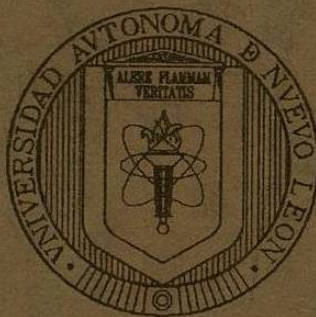


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCION DE POSGRADO



Integración de un Sistema Agroforestal bajo Condiciones de Secano en el Noreste de
México

TESIS DE MAESTRIA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA

ING. AGR. FITO. ANDRES DELGADILLO PASQUALI

Linares, Nuevo León

Febrero 1999

TM

Z5991

FCF

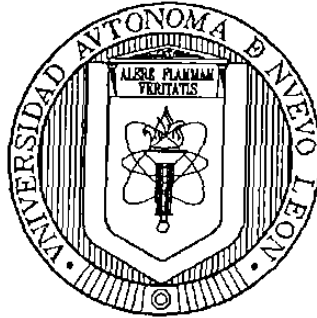
1999

D4



1020125508

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCION DE POSGRADO



Integración de un Sistema Agroforestal bajo Condiciones de Secano en el Noreste de
México

TESIS DE MAESTRIA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA

ING. AGR. FITO. ANDRES DELGADILLO PASQUALI

TM
25991
FCF
1999
D4

0132-46160



**FONDO
TESIS**

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCION DE POSGRADO

TESIS DE MAESTRIA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES
PRESENTA

ING. AGR. FITO. ANDRES DELGADILLO PASQUALI

COMISION DE TESIS



Dr. Horacio Villalón Mendoza
Presidente



Ph. D. José de Jesús Nívar Cháidez
Secretario



Dr. César Cantú Ayala
Vocal

M.C. José Luis Lara Mireles
Asesor Externo

Linares, Nuevo León

Febrero 1999

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

Mi agradecimiento a las siguientes instituciones de educación superior, organismos y personas, cuyo apoyo fue trascendental para desarrollar y concluir satisfactoriamente mis estudios en esta etapa de formación académica

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Facultad de Agronomía por haberme dado la oportunidad de realizar los estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por aceptarme en el seno de la Facultad de Ciencias Forestales, y permitirme realizar los estudios así como el realizar el trabajo de campo de la presente investigación en el área del Campus Linares.

Al Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología, CONACyT., por la deferencia en otorgarme la beca correspondiente para cursar estudios de posgrado.

A la Secretaría de Educación Pública a través del programa Supera por la beca que me otorgó para la conclusión de los estudios.

Al Dr. Horacio Villalón Mendoza por la extraordinaria guía en la dirección de esta investigación, su disposición de tiempo, por su confianza depositada en mi persona cualidades que hicieron posible este trabajo.

Al Ph. D. José de Jesús Navar Cháidez de quién siempre obtuve la adecuada orientación y opiniones y discusión de la ideas para la mejor implementación del trabajo, gracias por su amistad y ayuda desde el inicio de los estudios de posgrado.

Al Dr. César Cantú Ayala que con su voluntad y alta capacidad supo orientarme en los resultados del trabajo, pues encontró circunstancias susceptibles de ubicarlos y mejorarlos.

A la planta de profesores de la Facultad de Ciencias Forestales, por compartir conmigo sus valiosos conocimientos y experiencias en mi formación de los estudios de maestría, además por compartirme su amistad.

Muy especialmente mi agradecimiento a la Subdirección de Posgrado y al Dpto. Agroforestal de quién siempre recibí el apoyo indispensable en mi estancia, y ayuda en las labores del sitio donde se desarrollo esta investigación

A mis compañeros de la segunda generación de la Maestría en Ciencias Forestales por los momentos de estudio y pasatiempos que vivimos juntos.

D e d i c a t o r i a

A mis Padres

Luis e Irma Guadalupe

Por su ejemplo y ayuda, he logrado otra meta en mi vida.

A mi Esposa

Ma. del Carmen

Que siempre conté con su amor, apoyo y comprensión

A mis Hijos

Luis Antonio e
Irma Guadalupe

Por su cariño y amor

A mis Hermanos

Ma. del Rosario, Luis Vicente, Irma Lucia, Ma. de los Angeles, José de Jesús, Ma. Luisa, Alfredo, Yolanda, Clara y Cecilia.

INDICE DE CONTENIDO

| Capítulo | Página |
|---|----------|
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| 1.- INTRODUCCION | 1 |
| 1.1.- Objetivo General | 2 |
| 1.2.- Objetivos Particulares | 2 |
| 1.3.- Justificación | 2 |
| 2.- REVISION DE LITERATURA | 4 |
| 2.1.- Importancia de los Sistemas Agroforestales a Nivel Mundial | 4 |
| 2.2.- Importancia de los Sistemas Agroforestales a Nivel Nacional | 5 |
| 2.3.- Definiciones de Agroforestería | 6 |
| 2.4.- Criterios para un Buen Proyecto Agroforestal | 7 |
| 2.5.- Clasificación de los Sistemas Agroforestales | 8 |
| 2.6.- Ventajas de los Sistemas Agroforestales | 11 |
| 2.7.- Interrelaciones Entre los Componentes | 11 |
| 2.7.1.- Competencia | 12 |
| 2.7.2.- Comensalismo | 14 |
| 2.7.3.- Neutralismo | 14 |
| 2.7.4.- Depredación | 15 |
| 2.7.5.- Parasitismo | 15 |
| 2.7.6.- Alelopatía | 15 |
| 2.7.7.- Mutualismo | 16 |
| 2.7.8.- Interacciones suelo-planta en el sistema | 17 |
| 2.7.9.- Interacciones microclimáticas | 18 |
| 2.8.- Enfoques de los Sistemas Agroforestales | 19 |
| 2.8.1.- Tipos de sistemas | 19 |
| 2.8.1.1.- Cultivos en callejones | 20 |
| 2.9.- Modelos Agroforestales | 21 |

| | |
|---|----|
| 2.10.- Componente Forestal | 22 |
| 2.10.1.- <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) | 22 |
| 2.10.1.1.- Clasificación taxonómica | 22 |
| 2.10.1.2.- Descripción botánica | 23 |
| 2.10.1.3.- Distribución mundial | 23 |
| 2.10.1.4.- Distribución nacional | 24 |
| 2.10.1.5.- Utilización | 24 |
| 2.10.1.6.- Insectos presentes | 27 |
| 2.10.1.7.- Métodos para estimar biomasa. | 27 |
| 2.10.2.- <i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth | 29 |
| 2.10.2.1.- Clasificación taxonómica. | 29 |
| 2.10.2.2.- Descripción botánica | 29 |
| 2.10.2.3.- Condiciones ecofisiológicas | 30 |
| 2.10.2.4.- Distribución mundial | 20 |
| 2.10.2.5.- Distribución nacional | 30 |
| 2.10.2.6.- Utilización | 31 |
| 2.10.2.6.1.- Uso potencial | 32 |
| 2.10.2.7.- Insectos presentes | 33 |
| 2.10.3.- <i>Pithecellobium ebano</i> (Benth) | 34 |
| 2.10.3.1.- Clasificación taxonómica | 34 |
| 2.10.3.2.- Descripción botánica | 34 |
| 2.10.3.3.- Distribución mundial | 35 |
| 2.10.3.4.- Distribución nacional | 35 |
| 2.10.3.5.- Utilización | 35 |
| 2.10.3.6.- Resultados de investigación | 35 |
| 2.11.- Componente Agrícola | 36 |
| 2.11.1.- El cultivo del maíz <i>Zea mays</i> (Linneo) | 36 |
| 2.11.1.1.- Resultados en las investigaciones en sistemas agroforestales | 36 |
| 2.11.1.2.- Importancia internacional y nacional | 37 |
| 2.11.1.3.- Clasificación taxonómica | 37 |
| 2.11.1.4.- Descripción botánica | 37 |
| 2.11.1.5.- Condiciones ecofisiológicas | 38 |
| 2.11.1.6.- Prácticas de cultivo | 39 |
| 2.11.1.7.- Plagas y control | 39 |
| 2.11.1.8.- Usos actuales y potenciales | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 2.11.2.- El cultivo del sorgo <i>Sorghum bicolor o vulgare</i> (Linneo) | 41 |
| 2.11.2.1.- Importancia internacional y nacional | 41 |
| 2.11.2.2.- Clasificación taxonómica | 41 |
| 2.11.2.3.- Descripción botánica | 42 |
| 2.11.2.4.- Condiciones ecofisiológicas | 42 |
| 2.11.2.5.- Prácticas de cultivo | 43 |
| 2.11.2.6.- Plagas y control | 44 |
| 2.11.2.7.- Usos actuales y potenciales | 45 |
| 2.11.3.- El cultivo del frijol <i>Phaseolus vulgare</i> (Linneo) | 45 |
| 2.11.3.1.- Importancia internacional y nacional | 45 |
| 2.11.3.2.- Clasificación taxonómica | 46 |
| 2.11.3.3.- Descripción botánica | 46 |
| 2.11.3.4.- Condiciones ecofisiológicas | 47 |
| 2.11.3.5.- Prácticas de cultivo | 48 |
| 2.11.3.6.- Plagas y control | 48 |
| 2.11.3.7.- Usos actuales y potenciales | 48 |
| 3.- MATERIALES Y METODOS | 49 |
| 3.1.- Descripción del área de estudio | 49 |
| 3.1.1.- Localización | 49 |
| 3.1.2.- Clima | 49 |
| 3.1.3.- Condiciones edafológicas | 49 |
| 3.1.4.- Vegetación | 50 |
| 3.1.5.- Hidrología | 51 |
| 3.2.- Material Genético | 51 |
| 3.2.1.- Componente forestal | 51 |
| 3.2.2.- Componente agrícola | 51 |
| 3.3.- Insumos | 51 |
| 3.4.- Equipo Necesario Para la Investigación | 52 |
| 3.5.- Preparación del Componente Forestal | 52 |
| 3.5.1.- Origen de las plantas | 53 |
| 3.5.2.- Trazo a curvas a nivel | 53 |
| 3.5.3.- Reposición de plantas de leucaena | 53 |
| 3.5.4.- Poda de plantas de leucaena | 53 |
| 3.5.5.- Apertura de cepas y plantación | 53 |

| | |
|---|----|
| 3.5.6.- Plantación de barreta y ébano | 54 |
| 3.6- Preparación del Componente Agrícola | 54 |
| 3.6.1.- Preparación del terreno | 54 |
| 3.6.1.1.- Barbecho | 54 |
| 3.6.1.2.- Rastreo | 54 |
| 3.6.2.- Siembra y trazo de surcos. | 55 |
| 3.6.3- Aplicación de fertilizantes químicos (inorgánicos) | 55 |
| 3.6.4.- Aplicación de insecticidas | 55 |
| 3.6.5- Labores culturales | 56 |
| 3.7.- Tratamientos del Componente Agrícola | 56 |
| 3.8.- Diseño Experimental. | 57 |
| 3.9.- Parámetros a Evaluar del componente forestal. | 57 |
| 3.9.1.- Parámetros dasométricos de la leucaena | 58 |
| 3.9.1.1.- Medición del da10, de forraje y leña de la leucaena | 58 |
| 3.9.2.- Parámetros dasométricos de la barreta | 58 |
| 3.9.2.1.- Medición del da10, y altura de planta de la barreta | 59 |
| 3.9.3.- Parámetros dasométricos del ébano | 59 |
| 3.9.3.1.- Medición del da0, y altura de planta del ébano | 59 |
| 3.10.- Parámetros a Evaluar del Componente Agrícola | 60 |
| 3.10.1.- Rendimiento en grano por surco en los cultivos de maíz, sorgo, frijol y asociación de maíz-frijol. | 61 |
| 3.10.2.- Muestreo de suelo. | 61 |
| 3.10.3.- Toma de Datos en la Estación Meteorología de la Facultad | 61 |
| 3.11.- Análisis Estadísticos. | 62 |
| IV.- RESULTADOS. | 63 |
| 4.1.- Resultados obtenidos en el Componente Forestal | 63 |
| 4.1.1.- Datos generales. | 63 |
| 4.1.2.- Considerando al da10 como variable independiente y al forraje como dependiente de la leucaena. | 63 |
| 4.1.3.- Considerando al da10 como variable independiente y a la leña como dependiente de la leucaena. | 64 |
| 4.1.4.- Considerando al forraje como variable independiente y a la leña como dependiente de la leucaena. | 65 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.5.- Tomando en consideración al da10 como variable independiente y a la altura como variable dependiente de la barreta en la primera fecha de muestreo | 66 |
| 4.1.6.- Tomando en consideración al da10 como variable independiente y a la altura como variable dependiente de la barreta en su segunda fecha de muestreo | 67 |
| 4.1.7.- Tomando en consideración al da0 como variable independiente y a la altura como variable dependiente del ébano en la primera fecha de muestreo | 68 |
| 4.1.8.- Tomando en consideración al da0 como variable independiente y a la altura como variable dependiente del ébano en la segunda fecha de muestreo | 70 |
| 4.2.-Resultados obtenidos en el Componente Agrícola | 71 |
| 4.2.1.- Producción de grano de maíz | 71 |
| 4.2.2.- Producción de grano de sorgo | 74 |
| 4.2.3.- Producción de grano de frijol | 77 |
| 4.2.4.- Producción de granos de maíz-frijol asociados. | 80 |
| 4.3.- Análisis del Muestreo de Suelo. | 82 |
| 4.4.- Datos Agroclimatológicos | 83 |
| | |
| 5.- DISCUSIONES | 87 |
| 5.1.- Discusiones del componente forestal. | 87 |
| 5.1.2.- Considerando a da10 como variable independiente y al forraje como dependiente de la leucaena. | 87 |
| 5.1.3- Considerando a da10 como variable independiente y a la leña como dependiente de la leucaena. | 88 |
| 5.1.4.- Considerando al forraje como variable independiente y a la leña como dependiente de la leucaena. | 89 |
| 5.1.5.- Tomando en consideración al da10 como variable independiente y a la altura de la planta de la barreta como variable dependiente en su primera fecha de muestreo. | 90 |
| 5.1.6.- Tomando en consideración al da10 como variable independiente y a la altura de la planta de la barreta como variable dependiente en su segunda fecha de muestreo. | 91 |

| | |
|--|------------|
| 5.1.7.- Tomando en consideración al da0 como variable independiente y a la altura de planta del ébano como variable dependiente en su primera fecha de muestreo. | 92 |
| 5.1.8.- Tomando en consideración al da0 como variable independiente y a la altura de planta del ébano como variable dependiente en su segunda fecha de muestreo. | 93 |
| 5.2.- Discusiones sobre el componente agrícola | 94 |
| 5.2.1.- Producción de grano en el cultivo del maíz | 94 |
| 5.2.2.- Producción de grano en el cultivo del sorgo | 96 |
| 5.2.3.- Producción de grano en el cultivo del frijol | 98 |
| 5.2.4.- Producción de grano en la asociación de maíz-frijol | 100 |
| 5.3- Análisis estadístico de suelos. | 102 |
| VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 103 |
| Componente forestal | 103 |
| Componente agrícola | 104 |
| VII.- LITERATURA CITADA | 107 |

ANEXOS

Anexo I., procesamiento estadístico de *Leucaena leucocephala* correspondientes a su primer muestreo.

Anexo II, procedimiento estadístico para diferentes variables edáficas.

Anexo III, Procedimiento estadístico de *Helietta parvifolia* correspondientes al primer muestreo.

Anexo IV, procedimiento estadístico de *Helietta parvifolia* correspondientes al segundo muestreo.

Anexo V, procedimiento estadístico de *Phitecellobium ebano* correspondientes al primer muestreo.

Anexo VI, procedimiento estadístico de *Phitecellobium ebano* correspondientes al segundo muestreo.

Anexo VII, procesamiento estadístico del cultivo del maíz *Zea mais* considerando surcos, bloques y tratamientos.

Anexo VIII, procesamiento estadístico del cultivo del sorgo *Sorghum bicolor* considerando surcos, bloques y tratamientos.

Anexo IX, procesamiento estadístico del cultivo del frijol *Phaceolus vulgaris* considerando surcos, bloques y tratamientos.

Anexo X, procesamiento estadístico de la asociación maíz-frijol considerando surcos, bloques y tratamientos.

INDICE DE FIGURAS

| | página |
|--|--------|
| Figura 1, comportamiento no lineal (potencia) considerando al da10 como variable independiente y al forraje como dependiente. | 64 |
| Figura 2, comportamiento no lineal (potencia) considerando al da10 como variable independiente y la leña como dependiente aplicado a <i>Leucaena leucocephala</i> . | 65 |
| Figura 3, comportamiento no lineal (potencia) considerando al forraje como variable independiente y la leña como dependiente aplicado a <i>Leucaena leucocephala</i> . | 66 |
| Figura 4, comportamiento del modelo lineal aplicado a parámetros dasométricos de <i>Helietta parvifolia</i> . | 67 |
| Figura 5, comportamiento del modelo de potencia aplicado a parámetros dasométricos de <i>Helietta parvifolia</i> . | 68 |
| Figura 6, comportamiento del modelo logarítmico aplicado a parámetros dasométricos de <i>Phiteccellobium ebano</i> . | 69 |
| Figura 7, comportamiento del modelo de potencia aplicado a parámetros dasométricos de <i>Phiteccellobium ebano</i> . | 70 |
| Figura 8, comportamiento medio de la producción del cultivo del maíz por surco. | 74 |
| Figura 9, comportamiento medio de la producción del cultivo del sorgo por surco. | 76 |
| Figura 10, comportamiento medio de la producción del cultivo del frijol por surco. | 79 |

| | |
|--|----|
| Figura 11, comportamiento medio de la producción del cultivo de los surcos de maíz-frijol asociados. | 81 |
| Figura 12, comportamiento de macro y micro elementos así como el pH y C.E. en tres fechas de muestreo de suelos. | 84 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.- Aplicación de Modelos de regresión en los parámetros dasométricos de las especies forestales presentes en el sistema agroforestal desarrollado en la FCF., Linares, N.L. | 58 |
| Tabla 2.- Resultados obtenidos de la aplicación de diferentes modelos para da10 como variable independiente y forraje como variable dependiente de la leucaena en un sistema agroforestal, implementado en la FCF. En Linares, N.L. | 63 |
| Tabla 3.- Resultados obtenidos al analizar al da10 como variable independiente y leña como variable dependiente | 64 |
| Tabla 4.- Resultados del contraste de las variables forraje como independiente y leña como dependiente de la leucaena en un sistema agroforestal, implementado en la FCF. En Linares, N.L. | 65 |
| Tabla 5.- Resultados obtenidos del proceso considerando al da10 como variable independiente y a la altura como variable dependiente de la barreta en un sistema agroforestal, implementado en la FCF. En Linares, N.L. | 66 |
| Tabla 6.- Resultados obtenidos del proceso considerando al da10 como variable independiente y a la altura de la planta como variable dependiente de la barreta en un sistema agroforestal, implementado en la FCF. En Linares, N.L. | 67 |
| Tabla 7.- Resultados obtenidos del proceso considerando al da0 como variable independiente y a la altura como variable dependiente en el ébano en un sistema agroforestal, implementado en la FCF. En Linares, N.L. | 68 |
| Tabla 8.- Medidas de tendencia central aplicadas a parámetros dasométricos del ébano. | 69 |
| Tabla 9.- Resultados obtenidos del proceso considerando al da0 como variable independiente y a la altura de la planta como variable dependiente en el ébano en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N.L. | 70 |
| Tabla 10.- Producción máxima y mínima en kg ha ⁻¹ en el cultivo del maíz en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N.L. | 71 |

| | |
|--|----|
| Tabla 11.- Resultados del análisis de varianza para la producción de grano en el cultivo del maíz en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 72 |
| Tabla 12.- Resultados de la prueba de Tukey a los surcos del cultivo de maíz en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 72 |
| Tabla 13.- Resultados de la prueba de Tukey para bloques en el cultivo del maíz en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 73 |
| Tabla 14.- Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos aplicados al cultivo del maíz en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 73 |
| Tabla 15.- Producción máxima y mínima en kg ha ⁻¹ en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 74 |
| Tabla 16.- Resultados del análisis de varianza para la producción de grano en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 75 |
| Tabla 17.- Resultados de la prueba de Tukey para surcos en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 76 |
| Tabla 18.- Resultados de la prueba de Tukey para bloques en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 76 |
| Tabla 19.- Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 77 |
| Tabla 20.- Producción máxima y mínima en kg ha ⁻¹ en el cultivo del frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 78 |
| Tabla 21.- Resultados del análisis de varianza para producción de grano de frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 78 |
| Tabla 22.- Resultados de la prueba de Tukey para surcos en el cultivo del frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 79 |

| | |
|--|----|
| Tabla 23.- Resultados de la prueba de Tukey para bloques en el cultivo del frijol en un sistema agrofrestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 80 |
| Tabla 24.- Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos en el cultivo del frijol en un sistema agrofrestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 80 |
| Tabla 25.- Resultadso del análisis de varianza para producción de grano maíz-frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares,N.L. | 80 |
| Tabla 26.- Resultados de la prueba de Tukey para surcos en la asociación maíz-frijol en un sistema agrofrestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 81 |
| Tabla 27.- Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos en la asociación maíz-frijol en un sistema agrofrestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 82 |
| Tabla 28.- Resultados del análisis de varianza del elementos del suelo y propiedades químicas, así como la prueba de Tukey en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N.L. | 82 |

