comparación con los valores obtenidos con especies reconocidas como excelentes productoras de forraje, que han sido probadas en óptimas condiciones de suelo y clima (v.gr.: el huaje blanco) a la misma densidad de siembra --40 000 plantas por hectárea-- y tomando en cuenta las peculiaridades topográficas, edáficas y climáticas en que se efectuó el experimento, el huaje rojo puede considerarse como muy buena productora de forraje, no así el guanacaste ni el tamarindo.

7) Altura.

La velocidad de crecimiento antes del primer corte fué muy similar en el huaje rojo y el guanacaste, pero a partir de la primera siega el huaje rojo acusó un mayor vigor de desarrollo que las otras dos especies; sin embargo para el último intervalo de corte, la tasa de crecimiento fué muy similar en las tres especies aunque muy baja. La altura acumulada a lo largo del experimento fué: para el huaje rojo (240.5 cm) una y media veces mayor que la del guanacaste (153.9 cm) y mas de tres veces la del tamarindo (74.7 cm); por su parte el guanacaste alcanzó un valor mayor de dos veces la altura del tamarindo.

Por los valores de altura alcanzados y la altura del tallo a la que se realizó la siega, es muy probable que si se efectúa el corte a un nivel mas alto pueda mejorarse la producción de forraje por lo menos para el caso del huaje rojo y del guanacaste.

8) Cobertura.

La cobertura, muestra una amplia variación de una especie a otra así como entre los diferentes periodos de crecimiento. La cobertura promedio para huaje rojo, guanacaste y tamarindo durante todo el periodo del experimento fué 73.84%, 23.31% y 9.21% respectivamente; la cobertura máxima alcanzada por cada especie y que en todas coincidió en el segundo corte, fué 151.13% para huaje rojo, 35.7% para guanacaste y 15.69% para tamarindo.

Esto lleva a concluir que el huaje rojo al estar cerca del 100% durante gran parte del periodo del experimento, e incluso rebasar esa cifra en la época de máxima producción por ocurrir

sobreposición de copas o interdigitación del ramaje, brinda una excelente protección al suelo contra la erosión pluvial, eólica y quizá también fluvial; además significa que la densidad de siembra empleada está muy cerca del máximo recomendable. En el caso del guanacaste la cobertura es baja tanto en promedio como en la máxima alcanzada, por lo que su valor como planta covertera es limitado en esa densidad de siembra. Sin embargo es posible incrementar tanto la protección al suelo como la producción de forraje si se eleva la densidad de la plantación. El tamarindo por su parte, no mostró posibilidades de ser utilizado como especie covertera, ni siquiera con un incremento razonable en la densidad de siembra, dados los valores tan bajos logrados, aún en el lapso de mayor producción.

9) Número de hojas.

El número de hojas de cada especie es diferente pero con valor alto en comparación con otras especies, sin embargo, el número por sí mismo no es una variable confiable ni como referencia de producción de forraje ni como protectora de suelo, pues si se toma en cuenta las dimensiones de las hojas, es factible percatarse de que esta variable es mucho más importante; así resulta que el tamarindo que tiene el mayor número de hojas, pero también el menor tamaño de las mismas, es la especie de menor producción de forraje y la que menor cobertura alcanza.

10) Número de ramas.

La respuesta al corte, con formación de nuevas ramas e incremento en el número de éstas, puede considerarse como buena;

sin embargo en el tamarindo el incremento ramas no va acompañado de mayor producción de forraje, dada su reducida área foliar, en cambio en el huaje rojo están concatenados número y tamaño de hojas con número de ramas y todo ello redundando en una buena producción de forraje; en el guanacaste el número de ramas no representa mayor cobertura ni producción de forraje por el reducido número de hojas que desarrolla.

11) Número de vástagos.

El huaje rojo es la única de las tres especies probadas que es capaz de acrecentar la ramificación desde la base, e incluso por debajo del cuello. (vástagos) como respuesta al corte, característica que representa una cualidad ventajosa en el manejo de la planta como productora de forraje.

12) Raíces.

El desarrollo de las raíces es diferente en las especies probadas; aunque las tres muestran escasa penetración la que más ramificación presenta es el huaje rojo con tendencia a mantener las raíces secundarias y terciarias cercanas a la superficie del suelo; el guanacaste tiene una raíz pivotante con el eje principal muy vigoroso y pocas raíces secundarias; el tamarindo también presenta raíz pivotante pero con el eje principal muy delgado, con gran número de raíces secundarias y terciarias muy delgadas y de escasa longitud. Por tanto, solamente el huaje rojo y el guanacaste muestran un alto potencial como retentoras del suelo y protectoras contra la erosión.

13) Conclusión general.

El huaje rojo se puede considerar como una planta muy prometedora para ser utilizada en terrenos de baja productividad agrícola o de baja categoría agronómica con buenas perspectivas de rendimiento en producción de forraje, protección del suelo y con posibilidades de incrementar más todavía la producción de forraje si la siega se realiza a mayor altura sobre el suelo y quizá con incremento en la densidad de plantación, dado que no se alcanzó el 100 % de cobertura durante todo el periodo de producción con la densidad empleada (40 000 plantas por ha.).

El guanacaste también podría ser útil para los mismos fines pero con una densidad de siembra mucho mayor, (60 000 ó 70 000 plantas por ha.) pues la máxima cobertura lograda en el experimento, (35.7%), permite suponer que se puede incrementar la densidad sin que se presenten problemas de competencia entre las plantas; como en el caso del huaje rojo, es posible que se pueda incrementar la producción de forraje si la siega se realiza a una altura mayor, (v.gr: 50 cm) pues si se permite que permanezca follaje en la planta, quizá sea más rápida la recuperación de la misma después del corte; además si se concede mayor lapso entre la siembra o trasplante y primer corte e intervalos de corte, (90 días) quizá también se incremente el rendimiento de forraje.

Por último, el tamarindo resultó ser una planta que la siega afecta de manera notable en su crecimiento y si bien resiste la sequía invernal, su recuperación después del corte es lenta y raquítica, por lo que se puede considerar que en condiciones similares a las del experimento, no es una planta útil para los fines perseguidos, aún cuando puede tener gran potencialidad para otros usos.

LITERATURA CITADA

AQUIAHUATL, A and D MUÑOZ, 1983a. Inoculation of Leucaena leucocephala with Rhizobium strain adapted at high levels of aluminium. LEUCAENA Research Reports vol. 4, p. 54

-----1983b. Effect of aluminium on the growth of Rhizobium associated to Leucaena leucocephala. LEUCAENA Research Reports Vol. 4, pp. 55-56.

BANCO DE MEXICO, S.A., 1980. Leucaena (Huaje). Leguminosa tropical mexicana, usos y potencial FINA. XXV Aniversario, 90p.

BEUCE, D.M., 1977. Cassava interplanted with "Giant ipil-ipil": A means of providing an inexpensive source of fertilizer and reducing erosion. U.S.A., I.D. Manila Philippines.

BRAY, H.H. and T.L. KURTZ, 1945. The determination of total organic and available forms of phosphorous in soils. SOIL SCIENCE 59:439-445.

BRAY, R.A. 1982. Forage yield of Leucaena diversifolia. LEUCAENA Research Reports 3:26.

BRESSANI, R., R. JARQUIN, L.G. ELIAS and J.E. GRAHAM, 1966. Chemical analysis of the conacaute Enterolobium cyclocarpum (timauba tree) and its biological evaluation in rats and chickens. TURRIALBA 16(4)330-339.

BREWBAKER, J.L. and J.W. HYLIN, 1965. Variations in mimosine content among Leucaena species and related. Mimosaceae. Crop. Sci. 5(4): 348 - 349.

BREWBAKER, J.L. and E.M. HUTTON, 1979. Leucaena - Versatile tropical tree legume. IN New agricultural crops. G.A. Ritchie, Ed. Westview Press, Boulder Colorado, pp.207-259.

BREWBAKER, J.L. and S. KAYE, 1981. Mimosine variations in species of the genus Leucaena. LEUCAENA Research Reports 2:66-68.

BREWBAKER, J.L. 1982. Leucaenas for the highland tropics. LEUCAENA Research Reports 3:77.

BOUYOCOS, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agron. J. 43:434-438.

CABRERA, L. 1982. Diccionario de arboles. Ed Oasis S.A. México. 166 p.

COCHRAN, W.G. y G.M. COX. 1985. Diseños experimentales. Ed. Trillas. México, 661 p.

DE LA GARZA, H., M. VALDES and J.F. AGUIRRE. 1987. Effect of Rhizobium strains, phosphorous and soil type on nodulation and growth of L. leucocephala. LEUCAENA Research Reports 8:42.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE E.U.A., 1985. Manual de conservación de suelos. Servicio de conservación de suelos. Limusa. 332 p.

DIJKMAN, M.J., 1950. Leucaena a promising soil erosion control plant. Econ. Bot. 4:337 - 349.

FLORES, F. and T.H. STOBBS, 1978. Value of legume suplement for lactating cows grazing tropical grass pastures. Tropical Crops Pastures. Div. rpt. CSIRO. Australia 1976 - 1977. 117 p.

FOSTER, A.B. 1967. Metodos aprobados en conservación de suelos. Ed. Trillas. 411 p.

GARCIA, E. 1981. (3a. Ed.) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, UNAM, México. 246 p.

GIRAL, J. and M.B. ECHEGOYEN. 1949. Determinations of treonine in mexican foods and in other products. CIENCIA (Mex.) 9:300-302.

GOMEZ POMPA, A., 1985. Los recursos bióticos de México. (Reflexiones). Ed. Alhambra Mexicana, México. 122 p.

GILL, A.S., B.D. PATIL and C.L. YADAV, 1982. Intercropping studies in Leucaena. LEUCAENA Research Reports 3:30.

GONZALEZ DIAZ, C., 1942. Estudio bioquímico de la parota. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P.N. 81 p.

GRAY, R.A., 1982. Forage yield of Leucaena diversifolia. LEUCAENA Research Reports 3:1.

GRAY, S.G., 1968. A review of research on Leucaena leucocephala. Trop. Grassland. 2(1): 19 - 30.

GUPTA, V.K. and B.D. PATIL, 1984. Performance of the Leucaena species and hybrids. LEUCAENA Research Reports 5:27-28.

HABTE, M. and A.E. SAMIR, 1985. The influence of simulated erosion on N₂ fixation and growth of Leucaena. LEUCAENA Research Reports. 6:91.

HOLLIDAY, J. 1984. Register of nodulation reports for leguminous trees and other arboreal genera with nitrogen fixing members. NITROGEN FIXING TREE Research Reports. 2:38-45.

HUTTON, H.M. and I.A. BONNER, 1960. Dry matter and protein yields in four strains of Leucaena glauca Benth. J. Aust. Agr.

HUTTON, E.M., 1981. Natural crossing and acid tolerance in some Leucaena species. LEUCAENA Research Reports 2:2-4.

HUTTON, E.M. and Z.E. TABARES, 1982. Leucaena cocculenta and L. trichodes some similarities and differences. LEUCAENA Research Reports 3:12-13.

JANZEN, D.H., 1981a. Guanacaste tree seed-swallowing by Costa Rica range horses. ECOLOGY 62(3):587-592.

JANZEN, D.H., 1981b. Enterolobium cyclocarpum seed passage rate and survival in horses; Costa Rican pleistocene seed dispersal agent. ECOLOGY 62(3): 593-601.

JANZEN, D.H. and M.L. HIGGINS, 1979. How hard are Enterolobium cyclocarpum seeds? BRENESIA 16:61-67.

KINCH, D.M. and J.C. RIPPERTON, 1982. Koa hagle. Production and processing. Hawai Agr. Exp. Sta. Bull. 129:1-58.

KRISHNA MURTHY, K. and M.K. NUNE GOWDA, 1982. Effect of cutting and frequency regimes on herbage yield of Leucaena. LEUCAENA Research Reports 3:31-32.

LARA FERNANDEZ, V. and R. FERRERA CERRATO, 1986. Study of the vesicular arbuscular endomycorrhizal Leucaena leucocephala symbiosis. LEUCAENA Research Reports 7:94-96.

LEFEVRE, J.C. 1971. Revue de la littérature sur le tamarinder. Fruits. 26(10): 687 - 695.