RESUMEN

En regiones de nuestro país principalmente en el sur, sureste y los pobladores obtienen parte de energía por medio de leña y carbón, los sistemas agropecuarios con sus excepciones no son los adecuados por falta de aplicación del conocimiento técnico y científico, se plantea la implementación de sistemas agrosilvícolas como una alternativa de mejorar la producción, cuyo objetivo: generar conocimiento para explicar el funcionamiento de un sistema agroforestal construido con callejones en base a curvas de nivel. La presente investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Forestales ubicada en Linares, N.L. El componente forestal sujeto de estudio se le aplicó modelos de ajuste de regresión, este componente estuvo constituido por las especies: *Leucaena leucocephala* a la cual se podó a 80 cm y a los 10 meses se probaron modelos con los parámetros: da10 y forraje con un $r^2 = 60.70 \%$, da10 y leña con un $r^2 = 72.39 \%$, forraje y leña con un $r^2 = 78.77 \%$. En los tres casos el mejor fue el potencial. *Helietta parvifolia*, primera fecha el da10 y altura con un $r^2 = 79.71 \%$ el mejor fue el lineal y segunda fecha 63.60 % con el potencial. *Pithecellobium ebano*, da0, y altura en primera fecha $r^2 = 2.06 \%$, segunda fecha $r^2 = 33.23 \%$, con el potencial. Para el componente agrícola se aplicó unos bloques al azar con cuatro repeticiones y 16 tratamientos, cada parcela compuesta por 11 surcos identificados de acuerdo a la cercanía del componente forestal, se le evaluó individualmente, se aplicó el análisis de varianza encontrándose que existía diferencia entre las medias para posteriormente aplicar la prueba de Tukey. los resultados son como sigue: *Zea mays* existen diferencias entre surcos, siendo iguales 5w, 6, 5e, 3w, 4e, 4w, 3e, 2w, 2e, además son iguales los surcos 3w, 4e, 4w, 3e, 2w, 2e, 1e, y 1w, los máximos rendimientos estuvieron en el surco 5w con fertilizante con 4035 kg ha⁻¹, Los tratamientos uno y tres son iguales, dos y cuatro son iguales. *Sorghum bicolor* se encontró diferencia significativa entre surcos siendo iguales 5e, 2w, 6, 4w, 5w, 3w, los surcos 2w, 6, 4w, 5w, 3w, 3e y 4e, son iguales, los surcos 5w, 3w, 3e, 4e, 2e son iguales, los surcos 3e, 4e, 2e y 1w son iguales, los surcos 2e, 1w, y 1e son iguales, los tratamientos 10 y nueve son iguales, y 11 y 12 son iguales, los rendimientos máximos fueron originados en los surcos 5e con adición de fertilizante e insecticida su producción

fue de 4158 kg ha⁻¹. *Phaceolus vulgaris* presentó diferencia significativa entre surcos siendo iguales los surcos 4w, 6, 5w, 2w, 5e, 3w, 4e, 3e y 1w, los surcos 5w, 2w, 5e, 3w, 4e, 3e, 1w y 2e, son iguales, los surcos 3e, 1w, 2e, y 1e son iguales, los tratamientos 5, y 7 son iguales, 7, y 6 son iguales, 7, 6 y 8 son iguales, el rendimiento máximo se encontró en tratamientos fertilizado con insecticida en el surco 2w fertilizado con 793.3 kg ha⁻¹. Se recomienda control de fungosis en el llenado del grano con exceso de lluvias, cuando se sembró este cultivo no es la fecha más propicia bajo este sistema de producción. La asociación de *Zea-Phaceolus* hay diferencia significativa entre surcos siendo iguales 6, 5w, 3w, 5e, 4w, 2w, 4e, y 3e, los surcos 3w, 5e, 4w, 2w, 4e, 3e y 2e son iguales, los surcos 2w, 4e, 3e, 2e, 1w y 1e son iguales. y los tratamientos 13 y 14 son iguales, 15 y 16 son iguales. Se aplicó un análisis de varianza para tres fechas de muestro de elementos del suelo N₂, P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Cu, y Zn no presentaron diferencia significativa, se encontró diferencia significativa en el p^H, C.E. son iguales, la materia orgánica el mismo caso. Se recomienda continuar la investigación probando otro ajuste de modelos, fechas y cultivos diferentes.

I.- INTRODUCCION

De los países en desarrollo aproximadamente 1500 millones de personas utilizan leña y carbón para cubrir el 90 % de sus necesidades energéticas, y cálculos estimados indican que 1000 millones cubren de la misma manera el 50 % de sus necesidades. Esto representa aproximadamente el 20 % de la población mundial, indicando que al menos la mitad de la madera que se corta en el mundo con especial énfasis a los países subdesarrollados es para dendroenergía.

Aunado a otras causas, la corta de los árboles para leña provoca una acelerada deforestación con efectos directos y colaterales principalmente sobre la fertilidad del suelo y cambios climáticos modifican o propician la extinción de flora y fauna y contribuyen a la desertificación global. Estos procesos han sido detallados ampliamente en la Cumbre de Río de Janeiro por la ONU.

En nuestro país los Estados del noreste, sureste y sur principalmente en las comunidades rurales alejadas de las cabeceras municipales o de difícil acceso por falta de vías de comunicación la población obtiene la energía de la leña y el carbón, de igual manera la producción agropecuaria no es la adecuada, por falta de conocimiento técnicos, económicos y científicos, dado que su desarrollo en un contexto generalizado esta sustentado y aplicado de una manera ancestral.

Este trabajo de investigación corresponde al estudio de la etapa inicial de la implementación de un sistema agrosilvícola, trata de presentar alternativas de como mejorar la producción agrícola basada en aplicación de técnicas agroforestales realizando un cambio paulatino, a la vez recomendar a una utilidad del componente forestal para el aprovechamiento de árboles o arbustos originarios del área de estudio mediante podas y corta total y definir por otra parte el comportamiento interactivo a través de la fertilidad del suelo para contribuir al desarrollo sustentable por medio del aprovechamiento de un área sin alterar su capacidad productiva.

1.1.- Objetivo General

Generar conocimientos que explique el funcionamiento de un sistema agroforestal en cuanto a producción agrícola (maíz, sorgo, frijol y la asociación maíz-frijol) y crecimiento del componente forestal (leucaena, barreta y ébano) en un año de medición utilizando callejones contruidos en base a curvas de nivel en condiciones de secano, con el fin de mantener la producción sostenida.

1.2.- Objetivos Particulares

A.- Mediante técnicas de producción agroforestales en áreas de secano, medir el comportamiento de la producción vegetal tanto en el componente forestal y agrícola.

B.- Asumir que mediante técnicas agroforestales mínimas, se hace presente la sustentabilidad de los recursos a través de la intensificación apropiada en el uso del suelo.

C.- Probar el efecto de la diversidad de los cultivos sembrados bajo un mismo sistema, en la producción de alimentos.

D.- Establecer un módulo demostrativo con bases científicas para difusión de técnicas agroforestales en áreas de secano.

1.3.-Justificación

En países ubicados en las zonas tropicales de los continentes Africano, Asiático y Americano, principalmente se hacen esfuerzos e investigaciones sobre alternativas del uso de el suelo, los sistemas agroforestales en muchos casos ha tomado un lugar preponderante.

En nuestro país, este tipo de uso del suelo tiene sus orígenes en la época prehispánica, actualmente los estados del sureste ubicados en áreas tropicales, desarrollan la agroforestería, en otras regiones agroecológicas del país bien poco se conoce de ellos, motivo por el cual se realiza esta investigación en un área del noreste de México mismo que presenta una capacidad potencial inexplorada donde se puede aplicar algún tipo de sistema agroforestal, es decir el poder conjugar la vegetación, principalmente nativa con plantas que prosperan con alta productividad en ecosistemas con adición de insumos aunado a las condiciones climáticas propicias de una región que permiten la producción de cultivos y/o

pastizales así como la introducción de algún ganado de tal manera que en un arreglo dimensional, el sitio tenga la capacidad de producir más biomasa por unidad de superficie pero condicionado a que esta productividad no ocasione una degradación del sitio en cuanto a su productividad.

En tal caso esta investigación es pionera porque no existen suficientes antecedentes documentados de los sistemas agroforestales sobre la región de Linares N.L., sin embargo al realizar recorridos en la zona es común observar plantaciones de nogal asociadas con maíz en su fase inicial, el presente estudio busca dimensionar las interacciones en el sistema agrosilvícola principalmente con factores de capacidad de producción, ser sujeto de un análisis estadístico que nos permita valorar los resultados. De igual manera demostrar ante la comunidad de que los sistemas son tan productivos como los actuales o bien con capacidad de superarlos, lo cual favorece directamente la conservación de los recursos naturales, por la *integración del componente arbóreo.*

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Importancia de los Sistemas Agroforestales a Nivel Mundial

Lundgren (1985) explica que la ciencia y práctica de la agroforestería desarrollada sistemáticamente en el uso del suelo donde existen interacciones positivas de carácter ecológico y económico entre árboles y arbustos con animales o cultivos son maximizados en orden de: más productiva, sustentable y diversificada como es posible en relación a los sistemas de monocultivos convencionales.

En el trópico y subtrópico existen prácticas agroforestales tradicionales con tan buenos resultados que las más recientes investigaciones y técnicas agroforestales. Un ejemplo de ello son los cultivos en callejones donde crecen cultivos e hileras de árboles de rápido crecimiento con la particularidad algunos de fijar nitrógeno al suelo y proporcionar otros beneficios como: alta diversidad, amortiguar cambios microclimáticos.

Muchas de las razones del mantenimiento de la cubierta forestal radican en cubrir necesidades alimentarias y de madera, nosotros tenemos que aprender como forestales, ambientalistas, economistas, agricultores y políticos a dimensionar las causas y efectos de la deforestación en los países en desarrollo, los cuales los podemos ver desde distintos ángulos, con diferentes perspectivas en tiempo, niveles y resoluciones geográficas, para poder diseñar estrategias de solución.

Von Maydell (1985) menciona que la agroforestería con su gran variedad de sistemas y tecnologías, ha sido practicada en todas las partes del mundo desde tiempos inmemoriales. Su reconocimiento mundial, su promoción científica y estrategias de desarrollo rural en los trópicos tuvieron un auge excepcional debido a dos eventos: la fundación del International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) y el VIII Congreso Forestal Mundial.

El concepto holístico agroforestal permite resolver problemas del uso de tierras, adaptándose a las posibilidades y limitaciones existentes en regiones húmedas, semiáridas y montañosas. Esta idea a ganado importancia debido a resultados promisorios que han sido producidos con respecto al incremento de la capacidad de carga ecológica.

La forastería ha sacado provecho de las nuevas estrategias del uso integrado de las tierras de varias maneras:

- A.- Menos presión sobre los recursos forestales y en consecuencia menor destrucción de la vegetación forestal.
- B.- Tierras adicionales para la producción de madera fuera del bosque.
- C.- La cooperación prevalece sobre la confrontación entre administración forestal y campesinos.
- D.- Aumento del valor del bosque en tierras marginales debido a un concepto expandido de uso múltiple.

La producción agrícola y ganadera se ve incrementada por varios efectos benéficos sobre el medio ambiente del componente forestal y por la disponibilidad de productos forestales dentro de sistemas agroforestales.

2.2.- Importancia de los Sistemas Agroforestales a Nivel Nacional

Bandolin (1995) menciona que los sistemas agroforestales en Norteamérica son extensamente variados en términos de componentes. Es decir existen árboles, arbustos, gramíneas etc., muchos tienen un énfasis primordial en la producción de ganado, pero en general no han sido investigados ni catalogados bajo un orden. Actualmente se hacen grandes esfuerzos para expandirlos e investigarlos de acuerdo a regiones específicas, porque las necesidades así lo requieren.

Para disminuir el riesgo y costos por la aplicación de combustibles, fertilizantes, herbicidas y pesticidas, es necesario que los poseedores del suelo estén informados de "cómo hacerlo" y estos sistemas pueden ser una alternativa del uso del suelo, los cuales requieren pocas entradas de insumos en el sistema y salidas racionales del mismo, un manejo fuerte e intensivo incrementa los beneficios económicos.

Es interesante la protección ambiental en la parte aérea, de igual modo mejora la fertilidad del suelo a través de entradas importantes de materia orgánica, mejora el ciclo de nutrientes y un uso más eficiente en su disponibilidad de los elementos nutricionales.

Los manejadores agroforestales necesitan concentrar sus esfuerzos en cambios innovadores de especies, arreglo de componentes, habilidad y adaptabilidad para los cambios del mercado en cuanto a los productos agrícolas y forestales orgánicos.

2.3.- Definiciones de Agroforestería

Huxley citado por Saravi (1986) menciona que la agroforestería es cualquier sistema de uso de la tierra que: produce combustibles y productos provenientes de árboles y arbustos o los beneficios ambientales que surgen de su cultivo. Implica cultivos múltiples mixtos o zonales, con o sin producción animal, en los cuales las especies leñosas perennes son utilizadas para más de un propósito, junto con cultivos herbáceos o pastos. Mediante estas combinaciones, la agroforestería tiene el objetivo de maximizar el uso de la energía radiante, minimizar las pérdidas de nutrientes de las plantas en el sistema, optimizar la eficiencia en el uso del agua y minimizar las escorrentía y las pérdidas de suelo. De este modo se logran algunos beneficios que pueden ser proporcionados por árboles perennes, en comparación con los cultivos agrícolas convencionales, se maximiza el producto total de beneficios de la tierra, a la vez que ésta se conserva y mejora.

Von Maydell citado por Saravi (1986) explica que el término agroforestería cubre diversos sistemas de uso de la tierra que combinan la silvicultura con la agricultura o un manejo ordenado de la misma tierra. La agroforestería tiene como fin resolver los problemas del desarrollo rural, sobre todo en los trópicos por los siguientes medios:

Incrementando y mejorando los rendimientos de la producción de alimentos.

Salvaguardando la oferta local de combustibles.

Produciendo madera y otras materias primas para la subsistencia de los agricultores, para uso industrial y si es el caso, para exportar.

Protegiendo y aumentando la producción potencial de un determinado lugar y ambiente, incrementando la capacidad y la visión ecológica de los pobladores.

Salvaguardando la sostenibilidad mediante una apropiada intensificación del uso de la tierra.

Mejorando las condiciones sociales y económicas en las áreas rurales mediante la creación de empleos, el incremento de los ingresos y la reducción de riesgos.

Desarrollando sistemas de uso de la tierra que utilicen lo máximo las tecnologías modernas y la tradición y experiencias locales, siempre que sean compatibles con la vida cultural y social de los habitantes.

Lundgren citado por Saravi (1986) describe una definición estrictamente científica de esta disciplina y dice que esta debería enfatizar dos características comunes a todas las formas de agroforestería que la diferencian de otras formas de uso de la tierra a saber:

El cultivo deliberado de especies leñosas perennes en la misma unidad de tierra que los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal.

Debe existir una interacción significativa positiva y/o negativa entre los componentes arbóreos del sistema, ya sea en términos ecológicos y/o económicos.

Al promover la agroforestería, uno debería enfatizar su potencial para alcanzar ciertos objetivos, no solo haciendo consideraciones teóricas y cualitativas sobre los beneficios de los árboles, sino también es muy importante porque provee información cuantitativa.

Fassbender (1987) define a un sistema agroforestal como una serie de tecnologías del uso de la tierra en la que se combinan árboles, cultivos agrícolas y/o partes en función del tiempo y el espacio para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida.

Un sistema agroforestal según Montagnini (1992) son formas de uso de los recursos naturales en los cuales las especies leñosas (árboles, arbustos y palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno de una manera secuencial o temporal.

Villalón (1996) explica que el manejo agroforestal es la utilización del suelo con sistemas de producción, donde se combinan en forma racional y sostenida componente silvícolas con agrícolas y/o pecuarias en un mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal. Técnicas tradicionales se aplican en combinación con tecnologías modernas cuyo objetivo es aprovechar los beneficios de las interacciones ecológicas y económicas resultantes buscando el desarrollo integral y sustentable del medio rural.

2.4.- Criterios para un Buen Proyecto Agroforestal

MacDicken (1990) menciona que un sistema agroforestal bien diseñado mínimamente debe de satisfacer tres criterios que son: productividad, sustentabilidad y adaptabilidad.

A.- La productividad: esta dimensionada en que la extensión del mejoramiento del potencial productivo es excepcionalmente grande, cuando un sistema es bien proyectado contribuye al bienestar rural con una variedad de producciones tales como alimentos, combustible, fibras, forraje, productos industriales en diversas formas; de igual forma aportación de bienes

indirectos tales como la conservación de suelo y agua, mantenimiento de la fertilidad y mejoramiento microclimático.

En algunos casos el exceso de producción es comercializada, cuando esto no es posible es necesario aprovechar mejor para satisfacer necesidades, por ejemplo donde se desforesta o sobrepastorea, se escasea el combustible o alimento animal .

El mejoramiento de la productividad no solamente puede ser dado por la diversidad de productos, sino también el reducir costos de insumos, un ejemplo es el de substituir el abono y fertilizantes inorgánicos por árboles fijadores de nitrógeno.

B.- Sustentabilidad: el objetivo es asumir interesantes diseños de problemas, puede discutir y adoptar prácticas agroforestales orientadas a la conservación del suelo e incrementar por un tiempo largo la productividad de los sistemas de producción.

Muchos granjeros en el mundo frecuentemente tienen pocos horizontes cuando planean medidas para la conservación, particularmente donde no tienen seguridad en su ocupación sobre áreas que cultivan, en los países en desarrollo, esta iniciativa frecuentemente esta dada por subsidios gubernamentales.

En agroforestería es la simple libertad para el aprovechamiento en la combinación de beneficios a largo plazo con ganancias en corto y mediano plazo basado en el diseño inteligente de sistemas tales como arboles multipropósitos, camellones en contorno asociados a cultivos.

2.5.- Clasificaciones de los Sistemas Agroforestales.

Montagnini (1992) conceptualiza a un sistema agroforestal como un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales, presentando los atributos de cualquier sistema: límites definido por los borde físicos, componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, interacciones (la relación o la energía o materia que se intercambia entre los componentes), ingresos (energía solar, mano de obra, productos agroquímicos) egresos (madera, productos animales, forraje y granos) finalmente una jerarquía en el sistema de la finca y una dinámica indicando la posición del sistema en relación a otros y entre ellos.

Nair (1985) menciona que para clasificar los sistemas agroforestales es necesario prever un marco de referencia para planearlo, tomar las acciones a desarrollar y evaluarlo para así determinar sus mejoras, siendo importantes los términos técnicos de sistema, subsistema y prácticas.

En relación a un sistema se refiere al tipo de uso del suelo de una localidad en función de la forma de utilización; subsistema y prácticas son términos bajo un ordenamiento jerárquico con menor magnitud en función del contenido y complejidad.

El mismo autor menciona que un criterio común que se usa es la estructura del sistema es decir la composición y arreglo de los componentes dado por el nivel de manejo, la amplitud ecológica y los valores socioeconómicos presentes.

Estructuralmente el sistema puede ser agrupado en :

- A.- Sistemas agrosilvícolas entendido con la asociación de cultivos herbáceos y árboles o arbustos.
- B.- Sistemas silvopastoriles conceptualizado como la obtención de pastura y/o animales con árboles.
- C.- Sistemas agrosilvopastoriles interpretado como producción de cultivos, árboles y animales.
- D.- Sistemas especializados como: apicultura y árboles, acuicultura y manglares, árboles multipropósitos.

La función básica se refiere a la producción principal de los componentes las cuales pueden ser: productivas tales como alimentos, forraje, leña, medicinales etc., de protección por ejemplo: conservación del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, cortinas rompe vientos, cercas divisorias.

Considerando a la ecología básica, los sistemas pueden ser agrupados por zonas agroecológicas tales como tierras bajas del trópico húmedo, áreas de tierras altas del trópico húmedo, zonas áridas y semiáridas del trópico etc.

La escala socioeconómica de producción y niveles de manejo puede ser usado con criterios para designación del sistema comercial, intermedio y de subsistencia, cada uno de estos criterios tiene una aplicación específica respondiendo a un plan o proyecto.

El arreglo de los componentes puede ser en tiempo (temporal) o espacio (espacial)

Fassbender (1987) clasifica a los sistemas agroforestales en dos niveles. En el primero se hace una clasificación de acuerdo a la producción y en el segundo de una identificación siendo entonces:

Primer nivel: objetivo primario de producción.

A.- Sistemas Agrosilvícolas, siendo la asociación entre cultivos agrícolas y árboles o arbustos.

B.- Sistemas Agrosilvopastoriles, animales con cultivos agrícolas y pastos.

C.- Sistemas Silvopastoriles, árboles y animales.

Segundo nivel: enfocado a la función del componente arbóreo o forestal del sistema

A.- Producción de madera para construcción, leña y forraje para ramoneo y consumo de frutas.

B.- Protección y servicios considerados en el mejoramiento del suelo, sombra para cultivos y/o animales, cercos vivos y cortinas rompevientos.

Por su parte Montagnini (1992) cita que los sistemas agroforestales han sido clasificados como sigue: por su estructura en el espacio, por su diseño a través del tiempo, por la importancia relativa, por la función de los diferentes componentes y por las características sociales y económicas presentes.