LEON ARRETA, R. 1984. Nueva Edafología, Regiones tropicales y Areas templadas de México. Física, química, clasificación, Diagnóstico, biología y conservación de suelos. Grupo Editorial Gaceta, S.A. 340 p.

MASSIEU H., G., J. GUZMAN, R.O. CRAVIOTO, and J. CALVO DE LA TORRE. 1950. Essential amino acid content in several Mexican seeds. CIENCIA (Mex.) 10:142-144.

MOHATPAR, L.C. and L.L. RELWANI, 1985. Effects of plant population seed, forage and firewood production of Leucaena K8. LEUCAENA Research Reports 6:40.

MORENO QUIROZ, A. R. FERRERA CERRATO and R. NUNEZ ESCOBAR, 1983. Effect of inoculation with different Rhizobium sp. strain in Leucaena leucocephala. LEUCAENA Research Reports 4:57.

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. 1954. Color Company Inc. Baltimore, Maryland.

MYERS, W.L. and R.L. SHELTON. 1980. Survey methods for ecosystems management. John Wiley and Sons. New York. 403 p.

N.A.S. (National Academy of Sciences), 1975. Under exploited tropical plants with promising economic value. ECSTID. Advisory studies and Special Report. (16):187 p.

----- 1977. Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropics. Board Science and Technology for International Development. Advisory Studies and Special Reports. (26):118 p.

----- 1979. Tropical legumes: Resources for the future. Board on Science and Technology for International Development. Advisory Studies and Special Reports. (25):331 p.

PENNINGTON, T.D. y J. SARUKHAN, 1968. Arboles tropicales de México. INIF y FAO. Ed. B. Franklin. México. 413p.

PEREZ GUERRERO, J. 1979. Leucaena, leguminosa tropical mexicana. Usos y potencial. Tesis profesional. U.A.CH., México. 80 p.

PIZARRO, E.A. and N.M. SOUSA COSTA, 1983. Dry matter production of Leucaena in the Cerrados. LEUCAENA Research Reports 4:9-10.

RAINA, A.K., B.L. LABNE and H.L. GADEKAR, 1984. Initial evaluation of Leucaena leucoccephala cultivars for fodder production. LEUCAENA Research Reports 5:45-48.

RAMIREZ, L. 1987. Preliminary germoplasm evaluation of Leucaena spp. in the Henequen zone of Yucatan, Mexico. LEUCAENA Research Reports 9:44.

RELWANI, L.L., S.S. DESHMUKH, R.V. NAKET and D.Y. KHANDALE, 1982. Varietal trial on Leucaena cultivars for forage production. LEUCAENA Research Reports 3:36.

REYES CASTANEDA, P. 1985. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas. México. 348 p.

RICHARDS, L.A., ed. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A., Handbook 60:172 p.

SALAS NOH, L.F. and A. CASTELLANOS RUELAS, 1987. The use of high levels of Leucaena leaf meal (LLM) with or without ferrous sulphate for growing rat. LEUCAENA Research Reports 4:52-61.

SALAS NOH, L.F., I. TEJEDA DE HERNANDEZ and A. F. CASTELLANOS RUELAS, 1987. Response of the growing rat fed with high levels of Leucaena leaf meal (LLM) treated with heat and pressure. LEUCAENA Research Reports 4:62-64.

SAMAYOA, P., and J.A. SACASTUM, 1946. Algunas especies maderables de nuestros bosques, AGRICULTURA (GUATEMALA) 2(21/26):226-303.

SANCHEZ, R.G. y J. PEREZ GUERRERO, 1977. Potencial y usos de la Leucaena en México. Boletín Informativo FIRA. 11(103):8-16.

SAUNDERS, S.S., A.J. OAKES and W.J. WISER, 1987. The relationship of mimosine and protein in L. leucocephala. LEUCAENA Research Reports. 8:66-74.

SCHOLLENBERG, C.L. and R.H. SIMON, 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil by Ammonium Acetate Method. SOIL SCIENCE 59:13-25.

SINGH, H.K. and V.D. MUDGAL, 1967. Chemical composition and nutritive value of Leucaena flava (White popinac). Indian J. Dairy Sci. 20(4):191-195.

SOKAL, R.R. and F.J. ROHLF, 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. 2d. Ed. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 859 p.

SORENSEN, C.T. and J.L. BREWEAKER, 1987. Utilizing unreduced gametes for production of novel hybrids of Leucaena species. LEUCAENA Research Reports 8:75-76.

SPP (SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO) 1981. Atlas Nacional del Medio Físico Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 244 p.

STANDLEY, P.C., 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. Contr. U.S. Nat. Herb. 23: 1-1721.

TECHNICON INDUSTRIAL SYSTEMS, 1977. Technicon autoanalyzer methodology. Industrial method. 3024 - 74 W. E. Tarrytown. N.Y. USA.

VAZQUEZ YANEZ, C. y B. PEREZ GARCIA, 1977. Notas sobre la morfología, la anatomía y la fisiología de las semillas de Enterolobium cyclocarpum. TURRIALBA 27:427-429.

VIDAL ZEPEDA, R. 1980. Algunas relaciones clima-cultivos en el estado de Morelos. Instituto de Geografía. UNAM. México. 95 p.

VINK, A.P.A., 1963. Landscape ecology and land use. Longman. London and New York. 263 p.

WALKELEY, A. 1947. Critical examination for determining organic carbon in soils. SOIL SCIENCE 53:251 - 264.

WEBER, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México. 622 p.

ZARATE, P.S. y M. SOMSA C. 1976. Variación geográfica de Leucaena en México. Resúmenes de los trabajos del VII Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Mex. pp. 12 - 13.

ZARATE PEDROCHE, S. 1982. Las especies de Leucasna Benth. de Oaxaca, con notas sobre la sistemática del género para México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 167 p.

APENDICE I a

Valores de PESO FRESCO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	231	366	36	
		191	126	61	
	2	231	316	51	
		201	286	31	
	3	136	121	21	
		211	321	36	
	4	191	186	21	
		201	151	21	
	II	1	125	51	31
			91	115	31
		2	91	96	11
			66	81	25
3		71	125	11	
		131	315	6	
4		176	151	61	
		91	161	31	
III		1	131	296	11
			175	341	16
		2	191	141	36
			91	251	61
	3	121	141	31	
		136	206	46	
	4	186	61	36	
		211	121	36	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE I b

Valores de PESO FRESCO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	66	991	121
		106	796	96
	2	151	1221	46
		176	1201	56
	3	161	796	66
		136	1091	116
	4	141	671	26
		246	771	36
II	1	166	421	21
		53	491	31
	2	121	345	41
		135	285	71
	3	56	591	78
		96	901	36
	4	133	691	121
		346	351	31
III	1	161	1191	45
		131	1371	56
	2	161	891	151
		156	891	101
	3	175	471	48
		206	1171	136
	4	106	691	41
		211	621	106

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento.

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE I c

Valores de PESO FRESCO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	31	471	66
		36	461	91
	2	61	471	56
		121	461	31
	3	51	166	31
		96	346	91
	4	121	811	56
		96	471	36
II	1	81	456	31
		71	276	91
	2	101	151	36
		96	336	51
	3	106	236	66
		51	611	36
	4	116	691	91
		151	421	76
III	1	61	811	41
		56	466	41
	2	66	631	66
		56	286	91
	3	136	256	51
		81	471	66
	4	76	306	95
		81	151	46

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE I d

Valores de PESO FRESCO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	6	56	41	
		1	31	36	
	2	21	81	26	
		21	51	16	
	3	11	16	16	
		16	16	26	
	4	16	76	11	
		11	41	11	
	II	1	16	31	11
			16	11	36
		2	31	6	6
			21	71	26
3		31	21	36	
		16	56	16	
4		21	46	36	
		16	36	26	
III		1	11	131	16
			21	31	16
		2	6	51	26
			21	21	36
	3	46	11	21	
		6	36	21	
	4	21	16	31	
		16	11	31	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE II a

Valores de PESO SECO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	83	134	10
		65	49	21
	2	75	105	17
		65	89	9
	3	43	39	7
		71	110	10
	4	66	63	8
		63	46	8
II	1	42	25	9
		26	39	9
	2	31	32	4
		21	26	6
	3	27	37	5
		42	110	3
	4	51	44	29
		32	53	8
III	1	43	91	5
		61	124	5
	2	57	43	11
		28	37	15
	3	40	39	9
		35	62	9
	4	60	17	12
		65	38	9

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE II b

Valores de PESO SECO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	21	299	37
		36	236	28
	2	47	358	14
		51	373	16
	3	51	269	22
		45	361	34
	4	46	206	11
		71	236	11
II	1	46	134	7
		28	166	11
	2	38	123	13
		36	97	23
	3	16	209	21
		30	274	13
	4	38	306	34
		123	114	12
III	1	47	343	11
		41	426	13
	2	45	333	42
		28	285	27
	3	49	141	11
		63	333	36
	4	28	221	13
		62	201	31

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE II c

Valores de PESO SECO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	18	199	27	
		19	181	31	
	2	19	191	21	
		47	171	16	
	3	16	77	10	
		35	146	36	
	4	46	297	27	
		38	190	16	
	II	1	31	191	14
			30	111	35
		2	36	71	14
			36	131	23
3		33	104	24	
		21	239	16	
4		47	246	31	
		71	153	26	
III		1	26	296	13
			26	191	16
		2	29	236	29
			23	121	37
	3	33	121	37	
		34	174	21	
	4	23	133	55	
		31	68	21	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE II d

Valores de PESO SECO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	3	26	20
		0.3 sic !	21	16
	2	11	41	16
		11	26	11
	3	6	11	10
		11	10	16
	4	9	36	6
		9	21	6
II	1	11	21	6
		11	8	14
	2	16	1	1
		11	39	15
	3	19	16	18
		11	28	13
	4	11	29	21
		9	16	14
III	1	5	58	13
		11	21	13
	2	3	28	19
		10	15	19
	3	21	19	13
		1	19	16
	4	11	11	16
		9	8	16

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan gramos de peso seco de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE III a

Valores de PROTEINA CRUDA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	21.4	24.4	18.4
		21.8	27.5	17.1
	2	25.4	22.4	19.0
		28.4	28.6	21.7
	3	26.3	30.4	21.7
		23.8	20.9	21.2
	4	21.9	31.2	20.7
		22.0	30.8	21.8
II	1	29.1	30.9	19.0
		27.5	27.7	22.2
	2	26.3	26.8	13.2
		25.5	28.1	11.4
	3	26.1	25.5	11.8
		24.4	27.0	13.4
	4	24.5	28.3	22.6
		25.1	26.9	12.5
III	1	28.4	25.5	23.0
		23.6	16.8	27.4
	2	26.0	16.8	27.4
		27.9	49.8	22.4
	3	13.7	16.9	27.0
		37.4	26.6	23.7
	4	26.2	19.7	12.2
		26.9	38.0	22.4

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la proporción de proteína cruda, en por ciento sobre la base de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE III b

Valores de PROTEINA CRUDA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	26.3	19.6	13.3
		17.7	23.4	16.9
	2	19.9	19.6	15.2
		25.1	17.1	12.4
	3	17.0	17.9	26.0
		14.7	19.8	16.5
	4	19.4	22.9	6.7
		19.0	24.9	12.1
II	1	20.4	20.4	7.1
		23.8	13.5	12.9
	2	7.3	20.3	9.6
		12.7	17.6	13.0
	3	17.9	15.2	30.3
		17.7	19.4	12.7
	4	24.8	20.5	9.5
		13.3	15.7	14.9
III	1	18.3	20.7	14.6
		20.4	20.5	9.7
	2	20.9	14.7	14.0
		27.1	22.3	15.6
	3	18.8	16.5	13.8
		22.2	22.3	6.8
4	23.1	19.0	14.3	
	13.5	17.6	18.1	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la proporción de proteína cruda, en por ciento sobre la base de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE III c