La misma autora refiere que ha clasificado a los sistemas agroforestales de la manera siguiente:

A.- Sistemas agroforestales secuenciales, en ellos existe una relación cronológica entre cosechas anuales y los productos arbóreos, incluye a la agricultura migratoria y a los sistemas taungya.

B.- Sistemas agroforestales simultáneos siendo la integración simultánea continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería. Incluye árboles con cultivos anuales, árboles con cultivos perennes, huertos caseros mixtos, y los agrosilvopastoriles.

C.- Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos son hileras de árboles que pueden delimitar una propiedad o servir de protección para otros componentes.

2.6.- Ventajas de los Sistemas Agroforestales.

Según Fassbender (1987) un tipo de estos sistemas tendría las cualidades siguientes:

- A.- Regula la radiación solar incidente entre los diferentes estratos vegetales del sistema.
- B.- Desarrolla un gradiente de temperatura tanto en los componentes vegetales como del suelo.
- C.- Regula la humedad relativa del aire.
- D.- Disminución de la erosión del suelo y el efecto erosivo de las gotas de lluvia.
- E.- Limitación del efecto de la erosión eólica.
- F.- Utilización adecuada del espacio vertical y del tiempo, imitando a patrones ecológicos naturales.
- G.- Mayor incremento de la productividad (biomasa).
- H.- Reciclamiento eficiente de los elementos nutritivos especialmente por extracción de los horizontes profundos del suelo.
- I.- Efecto benéfico, debido a diversidad, depredación parasitismo, es decir interrelación entre organismos.

El mismo autor da a conocer una serie de desventajas dentro de los sistemas tales como competencia, influencias de carácter alelopático, dificultad en la mecanización, proliferación de animales dañinos. Sin embargo, estas desventajas presentadas como una problemática pueden ser superadas bajo cierta aplicación de técnicas específicas para una región.

2.7.- Interrelaciones Entre los Componentes.

Odum (1972) menciona que las interacciones pueden ser positivas y negativas, en principio es que las negativas propenden a ser cuantitativamente pequeñas donde las poblaciones actúan entre sí, y han tenido un proceso evolutivo común en ecosistemas relativamente estables. La interacción severa las más de las veces es cuando tienen un origen reciente, o cuando ha habido cambios en gran escala y repentinos, esto explica porqué las manipulaciones mal preparadas conduzcan a una frecuencia alta enunciando entonces la depredación, predación y la antibiosis.

Por su parte las interacciones positivas están extraordinariamente extendidas, siendo el comensalismo, la cooperación y el mutualismo entre otros.

Ortiz (1977) explica que se pueden considerar dentro de un agrosistema a un conjunto de factores físicos y biológicos que se interrelacionan con un grupo de individuos de la misma o diferentes especie y del mismo o diferente genotipo, tanto en tiempo como en espacio. Estas interrelaciones permiten el aprovechamiento del potencial ecológico existente y la expresión a cierto nivel potencial de esa población para producir un producto final de interés económico y social.

Fassbender (1987) menciona que en los ecosistemas, los individuos no se presentan aislados sino que en conjunto forman una comunidad, cada especie esta regulada por factores limitantes presentes en el medio ambiente. En las comunidades y poblaciones se establecen relaciones interespecíficas e intraespecíficas formando cadenas alimenticias entre los organismos autótrofos y consumidores, entonces la energía y la materia van pasando por eslabones.

Silvertown *et al.* (1993) describe que las plantas viven asociadas con muy diversas especies, las poblaciones son componentes de las comunidades, cuando los granjeros intervienen ordenando los monocultivos controlan y erradican las malezas cuyos eventos han sido por mucho tiempo, originando una alteración en el balance entre las especies y los recursos.

Las interrelaciones pueden ser:

2.7.1.- Competencia

Odum (1972) define a la competencia como la acción reciproca entre dos organismos que están empeñados en conseguir la misma cosa puede considerarse que esta presente entre las interacciones bióticas y abióticas, esto lo hace complejo, es decir se puede competir por agua, luz nutrientes, espacio, por la misma planta de interés, entre las mismas plantas y entre plantas distintas un ejemplo de ello es el éxito de establecerse las malezas.

García (1984) menciona que la competencia se da cuando dos o más especies viven en el mismo lugar y tienen necesidades parecidas, cuando los nichos ecológicos se superponen total o parcialmente.

Una herramienta para conocerla son los modelos matemáticos basados en ecuación logística del crecimiento de poblaciones.

Dentro de ellas existe el principio de exclusión de Gauss que dice: en desarrollo no es posible que dos especies del mismo comportamiento ecológico puedan presentarse en el mismo espacio.

Krebs (1985) menciona que la competencia se da como una interacción de las especies considerándola como dañina y a la vez ambas especies resultan afectadas adversamente un ejemplo de ello es cuando escasean los alimentos en invierno.

Competencia por luz.

Anderson *et al.* (1993) menciona que acerca del crecimiento se han realizado investigaciones de como una especie al cambiarle la intensidad de luz puede afectar la productividad de otra, por ejemplo asociaciones de *L. leucocephala* con maíz o sorgo tiene beneficios o detrimentos en la interacción del crecimiento pero hay que estudiar otros factores limitantes.

Krishnamurthy *et al.* (1993) menciona que los efectos de infestación de malezas en suelos forestales que presentan una alta cantidad de semillas, al abrir el dosel las malezas son pioneras y colonizan sitios, una práctica sería abrirlo de una manera controlada para penetrar poca luz, menciona también que hicieron investigaciones por seis años consecutivos en el suroeste de Kenia con *G. sepium* y *L. leucocephala* en cultivos estrechos reduciendo significativamente la infestación comparada con el testigo, provocando un cambio en la composición de las herbáceas.

El mismo autor menciona que la competencia por el espacio depende de la densidad entre los componentes agroforestales así como también la eficiencia en el uso del agua, esto se vuelve complejo cuando la captura de los recursos por los árboles en relación con la densidad conlleva a examinar la intercepción de la luz.

En cuanto a la competencia por el agua y nutrientes, los cuales son tomados por la planta de la solución del suelo por el contacto de sus raíces, en donde la movilidad del ión esta relacionado con la disposición del agua.

Un modelo para calcular la profundidad radical de la combinación de los cultivo requiere interceptar la lixiviación de los nutrientes a diferentes condiciones de suelo y clima, entonces una vegetación recibirá los que otra no pueden disponerlos.

Reducción de la competencia a través de la diferenciación del nicho, esto conduce a que la productividad pueda ser aumentada por un mecanismo de reducción, esto se refiere a situaciones donde dos especies pueden ser más eficientes en la utilización de los recursos. Existe un término denominado "complementariedad" el cual ha sido utilizado para describir espacial o temporalmente la compartición de los recursos, pero no diferencia la reducción entre la competencia.

La diferenciación de los nichos en la arquitectura básica han sido considerados cultivos en callejones para la selección de especies tales como *L. leucocephala*, porque optimiza el espacio.

2.7.2.- Comensalismo

Odum (1972) representa un tipo simple de interacción positiva y constituye el primer paso hacia el desarrollo beneficioso común entre plantas y animales sésiles por una parte y organismos móviles por la otra, existe beneficio para algunas de las partes pero la otra no se ve afectada, por ejemplo al no utilizar el nitrógeno por una leguminosa puede ser aprovechado por una gramíneas

Anderson *et al.* (1993) discute que las interrelaciones directas o indirectas en un sistema agroforestal son positivas incrementando su productividad por modificación de su ambiente sobre una especie por ejemplo el proporcionar sombra de un estrato mayor a una determinada especie de un estrato inferior, otro sería el uso de franjas de protección ha sido una vieja práctica para disminuir el efecto del viento modificando el microclima de los cultivos.

2.7.3.- Neutralismo

Turk *et al.* (1981) lo define como un caso de muy poca interacción que se da cuando no existen beneficios ni perjuicio entre los organismos, un ejemplo de ello son los arbustos de rosa silvestre y el lince pues prácticamente no tienen relaciones entre sí.

2.7.4.- Depredación

Odum (1972) la describe como la acción entre dos poblaciones que se traducen en efectos negativos sobre el desarrollo y sobrevivencia de estas poblaciones, un efecto negativo es que propenden a ser cuantitativamente pequeños donde las poblaciones interactúan entre sí, han tenido un proceso evolutivo común en un ecosistema relativamente estable es decir una se beneficia y otra se perjudica, los predadores son grandes y la presa es pequeña por ejemplo una araña que se come a un insecto esto es en sentido estricto, pero se considera la interrelación planta herbívoro.

García (1984) explica que la depredación es el hecho que una especie consuma a otra sin implicar la desaparición de la última. A veces puede existir una defensa pasiva como la producción de sustancias tóxicas o aparición de estructuras modificadas.

2.7.5.- Parasitismo

Odum (1972) define esta interacción como una parte que se beneficia y la otra se ve perjudicada. Los parásitos son generalmente pequeños y los hospedantes son grandes por ejemplo hongos presentes dentro de las células vegetales ocasionado pérdida paulatina del vigor. Los parásitos pueden matar y reducir a los individuos y reducen hasta cierto punto al menos el índice de desarrollo de las poblaciones, o reduce el volumen total de la población.

García (1984) considera a los parásitos un depredador especializado y no siempre causa la muerte de una manera directa.

2.7.6.- Alelopatía

Newman citado por Graue (1982) conceptualiza a la alelopatía que puede considerarse tanto una adaptación como un accidente que le confiere mayor posibilidad de supervivencia a las especies.

García (1984) la considera como un caso especial de antibiosis a la interacción de dos plantas distintas cuando la presencia de una inhibe el desarrollo de la otra, a través de sustancias tóxicas presentes en alguno de sus órganos.

Baht *et al* (1990) encontró que los efectos alelopáticos de *Adina cordifolia* y *Celtis australi* fueron probados para los cultivos de *Hordeum vulgare*, *Glycine max* y *Eleusine coracana* mostrando reducción del porcentaje de germinación, pérdida de raíces y disminución de materia seca siendo *H. vulgare* la más susceptible y *E. coracana* altamente resistente.

Ong (1993) menciona en un artículo que la diferencia entre la alelopatía y la competencia en el crecimiento de los cultivos es algunas veces reprimido por la presencia de árboles a este fenómeno es llamado interferencia, pero como saber que esta represión es debida a la competencia por los recursos o debido a la secreción de sustancias que son tóxicas para los cultivos llamada alelopatía las cuales pueden aumentar la incidencia de enfermedades y presencia de insectos, las sustancias tóxicas las encontramos entre las hojas y residuos de las plantas lo cual tiene implicaciones en los sistemas agroforestales, debido a que dependen del uso de las podas o cortes para suplir los nutrientes y materia orgánica del suelo, protección contra la erosión y conservación de la humedad, pero existe poca investigación de como reducir su efecto, una alternativa es el corte y suministro en la dieta animal, para que posteriormente se incorpore como estiércol.

2.7.7.- Mutualismo

Odum (1972) explica que se produce en el proceso hacia la cooperación cuando cada población se hace totalmente dependiente de la otra a modo de asociación entre organismos totalmente distintos ambas partes se benefician de la relación, un caso es la simbiosis por ejemplo la fijación del nitrógeno atmosférico por bacterias presentes en los nódulos de las raíces de las leguminosas.

Waring *et al.* (1985) menciona que otro tipo de asociaciones simbióticas son los hongos micorrícicos tomando una importancia para la nutrición mineral de algunos árboles.

Las formas de las relaciones simbióticas son la extensión de las hifas con las raíces, y las hifas sobre y dentro del suelo permitiendo ser infectados por endomicorrizas y ectomicorrizas principalmente.

2.7.8.- Interacciones suelo-planta en el sistema

Szott (1991) en estudios realizados, concluye que el potencial de un sistema agroforestal contribuye a una producción económica sustentable la cual es frecuentemente restringida por las propiedades del suelo.

En muchos casos son insuficientes las consideraciones sobre las restricciones cuando se efectúa una recomendación agroforestal. Exitosamente los sistemas agroforestales son siempre cercanos a prácticas inherentes a la fertilidad de suelos.

Muchas alternativas en agroforestería dan un cambio para la extracción de nutrientes en los sistemas tradicionales, desde aquí los nutrientes entran o se reciclan tan grande o reducido sea el sistema y son biológicamente sustentables.

En suelos pobres o ácidos de zonas semitropicales la humedad es importante para la disposición y límite de las barreras químicas así como la expansión de sus raíces. La falta de disponibilidad de minerales, y restricciones nutricionales a la fijación de nitrógeno, más aún la erosión y las pobres propiedades físicas existentes en algunos suelos. Como resultado, el crecimiento de las plantas, la producción de materia orgánica, el reciclamiento de nutrientes puede ser menos que en sitios más fértiles. Las tecnologías agroforestales en esos suelos pueden ser sistemas tales como: cultivos en callejones que pueden incluir enriquecimientos biológicos y económicos.

En suelo más fértiles, la extensión de la agroforestería es más grande pero aún existen restricciones, es decir stress por falta de humedad en zonas semitropicales; fijación de fósforo, erosión presente, expansión y contracción en algunos suelos vertizoles, pero a la vez existen alternativas de manejo agroforestal.

La producción, descomposición y dinámica de la materia orgánica en suelos son claves que afectan el proceso de su fertilidad, basados o no en límites para incorporar productos químicos al suelo, pero pocos datos existen indicando los efectos de incorporar materia orgánica en cuanto a cantidad, calidad, tiempo de adición y regulación en los procesos.

Ong (1991) en estudio realizado sobre las interacciones bajo y sobre el suelo en un sistema agroforestal concluye que la comparación de cultivos intercalados y un sistema agroforestal

es muy útil, la discusión de las principales diferencias son desarrollar la mejor estrategia para reducir las interacciones negativas.

Es falso que grandes diferencias de competencia entre *Leucaena leucocephala* en asociación con cultivos durante su desarrollo vegetativo inicial; por lo cual es sugerido el uso de especies de lento crecimiento o un rebrote lento, esto también se puede lograr por medio de manejo lo cual es más deseable. Este proceder es comparable a la cualidad de *Pigeonpea* que presenta un lento crecimiento inicial lo cual es ideal para intercalar especies, esta cualidad se empieza a investigar como parte de especies agroforestales.

Otra estrategia es usar poblaciones muy bajas en la anchura y separación de cultivos y árboles, la desventaja potencial de tal sistema podría ser la incapacidad a utilizar una grande fracción de los recursos bajo el suelo, nuestros estudios con *Pigeonpea* perenne pueden explorar horizontes del suelo más profundo durante la estación seca en relación a *Pigeonpea* convencional; por eso existe una buena utilización de los recursos, y aún no existen interacciones negativas con la asociación de un cultivo entre sorgo y cacahuete.

2.7.9.- Interacciones microclimáticas

Monteith *et al.* (1991) estudio el aspecto microclima típico del sistema agroforestal de cultivos en callejones en una área semiárida tropical utilizando leucaena como componente forestal y mijo perla en el agrícola, sus conclusiones son:

Las ventajas en términos de la intercepción de la radiación solar, velocidad el viento, déficit de presión de vapor y temperatura no es relativamente importante comparada con el efecto adverso de la intercepción de lluvia cuando decrece la disponibilidad del agua en la zona radical.

La reducción de la erosión bajo la copa, o el efecto mulch provocado por las hojas es también menos importante comparado en competencia por el agua con las raíces de los árboles y los cultivos.

Es aventurado extrapolar los beneficios agroforestales a las interacciones atmosféricas basados en sistemas agrícolas tradicionales y/o forestales.

Evidentes contrastes entre las interacciones ecológicas positivas y negativas entre los cultivos asociados convencionales y los cultivos en callejones puesto que no han sido reportadas, más aun los principios de complementariedad en la utilización de los recursos, y presentar nuevas guías de desarrollo por nuevos sistemas agroforestales.

2.8.- Enfoques de los Sistemas Agroforestales

Maldonado (1991) menciona que el enfoque del sistema agroforestal en las zonas áridas y semiáridas de Latinoamérica deben desempeñar un papel importante en la estrategia de desarrollo con los siguientes principios:

A.- Integración de actividades forestales, agrícolas, pecuarias y de las industrias rurales en programas sectoriales y multisectoriales.

B.- Las actividades forestales deben contribuir a un más amplio y sostenido desarrollo rural armónico, manteniendo un crecimiento económico y social con énfasis en el control de la desertificación, la seguridad alimentaria, la producción de materias primas y otros bienes de servicios.

C.- Función vital de las especies forestales para crear condiciones oportunas de producción agrícola y ganadera mediante cortinas de protección, conservación del agua, control de la erosión, producción de leña, madera, forrajes etc. buscando mayor calidad y cantidad de productos en el menor tiempo posible.

D.- Lograr beneficios económicos en los sistemas de producción tradicionales y empresariales procedentes de los recursos naturales y de la generación de empleos fomentando así el desarrollo rural.

2.8.1.- Tipos de sistemas

Stienen (1990) en estudio del potencial agroforestal combinado con otros sistemas de producción concluye que existe alta productividad hortícola que permite el desarrollo sustentable cuando son usadas correctamente las especies.

El relativo bienestar de la región, esta basado por la fruticultura y la agroforestería basada en la horticultura para el noreste de México lo cual garantiza ingresos estables, todavía tomando en cuenta la reducción de la producción en años con presencia de heladas y sequías, las consecuencias económicas pueden ser fácilmente mitigadas por prácticas agroforestales con sistemas de multicultivos, incorporándose árboles nativos, nuevas

variedades e introduciendo y mejorando técnicas, particularmente observando reducción del agua, lo cual también reduce la sensibilidad de los árboles a las heladas.

Para suelos menos productivos, el bosque con el componente pastoril pudiera ser desarrollado especialmente en el matorral, actualmente se encuentra sometido a fuerte presión originada por la obtención de madera, leña y un sobrepastoreo, el protegerlo y utilizarlo al mismo tiempo debe verse con la misma prioridad.

2.8.1.1.- Cultivos en callejones.

Una de las tecnologías agroforestales que ha sido sujeta de investigación sobre el rango de la anchura entre los camellones o setos, se refiere a sistemas de cultivos o prácticas culturales donde los cultivos arables están creciendo en los espacios entre hileras de plantas con árboles o arbustos, los cuales periódicamente son podados durante la estación de crecimiento del cultivo y prevenir el sombreado y proveer de abono verde favoreciendo el efecto "mulch" en el cultivo, Nair (1984).

Los sistemas de cultivo en callejones ofrecen ventajas de incorporar especies maderables con sistemas de cultivos arables sin disminuir la productividad del suelo.

La contribución potencial de nutrientes varía de acuerdo a la especie que se trate, haciendo énfasis en la aportación de nitrógeno por leguminosas las cuales también presentan variaciones.

Palada *et al.* (1992) realizó estudio sobre estos sistemas considerando a leucaena puede beneficiar la cosecha de cultivos en los trópicos, debido al efecto del barbecho y la leucaena misma, lo cual resulta de una alta fertilidad al inicio y la adición de podas considerando el efecto mulch y abono verde procedentes de los setos de leucaena .

El abono provee cantidades suficientes de N, P, K y Ca, lo que reduce las necesidades de fertilizantes en la producción vegetal.

La producción de los cuatro cultivos probados respondió más a la aplicación de fertilizantes que en los cultivos en callejones, las dos estaciones de control incrementaron las media de *Amaranthus cruentus*, *Celosia argentea*, okra y tomates en un 325, 164, 47 y 94 % respectivamente, en el otro punto de control la media de producción para amaranthus,

celosía, okra y tomate en un 36, 26, 4 y 20 % respectivamente , la producción de amaranthus, celosía cosechadas en los cultivos en callejones fueron tan grande o iguales que los puntos de control pero con sin adiciones de fertilizantes, los días a cosecha fue menor, la okra y el tomate también fertilizante.

Chirwa *et al.* (1994) en estudio realizado sobre cambios de humedad del suelo en la productividad del maíz en callejones formados por leucaena y *Flemingia macrophylla* concluye que, aunque la poda de leucaena produce más materia seca que flemingia, el contenido de nutrientes no puede ser disponible inmediatamente para el cultivo del maíz. La proporción de la baja descomposición de las hojas de flemingia se compensa como un efecto "mulch", el cual es decisivo para la conservación de la humedad durante condiciones de sequía, como parece en este caso ha estado presente al final del crecimiento de las plantas.

Las hileras de flemingia podrían complementar sus necesidades de humedad con la hileras primeras del maíz lo cual se manifiesta en baja producción en grano y materia seca.

El mejoramiento del micrositio por la capa de materia orgánica de leucaena puede ser la razón de que no exista diferencia significativa en las producciones de grano y materia seca en las hileras de leucaena, esto es cuando existen condiciones de baja fertilidad del suelo y poca humedad comportándose Flemingia mejor que la leucaena, pero cuando existe adición de fertilizantes no existen diferencias significativas entre las dos especies.

2.9.- Modelos Agroforestales.

Borel *et al.* (1985) menciona que los nuevos modelos de producción deben hacerse compatibles con el aprovechamiento de la tierra, con la conservación de los recursos como suelo, agua, y germoplasma se puede expresar como la búsqueda de la productividad sostenida a largo plazo.

Los sistemas silvopastoriles representan una posibilidad de mejorarla productividad y estabilidad de los sistemas de uso de la tierra en zonas húmedas bajas, se conocen áreas en donde existe cobertura arbórea sobre las pasturas, pero el aporte de los árboles al sistema no ha sido cuantificados en consecuencia es importante identificar y diseñar modelos silvopastoril.