Valores de PROTEINA CRUDA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium</u> **	<u>Leucaena</u> **	<u>Tamarindus</u> **	
I	1	19.7	19.2	14.9	
		9.7	19.8	11.4	
	2	19.7	13.0	14.6	
		17.5	22.6	15.8	
	3	10.1	20.5	14.0	
		21.3	25.8	18.3	
	4	12.7	22.1	17.2	
		21.4	20.1	15.4	
	II	1	22.7	17.9	16.4
			23.8	19.4	9.9
		2	19.5	22.6	15.9
			18.6	23.0	9.1
3		23.3	12.1	15.2	
		23.1	24.6	12.6	
4		20.0	21.8	16.4	
		21.0	23.2	11.8	
III		1	19.8	23.0	20.3
			22.7	19.2	7.7
		2	22.2	16.4	18.7
			27.0	21.5	19.3
	3	26.2	16.1	15.5	
		25.6	19.5	20.2	
	4	28.2	14.5	14.0	
		22.4	24.3	16.5	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la proporción de proteína cruda, en porcentaje sobre la base de peneo seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE III d

Valores de PROTEINA CRUDA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

CUARTO CORTE

Bloque	Treatmento*	<u>Enterolobium</u> **	<u>Leucaena</u> **	<u>Tamarindus</u> **
I	1	21.3	17.6	15.8
		18.3	21.0	18.5
	2	18.9	20.0	13.0
		24.2	21.2	17.9
	3	20.9	14.3	15.9
		20.3	16.3	19.6
	4	23.8	21.9	17.0
		24.8	17.2	19.2
II	1	22.9	14.1	10.5
		30.9	10.7	19.5
	2	13.4	18.2	9.4
		19.1	25.1	9.9
	3	23.9	22.2	16.2
		21.0	26.1	18.9
	4	23.3	16.6	11.4
		20.7	15.2	21.4
III	1	22.9	25.6	20.5
		18.4	14.7	14.7
	2	26.2	20.7	12.3
		31.8	15.5	14.9
	3	24.5	21.8	11.9
		17.4	15.7	12.5
	4	28.5	25.1	19.5
		17.2	10.2	13.8

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la proporción de proteína cruda, en porcentaje sobre la base de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IV a

Valores de RENDIMIENTO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	17.75	32.49	1.84
		14.18	13.45	3.60
	2	19.03	23.49	3.23
		18.46	25.48	1.95
	3	11.30	11.84	1.52
		16.89	23.12	2.12
	4	14.46	19.54	1.66
		13.83	14.17	1.75
II	1	12.23	7.72	1.71
		7.15	10.79	1.99
	2	8.15	8.52	0.53
		5.35	7.30	0.68
	3	7.05	9.42	0.59
		10.28	29.65	0.40
	4	12.47	12.46	6.56
		8.02	14.25	1.02
III	1	12.22	25.5	23.0
		14.42	16.8	27.4
	2	14.83	16.8	27.4
		7.82	49.8	22.4
	3	5.49	16.9	27.0
		13.10	26.6	23.7
	4	15.72	19.7	12.2
		17.45	38.0	22.4

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el rendimiento de forraje, considerado sobre la base de los valores de la proporción de proteína cruda multiplicado por el valor de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IV b

Valores de RENDIMIENTO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	5.52	58.52	4.93
		6.35	55.18	4.74
	2	9.37	70.00	2.13
		12.81	63.85	2.00
	3	8.66	47.83	5.72
		6.60	71.53	5.62
	4	8.90	47.25	0.73
		13.46	58.85	1.34
II	1	9.40	27.30	0.49
		6.67	22.45	1.41
	2	2.79	24.98	1.25
		4.58	17.07	2.99
	3	2.87	31.76	6.36
		5.30	53.02	1.64
	4	9.43	72.74	3.24
		16.30	17.93	1.79
III	1	8.61	70.72	1.61
		8.35	87.50	1.27
	2	9.39	48.84	5.89
		7.59	63.49	4.21
	3	9.23	23.25	1.52
		14.00	74.39	2.43
	4	6.46	42.06	1.86
		8.35	35.29	5.60

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el rendimiento de forraje, considerado sobre la base de los valores de la proporción de proteína cruda multiplicado por el valor de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IV c

Valores de RENDIMIENTO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	3.55	38.20	4.01
		1.84	35.78	3.54
	2	3.74	24.80	3.07
		8.24	38.57	2.52
	3	1.69	15.78	1.40
		7.47	37.60	6.60
	4	5.86	65.60	4.64
		8.13	38.21	2.46
II	1	7.03	34.21	2.30
		7.15	21.48	3.47
	2	7.04	16.02	2.22
		6.69	30.15	2.09
	3	7.69	12.58	3.64
		4.85	50.91	2.02
	4	9.39	53.61	5.10
		14.93	35.54	3.06
III	1	5.15	68.06	2.64
		5.91	36.69	1.56
	2	6.42	38.76	5.43
		6.20	26.01	7.13
	3	8.66	16.56	3.57
		8.69	33.94	4.24
	4	6.48	19.30	7.70
		6.95	16.52	3.46

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el rendimiento de forraje, considerado sobre la base de los valores de la proporción de proteína cruda multiplicado por el valor de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IV d

Valores de RENDIMIENTO de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	0.64	4.57	3.15
		0.06	4.42	2.96
	2	2.08	8.19	2.08
		2.68	5.52	1.98
	3	1.25	1.57	1.59
		2.23	1.63	3.13
	4	2.14	7.89	1.02
		2.24	3.61	1.15
II	1	2.52	2.96	0.63
		3.40	0.86	2.73
	2	2.14	0.18	0.09
		2.10	9.79	2.98
	3	4.55	3.55	2.91
		2.31	7.31	2.46
	4	2.57	4.83	2.40
		1.86	2.43	3.01
III	1	1.15	14.87	2.66
		2.02	3.10	1.92
	2	0.79	5.79	2.33
		3.18	2.33	2.84
	3	5.15	4.15	1.55
		0.17	2.98	2.00
	4	3.14	2.76	3.12
		1.55	0.82	2.21

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el rendimiento de forraje, considerado sobre la base de los valores de la proporción de proteína cruda multiplicado por el valor de peso seco, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE V a

Valores de ALTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	67.5	55.5	27.0
		59.5	38.75	30.0
	2	65.0	67.5	31.25
		62.5	52.5	22.75
	3	48.75	43.75	24.25
		62.0	61.5	23.25
	4	65.0	40.25	25.0
		53.75	40.75	23.0
II	1	43.0	27.25	22.75
		39.5	38.0	20.5
	2	40.0	34.5	20.0
		40.75	32.75	19.75
	3	37.5	38.0	18.25
		43.75	57.75	13.75
	4	53.0	43.75	28.25
		36.5	46.25	22.75
III	1	55.0	52.5	18.0
		54.0	54.5	17.75
	2	58.75	40.5	20.0
		38.75	55.75	27.0
	3	47.5	34.5	18.5
		44.5	53.5	24.0
	4	59.25	35.0	25.0
		68.0	41.75	23.5

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la altura promedio, en centímetros, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE V b
 Valores de ALTURA de las tres especies y cuatro tratamientos,
 arreglados por bloques.

 SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	42.5	101.0	22.5
		54.25	87.75	28.0
	2	56.25	110.0	23.7
		45.0	108.75	20.0
	3	60.25	88.5	20.25
		51.0	99.0	23.75
	4	48.5	80.75	21.0
		62.5	95.0	22.0
II	1	60.5	74.0	17.5
		48.5	75.5	21.5
	2	43.75	73.0	13.75
		52.0	61.75	23.0
	3	28.25	86.0	26.5
		44.25	100.25	16.25
	4	50.0	89.75	25.0
		50.75	73.5	24.75
III	1	56.75	92.0	20.25
		45.26	103.25	19.75
	2	53.5	101.0	28.5
		39.0	106.5	18.5
	3	62.75	86.75	18.25
		68.25	95.5	24.25
	4	42.25	90.0	18.0
		58.75	97.75	23.5

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la altura promedio, en centímetros, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE V c

Valores de ALTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	33.25	79.75	21.25	
		35.5	80.0	24.25	
		44.25	91.75	19.5	
		43.75	83.75	13.5	
	2	41.25	69.5	13.75	
		36.5	73.75	18.25	
		39.75	84.75	16.0	
		45.5	71.75	80.0	
	II	1	40.75	67.25	13.5
			47.5	61.75	18.25
		2	38.0	55.0	13.5
			40.5	62.5	14.0
		3	37.25	70.25	21.25
			24.75	91.25	16.0
		4	40.25	100.0	22.75
			35.0	66.0	18.0
III	1	38.0	88.5	17.5	
		37.75	83.25	18.5	
	2	34.75	86.25	14.0	
		34.75	86.0	19.5	
	3	49.5	66.5	16.0	
		29.5	94.5	18.25	
	4	35.0	95.5	15.75	
		38.75	58.5	20.25	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la altura promedio, en centímetros, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE V d

Valores de ALTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	19.25	27.25	14.0	
		24.5	27.5	14.5	
	2	26.0	37.0	12.25	
		27.5	30.0	12.5	
	3	24.5	20.75	11.5	
		23.0	22.5	15.25	
	4	23.75	37.25	14.0	
		26.25	29.25	13.75	
	II	1	25.5	22.5	11.5
			25.0	21.75	11.5
		2	20.0	22.0	13.5
			22.25	21.75	13.75
3		22.25	23.0	12.0	
		19.75	35.75	12.0	
4		29.0	33.25	16.0	
		23.5	24.75	12.0	
III		1	21.0	39.25	12.0
			16.75	28.25	14.25
		2	20.75	29.75	10.75
			20.75	25.75	12.5
	3	33.25	21.75	9.25 sic !	
		18.25	25.0	13.0	
	4	27.25	19.25	12.5	
		22.0	19.0	11.0	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la altura promedio, en centímetros, de las cuatro plantas de la parcela útil.

AFENDICE VI a

Valores de COBERTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	1134.1	962.1	213.8
		1003.8	767.0	271.5
	2	804.2	1790.8	276.1
		962.1	948.4	154.0
	3	742.6	868.3	220.4
		962.1	1164.2	227.0
	4	1104.5	842.4	117.9
		1003.8	760.6	122.7
II	1	767.0	263.8	132.7
		490.9	490.9	128.7
	2	649.2	415.5	122.7
		791.7	471.4	127.7
	3	415.5	562.0	95.0
		520.8	1017.9	67.2
	4	975.9	594.0	298.6
		297.6	829.6	148.4
III	1	791.7	962.1	291.5
		962.1	1149.1	75.5
	2	1017.9	1119.2	165.1
		572.6	767.0	233.7
	3	471.4	363.1	127.7
		767.0	921.3	443.0
	4	1179.3	1060.7	247.4
		1075.2	948.4	213.8

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la cobertura promedio, en centímetros cuadrados, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE V b

Valores de COBERTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque		Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1		551.5	3712.2	615.8	
			706.9	3931.4	520.8	
	2		816.9	3712.2	354.7	
			754.8	7620.1	306.4	
	3		1017.9	2994.8	452.4	
			921.3	4778.4	530.9	
	4		934.8	2269.0	227.0	
			907.9	3631.7	148.5	
	II	1		1017.9	2529.4	247.5
				804.2	3166.9	283.5
		2		672.0	1828.5	194.8
				855.3	3343.9	520.8
3			471.4	3343.9	452.4	
			842.4	3525.7	268.8	
4			695.1	3473.2	594.0	
			1225.4	2375.8	240.5	
III		1		1075.2	5443.3	355.0
				894.6	4418.0	262.0
		2		1004.0	4418.0	583.2
				649.2	5517.0	443.0
	3		1090.0	1680.0	269.0	
			1435.4	4301.0	531.0	
	4		638.0	3293.0	552.0	
			1435.4	3370.0	462.0	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la cobertura promedio, en centímetros cuadrados, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VI c

Valores de COBERTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	346.4	3447.2	338.2
		398.0	3117.2	605.0
	2	471.4	972.1	434.0
		804.2	3192.0	171.0
	3	501.0	1590.4	133.0
		511.0	1963.5	398.0
	4	594.0	2463.0	165.1
		895.0	2124.0	247.4
II	1	511.0	1680.0	234.0
		462.0	1896.0	220.4
	2	719.0	1435.4	220.4
		976.0	1867.0	214.0
	3	627.0	1772.1	330.1
		399.0	3370.0	196.0
	4	583.2	3068.0	452.4
		583.2	2899.0	338.2
III	1	372.0	3318.3	171.0
		220.4	3117.2	195.0
	2	338.2	3142.0	415.5
		731.0	2419.2	262.0
	3	695.1	1924.4	372.0
		391.0	2597.0	346.4
	4	434.0	3068.0	330.1
		406.5	1288.2	262.0