García *et al.* (1991) realizó un estudio sobre el modelo y programa computacional que genere la facilidad y a la vez alternativas de diferentes sistemas de producción en granjas y señale la mejor, al cual le denominó DESSAP y presenta las siguientes consideraciones:

- 1.- Que el programa sea una herramienta útil para la toma de decisiones, no efectúa recomendaciones pero tiene el potencial de empezar a convertir dentro de un sistema experto para toma de decisiones, puede ser adaptado a otros campos, puede ser usado.
- 2.- Generar alternativas de soluciones para cualquier sistema tan grandes como sean y que presenten restricciones es decir: suelo, capacidad financiera, labores dentro del sistema etc., siendo de gran utilidad para la agricultura sustentable .

Tomas (1991) menciona que la habilidad para simular la funcionalidad de un sistema agroforestal con respecto a técnica y componentes económicos es muy importante desde este punto de vista. Para tal caso propone metodología basada en la evaluación económica de un sistema de usos múltiple del suelo en los cuales la agricultura y forestería han formado empresa en la misma área del terreno. Para lograrlo utiliza un sistema computacional basado en una hoja de cálculo en el cual los componentes son enlistados.

2.10.- Componente Forestal

2.10.1.- *Leucaena leucocephala* (Lam.).

2.10.1.1.- Clasificación taxonómica.

| | |
|-------------|---------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División. | Embryophyta |
| subdivisión | Angiospermae |
| Clase | Dicotyledonae |
| Orden | Rosales |
| Familia | Leguminosae |
| Subfamilia. | Mimosidae |
| Tribu | Eumimoseae |
| Género | <i>Leucaena</i> |
| Especie | <i>Leucocephala</i> (Lam) |

| | |
|-------------|---------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División. | Embryophyta |
| subdivisión | Angiospermae |
| Clase | Dicotyledonae |
| Orden | Rosales |
| Familia | Leguminosae |
| Subfamilia. | Mimosidae |
| Tribu | Eumimoseae |
| Género | <i>Leucaena</i> |
| Especie | <i>Leucocephala</i> (Lam) |

2.10.1.2.- Descripción botánica.

Estrada *et al.* (1991) lo describe como un arbusto 3.5-6 m de altura, inerme, corteza marcada con numerosas lenticelas; hojas alternas, bipinado compuestas, 12 a 30 cm de largo; pinas de cinco a nueve pares por hoja, de ocho a 12 cm de largo, folíolos de 10 a 20 pares por pina, de seis a 12 mm de largo dos a cuatro mm de ancho oblongos ligeramente aguados, glándulas en forma de cúpula, presentes en la inserción del par de pinas proximal y ocasionalmente también en el distal; inflorescencias dispuestas en cabezuelas esféricas, blanca, aromáticas, en las axilas de las hojas subterminales o terminales; cáliz campanulado de dos a 2.8 mm de largo, corola actinomorfa con los pétalos libres de 4.8 a 5.5 mm de largo; estambres 10 salientes, anteras pilosas; ovario multiovulado; fruto una vaina oblonga, de 13 a 20 cm de largo, de 14 a 19 mm de ancho recta bivalvada, dehiscente, glabra, las valvas flexibles, márgenes engrosados; semillas de seis a 10 mm de largo, ovadas, aplanadas, color café, dispuestas transversalmente en la vaina.

2.10.1.3.- Distribución mundial.

Velazco (1986) cita a Ortega y menciona que leucaena (guaje) es una planta originaria de México, específicamente de Chiapas y Yucatán; esta distribuida ampliamente sobre el Golfo de México y el mar caribe; se encuentra también como flora natural en la India, Nueva Guinea y regiones tropicales de América; se le conoce con diferentes sinónimos como ípil-ipil en Filipinas, koa-haole en Hawaii y lamforo en Indonesia.

2.10.1.4.- Distribución nacional.

Estrada *et al.* (1991) en nuestra zona esta especie se presenta en lugares cercanos a los asentamientos humanos, en patios jardines llanos; en estado silvestre no prospera, ni por encima de los 700 msnm. Aparentemente indígenas de Yucatán, México.

Stienen (1990) menciona que el matorral podría ser preservado por razones económicas y ecológicas, esto no parece compatible con la agricultura en suelo vertizoles pero en otros tipos de suelos marginales si es posible.

El matorral puede ser manejado en sentido forestal, especialmente con respecto a las características para investigar a las especies, una corta selectiva es posible debido a la estimación de las especies.

El mejoramiento del matorral es introducir especies como importante es el enriquecimiento por plantaciones de especies nativas como *Leucaena leucocephala* desplazándose lentamente invadiendo las partes más húmedas del sureste de México y en Nuevo León se ha adaptado a una variedad de sucesos como un relativo frío aveces helado y condiciones de aridez, puesto que puede producir el doble de biomasa integrándose con multipósitos.

2.10.1.5.- Utilización.

Hinojosa (1989) concluye que el potencial alimenticio de *Leucaena glauca*, al determinar la calidad nutricional de la planta encontró un 18% de proteína, presenta la misma palatabilidad que el huizache y mayor que el mezquite, de igual manera que el mejor método para escarificar la semillas es la inmersión en agua a una temperatura de 70°C por cinco minutos.

Torres (1985) explica que cuando existe un sistema de ramoneo las partes aptas se definen como rebrotes o brotes, especialmente ramitas tiernas y tallos de plantas leñosas con sus hojas las cuales son consumidas por animales domésticos y silvestres en algún grado.

Pero el término ramoneo debe ser ampliado para incluir frutos y vainas que pueden ser más valiosas que el follaje particularmente si el componente es leñoso caducifolio.

Budelman (1989) en estudio realizado sobre la composición de contenido de elementos químicos en hojas de tres especies de leguminosas encontró que *Leucaena leucocephala* presenta que las hojas cortadas y pesadas del 2.95 - 3.67 % para el nitrógeno siendo un contenido bajo, esto se explica a que no fue considerado el contenido de nitrógeno del suelo en el área del experimento, pero se encontró una clara evidencia de la bacteria fijadora en el sistema radical, del 0.03-0.22 % para fósforo, potasio del 0.30 - 1.52 %, calcio 0.17 - 0.92 %, y el magnesio del 0.31 -0.37 % en cuanto a la materia seca presentó un rango del 23.1 -31.2 % , sin embargo pueden existir variaciones de acuerdo a las condiciones ambientales y en términos generales el bajo contenido de nutrientes del suelo es poco prometedor por el agotamiento de los mismos implicando un manejo diferente tal como la adición de la biomasa cortada y retornada al suelo.

Langton *et al.* (1989) realizó una serie de experimentos identificados literalmente, de la m-o con cultivos anuales (maíz) creciendo entre camellones de leguminosas perennes (leucaena) a la cual se cultivó y peso la producción de podas colectadas, para procesarlos estadísticamente utilizó bloques y una serie de tratamientos, dando importancia a errores residuales y varianzas en par metros medidos, finalmente aplico pruebas de medias con la técnica de Kolmogorov-Smirnov, las similitudes en los patrones de variabilidad sobre el tiempo en monocultivos y mezclas de cultivos es alentador, Los resultados demuestran que si se puede asumir el tener árboles en experimentos agroforestales, el rango de las especies, el designar experimentos, tratamientos y localidades pueden ser incluidos en cualquier experimento pero explorándolos a detalle y exponerlos a análisis estadísticos, además un consejo sobre experimentos con la sustentabilidad designando mezclas específicas para regiones.

Hocking *et al.* (1990) concluye que una copa rala de leucaena no reduce la competencia al cerrar su espacio, a un nivel suficiente mente bajo para una aceptable producción acompañada por sorgo; ni en localidades ni en años donde existe poca precipitación pluvial durante el crecimiento del cultivo. Un mejor aprovechamiento podría incluir un espacio confundido del componente arbóreo. Pero al podarla reduce ciertamente la competencia durante la estación crítica de crecimiento y mejora las condiciones con el compañero sorgo las condiciones son que podría mejorar en años donde la lluvia tiene un comportamiento "normal".

El principio general del manejo de la copa fue controlando la producción de biomasa entre varios componentes del sistema, los granjeros tienen la flexibilidad de hacerlo más grande o menos removiendo o cortando el forraje para ajustarlo a los componentes de acuerdo a sus objetivos y repuestas a las estaciones climáticas.

Considerando a la leucaena como un componente solo, las podas son las responsables del crecimiento, lo cual incrementa la producción de biomasa lo que lleva a la producción de alimento para animales y además de leña. Siendo una prioridad entre los objetivos la producción para granjeros con agricultura de subsistencia. Entonces la poda es un tipo de manejo que puede ser usada como un cultivo solo o intercalado con otros más.

Jama *et al.* (1991) en el estudio de producción de leña y forraje de leucaena concluye que existe significancia entre el valor de la leña el cual es atribuible a la competencia desarrollada con la maleza por los nutrientes del suelo reduciendo la producción, porque la maleza tiene un rápido crecimiento, los efectos negativos en la producción del forraje y leña así como el crecimiento se manifiestan en reducciones del diámetro y peso, estos resultado fueron obtenidos cuando, sin embargo después de 2.7 años las producciones fueron altas en producción de leña y forraje, el arreglo forestal fue una sola línea de leucaena con distancias de 0.1m, el estudio es importante por dos razones:

- 1.- La cantidad de beneficios asociados con un efecto residual y la densidad de la leucaena con los cultivos intercalados.
- 2.- Determinar los potenciales de aportación de macro y micro nutrientes que proveer la leña al incorporarse periódicamente en los ciclos rotacionales de barbecho y mismo que fueron extraídos la cosechar el forraje y producción de leña.

MacDicken (1991) concluye que el mejoramiento de sistemas de leucaena basados en barbecho, fue adoptado por granjeros de Sto. Tomas iniciándose desde 1977 el manejo, prácticas significativas incluye el uso efectivo de leña, cortes y regeneración natural con el uso de monte bajo y plantas asemilladas con podas y adición de materia orgánica verde.

La producción de arroz y maíz fue reportada a ser tanto menor como los más altos bajo leucaena barbechada como arbusto por un período de tiempo largo, las propiedades del suelo fueron por lo general sin diferencias significativas entre los dos tipos de barbecho, aunque uniformemente el período de los barbechos en leucaena fue menos que los de arbustos naturales, allí es una necesidad crítica a investigar la fertilidad del suelo bajo

barbecho de leucaena en comparación con arbustos naturales, otra clave quizás es estudiar la producción bajo cada tipo de barbecho para la producción sustentable.

2.10.1.6.- Insectos presentes.

Caldera (1995) ha registrado los insectos siguientes :

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Cerambicidae | <i>Oncideres postulatus</i> |
| | <i>Oncideres singulata</i> |
| | <i>Leptostilus sp</i> |
| Bostrichidae. | <i>Xilobiops sp.</i> |
| | <i>Anphicerus cornutus</i> |

Este primer insecto citado, es un barrenador del fuste con la particularidad que el daño lo realiza alrededor lo que origina que caiga y dentro de la biomasa muerta la larva se alimenta.

2.10.1.7.- Métodos para estimar biomasa.

Thompson mencionado por Torres (1985) analizó la productividad de *Leucaena leucocephala* con diferentes densidades y alturas de corte, con una densidad de 13300 plantas a una altura de 105 cm produjo mayor rendimiento de forraje en forma arbustiva que en arbórea.

Así mismo menciona que investigadores de Australia concluyeron que al término de una investigación con esta planta que la densidad es el factor más importante que afecta el rendimiento total.

Glumac *et al.* (1987) menciona que existe una fuerte correlación entre la biomasa, la presencia del fósforo y el pH del suelo a una profundidad de 30-60 cm. Por otra parte la presencia del fósforo encontrado en las hojas de leucaena osciló entre un rango de 0.185-0.128 ppm mientras que la presencia del calcio y fierro fueron negativos en las correlaciones con el pH del suelo a la profundidad mencionada; el pH registrado se desarrolló entre los 6.5 y 8.3 es decir de muy poco ácido a ligeramente básico.

Un factor limitante para la leucaena fue el drenaje moderado de suelo casi neutros de la serie Willacy, o bien suelo con deficiente drenaje con alto pH y fósforo no puede ser viable entre las necesidades para su máxima producción..

Foroughbakhch *et al.* (1987) estudió por más de tres años el comportamiento del crecimiento de 10 especies nativas en la región de Linares N. L. entre los resultados encontró que las especies están bien situadas y adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la región pero el establecimiento de un sitio protegido era variable debido a factores bióticos tales como la presencia de insectos en pastos además del tipo y calidad de material vegetativo.

En cuanto a leucaena presentó alto rendimiento y constituye un importante recursos con una variedad de propósitos amplios para la región.

Mittal *et al.* (1989) en estudio realizado en cultivos intercalados formado por leucaena, maíz, frijol y garbanzo en condiciones de temporal obtuvo los siguientes resultados: la producción de biomasa de Leucaena en los primeros dos años del experimento solamente produjo forraje verde, avanzado el tercer año hubo disponibilidad de madera como combustible, la máxima producción de forraje verde 34 ton/ha fue obtenida cuando la leucaena cerró el espaciamiento considerado como cultivo único, este rendimiento descendió cuando hubo intercalación de cultivos es decir maíz y frijol, el garbanzo no tubo un efecto significativo en la producción de forraje verde.

En el primer año de plantación, la producción de forraje verde fue muy baja, en todos los tratamientos la producción máxima obtenida fue en el tercer año porque la lluvia presentó un incremento del 23% en relación a la media, en el cuarto y quinto año la producción de forraje bajo porque la lluvia fue menor a la media.

Felker *et al.* (1991) encontraron que al hacer tres cosechas anuales mediante el uso de un procedimiento de transplante, cultivo, y cosecha mecánica para lo cual se modificó el cosechador para cortar y picar rebrotes y tallos de 1 a 2 metros de largo y el corte a 50 cm de altura del suelo de *Leucaena leucocephala* obtuvieron rendimientos de 1.5 a 9.0 ton/ha. la proteína cruda entre un rango de 11.8 a 23.9 %, es decir la concentración de proteína fue baja cuando el rendimiento de forraje fue alto y es buena fuente de alimentación animal.

Cuando la temperatura fue alrededor de 30°C y la precipitación de 175 mm bien distribuidos se obtuvieron rendimientos de 3.0 t/ha. en 90 días sus investigaciones fueron medidos por cuatro años, otra conclusión es que la planta es tolerante al frío y puede ser usada en regiones subtropicales, puede ser plantada, cultivada y cosechada con equipo comercial disponible.

2.10.2.- *Helietta parvifolia* (Gray) Benth

2.10.2.1.- Clasificación taxonómica.

| | |
|-------------|-----------------------------------|
| Reino. | Vegetal |
| División. | Embryophyta |
| Subdivisión | Angiospermae |
| Clase. | Dicotyledonea |
| Orden. | Geraniales |
| Familia | Rutaceae |
| Género | <i>Helietta</i> |
| Especie | <i>parvifolia</i> (A. Gray) Benth |

2.10.2.2.- Descripción botánica

Rovalo *et al.* (1983) lo cita como un arbusto perenne presente en el matorral submontano de tres a cinco m de altura, ramas entremezcladas, caducifolio por un breve tiempo en época de secas, el tronco alcanza hasta cinco m de altura; la corteza es lisa, con coloración café pálido. Hojas opuestas, trifoliadas, de 35-50 mm de largo, en su mayoría glabras. Sésiles o casi Sésil generalmente oblongas u ovaladas, redondeadas en el ápice. Las flores están presentes en panículas terminales, perfectas y pequeñas; el cáliz está seccionado en tres o cuatro pétalos, imbricados en botón, elípticos de 2.5 a tres mm de largo, estambres de tres a cuatro y ovarios de tres a cuatro lóbulos. Los frutos tienen de tres a cuatro carpelos indehiscentes de tipo sámara, que se separan en la madurez; alados en la parte dorsal, de 10-15 mm de largo, con dos óvulos en cada cavidad, pero las semillas caen solitarias al liberarse. Floración y fructificación de acuerdo a datos del herbario de la UNAM (MEXU) sucede desde mayo hasta septiembre.

Villalón (1992) en estudio realizado sobre la madera encontró que tiene un peso específico básico diferente en función de la altura con los siguientes resultados: a 10 cm 0.791 g/cm³, al 25 % de la altura del árbol 0.757, al 50 % 0.730 al 75% 0.680, en las ramas 0.712 y el árbol en general 0.759 g/cm³

2.10.2.3.- Condiciones ecofisiológicas.

Rovalo *et al.* (1983) define que esta se localiza en cerros poco elevados o porciones bajas de la altiplanicie y de las vertientes este y oeste de la parte norte de la Sierra Madre Oriental, en altitudes de 700-1700 msnm en suelo someros y roca caliza o riolita, prefiere climas semisecos extremosos, propios del matorral submontano.

Villalón (1989) menciona en su disertación doctoral que es una planta proveniente de E.U.A. concretamente del sur del estado de Texas se encuentra en México dentro de los estados de Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, en el estado de Nuevo León crecen en el norte y centro, principalmente en lomerios al pie de la Sierra Madre Oriental pudiéndose encontrar hasta los 1700 msnm, siendo una especie dominante en el matorral alto subinermes, prospera bien sobre suelos delgados hasta profundos, también esta presente en suelos calichosos, y en el Municipio de Linares se ha encontrado una productividad de biomasa de 0.06-0.55 kg. de materia seca por m² año⁻¹, dependiendo de las condiciones ecológicas, su propagación es difícil en condiciones normales, por lo que su velocidad de propagación es lenta, su madera es resistente a hongos e insectos.

2.10.2.4.- Distribución mundial

Rovalo (1982) dice que se encuentra confinada a colinas de grava y roca, se distribuye a unos cuantos kilómetros al este del río Grande, en el extremo de Texas, en donde originalmente era muy abundante. En México se encuentra en los Estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León y Querétaro.

2.10.2.5.- Distribución nacional.

Graue *et al.* (1982) postula que la aparente dominancia sobre los lomerios bajos que circundan la presa de la boca en Villa Santiago N.L. constituyó una oportunidad para conocer su potencial alelopático.

Rovalo *et al.* (1983) menciona que la barreta se encuentra presente en el estado de Nuevo León abarcando parte de los municipios de : Allende, Montemorelos, Villa de Santiago, Sabinas Hidalgo, Juárez, Zaragoza, Doctor Arroyo, Higuera, Gral. Zuazua.

En Tamaulipas se manifiesta en los municipios de: San Carlos, Villagrán, Hidalgo, Burgos, Ciudad Victoria, Llera de Canales, Jaumave, Guemes, Palmillas, San Fernando,

2.10.2.6.- Utilización.

Rovalo *et al.* (1983) menciona que existe un conocimiento general, de tipo vernáculo, sobre la utilización del tronco para construcción de cercas. Su popularidad se debe a una alta resistencia a la pudrición por hongos.

La barreta forma parte de las plantas forrajeras silvestres, que a pesar de su fuerte aroma, la consume el ganado bovino y caprino, sin que a la fecha existan reportes de toxicidad.

Wolf *et al.* (1985) al realizar encuestas en la región de Linares sobre que tipo de madera se utiliza para construcción de cercas encontró que la barreta y el ebano tienen un 20 % cada uno para el fin mencionado, lo prefieren porque son más durables en relación con otras especies, el largo más común es de 2.00 m, además existieron respuestas heterogeneas respecto a la durabilidad con rangos de 5 hasta 25 años, también comentaron que la madera es cada vez más escasa.

Foroughbakhch *et al.* (1987) menciona que para *Helietta parvifolia* ha presentado alta mortalidad y no germinó la semilla aun después de tratamientos, esto obligó a observar los brotes de las raíces hijuelos y llevarlos a el lugar de plantación, esto fue difícil mantenerlos en bolsas de plástico por un tiempo de dos meses posiblemente porque la raíz fue dañada durante el trasplante, el potencial de su reproducción sexual y vegetativa deben de ser estudiados pues es una especie de suma importancia como un recurso maderable del matorral al proveer de postes a las comunidades rurales mismos que son utilizados en construcción y cercas pues son muy durables y resistentes.

Stienen (1990) dice que comunidades puras de *Helietta parvifolia* desarrolladas en suelos calichosos han sido explotadas por los campesinos derribándolos cuando tienen un diámetro de 10 cm, la prefieren porque puede durar hasta 80 años en construcciones expuestas a la intemperie.

2.10.2.6.1.- Uso potencial.

Graue (1982) menciona que los resultados obtenidos en los diferentes bioensayos, uno de los factores que determinan la dominancia de *H. parvifolia* en el matorral submontano de Villa de Santiago N.L. puede ser la producción de sustancias alelopáticas que impiden o limitan el crecimiento de otras plantas, las vías de liberación de tales sustancias son: lluvia que al lavar las hojas arrastra un alcaloide tóxico no plenamente identificado, volatilización de sustancias que tienen un efecto inhibitor y aceites esenciales cuyos efectos sobre microorganismos patógenos constituye una magnífica alternativa para encontrar una posible aplicación práctica y aprovechamiento de este recurso.

Rovalo *et al.* (1983) evaluó potenciales como herbicida, insecticida y fungicida a base de extractos de hojas, para el primer caso se realizó: nivel de germinación en estufa de laboratorio, invernadero y parcela de campo sobre *Convolvulus arvensis*, correhuela loca, encontrando que la mayor inhibición de la longitud de la radícula post germinación fue causada por lo extractos al 10%, en condiciones de laboratorio.