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan la cobertura promedio, en centímetros cuadrados, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VI d

Valores de COBERTURA de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	90.8	481.1	122.7	
		60.1	424.6	103.9	
	2	137.9	672.0	86.6	
		165.1	539.9	95.0	
	3	127.7	220.4	47.2	
		188.7	179.7	99.4	
	4	148.5	767.0	53.5	
		78.5	481.1	78.4	
	II	1	65.1	233.7	56.7
			127.7	201.1	63.6
		2	240.5	143.1	41.3
			108.4	424.6	70.9
3		220.4	188.7	148.5	
		113.1	380.1	67.2	
4		117.9	510.7	154.0	
		154.0	291.0	82.5	
III	1	67.2	660.5	67.2	
		143.1	415.5	47.2	
	2	74.7	461.9	70.9	
		127.7	247.5	170.9	
	3	346.4	132.8	70.9	
		44.2	261.6	63.6	
	4	148.5	240.5	103.9	
		113.1	165.1	78.5	

- * Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento
 ** Los valores representan la cobertura promedio en centímetros cuadrados, de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VII a

Valores de NUMERO DE HOJAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	17.75	32.75	37.75	
		17.0	20.5	44.0	
	2	20.0	33.25	44.75	
		16.25	12.5	27.75	
	3	19.75	17.25	30.25	
		18.5	23.25	36.25	
	4	18.5	19.5	21.0	
		19.75	14.5	23.0	
	II	1	14.25	9.25	27.5
			14.0	7.5	31.25
		2	17.75	8.75	19.75
			15.75	7.5	31.5
3		23.5	10.5	26.0	
		17.75	19.25	15.0	
4		18.25	11.25	50.0	
		14.0	10.25	31.75	
III		1	16.25	15.0	17.5
			18.0	30.75	26.25
		2	19.0	16.5	41.5
			12.75	17.25	49.75
	3	19.0	8.25	27.25	
		20.25	14.5	46.5	
	4	18.75	20.5	29.25	
		19.5	13.75	35.25	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de hojas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VII b

Valores de NUMERO DE HOJAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	22.25	46.5	102.25
		24.75	38.75	79.25
	2	26.0	54.5	55.0
		30.5	62.25	46.25
	3	26.25	44.25	68.5
		37.5	52.0	66.0
	4	36.25	40.5	40.5
		41.5	50.5	35.25
II	1	25.75	34.5	35.0
		25.0	39.0	54.0
	2	33.75	31.25	33.0
		34.75	23.0	74.25
	3	27.0	39.75	78.0
		27.5	61.0	46.75
	4	29.25	49.25	88.5
		25.75	29.0	48.75
III	1	28.75	43.25	53.5
		29.0	62.0	46.75
	2	33.25	41.0	93.5
		22.5	57.25	81.25
	3	28.75	32.5	52.5
		35.75	53.75	108.25
	4	27.75	49.75	50.25
		36.0	34.75	84.25

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento
 ** Los valores representan el promedio de hojas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VII c

Valores de NUMERO DE HOJAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

TERCER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Loucasna**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1	22.0	41.5	82.75	
		21.5	60.25	105.25	
	2	27.0	38.75	72.5	
		42.0	41.25	53.75	
	3	29.25	29.5	39.25	
		46.75	36.25	105.25	
	4	42.0	65.75	51.0	
		23.0	48.0	60.25	
	II	1	30.5	34.0	57.25
			27.75	35.75	40.0
		2	47.25	27.75	44.25
			33.0	46.5	50.75
3		39.25	35.0	82.25	
		26.0	62.5	63.25	
4		43.0	61.5	127.0	
		29.75	39.0	91.75	
III		1	22.75	54.25	48.25
			25.5	50.5	58.75
		2	26.5	55.25	88.75
			24.75	45.75	106.75
	3	33.25	29.5	66.75	
		22.75	40.25	90.5	
	4	29.25	46.0	74.5	
		28.25	29.75	64.0	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de hojas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VII d

Valores de NUMERO DE HOJAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	21.25	48.0	57.5
		32.25	35.75	58.75
	2	40.0	49.0	37.5
		30.75	35.75	33.0
	3	26.5	28.0	23.75
		32.5	16.25	51.75
	4	43.75	37.75	25.0
		24.5	32.5	31.5
II	1	28.5	20.5	30.0
		24.0	17.5	31.0
	2	41.0	12.75	30.75
		25.25	21.75	44.0
	3	42.75	21.5	49.0
		28.0	34.75	26.0
	4	29.25	41.5	79.0
		25.75	31.25	36.75
III	1	11.75	45.5	43.0
		27.25	23.0	34.75
	2	21.0	20.75	39.0
		39.25	31.75	56.25
	3	44.5	21.0	42.25
		12.0	25.5	49.0
	4	31.75	22.25	56.25
		24.75	19.25	48.5

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de hojas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VIII a

Valores de NUMERO DE RAMAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE				
Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	0.25	3.0	2.25
		0.1	2.75	3.75
	2	0.5	4.5	4.0
		0.1	3.25	1.75
	3	0.5	3.25	2.0
		0.5	3.5	1.75
	4	0.1	0.1	0.1
		0.1	1.5	0.75
II	1	0.1	0.1	1.5
		0.1	0.1	1.0
	2	0.1	0.1	0.75
		0.25	0.1	2.75
	3	0.75	0.75	0.75
		0.25	1.0	0.1
	4	0.1	0.25	4.25
		0.25	0.75	1.25
III	1	0.1	1.0	0.25
		0.1	4.75	1.75
	2	0.25	0.75	2.5
		0.1	0.75	2.25
	3	0.5	0.1	1.25
		0.75	0.75	2.25
	4	0.25	1.25	1.75
		0.5	0.75	3.0

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de ramas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VIII b