Para condiciones de invernadero encontró que la técnica de agua de arrastre redujo la altura de las plantas en un 54.7% respecto al testigo mostrando además síntomas cloróticos y pequeñas manchas necróticas.

En esta fase de investigación concluye que existen cultivos resistentes a la fitotoxicidad de los diversos extractos ocupando el maíz un lugar preponderante.

Como uso de insecticida realizaron experimentos con la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens*, importante en fruticultura, mosca común *Musca doméstica* y la cucaracha *Periplaneta americana* importantes en el sector salud. Dentro de las técnicas empleadas encontraron que la emergencia para *Anastrepha* se reduce en 100%, en la forma adulta tiene cualidades como fumigante.

Como uso fungicida trabajaron sobre hongos saprófitos del suelo *Penicillium sp*, *Fusarium sp*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus* y *Aspergillus flavus* presentes en granos almacenados con alta humedad encontrando efecto fungicida sobre las semillas de maíz, frijol, trigo y sorgo tratados.

Hernández (1984) en estudio del potencial herbicida de hojas y un extracto bajo condiciones de invernadero, los tratamientos de hojas en la superficie y las hojas mezcladas ejercieron un efecto inhibitor en la germinación de las semillas de *Convolvulus arvensis* que se encontraban en macetas con frijol y otras con girasol presentando una reducción significativa en la altura de las plántulas, excepto donde se encontraban plántulas de maíz sin afectar las germinaciones correspondientes.

Tamez (1984) y Weiners (1993), encontraron en estudios sobre la propagación de la barreta obteniendo resultados como : la propagación por semilla no es muy recomendable debida a su baja porcentaje de germinación y a su lento crecimiento.

Las estacas de madera dura son difíciles de enraizar siendo más prometedor el acodado simple para acelerar la propagación.

2.10.2.7.- Insectos presentes

Caldera (1995) explica que ha registrado algunos insectos xilófagos sobre trozas de madera de diferentes especies del matorral tamaulipeco en la región de Linares que ha utilizado como cementerio, en donde dichas trozas estuvieron en contacto con el suelo húmedo y son los siguientes:

Familia: Cerambycidae; *Rhopalophora laevicollis* conocido como escarabajo de antena grande.

Familia: Lyctidae: *Trogloxilon sp*, llamado gorgojo de la madera.

Familia: Buprestidae; *Chysobotris sp*, o gusano cabezón.

Familia: termitidae: termitas.

Orden: Hymenoptera ; Bracónidae parasitoides de los cerambícidos.

El daño provocado es el barrenar la troza de madera muerta, cuando están los arbustos en pie no son atacados salvo cuando tienen alguna estructura muerta o dañada.

2.10.3.- *Pithecellobium ebano* (Benth)

2.10.3.1.- Clasificación taxonómica.

| | |
|-------------|-----------------------|
| Reino | Vegetal |
| división | Embryophyta |
| Subdivisión | Angiospermae |
| Clase | Dicotyledonae |
| Orden | Rosales |
| Familia | Leguminosae |
| subfamilia | Mimosidae |
| género | <i>Pithecellobium</i> |
| Especie | <i>ebano</i> (Benth) |

2.10.3.2.- Descripción botánica.

Estrada *et al.* (1991) lo cita como un arbusto o árbol, de cuatro a 10 m de altura, ramas dispuestas fuertemente en zigzag, armadas con espinas nodales, pareadas, de ocho a 13 mm de largo, rectas. Hojas alternas bipinnadas compuestas, de 2.5 a 4.2 cm de largo, pinnas de dos a tres pares por hoja, de uno a 2.5 cm de largo con tres a seis pares de folíolos por pinna, de seis a 10 mm de largo de cuatro a cinco mm de ancho, oblongo a oblongo-obovados o anchamente obovados, glabros y/o esparcida y diminutamente ciliados en los bordes; glándulas pediceladas presentes, una en cada inserción de pares de pinnas; inflorescencias dispuestas en racimos espigados, de dos a cinco cm de largo cilíndricas, densas; cáliz diminutamente campanulado, de 0.5 a 1.3 mm de largo; corola de cinco a ocho mm de largo puberulenta externamente, los lóbulos más largos que la garganta; estambres numerosos, salientes, con los filamentos unidos basalmente a la altura de la garganta de la corola; ovario glabro, sésil; fruto una vaina de seis a 13 cm de largo, de 1.8 a 3 cm de ancho ligeramente aplanada bivalvada, las valvas coriáceas recta a ligeramente curvada, basalmente oblicua redondeada y/o apiculada en el ápice, resistente por largo tiempo tardamente dehiscente internamente septada, semilla café o café-rojizo.

2.10.3.3.- Distribución mundial.

Estrada *et al.* (1991) menciona que este género abarca unas 150 especies en regiones tropicales de ambos hemisferios, su distribución comprende desde el sur de Norteamérica hasta Sudamérica, Asia tropical, Malasia y Australia.

Las especies de este género se encuentran generalmente en los borde y orillas de bosques, canales de agua, las especies que se encuentran en áreas abiertas son dispersadas por mamíferos.

2.10.3.4.- Distribución nacional.

Algunos géneros se encuentran ampliamente distribuidos en México, la especie *elastichophyllum* presente en cañadas húmedas en los estados de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León y San Luis Potosí, la especie ébano se encuentra en suelos francos bien drenados en zonas bajas de 250-600 msnm es desconocido en Porciones de la Sierra Madre Oriental y el Altiplano presente en Texas, Tamaulipas y Nuevo León

2.10.3.5.- Utilización.

Foroughbkhch *et al.* (1987) explica en el estudio realizado a 10 especies del matorral de Linares que *Pithecellobium* demostró una sorpresiva capacidad para expandir su copa, siendo similar a las acacias, lo cual es muy importante para el manejo silvicultural dentro del matorral, la agresiva expansión de la copa puede inhibir el crecimiento o bien inducir un lento crecimiento, la madera producida es valiosa cuando es más recta, pero la especie es heterogénea en los rangos de crecimiento

Stienen (1990) menciona que las especies maderables del matorral prevén productos para sus habitantes un ejemplo de ello es un sustituto del café el cual es obtenido tostando semillas de *Pithecellobium ebano*, mientras que los frutos de la leucaena cuando están tiernos son cocidos como frijoles.

2.10.3.6.- Resultados en investigación.

En estudios realizados en invernadero sobre nueve medios de cultivo con procedencia de semilla de cuatro localidades, Ibarra (1991) encontró un comportamiento estadístico no

significativo en cuanto a su procedencia para variable altura y número de hojas compuestas mientras que los medios de cultivo presentaron comportamientos distintos de acuerdo a los componentes siendo más importante el suelo, reflejado en desarrollo de las plántulas.

Córdova (1991) investigó sobre el efecto de diferentes dosis de fertilización, y diferentes fuentes las conclusiones que obtiene son: de acuerdo a la fertilización nitrogenada como fuente la urea es el más significativo en cuanto altura de planta en relación con la gallinaza y una combinación de ambos, además los tratamientos tuvieron un comportamiento estadístico distinto, en el análisis de correlación encontró una asociación lineal entre la altura de la planta

2.11.- Componente Agrícola

2.11.1.- El cultivo del maíz *Zea mays* (Linneo)

2.11.1.1.- Resultados en las investigaciones en sistemas agroforestales.

Okorio *et al.* (1994) concluye que la influencia de *A.albida* en la producción de maíz y frijol probados durante seis años intercalados no fue reducida por la influencia de los árboles hasta que cerraron su espacio en dimensiones de 4 m x 4 m . La excepcional fenología de *A. albida* enredando y cubriendo con sus hojas durante la estación de lluvias media por competencia por el agua, quizás la luz y nutrientes de *A. albida* pudo ser negligente durante la estación lluviosa cuando los cultivos crecían y se alimentaban, en los trópicos se recibe mayor cantidad de radiación de la que requieren los cultivos para su desarrollo y óptima producción, la reducción en la entrada de la radiación por las hojas de los árboles pudo favorecer una interacción positiva con los cultivos.

Con *L. leucocephala* al cerrar su espacio ha sido encontrada una significativa reducción en la producción de los cultivos, los resultado finales indican que la disponibilidad de la cosecha de alimentos fue más afectada por el sombreado y competencia por el espacio que la competencia por agua y nutrientes.

2.11.1.2.- Importancia internacional y nacional.

Robles (1985) comenta que el maíz constituye el alimento básico de mayor importancia en México y en casi todos los países de América. En nuestro país, se calcula que esta especie cubre alrededor del 51 % del área total que se encuentra bajo este cultivo .

Respecto a la producción mundial por especies cultivadas, el maíz ocupa el tercer lugar, esto por sí explica la gran importancia del conocimiento y aplicación de mejores técnicas de cultivo para la obtención de máximos rendimientos y óptima calidad.

2.11.1.3.- Clasificación taxonómica.

| | |
|--------------|----------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Embryophyta |
| Subdivisión. | Angiospermae |
| Clase. | Monocotyledonae |
| Orden | Gumiflorae |
| Familia. | Graminae |
| Tribu. | Maydae |
| Género | <i>Zea</i> |
| Especie | <i>mays</i> (Linneo) |

2.11.1.4.- Descripción botánica.

Robles (1985) menciona que el maíz es una especie vegetal con hábitos de crecimiento anual con un ciclo vegetativo entre 80 hasta 200 días, es una planta monoica con flores incompletas, la raíz principal es fibrosa localizada en la corona de ahí se ramifica hasta llegar a pelos absorbentes, tiene la capacidad de formar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo.

El tallo es más o menos cilíndrico con nudos y entrenudos los cuales varían de ocho a 21, la altura depende de la variedad y condiciones ecológicas van desde 80 cm hasta 4,0 m, el número de hojas que presenta es variable desde ocho hasta 21, siendo más frecuente de 12 - 18, existen dos tipos de flores y en diferente lugar de la planta, siendo las estaminadas que se encuentran dispuestas en espigillas más o menos laxa, cada flor esta

integrada por dos brácteas formando la lema o glumilla inferior y la palea o glumilla superior ambas con una estructura apergaminada, estas flores se insertan de dos en dos, cada una con tres estambres completos. Las flores pistiladas, están distribuidas en una inflorescencia con un soporte central denominado "olote", estas flores se encuentran de dos en dos explicando el número de hileras de la mazorca.

2.11.1.5.- Condiciones ecofisiológicas.

Anónimo (1980) menciona que la gran diversidad de tipos, razas y nuevas variedades del maíz que actualmente existen en México, permiten que haya plantas adaptadas a prácticamente todas las condiciones que se puedan presentar en el País. Debido ha esto, podemos encontrarlo cultivado desde las costas de ambos océanos hasta más de 3000 msnm con temperaturas medias mensuales durante su ciclo vegetativo de 28°C en las zonas más cálidas, hasta 12°C o menos de promedio mensual en las más frías.

Jugenheimer (1981) señala que el maíz se desarrolla mejor en suelos bien drenados y fértiles, profundos que contengan abundante materia orgánica, nitrógeno fósforo y potasio en regiones con temperaturas de verano moderadamente elevadas, con promedios 70°F hasta 80°F en el mes de julio con las noches cálidas son las adecuadas para el hemisferio norte con lluvia adecuada y bien distribuida durante la estación de crecimiento, sino es así afecta adversamente al rendimiento ya que el calor y la sequía durante el período de la polinización a menudo causa la formación deficiente de las semillas.

La duración del día influyen considerablemente en la producción, entonces la faja maicera de Estados Unidos satisface idealmente estas condiciones. El esfuerzo para desarrollar híbridos adaptados a estaciones de crecimiento de duración variable ha dado como respuesta el expansión de la producción a muchas regiones.

Robles (1985) explica que la expansión del cultivo se debe en gran parte a que es una especie vegetal con una gran área de adaptación bajo diversas condiciones ecológicas y edémicas como lo demuestra el hecho de cultivarse desde Canadá hasta Argentina.

Las temperaturas menores de 10°C retardan o inhiben la germinación, la temperatura media óptima durante el ciclo vegetativo es de 25°-30°C, la temperatura medias máximas de 40°C son perjudiciales para la polinización sobre todo en regiones con alta humedad

relativa que finalmente redundan en bajos rendimientos. La humedad en cuanto a requerimientos es muy variada considerando variedades o criollos precoces o tardíos en términos generales presenta un límite de por lo menos 400 mm de necesidades hídricas siendo importante la distribución del agua, en la etapa de cultivo. El rango altitudinal es amplio pues se cultiva desde el nivel del mar hasta 2500 nsmn, presentando buenos rendimientos, cuando se cultiva a una altitud mayor los rendimientos descienden por bajas temperaturas. En general el maíz se adapta en latitudes que van desde los 50°LN hasta 40° LS, en las diferentes regiones mundiales.

La respuesta al fotoperíodo prácticamente es insensible pues se adapta a cortos, neutros y largos fotoperíodos, pero los mayores rendimientos se encuentran entre 11 a 14 horas luz. El maíz prospera en diferentes tipos de suelos respecto a la textura y estructura, sus mejores resultados están dados en suelos francos, franco-arcillosos, franco-arenosos.

2.11.1.6.- Prácticas de cultivo.

Robles (1985) menciona que las prácticas de cultivo o la preparación del suelo, se refieren a las condiciones físicas del suelo en relación con el crecimiento de las plantas las cuales son: 1.- Barbecho, que consiste en la ruptura inicial de la capa arable, los objetivos que se persiguen son : facilidad de penetración de las raíces en el suelo, facilitar la meteorización y aereación, facilitar la penetración del agua, destrucción de malezas, exposición de cualquier estadio insectil causando la muerte por el sol, viento y cambios en temperatura, prepara la cama de siembra. 2.- Rastreo se realiza para desmenuzar la tierra, facilitando la siembra y favorece la germinación de la semilla.

2.11.1.7.- Plagas y control.

Los métodos de control para cualquier organismo nocivo y considerado como insecto-plaga en términos antropocéntricos, Robles (1985) considera que son de dos fuentes :

1.- Causas naturales:

- a).- Físicas, por medio de condiciones climáticas.
- b).- Biológicas, por medio de enemigos naturales.

2.- Métodos de combate artificial tales como:

- a).- Manuales: recolección, barreras, trampas.
- b).- Físicos: agua a presión, inundaciones, cambios de temperatura.

- c).- Culturales: plantas resistentes, cultivos trampa, rotación de cultivos.
- d).- Químicos : por adición de sustancias.
- e).- Biológicos: parásitos y predadores.
- f).- Legales : leyes que impiden la propagación de un insecto.

Pero existen una serie de métodos que son importantes señalar por su poco uso y pueden ser solución de problemas.

- a).- Uso de radiaciones.
- b).- Esterilizantes químicos.
- c).- Uso de patógenos.
- d).- Atrayentes.
- e).- Repelentes.
- f).- Antimetabolitos.
- g).- Inhibidores.
- h).- Plantas resistentes.
- i).- Sonido.

Villar (1988) menciona en su investigación realizada que existen plantas con propiedades insectiles mismas que son aplicadas en soluciones acuosas como infusiones y extractos para evaluar las siguientes variables: nivel de daño, porcentaje de infestación, altura de planta y rendimiento en grano.

2.11.1.8- Usos actuales y potenciales.

Anónimo (1982) el principal uso del maíz en México es el alimenticio, lo más común son las tortillas, y existen más 700 formas de consumo, industrialmente tiene muchas alternativas puesto que es la materia prima para fabricar medicamentos, miel, alcohol, aceites, grasas, explosivos, recubrimiento de maderas, frituras, productos para soldar, se tiene registrada su participación en más de 2400 productos industriales, su presencia se extiende hasta usos ceremoniales, medicinales, artesanales

2.11.2.-El cultivo del *Sorghum bicolor* (Linneo).

2.11.2.1.- Importancia internacional y nacional.

House (1982) menciona que el sorgo a través de los tiempos ha sido una fuente de alimento vital para millones de gentes, en los trópicos semiáridos es la forma más frecuente de alimentación

Robles (1985) el cultivo del sorgo ha adquirido mucha importancia en los últimos años, pues puede substituir al maíz en la mayoría de los usos, tales como alimentación humana, forraje, grano para engorda de animales, e industrialización, se cultiva en Africa, India, China, Estados Unidos .

En México empezó adquirir importancia por 1958 en San Fernando, Tamaulipas al desplazar al cultivo del algodón, actualmente está extendido en todos los estados de la república, en la zona del bajo y el noroeste, su principal uso es para alimentación de aves y ganado.

2.11.2.2.- Clasificación taxonómica.

| | |
|--------------|---|
| Reino | Vegetal |
| División. | Embryophyta |
| Subdivisión. | Angiospermae |
| Clase | Monocotyledonae |
| Orden. | Glumiflorae |
| Familia | Graminae |
| Subfamilia. | Panicoidea |
| Tribu. | Andropogónea |
| Género. | <i>Sorghum</i> |
| Especie. | <i>vulgare</i> o <i>bicolor</i> (Linneo) |

2.11.2.3.- Descripción botánica.

Robles (1985) lo describe como una planta con crecimiento anual, su ciclo vegetativo presenta un rango amplio según las variedades y regiones, siendo las de mejor rendimiento las des 120-140 días, el autor también la considera como una planta sexual, monoica, hermafrodita, las raíces son adventicias fibrosas y se desarrollan muy numerosas y en forma lateral, esta particularidad lo hace resistente a sequía, sus tallos son erectos cilíndricos, sólidos y pueden tener una altura de 0.30m hasta 3.5 m divididos por entrenudos, de cada nudo emerge una hojas y con una yema lateral, tiene yemas inferiores de donde se formas los macollos, la longitud de los canutos esta determinada por la altura de la planta, las hojas aparecen de una manera alterna sobre el tallo son largas y en variedades enanas están superpuestas, el tamaño varia en función de la variedad, una característica que presentan para reducir la transpiración es el doblarse en periodos de sequía, las flores forma una inflorescencia denominada panícula, la cual puede ser compacta o semicompacta y aveces abierta, las florecillas son de dos clases están cubiertos por glumas de color negro, rojo, café, es una planta que generalmente se autofecunda pero permite la fecundación cruzada, el color de el grano ya sea blanco, café, rojo, amarillo proviene de complejos genéticos

2.11.2.4.- Condiciones ecofisiológicas.

House (1982) explica que el sorgo se adapta a climas muy variados y únicamente necesita de 90 a 140 días para madurar. Los rendimientos más altos se obtienen normalmente de variedades que maduran entre 100 y 120 días. Estos sorgos para grano usualmente tienen una relación de grano a paja 1:1.

Robles (1985) explica que es un cultivo que se adapta a condiciones edáficas y ecológicas muy diversas tales como:

Temperatura. Para su crecimiento se ha considerado a 26.7°C como la media óptima, a 16°C el ciclo se alarga y los rendimientos bajan.

Humedad. Los sorgos se cultivan en zonas tropicales y templadas y hasta en regiones áridas, toleran sequía el álcali y las sales, entonces son valiosos para áreas marginales.

Altitud. Se cultivan favorablemente de los 0 a 1000 msnm pocas veces rebasan los 1800 m por exigencias en temperatura.

Latitud. Se puede cultivar desde los 45°LN hasta los 35°LS .

Fotoperiodo. El sorgo es de fotoperiodo corto induciendo a la maduración de la planta, pero puede haber diferencias cuando se trata de cultivares.

Suelos, prospera bien en suelos ligeros profundos y ricos en nutrientes.

Compton (1990) menciona que existen efectos generales de las tensiones ambientales sobre el crecimiento del sorgo siendo: agua, su escasez provoca una área foliar reducida, asociada con expansión, división y diferenciación celular, además efectos indirectos sobre la fotosíntesis y respiración, así mismo aumenta la resistencia estomática finalmente se traduce en una reducción del rendimiento por merma en el tamaño y llenado de la semilla.

Temperatura. Debido a sus origen tropical es un cultivo sensible a bajas temperaturas, cuando son < de 10°C causan reducciones en el área foliar y ahijamiento, altura de la planta, retraso en la floración y esterilidad en las espiguillas, acumulación de materia seca, a veces existe muerte de granos por panícula, las temperaturas altas pueden causar el aborto de las florecillas y de los embriones.

En cuanto a la luz, el sombreado tiene efectos distintos en las diferentes etapas de desarrollo de la planta, es decir reduce el crecimiento aunque el efecto sobre el rendimiento pueda ser poco.

La fertilidad del suelo, juega un papel importante en el llenado del grano pues está asociado a grandes contenidos de N total y P de las hojas y tallos, especialmente en condiciones de secano, pero es importante las disposiciones de los elementos durante la vida del cultivo; el sorgo es muy susceptible a deficiencias de hierro, zinc, manganeso, especialmente en suelos vertizoles con altos niveles de carbonato de calcio.

2.11.2.5.- Prácticas de cultivo.

Preparación del suelo. Se recomienda barbechar cuando menos hasta 20 cm de profundidad, y posteriormente un paso de rastra para desmenuzar los terrones existentes nivelar o emparejar el terreno lo más posible.

La época de siembra esta determinada por condiciones climatológicas cuando esta bajo condiciones de temporal, para Tamaulipas se recomienda cultivos de primavera con fechas del 15 de febrero al 15 de marzo.