Valores de NUMERO DE RAMAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tapariudus**</u>	
I	1	3.0	6.5	10.5	
		2.25	4.5	8.75	
	2	2.75	6.5	6.25	
		3.5	10.5	6.75	
	3	3.0	6.5	8.5	
		4.25	6.75	7.5	
	4	3.5	6.25	4.0	
		3.75	6.75	5.5	
	II	1	2.5	3.25	5.25
			2.25	2.75	6.0
		2	3.75	2.75	5.75
			2.5	2.5	7.25
		3	3.0	2.5	6.75
			3.75	6.25	5.75
		4	2.75	6.5	9.5
			2.5	3.0	5.25
III	1	2.75	9.25	6.75	
		2.75	11.25	5.75	
	2	3.5	6.75	10.0	
		2.75	7.0	6.5	
	3	2.5	3.5	5.25	
		3.0	7.25	10.5	
	4	4.0	4.75	6.0	
		3.0	4.5	10.75	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de ramas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE VIII d

Valores de NUMERO DE RAMAS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

CUARTO CORTE

Bloque		Tratamiento ^a <u>Enterolobium</u> **	<u>Leucaena</u> **	<u>Tamarindus</u> **	
I	1	8.75	9.75	12.0	
		6.25	10.0	12.25	
	2	9.25	10.75	8.0	
		8.0	10.5	7.0	
	3	5.5	11.75	8.25	
		8.5	11.0	13.0	
	4	9.25	11.0	6.25	
		6.75	9.5	8.5	
	II	1	6.75	5.5	7.25
			6.5	7.0	6.55
		2	11.25	7.0	7.25
			5.75	5.75	10.25
3		8.5	6.5	7.75	
		7.25	9.75	6.0	
4		8.25	8.75	17.0	
		5.75	7.5	9.25	
III		1	4.5	9.5	7.5
			8.0	15.25	8.5
		2	5.0	8.0	10.75
			6.0	10.75	14.5
	3	8.0	6.25	10.25	
		4.25	9.5	12.5	
	4	6.25	7.0	10.0	
		9.0	9.5	14.75	

^a Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de ramas de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IX a

Valores de NUMERO DE VASTAGOS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

PRIMER CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	1.0	1.0	1.0
		1.0	1.25	1.0
	2	1.0	1.25	1.0
		1.0	1.0	1.0
	3	1.0	1.0	1.0
		1.0	1.25	1.0
	4	1.0	1.0	1.0
		1.25	1.0	1.0
II	1	1.0	1.25	1.0
		1.0	1.0	1.0
	2	1.0	1.0	1.0
		1.0	1.0	1.0
	3	1.0	1.0	1.0
		1.0	1.25	1.0
	4	1.0	1.0	1.0
		1.0	1.0	1.0
III	1	1.0	1.25	1.0
		1.0	1.25	1.0
	2	1.0	1.25	1.0
		1.0	1.0	1.0
	3	1.0	1.0	1.0
		1.25	1.25	1.0
	4	1.0	1.5	1.0
		1.0	1.25	1.0

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de vástagos de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IX b

Valores de NUMERO DE VASTAGOS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

SEGUNDO CORTE

Bloque		Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>	
I	1		1.25	1.75	1.75	
			1.0	2.5	1.0	
	2		1.0	2.5	1.0	
			1.25	1.75	1.0	
	3		1.0	1.5	1.0	
			1.0	1.75	1.0	
	4		1.0	1.75	1.0	
			1.5	1.5	1.0	
	II	1		1.25	1.5	1.0
				1.0	1.5	1.0
		2		1.25	1.25	1.0
				1.25	1.75	1.0
3			1.25	1.5	1.0	
			1.0	1.5	1.0	
4			1.0	1.75	1.0	
			1.5	1.75	1.0	
III		1		1.0	1.25	1.0
				1.0	5.25	1.0
		2		1.0	1.5	1.0
				1.25	2.25	1.0
	3		1.25	1.25	1.0	
			1.25	1.75	1.0	
	4		1.0	1.75	1.0	
			1.5	1.5	1.0	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de vástagos de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IX c

Valores de NUMERO DE VASTAGOS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 TERCER CORTE

Bloque		Tratamiento*		<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	1	2.0	3.0	1.0	
		2	1.25	2.25	1.0	
	2	1	1.5	2.75	1.0	
		2	1.75	3.0	1.0	
	3	1	1.5	1.0	1.0	
		2	1.0	1.75	1.0	
	4	1	1.5	2.25	1.0	
		2	1.25	2.5	2.25	
II	1	1	1.0	1.5	1.0	
		2	1.0	1.75	1.5	
	2	1	1.25	1.25	1.0	
		2	1.0	1.25	1.0	
	3	1	1.0	1.5	1.0	
		2	1.0	1.75	1.0	
	4	1	1.0	1.75	1.0	
		2	1.0	1.75	1.0	
III	1	1	1.25	2.0	1.0	
		2	1.0	2.75	1.0	
	2	1	1.0	1.75	1.0	
		2	1.0	2.75	1.25	
	3	1	1.0	1.5	1.0	
		2	1.25	2.0	1.0	
	4	1	1.0	1.75	1.0	
		2	1.5	1.5	1.25	

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de vástagos de las cuatro plantas de la parcela útil.

APENDICE IX d

Valores de NUMERO DE VASTAGOS de las tres especies y cuatro tratamientos, arreglados por bloques.

 CUARTO CORTE

Bloque	Tratamiento*	<u>Enterolobium**</u>	<u>Leucaena**</u>	<u>Tamarindus**</u>
I	1	1.25	2.0	1.0
		1.0	2.0	1.25
	2	1.0	1.25	1.0
		1.25	1.75	1.0
	3	1.5	1.0	1.0
		1.0	1.5	1.0
	4	1.25	2.25	1.25
		1.0	1.5	1.0
II	1	1.0	1.5	1.0
		1.0	1.25	1.0
	2	1.25	1.5	1.0
		1.0	1.5	1.0
	3	1.0	1.25	1.0
		1.0	1.25	1.0
	4	1.25	2.0	1.0
		1.25	1.25	1.0
III	1	1.0	1.5	1.0
		1.0	1.5	1.0
	2	1.0	1.5	1.0
		1.0	2.0	1.0
	3	1.25	1.0	1.0
		1.5	2.25	1.25
	4	1.0	1.75	1.0
		1.0	1.5	1.0

* Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento

** Los valores representan el promedio de vástagos de las cuatro plantas de la parcela útil.