La densidad de siembra está relacionada a las condiciones de humedad, cuando es cultivo temporalero se consideran de cuatro a seis kilogramos por hectárea. Para realizar la siembra pueden hacerse a con sembradora de granos pequeños y si es manual procurar que la semilla queda distante unos dos a tres cm, considerarse surcos de 75 a 92 cm.

Las labores de cultivo son con la finalidad de mantener limpio el cultivar, cuando menos los primeros 50 días.

La cosecha se hace una vez que el grano alcanza su madurez completa y con bajo contenido de humedad para facilitar la trilla.

2.11.2.6.- Plagas y control.

Ibar (1984) explica que la extensión mundial del cultivo del sorgo es enorme principalmente en Asia y en Africa donde constituye uno de los alimentos básicos para la población pero aberrantemente en estas zonas se presentan los rendimientos más bajos entre 500 - 900 kg/ha siendo la principal causa de estos rendimientos el ataque de insectos de los cuales se han inventariado hasta 100 especies diferentes de las cuales solo se conoce un 10% su ciclo vital y la acción sobre el sorgo. Existen algunos que atacan el sistema radicular de cualquier vegetal, otros específicos del sorgo, en Europa y América destacan:

| Orden | género | especie |
|--------------|---------------------|--------------------|
| Ortópteros | <i>Melanophus</i> | <i>spp</i> |
| | <i>Schistocerca</i> | <i>paranensis</i> |
| Hemípteros | <i>Blissus</i> | <i>leucopteris</i> |
| Homópteros | <i>Aphis</i> | <i>maidis</i> |
| Coleópteros | <i>Melolontha</i> | <i>melolontha</i> |
| Lepidópteros | <i>Elasmopalpus</i> | <i>lignosellus</i> |
| | <i>Spodoptera</i> | <i>frujiperda</i> |
| Dípteros | <i>Contarina</i> | <i>sorghicola</i> |

La mosquita Contarina se desarrolla sobre las panículas jóvenes cuando están en floración o el grano verde, la hembra deposita un huevo en cada flor, situándolo en la pared interna

de la gluma, la larva perfora los tejidos protectores del óvulo y elimina la posibilidad de desarrollo del grano.

Robles (1985) menciona que una plaga de sumo interés es la Mosca de la panoja o "midge" *Contarina sorghicola* pues reduce fuertemente la producción de grano y hacer incosteable aún la operación de la cosecha, el reservorio natural de este insecto es el zacate johnson, se distingue por un color naranja, y se alimenta de la gluma.

2.11.2.7.- Usos actuales y potenciales.

Wall *et al.* (1975) mencionan que la celulosa de sorgo dependiendo de la cantidad y calidad de los tallos puede ser una posible fuente de pulpa para la industria papelera, ya que de acuerdo al tipo de sorgo la cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina puede variar siendo más prometedor los sorgos tipo "del sudan y de alepo". Sin embargo las fibras son más cortas que las de coníferas pero más largas que las especies frondosas.

Pero debido a la relación entre longitud diámetro permite que las fibras del sorgo puedan ser utilizadas como refuerzo para otras fibras con las que se elabora papel pues llenan bien los intersticios, así mismo conservan bien los su grado de orientación molecular, por otro lado no se necesitan grandes cantidades de lejías de sosa y cloro. Las resistencias al desgarramiento y dobles de papeles fabricados con pulpas de sorgo son satisfactorias

House (1982) menciona que el sorgo tiene aplicación en la nutrición humana como pan sin levadura, atole, y un tipo especial de cerveza y es utilizado para alimentación animal, en algunos lugares los tallos son utilizados como material de construcción y de los residuos como combustible.

2.11.3.- El cultivo del frijol *Phaseolus vulgare* (Linneo)

2.11.3.1.- Importancia internacional y nacional.

Robles (1985) menciona que en nuestro país el grano de frijol se consume en casi todas las comidas por lo cual es vital su producción y ocupa el segundo lugar en importancia como alimento básico.

2.11.3.2.- Clasificación taxonómica.

| | |
|--------------|--------------------------|
| Reino. | Vegetal |
| División | Embryophyta |
| Subdivisión. | Angiopermae |
| Clase. | Dicotyledonae |
| Orden.. | Rosales |
| Familia | leguminosae |
| Subfamilia | Papilionoideas |
| Tribu. | Phaseolae |
| Género. | <i>phaseolus</i> |
| Especie | <i>vulgaris</i> (Linneo) |

2.11.3.3.- Descripción botánica.

Robles (1985) la describe como una planta anual, con raíz fibrosa o tuberosa, los tallos son herbáceos de crecimiento determinado e indeterminado, los dos primarios pares de hojas son simples, y a partir del tercer par las hojas son pinadas trifoliales; la inflorescencia es un racimo; las flores son pediceladas; la flor consta de cinco sépalos, cinco pétalos, 10 estambres y un pistilo; el cáliz es gamosépalos, los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forma la corola, el pétalo más grande, situado en la parte superior de la corola, llamado estandarte, y dos pétalos laterales reciben el nombre de alas, en la parte inferior se encuentran los dos pétalos restantes, unidos por los bordes laterales formando la quilla. Los estambres son diadelfos, y cada uno con su filamento y antera; nueve filamentos están soldados y el décimo libre.

En el centro de la flor se encuentra el pistilo que consta de ovario, estilo y estigma; el fruto es una vaina con dos suturas; cuando está maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral o dorsal; la parte del estilo permanece a manera de filamento en la punta de la vaina formando el ápice.

Las semillas nacen alternadamente sobre las márgenes de las dos placentas ubicadas en la parte ventral de la vaina, están unidas a la placenta por medio del funículo y éste deja una cicatriz en la semilla que se llama hilio. A un lado se encuentra el micrópilo y al otro lado la rafe.

La semilla carece de endospermo y consta de testa y embrión. La testa se deriva de los tegumentos del óvulo y su función principal es proteger al embrión; el embrión procede del cigote y consta de eje primario y divergencias laterales.

2.11.3.4.- Condiciones ecofisiológicas.

Litzenberger (1976) menciona que en cuanto al clima se refiere el frijol puede adaptarse a climas secos y cálidos siempre y cuando el suelo tenga humedad. En lo que respecta a la humedad del aire es más productivo en regiones donde exista baja humedad lo que quiere decir que también prospera en regiones con lluvias ligeras en la fase final del crecimiento.

Requiere de suelos con textura mediana y bien drenados, y a la vez se adapta a ligeros y profundos.

Robles (1985) menciona que en México la época de siembra varía de un lugar a otro, porque en cada zona la temperatura y la humedad son diferentes y la temporada de lluvias no principia en todas partes al mismo tiempo. La siembra se puede iniciar cuando las heladas ya no son un peligro para el cultivo, en las zonas tropicales se puede sembrar varias veces al año.

Ramírez (1994) en estudio realizado sobre los factores abióticos que afectan la productividad del frijol, explica que los factores ambientales no controlables tales como la temperatura, sus límites están entre los 12.2°C y 29.1°C, las temperaturas bajas pueden causar retraso en la germinación o bien causar daños por heladas, las temperaturas altas pueden inducir el aborto de las flores y aumentar la tasa de evapotranspiración y ocasionar marchitamiento en la planta si la humedad en el suelo es insuficiente.

El granizo y el viento provocan un efecto directo en la reducción fotosintética por el daño mecánico sobre el dosel y tallo pues causa desgarre de las hojas y tallos, acame, caída de flores y vainas.

En relación a los factores ambientales controlables se encuentra en pH en el suelo, inundaciones y sequía.

2.11.3.5.- Prácticas de cultivo.

Robles (1985) explica que la época de siembra para este cultivo es muy variada pues tiene una adaptabilidad en todo el territorio nacional implicando que cada zona tenga diferentes temporadas de lluvia; el cultivo prospera bien en suelos fértiles, ligeros y bien drenados siendo riesgos en suelos arcillosos, debe hacerse a tiempo el barbecho, rastreo para formar una buena cama de siembra y asegurar el nacimiento de semillas, manteniendo limpio del cultivo pues la maleza compite por luz y humedad, si están presentes dificultarán la cosecha y aplicación de insecticidas.

La cosecha puede hacer de diversas formas: apisonando con animales, llantas de algún tractor, con máquinas trilladoras cuando todas las vainas están bien secas, para dejar salir las semillas con facilidad pero sin romperse.

2.11.3.6.- Plagas y control.

Las plagas más importantes son las conchuela, picudo de ejotes, chicharritas, doradillas, minadores de las hojas, mosca blanca, gorgojos, recomendando una gama muy amplia de insecticidas, tales como: Parathión, Sevín, pero estos agroquímicos aplicados bajo ciertas normas tales como determinación del umbral económico, tipo de equipo para aplicaciones, tipo de producto, forma de aplicación, seguridades humanas, atender las indicaciones en forma precisas presentes en las etiquetas.

Existen nuevas inquietudes sobre como controlar las poblaciones insectiles nocivas, dando como resultado la utilización en muchos cultivos de alternativas sobre el control químico, es decir m,todos en donde se utilizan organismos que compiten, parasitan o depredan al insecto-plaga.

2.11.3.7.- Usos actuales y potenciales

Litzenberger (1976) afirma que algunas variedades del frijol son alimenticias para el género humano pues son ricas en proteínas y aminoácidos esenciales puesto que el frijol es el más importante de las leguminosas alimenticias a nivel mundial, pues puede substituir la proteína de origen animal.

III.- MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Descripción del Area de Estudio.

3.1.1.- Localización

El área de estudio se encuentra ubicada en el Campus Universitario Unidad Linares de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL., en el Mpio. de Linares, N.L. El área es representativa de zonas donde se desarrolla agricultura temporalera y ganadería extensiva, las coordenadas geográficas donde se desarrollo el experimento fueron obtenidas con un geoposecionador las cuales son: 99°- 32'- 19" Long. W. y 24° - 47'- 56" Lat. N. con una altura sobre el nivel del mar de 361 metros.

Esta ubicación corresponde a la Provincia Costera del Golfo Norte y en la Subprovincia de llanuras y lomeríos.

La consulta en la síntesis geográfica del estado de Nuevo León, nos cita las siguientes posibilidades: uso agrícola con agricultura mecanizada continua, uso forestal con fines comerciales y para cubrir las necesidades de la población local.

3.1.2.- Clima.

Descrito por García (1973) y citada por Woerner (1991) con una fórmula climática siguiente tipo: (A) c (WO) es decir templado semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con un periodo menos lluvioso dentro de la estación (canícula) llamado sequía media de verano, la precipitación anual es variable oscilando entre los 400-1850 mm y con valores promedios de 810 mm, esta información corresponde a valores registrados en un período de 56 años, la lluvia se concentra en dos etapas anuales de marzo a junio y septiembre a octubre, la temperatura media anual es de 22.4°C siendo extremoso es decir fuertes oscilaciones de la media mensual con respecto a la media anual.

3.1.3.- Condiciones edafológicas.

El suelo donde se desarrolló el experimento corresponde a una ladera con exposición noroeste y una pendiente del 2.5 %, de acuerdo a la carta edafológica G14C5 del INEGI (1996) y al análisis de suelo realizado en el laboratorio de suelos de la Facultad de

Ciencias Forestales clasifica al suelo como un regosol calcárico con una fase de textura fina.

3.1.4.- Vegetación.

El clima descrito condiciona una vegetación característica para estas áreas está representada principalmente por especies arbustivas y arbóreas de porte bajo con amplia variación florística en cuanto a su diversidad, estructura, asociación, densidad y altura denominada matorral submontano subinermes o matorral tamaulipeco destacan los siguientes géneros.

Foroughbakhch *et al.* (1987) nos dice que los tipos de vegetación xerófila del noreste de México esta formada por los siguientes tipos :

Matorral alto espinoso (MAE)

Matorral alto subinermes (MAS) Este tipo de vegetación se presenta tanto al pie de la Sierra Madre Oriental como también en algunas partes de la planicie ocupa aproximadamente el 35% del área de la región, caracterizado por la predominancia de arbustos altos y árboles bajos, en una altura promedio de 3-6 m compuesto principalmente por especies inermes y caducifolias.

Este se puede localizar principalmente adyacente al matorral alto espinoso, al mediano subinermes, al bosque esclerófilo de encino y al bosque de pinos y encinos. Las especies más importante son:

Helietta parvifolia, *Diospyros palmeri*, *Acacia rigidula*, *Cordia boissieri*, *Leucophyllum texanum*, *Pithecellobium palens*, y otras.

Matorral mediano subinermes (MMS) este tipo de vegetación cubre aproximadamente el 25% del área de estudio caracterizado por la predominancia de arbusto notablemente de menor altura que el anterior alcanzando solo una altura media de 1-2.5 m, compuestos principalmente por especies inermes y más o menos caducifolias, combinado con especies espinosas. Las especies más abundantes son:

Acacia rigidula, Cercidium floridum, Cordia bossieri, Pithecellobium pallens, Celtis pallida, Prosopis laviagata, Condalia obovata, Acacia farnesiana, Yuca filifera, Zanthoxylum fagara.

Bosque caducifolio de Porospis (BCP).

3.1.5.- Hidrología

El área esta enclavada en la región DRH-25 Río San Fernando, el cual nace con el nombre de Río Pablillo a una altitud de 3167 msnm a 60 km. en dirección SW pasa por Linares uniéndoseles los afluentes de Camarones, Anegados, Sta. Rosa, Camacho, Potosí y Pomona.

3.2.- Material Genético.

Las especies arbustivas que constituyen el componente forestal fue proporcionado por el vivero de la Facultad, las semillas de maíz y sorgo para producción de grano fue proporcionado por el centro de producción de la U.A.N.L., el frijol variedad pinto nacional se adquirió en casa comercial y son las siguientes:

3.2.1.- Componente forestal

- A.- *Leucaena leucocephala*, (Lam) conocida como leucaena.
- B.- *Helietta parvifolia*, (A. Gray) Benthdenominada como barreta
- C.- *Pithecellobium ebano* (Benth) conocido como ebano

3.2.2.- Componente agrícola

- A.- *Zea mays*, maíz cultivar Blanco Hualahuices.
- B.- *Sorghum bicolor*, sorgo cultivar
- C.- *Phaseolus vulgaris*, frijol cultivar Pinto Nacional.

3.3.- Insumos

Cualquier sistema considerado dentro de un régimen de producción observa dos vertientes principales que son las entradas y salidas del mismo, para desarrollar esta investigación destaca la entrada al sistema de los siguientes requerimientos:

- A.- Semillas.
- B.- Fertilizantes.
- C.- Insecticidas.

3.4.- Equipo Necesario para la Investigación

De igual manera para apoyar el desarrollo del mismo sistema requirió de equipo indispensable para poder efectuar la investigación tales como:

- A.- Balizas.
- B.- Barrenas tipo California.
- C.- Báscula granataria y de tipo pie.
- D.- Bolsa plásticas y de papel.
- E.- Brújula.
- F.- Cable eléctrico.
- G.- Cajas de Petri.
- H.- Costales.
- I.- Combustibles.
- j.- Estufa.
- k.- Etiquetas.
- l.- Geoposeccionador.
- M.- Letreros.
- N.- Libretas de registro
- O.- Machetes
- P.- Palas poceras.
- Q.- Pocera mecánica.
- R.- Tijeras podadoras.
- S.- Termómetro.
- T.- Tractor agrícola e implementos.
- U.- Vehículo.

3. 5.- Preparación del Componente Forestal.

3.5.1.- Origen de las plantas

Las semillas fueron recolectadas en áreas matorraleras de Linares N.L., dentro de las instalaciones así como en áreas cercanas a la Facultad, se consideraron que los árboles padres estuvieran vigorosos además libres de daños causados por insectos o por microorganismos.

Posteriormente a las semillas se procesaron separándoles las impurezas y fueron registradas, se aplicó un fungicida preventivo, se conservaron en envases herméticos a efecto de controlar la temperatura y humedad, de ahí se procedió a la siembra en contenedores individuales y enviverados por un lapso de 2 años.

3.5.2.- Trazo de curvas a nivel

En el área del experimento, sobre las línea de referencia de las curvas de nivel se plantó la leucaena a una distancia entre plantas de 0.5 m, esta plantación corresponde a un año antes del desarrollo de la investigación.

3.5.3.- Reposición de plantas de leucaena.

En el período citado anteriormente se perdió un 8 % de las plantas, mismo que corresponde a un porcentaje muy bajo en relación al total, originando el replantar con plantas sanas y seleccionadas a una altura promedio de 80 cm.

3.5.4.- Poda de plantas de leucaena.

Para tener una base referencial sobre el inventario posible a obtener, las plantas de leucaena fueron podadas a una altura uniforme de 0.80 cm. incluyó tanto las que lograron prosperar como las reposiciones.

3.5.5.- Apertura de cepas y plantación.

En la mismo sentido y dirección de las curvas de nivel se procedió a la apertura de cepas para la plantación de la barreta y el ébano, por lo cual se utilizó la pocera mecánica y pala pocera la apertura fue cada dos metros y a un metro de la leucaena, con exposición W,

las dimensiones de la cepa fueron de 25 cm de diámetro y 35 cm de profundidad, espacio suficiente para depositar el bulbo radical del material vegetativo con presencia de suelo.

3.5.6.- Plantación de barreta y ébano.

Navarro (1986) cita que para establecer una plantación de *Gliricidia sepium*, con el propósito de abastecimiento de postes y leña deben desarrollarse las siguientes actividades: limpieza y protección del suelo, cercado del sitio, marcación y ahoyado con dimensiones de 30 * 20 cm, fertilización con elementos mayores, chapeo y rondas, presencia de fuego controlado, corta y troceo.

Algunos de estos criterios fueron tomados en cuenta para la plantación de la barreta y el ébano, entonces estas plantas quedaron distribuidas como sigue: tres plantas de ébano con distancias de dos metros entre cada una y un metro de distancia hacia la leucaena, en la misma dirección de la curva de nivel, para seguir con el mismo patrón de distribución en la plantación de la barreta.

3.6.- Preparación del Componente Agrícola

3.6.1.- Preparación del terreno.

3.6.1.1.- Barbecho.

Se realizó con tractor acoplando al enganche de tres puntos un arado reversible de tres discos mismo que trabajó a una profundidad de 30 cm, con la finalidad de remover y voltear la capa arable del suelo, esta acción presenta varios propósitos como la exposición a la intemperie de sus enemigos de alguno de los estados morfológicos como hongos patógenos e insectos presentes, el proporcionar una adecuada aereación, mayor capacidad de capitación de agua de lluvia por aumentar los espacios porosos en el momento de la remoción del suelo.

3.6.1.2.- Rastreo.

Terminado el barbecho, se procedió a rastreo el cual se efectuó con una rastra de 16 discos también acoplada al tractor, el propósito es mullir los terrones, dar una textura

granular al suelo, y preparar la cama de siembra a la vez que la semilla este en contacto directo con el suelo y así tomar humedad para su posterior germinación.

3.6.2- Siembra y trazo de surcos.

Una vez establecida la cantidad en peso de semilla a utilizar por tratamiento se llenaron paquetes individuales para los tres componentes del sistema agrícola.

Para realizarla fue por método manual dado que los tratamientos tuvieron una distribución al azar obligando a una continuidad entre los componentes, lo cual no permite una siembra mecánica, misma que se efectuó el día dos de febrero de 1994.

3.6.3- Aplicación de fertilizantes químicos (inorgánicos).

Los fertilizantes utilizados fueron: como fuente de nitrógeno la urea, 46% N₂, aplicada en dos fases, una al momento de la siembra y la segunda al realizar la primera escarda.

Como fuente de fósforo se aplicó superfosfato de calcio triple, 46% P., adicionado el suelo en el momento de la siembra.

3.6.4.- Aplicación de Insecticidas.

Al sustentar las bases de como conducir el experimento se determinó cuales insectos-plagas son los que más daño causan hacia las plantaciones, entonces se estructuró un plan de control de poblacionales de los insectos lo cual implicó inspecciones periódicas todo esto con el propósito de no realizar una aplicaciones que causaran un perjuicio al entrono ecológico además de contaminación del medio ambiente ocasionado por una mala aplicación del agroquímico y una dosis inadecuada del mismo.

En base a lo anterior se propuso combatir al gusano cogollero *Spodotera frujiperda* siendo la principal plaga del maíz a nivel nacional pues causa perdidas muy considerables, este insecto puede y tiene la capacidad de alimentarse de diversas plantas atacando también al cultivo del sorgo.

Para el sorgo se considero que una plaga importante es *Contarina sorghicola*, por bajar considerablemente los rendimientos en producción de grano, es conocida como mosca "midge".

Para el frijol se considero combatir a la mosquita blanca pues es de los insectos que más inciden en la producción reduciendo los rendimientos por unidad de superficie.

3.6.5.- Labores culturales.

Se realizarán sobre el componente agrícola las cuales consisten en aporques, deshierbes manteniendo el cultivo libre de malezas los primeros 45 días, ya que en este tiempo los cultivos presentan la mayor capacidad de desarrollo vegetativo y es cuando más compiten contra las malezas por la disponibilidad del agua, nutrientes, espacio y luz .

3.7.- Los tratamientos del componente agrícola.

Los tratamientos, Trt, que se evaluaron, se estructuraron tomando en consideración prácticas y técnicas que generalmente se da en un proceso productivo siendo los siguientes:

Trt 1 Maíz fertilizado con fórmula 120-40-00

Trt 2 Maíz fertilizado con igual fórmula y con aplicación del insecticida sevín

Trt 3 Maíz con aplicación de insecticida sevín

Trt 4 Maíz como testigo en curva de nivel

Trt 5 Frijol fertilizado con fórmula 10-40-00

Trt 6 Frijol fertilizado con insecticida parathión

Trt 7 Frijol con aplicación de insecticida parathión

Trt 8 Frijol testigo en curva a nivel.

Trt 9 Sorgo fertilizado con fórmula 120-40-00.

Trt 10 Sorgo fertilizado con insecticida.

Trt 11 Sorgo con insecticida parathión

Trt 12 Sorgo testigo en curva a nivel

Trt 13 Maíz-frijol fertilizado con fórmula 40-40-00.

Trt 14 Maíz-frijol fertilizado con insecticida.

Trt 15 Maíz-frijol con aplicación de insecticida.

Trt 16 Maíz-frijol testigo en curva a nivel.

3.8.- Diseño Experimental

El diseño utilizado para el conjunto de los tratamientos experimentales fue un bloques al azar con cuatro repeticiones, cada parcela estaba formada por un componente forestal y agrícola con las dimensiones siguientes:

Cinco metros de largo y 12 metros de ancho, implementándose sobre curvas de nivel, la parcela útil fue constituida por los surcos 1 oeste, W, 2W, 3W, 4W, 5W, 6 centro, 5 este, E, 4E, 3E, 2E, 1E, cosechando solo tres metros centrales, con el propósito de evitar el efecto de borde entre los tratamientos.

Este diseño fue considerado para analizar el comportamiento del rendimiento por surcos y que corresponde al componente agrícola, en el caso del forestal puesto que es sujeto de análisis en su fase inicial se procedió a través de la aplicación de ecuaciones de regresión lineal y no lineal.

3.9.- Parámetros a Evaluar del Componente Forestal.

En el caso del componente forestal se evaluaron en dos fechas los parámetros dasométricos tales como: diámetro a nivel de suelo ubicado en el cuello de la planta, (da_0). Para el ébano y diámetro a una altura de 10 cm. (da_{10}), para la barreta y leucaena, así mismo la altura de la planta para ébano y barreta, producción de forraje y leña para la leucaena.

Como variables independientes al da_0 del ébano, el da_{10} de las plantas leucaena y barreta y como variables dependientes el forraje y la leña en el análisis de la leucaena, altura de la planta para barreta y ébano. Se probaron ecuaciones de regresión lineal y no lineal con objeto de entender el grado de asociación entre las variables analizadas, estas ecuaciones fueron útiles para estimar el comportamiento de la variable dependiente en su fase inicial de crecimiento, los modelos aplicados aparecen en la tabla 1.

Tabla 1.- Forma de modelos ajustados a las variables forraje los parámetros dasométricos para las tres especies establecidas en un sistema agroforestal en Linares, N. L.

| MODELO | ECUACION |
|--------------------|-------------------------------|
| <i>LINEAL</i> | $Y = \alpha + \beta * X$ |
| <i>POTENCIAL</i> | $Y = exp(\alpha + X^\beta)$ |
| <i>LOGARITMICA</i> | $Y = \alpha + (\beta * LN X)$ |

Otros parámetros evaluados fueron algunas propiedades químicas, concentración de los elementos nutricionales del suelo.

3.9.1.- Parámetros dasométricos de la Leucaena

La población de la leucaena presente en el sistema agroforestal se uniformizó a una altura de 80 cm de ahí se tomo una muestra representativa de 40 plantas. Los datos analizados corresponden después del periodo de crecimiento vegetativo para medirse el diámetro a una altura de 10 cm, da_{10} , método propuesto por Villalón (1989), para especies con características arbustivas, así como el peso en kg. del forraje en verde y de igual manera el peso en Kg de la leña, el proceso de toma de datos en el experimento y su posterior evaluación se realizó el 20 de enero de 1995.

3.9.1.1- Medición del da_{10} , peso del forraje y leña de la leucaena.

Esta parte de la investigación solo evaluó la fecha terminal y corresponde a la segunda toma de datos del componente forestal, lo anterior sustentado a que la planta fue podada a una altura de 80 cm al inicio de la investigación, además la reposición en lugares donde existía alguna falla las cuales fueron mínimas.

3.9.2.- Parámetros dasométricos de la barreta.

El origen proviene de semillas colectadas en áreas aldeañas a la Facultad para posteriormente se desarrollaron bajo las condiciones de vivero, estuvieron por un periodo de dos años, al cabo de este tiempo se incorporaron al sistema agroforestal, en una distribución espacial de camellón, con una arreglo de tres plantas a una distancia de dos

metros entre ellas, y seguidas por tres plantas de ébano, ambas en la misma curva de nivel, respecto a la leucaena en un arreglo similar paralelo a una distancia de un metro.

Las plantas obtenidas en vivero presentaron diferentes tamaños en cuanto altura total y de igual manera diferencias en su da_{10} , se tomaron plantas al azar y se tomaron lecturas del diámetro a la altura de 10 cm, y la altura total de la planta, con los datos obtenidos se realizó el proceso estadístico aplicando modelos de regresión lineal y no lineal y determinar cual es el que más se ajusta .

3.9.2.1.- Medición del da_{10} y altura de planta de la barreta

Estos parámetros dasométricos fueron tomados en dos fechas 2 de febrero de 1994 y 20 de enero de 1995, el propósito es conocer su incremento anual respecto al crecimiento en su etapa inicial de vida, mismo que en una época dada pueden indicar cual es el momento preciso del aprovechamiento, para la obtención de postes y otros productos.

3.9.3.- Parámetros dasométricos del ébano

Su procedencia está originada en semillas colectadas en áreas aldeañas a la Facultad presentando condiciones similares a la barreta, cuyo crecimiento fue con un de vivero, es decir aplicación de riegos de auxilio, control de plantas indeseables, observaciones sobre la incidencia de microorganismos o insectos plagas, todo ello con el propósito de obtener plantas sanas, este proceso tuvo una duración de dos años, de ahí fueron incorporadas al sistema agroforestal, en una distribución espacial de camellón, con una arreglo de tres plantas a una distancia de dos metros entre ellas, y seguidas por tres plantas de barreta con las mismas características espaciales respecto a la leucaena en un arreglo similar pero paralelo a la cota de nivel a una distancia de un metro.

Las plantas obtenidas en vivero presentaron diferentes tamaños en cuanto altura total y diferencias en su da_0 , Continuando con la consistencia del experimento se tomaron plantas al azar para determinar da_0 , y la altura total de la planta.

3.9.3.1.- Medición del da_0 y altura de planta en el ébano.

Para esta especie es un caso similar al anterior, es decir determinar el incremento anual de crecimiento dentro del sistema agroforestal, en cuanto a toma de datos pero el

aprovechamiento es más versátil ya que del aprovechamiento se pueden obtener otros productos leña, muebles, artesanías postes y otros.

3.10.- Parámetros a Evaluar del Componente Agrícola.

Dentro de los cultivos sujetos de estudio, la variable de interés fue conocer el comportamiento de producción de grano en cada uno de los surcos los cuales fueron identificados de acuerdo a la proximidad del componente forestal, el peso de los granos corresponde solamente a cada uno de los surco individuales de la parcela útil es decir tres metros lineales para cada uno; después de tener sus pesos fueron sujetos de una serie de pruebas estadísticas, tales como :

Análisis de varianza unifactorial o simple, con cada uno de los tratamientos o factores bajo estudio, para encontrar respuestas de carácter cuantitativo en cada uno de las poblaciones, considerando el nivel del factor, para cada cultivo, es decir con los problemas planteados; un valor decisivo que nos conduce a una serie de interpretaciones de los resultados obtenidos es sin duda el valor de F y la $Pr > F$ para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas

El modelo matemático de este análisis es:

$$X_{ij} = \bar{x} + \alpha_i + E_{ij}$$

Entonces se derivan las hipótesis para aplicarse en cada cultivo y serian las siguientes :

Hipótesis nula : la media del tratamiento con fertilizante es igual a la media del tratamiento con fertilizante e insecticida y es igual a la media del tratamiento con insecticida, y es igual a la media del testigo bajo curvas de nivel.

$$H_0 : \bar{x}_{\text{trtF}} = \bar{x}_{\text{trtFI}} = \bar{x}_{\text{trtI}} = \bar{x}_{\text{trtTC/N}}$$

Hipótesis alternativa : cuando menos una de las medias de los tratamientos descritos en H_0 , es diferente.

$$H_a : \bar{x}_{\text{trtF}} \neq \bar{x}_{\text{trtFI}} \dots = \bar{x}_{\text{trtTC/N}}$$

Al procesar estadísticamente los resultado e interpretando que existiera diferencia significativa se procedió a aplicar las pruebas de Tukey misma que fueron empleadas para

hacer las comparaciones de las medias de producción los tratamientos, y ser un auxiliar en definir cuales medias tendieran un valor estadístico igual.

3.10.1.- Rendimiento del grano.

Consistió en pesar la producción del grano dentro de la parcela útil de los surcos pues tienen una relación distancial diferente hacia el componente forestal. Esta variable es de suma importancia puesto que nos da la pauta para conocer si el componente agrícola sufre una interacción dentro del sistema y principalmente en la zona conocida como interfase, la cual es la proximidad entre los componentes.

3.10.2.- Muestreo de suelo.

En el área de estudio el suelo fue muestreado en tres fechas diferentes en tres sitios distintos obteniendo una muestra compuesta cuya profundidad fue de 50 cm el propósito fue obtener información del comportamiento de los elementos nutricionales presentes y propiedades químicas, antes, durante y al término de la investigación.

3.10.3- Toma de Datos en la Estación Metereológica de la Facultad.

Durante el año de 1994 se obtuvo información de la estación metereológica de la facultad consistente en precipitación pluvial, temperaturas máximas y mínimas, y la evaporación siendo variables indicadoras de la disposición de agua, información útil para programar actividades agropecuarias tales como la fecha de siembras por otra parte los agricultores de la región tienen muy claro cuando son las dos fechas más oportunas para efectuarlas.

De ahí que esta información se gráfico considerando también un criterio del 50 % de la evaporación.

3.11.- Análisis Estadísticos.

Los datos generados dentro de los componentes forestal y agrícola, se procesaron a través en el programa estadístico SAS, Lotus y Excel realizando para ello análisis de varianza, pruebas de comparación de medias para conocer que surcos y tratamientos estadísticamente tienen un comportamiento igual, en el caso del componente forestal se desarrollaron ecuaciones de regresión para saber cual es la que más se ajusta a los parámetros dendrométricos.

IV.- RESULTADOS

4.1.- Resultados Obtenidos en el Componente Forestal

4.1.1.- Datos generales

Los resultados obtenidos corresponden a situaciones específicas, en lo particular a cada especie forestal pues en cada una de ellas se contrastaron diferentes y conocer el modelo de más ajuste, para tal fin se describe como sigue:

4.1.2.- Considerando a da_{10} como variable independiente y al forraje como la variable dependiente de la leucaena

En función de la muestra obtenida se probaron los tres modelos de regresión descritos, encontrándose que el modelo que más se ajusta en esta fase de desarrollo es el potencial. (tabla 2), este modelo tuvo un $r^2 = 60.70\%$ y un error estándar de, $S_x = 0.7260$.

Tabla 2 .-Resultados obtenidos de la aplicación de diferentes modelos para da_{10} como variable independiente y forraje como variable dependiente de la leucaena en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | S_x | α | β |
|-------------|--------|---------|---------|--------|--------|----------|---------|
| Potencial | 0.6070 | 0.7791 | 20.0322 | 0.5271 | 0.7260 | -2.7289 | 2.4232 |
| lineal | 0.5684 | 0.7539 | 22.0038 | 0.5790 | 0.7609 | -0.7212 | 0.6603 |
| logarítmica | 0.4613 | 0.67791 | 27.4630 | 0.7227 | 0.8501 | -0.0071 | 1.3347 |

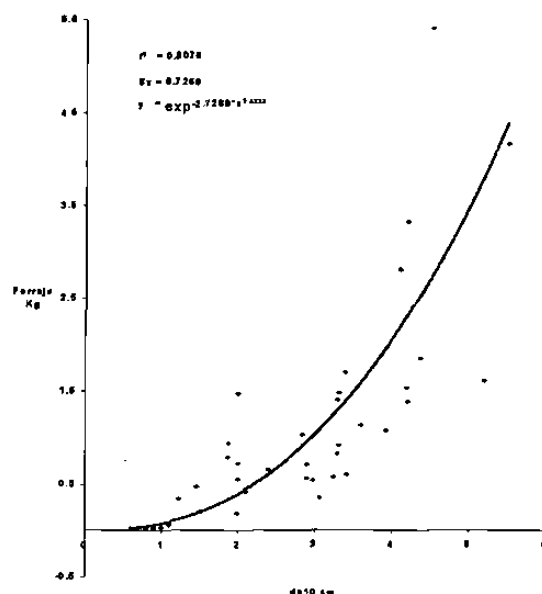


Figura 1 Comportamiento del modelo potencial considerando al da10 como variable independiente y al forraje como dependiente aplicado a *Leucaena leucocephala* en un sistema agroforestal en Linares N.L.

4.1.3.- Considerando al da10 como variable independiente y a la leña como la variable dependiente de la leucaena.

En el análisis de estas variables se encontró que el modelo que más se ajusta en el periodo de evaluación es el potencial, (tabla 3) muestra los resultados con un $r^2 = 72.9 \%$ y un $S_x = 0.6973$.

Tabla 3.-Resultados obtenidos al analizar al da10 como variable independiente y a la leña como variable dependiente de la leucaena en un sistema agroforestal, en Linares N.L.

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | S_x | α | β |
|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|---------|
| Potencia | 0.7239 | 0.8508 | 18.4794 | 0.4863 | 0.6973 | -2.5208 | 2.3595 |
| lineal | 0.6157 | 0.7846 | 25.7264 | 0.6770 | 0.8228 | -0.9367 | 0.7876 |
| logarítmica | 0.4741 | 0.6885 | 35.2004 | 0.9263 | 0.9624 | -0.1267 | 1.5507 |

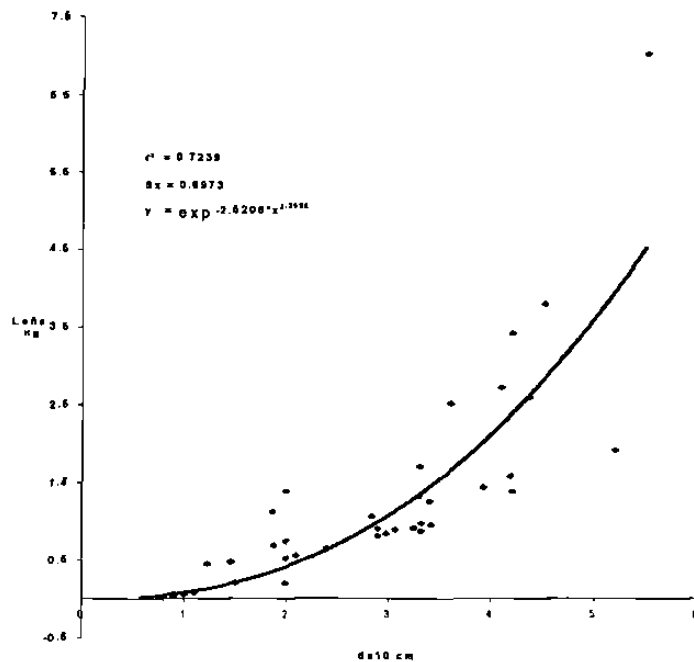


Figura 2 Comportamiento del modelo potencial considerando al da10 como variable independiente y al forraje como dependiente aplicado a *Leucaena leucocephala* en un sistema agroforestal en Linares N.L.

4.1.4.- Considerando al forraje como variable independiente y a la leña como variable dependiente de la leucaena

Colateralmente se analizaron a través de las mismas ecuaciones de regresión a las variables forraje como independiente y leña como dependiente y el modelo potencial es el que más se ajusta como lo demuestra la tabla 4, con un coeficiente de determinación, $r^2 = 78.77\%$ y un error estándar $S_x = 0.6121$

Tabla 4.-Resultados del contraste de las variables: forraje como independiente y leña como dependiente de la leucaena en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | S_x | α | β |
|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|---------|
| Potencial | 0.7877 | 0.8875 | 14.2377 | 0.3746 | 0.6121 | 0.1127 | 0.9376 |
| lineal | 0.7846 | 0.8857 | 14.4191 | 0.3794 | 0.6159 | 0.1133 | 1.0150 |
| logarítmica | 0.4787 | 0.6918 | 34.89 | 0.9182 | 0.9582 | 1.5870 | 0.5905 |

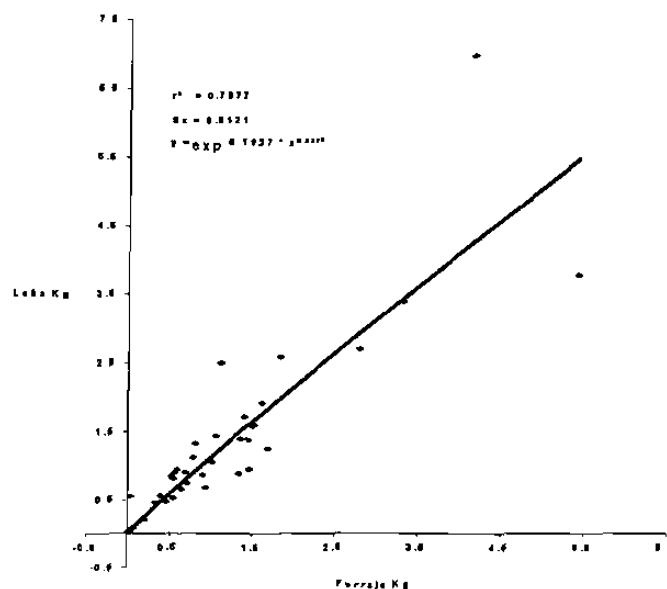


Figura no. 3 Comportamiento del modelo no lineal (potencia) considerando a la leña como variable independiente y al forraje como dependiente aplicado a *Leucaena leucocephala*, en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

4.1.5. Tomando en consideración al da10 como variable independiente y la altura de planta de la barreta como variable dependiente en su primera fecha de muestreo.

De la información correspondiente obtenida en campo se analizaron a través de las mismas ecuaciones de regresión propuesta, las variables da10 como independiente y la altura de planta como dependiente, después de probar el ajuste de los modelos, el lineal presenta el valor más alto ver tabla 5, con un coeficiente de determinación de, $r^2 = 79.71\%$ y un error estándar de, $S_x = 15.25$.

Tabla 5. Resultados obtenidos del proceso considerando a el da10 como variable independiente y a la altura de la planta como variable dependiente de la barreta en un sistema agroforestal, en Linares, N.L..

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | Sx | α | β |
|-------------|--------|--------|---------|--------|-------|----------|---------|
| lineal | 0.7971 | 0.8928 | 9529 | 233.23 | 15.25 | - 3.26 | 139.977 |
| Potencia | 0.7302 | 0.8545 | 10578 | 262.46 | 16.20 | 4.85 | 0.87 |
| logarítmica | 0.6689 | 0.8178 | 14635.9 | 380.67 | 19.51 | 126.62 | 73.47 |

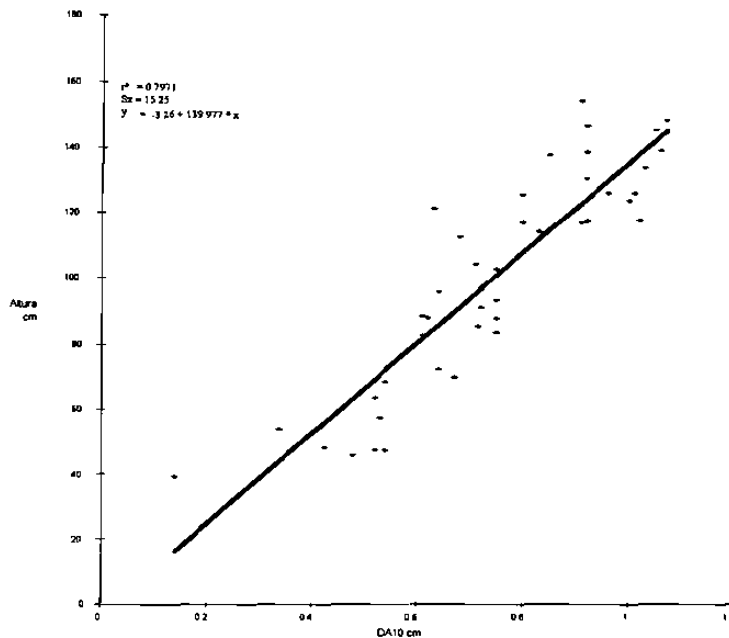


Figura 4 Comportamiento del modelo lineal aplicado a parámetros dasométricos de *Helietta parvifolia*, en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

4.1.6. Tomando en consideración al da10 como variable independiente y a la altura de planta de la barreta como variable dependiente en su segunda fecha de muestreo.

Al contrastar las variables da10 como independiente y la altura de planta como dependiente, después de probar los modelos, el potencial es el que más se ajusta como lo demuestra la tabla 6, por presentar el mayor coeficiente de determinación $r^2 = 63.60 \%$ y el menor error estándar de $S_x = 12.98$

Tabla 6. Resultados obtenidos del proceso considerando a el da10 como variable independiente y a la altura de la planta como variable dependiente, en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | S_x | α | β |
|-------------|--------|--------|----------|----------|---------|----------|----------|
| Potencial | 0.6360 | 0.7974 | 6574.312 | 168.5721 | 12.9835 | 4.87704 | 0.81753 |
| lineal | 0.6353 | 0.7970 | 6585.513 | 168.859 | 12.9945 | 26.1760 | 104.6104 |
| logarítmica | 0.6299 | 0.7936 | 6602.875 | 176.740 | 13.9127 | 132.1372 | 103.5418 |

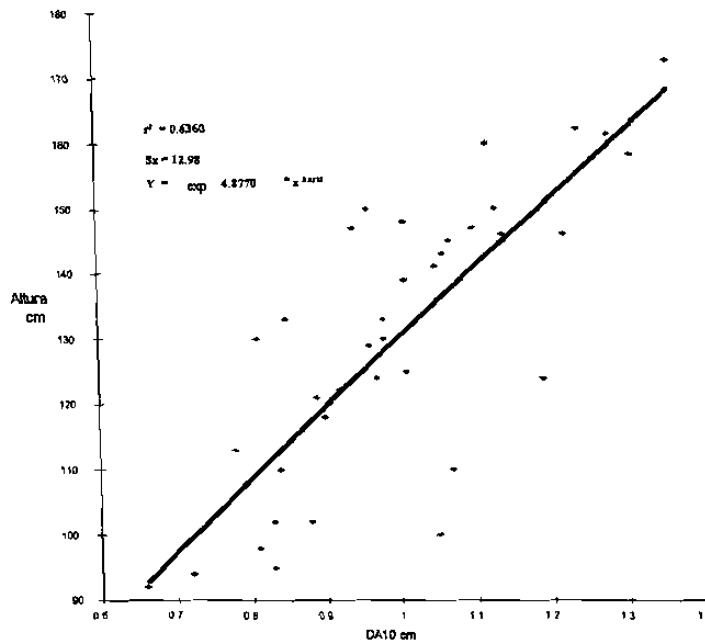


Figura 5 Comportamiento del modelo potencial aplicado a parámetros dasométricos de *Helietta parvifolia* en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

4.1.7. Tomando en consideración al da0 como variable independiente y a la altura de planta del ébano como variable dependiente en su primera fecha de muestreo.

Se hizo referencia que los parámetros de interés de estos árboles son el diámetro medido a la altura del cuello de la planta (nivel del suelo) y la altura total, a efecto de encontrar un modelo de regresión que más se pudiera ajustar a las etapas iniciales de crecimiento, se encontró que ningún es prometedor, pues el valor más alto fue el logarítmico con un $r^2 = 2.06 \%$, y un error estándar de 3.7909, ver tabla 7.

Tabla 7. Resultados obtenidos del proceso considerando a el da0 como variable independiente y a la altura de la planta como variable dependiente en el ébano en un sistema agroforestal, en Linares, N. L.

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | Sx | α | β |
|-------------|--------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|
| logarítmica | 0.0206 | 0.1435 | 394.2114 | 15.7684 | 3.9709 | 15.0473 | 3.9054 |
| lineal | 0.0142 | 0.1191 | 396.7881 | 15.8715 | 3.9839 | 15.9221 | 1.1243 |
| Potencia | 0.0007 | 0.0264 | 402.2479 | 16.089 | 4.0112 | 2.5904 | 0.3201 |

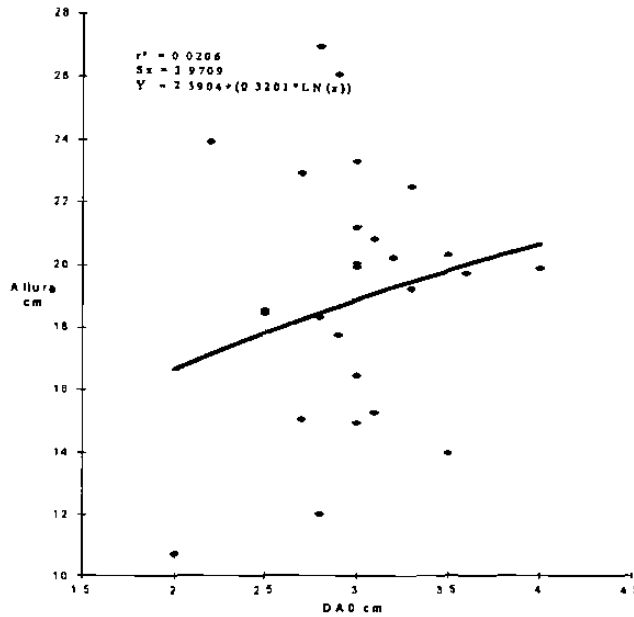


Figura 6 Comportamiento del modelo logaritmico aplicado a parámetros dasométricos de *Pithecellobium ebano* en un sistema agroforestal, en Linares N.L.

En virtud que con el proceso estadístico aplicado no condujo a encontrar la búsqueda de la asociación entre la variable se procedió a la realización de un proceso estadístico distinto con el cual se pudieran evaluar los datos, entonces se concreto en medidas de tendencia central y de dispersión como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8 Medidas de tendencia central aplicadas a los parámetros dasométricos del ébano

| Parámetro | fórmula | Diámetro | Altura |
|------------------|--|----------|--------|
| Media | $\Sigma(x / n)$ | 2.97 | 19.27 |
| Des. Std. s | $\sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n-1}}$ | 0.4103 | 3.86 |
| Error Std Sx. | $\frac{S}{\sqrt{n}}$ | 0.0789 | 0.74 |
| Int. Conf (95%) | Sx*Valor T | 0.134 | 1.26 |
| Limi. Inf. (95%) | $\bar{x} - Ic$ | 2.84 | 18.00 |
| Limi. Sup (95%) | $\bar{x} + Ic$ | 3.11 | 20.53 |

4.1.8. Tomando en consideración al Da0 como variable independiente y a la altura de planta del ébano como variable dependiente en su segunda fecha de muestreo.

El modelo potencial es el que más se ajusta para el análisis de la relación existente entre el da0 y la altura encontrando un valor del coeficiente de determinación de, $r^2 = 33.23 \%$ y un error estándar de, $S_x = 13.66$, presentes en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados obtenidos del proceso considerando a el da0 como variable independiente y a la altura de la planta como variable dependiente en el ébano en un sistema agroforestal, en Linares, N. L.

| Modelo | r^2 | r | SCE | CME | Sx | α | β |
|-------------|--------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Potencia | 0.3323 | 0.5764 | 5411.88 | 186.6167 | 13.6607 | 2.1447 | 0.8772 |
| lineal | 0.3007 | 0.5483 | 5667.31 | 195.4247 | 13.970 | 3.1373 | 6.8446 |
| logarítmica | 0.2821 | 0.5311 | 5818.40 | 200.6347 | 14.164 | -10.0380 | 30.0845 |

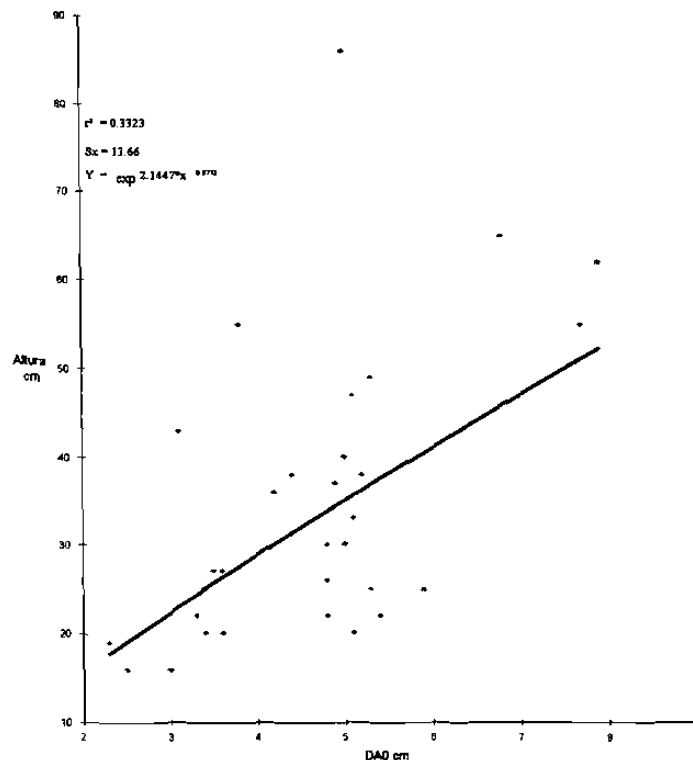


Figura 7 Comportamiento del modelo potencial aplicado a parámetros dasométricos de *Pithecellobium ebano* en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

4.2.- Resultados Obtenidos del Componente Agrícola

4.2.1.- Producción de maíz.

En el área experimental se procedió a cosechar la mazorca de maíz una vez que presentó un bajo contenido de humedad y que permitiera una facilidad para desprender el grano, para lo cual necesitó aproximadamente 120 días, a cada uno de los tratamientos correspondientes a cada parcela y por surco individual e identificado, se registro y depósito en bolsas por separado, con el propósito de no mezclarlos y que condujeran a cierta incertidumbre en el momento de manipularlos.

Una vez desgranada la mazorca, se peso el grano en una balanza granataria, posteriormente se obtuvo el equivalente de la producción en kilogramos por hectárea mencionando los valores extremos superiores e inferiores encontrados en cada surco como lo muestra la tabla 10, lo interesante en la presentación de esta conversión es que se obtuvo rendimiento máximos superiores a la media regional en los tratamientos.

Tabla 10. Producción máxima y mínima de kg ha^{-1} en el cultivo del maíz en un sistema agroforestal, en Linares N. L.

| Surco | Trt | Kg ha^{-1} |
|-------|--------|---------------------|
| 5W | MF | 4035.92 |
| 1E | MF | 681.48 |
| 6 | MFI | 3967.77 |
| 2W | MFI | 282.22 |
| 5W | MI | 2491.10 |
| 4W | MI | 198.51 |
| 6 | MFTC/N | 2461.84 |
| 1E | MFTC/N | 164.81 |

Posteriormente se procedió a realizar el análisis de varianza respectivo con el propósito de conocer que variables presentaban un nivel de significancia encontrando que en el modelo, surcos, bloques y tratamientos existe como lo demuestra la tabla 11.

tabla 11. Resultados del Análisis de varianza para producción de grano en el cultivo del maíz en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

| Parámetro | F cal | Pr>F | C.V. | r ² | MSE | \bar{x} |
|-----------|-------|--------|-------|----------------|--------|-----------|
| Modelo | 8.63 | 0.0001 | 40.50 | 0.4647 | 155.41 | 383.69 |
| Surcos | 3.95 | 0.0001 | | | | |
| Bloques | 28.38 | 0.0001 | | | | |
| Tratam | 5.26 | 0.0017 | | | | |

Al encontrar diferencia significativa se procedio a la aplicación de la prueba de Tukey para cada una de las variables tal es el caso de surcos ver tabla 12, en el comportamiento de bloques ver tabla 13, y finalmente observar la tabla 14 para la respuesta de los tratamientos.

Tabla 12. Resultados de la prueba de Tukey aplicada a los surcos del cultivo maíz en un sistema agroforestal

| Surcos | producción |
|--------|------------|
| 5W | 498.95a |
| 6 | 461.93a |
| 5E | 459.09a |
| 3W | 409.73ab |
| 4E | 397.57ab |
| 4W | 369.90ab |
| 3E | 393.26ab |
| 2W | 362.87ab |
| 2E | 327.86ab |
| 1E | 274.44 b |
| 1W | 238.43 b |

Cada uno de lo surcos tienen una identificación alfanumérica misma que corresponde a la siguientes situaciones en la cercanía o alejamiento al componente forestal y la ubicación de acuerdo a su orientación este, oeste.

Tabla 13 Resultados de la prueba de Tukey para bloques en el cultivo del maíz en un sistema agroforestal dentro de la FCF.

| Bloque | Producción |
|---------------|---------------------|
| 1 | 493.3 ^a |
| 3 | 484.19 ^a |
| 2 | 281.14 ^b |
| 4 | 276.02 ^b |

El propósito de realizar bloques es para tener un mejor control de las repeticiones del experimento y lo más uniforme posibles, y las diferencias observadas sean atribuidas a los tratamientos desde la óptica de producción los bloques uno y tres en sus medias son iguales, y a los demás, dos y cuatro son agrupadas en otra categoría.

Tabla 14. Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos aplicados al cultivo del maíz en un sistema agroforestal implementado en la FCF. en Linares, N.L.

| Tratamiento | Producción |
|--------------------|---------------------|
| Trt1 (MF) | 434.29 ^a |
| Trt2 (MFI) | 426.29 ^a |
| Trt3 (MI) | 337.97 ^b |
| Trt4 (MTC/N) | 336.22 ^b |

Rendimiento medio de maíz

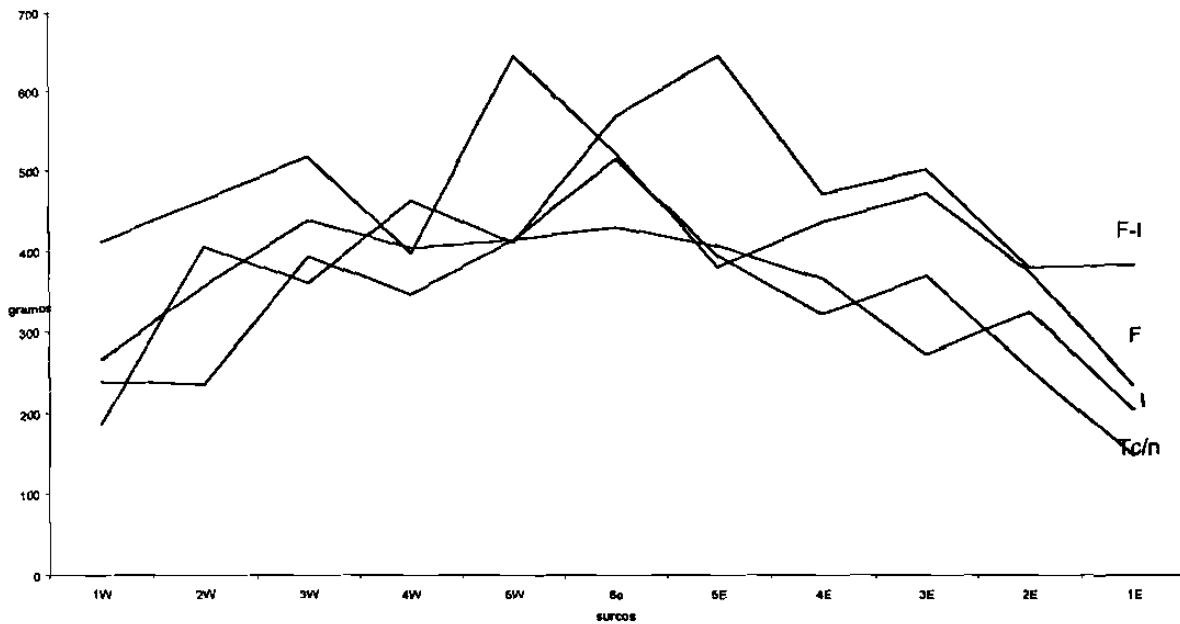


Figura 8.- Comportamiento medio de la producción del cultivo de maíz por surco en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

4.2.2.- Producción de grano de sorgo.

El sorgo se cosechó manualmente a la panoja, de igual manera la producción de cada surco de la parcela útil fue puesto por separado en bolsas a efecto de poder identificarlos, el proceso de desprendiendo los grano del raquis fue manual y ambos fueron pesados por separado. Este componente se cosechó a los 90 después de la siembra.

Una vez obtenido el grano limpio se peso en una balanza granataria, posteriormente se obtuvo el equivalente de la producción en kilogramos por hectárea mencionando los valores extremos superiores e inferiores encontrados en cada surco como lo muestra la tabla 15, la conversión que se obtuvo arroja rendimiento máximos superiores a la media regional en los tratamientos que se les adicionó agroquímicos.

Tabla 15.- Producción máxima y mínima de kg ha^{-1} en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal en Linares, N.L.

| Surco | Trt | Kg ha ⁻¹ |
|-------|-------|---------------------|
| 5E | SFI | 4158.29 |
| 1E | SFI | 858.32 |
| 5E | SF | 3854.59 |
| 1W | SF | 697.21 |
| 5E | SI | 3597.55 |
| 1E | SI | 636.47 |
| 5E | STC/N | 3028.67 |
| 1E | STC/N | 245.36 |

Los valores obtenidos por medio del análisis de varianza presenta una $Pr > F$ muy pequeña y siempre menor al valor de 0.05 esto se interpreta como una diferencia estadística significativa donde las medias del modelo, surcos, bloques y tratamientos no son iguales es decir se acepta la hipótesis alternativa, ver tabal 16, en términos del experimento sugiere que los tratamientos fueron distintos pues existe un diferente nivel de insumos para producir en un agroecosistema subsidiado, siendo fuente adicionales de nutrientes y aplicación de un agroquímico, obligando que las parcelas de estudio se comporten diferentes, pues existieron algunos sin la adición de inorgánicos.

Tabla 16. Resultados del analisis de varianza para produccion de grano en el cultivo sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N.L.

| Parámetro | F cal | Pr>F | C.V. | r ² | MSE | \bar{x} |
|-----------|-------|--------|-------|----------------|--------|-----------|
| Modelo | 10.51 | 0.0001 | 28.07 | 0.5139 | 161.97 | 576.83 |
| Surcos | 10.14 | 0.0001 | | | | |
| Bloques | 8.04 | 0.0001 | | | | |
| Tratami | 14.22 | 0.0001 | | | | |

Al aplicar la prueba de Tukey para surcos se obtuvo los valores presentes en la tabla 17, se procedió para conocer cuales medias de producción son iguales y cuales son diferentes.

Tabla 17. Resultados de la prueba de Tukey para surcos en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N.L.

Tabla 17. Resultados de la prueba de Tukey para surcos en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N.L.

| Surco | Producción |
|-------|-----------------------|
| 5E | 768.24 ^a |
| 2W | 677.52 ^{ab} |
| 6 | 667.51 ^{ab} |
| 4W | 650.55 ^{ab} |
| 5W | 634.86 ^{abc} |
| 3W | 625.40 ^{abc} |
| 3E | 554.30 ^{bcd} |
| 4E | 549.14 ^{bcd} |
| 2E | 461.98 ^{cde} |
| 1W | 433.83 ^{de} |
| 1E | 321.66 ^e |

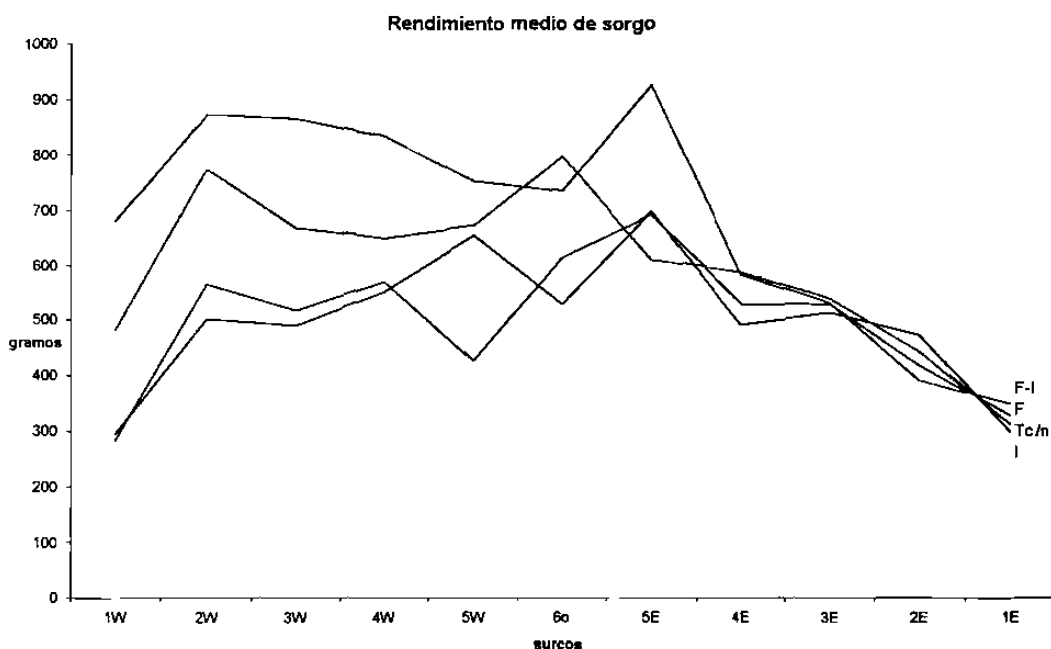


Figura 9.- Comportamiento medio de la producción del cultivo de sorgo por surco en un sistema agroforestal, en Linares, N.L.

Tabla 18. Resultados de la prueba de Tukey para bloques en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N. L.

| Bloques | Producción |
|----------------|----------------------|
| 1 | 652.39 ^a |
| 2 | 594.89 ^a |
| 3 | 574.55 ^{ab} |
| 4 | 485.52 ^b |

Tabla 19. Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos en el cultivo del sorgo en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares N. L.

| Tratamiento | Producción |
|--------------------|---------------------|
| Trt 9 (SFI) | 683.35 ^a |
| Trt 10 (SF) | 624.41 ^a |
| Trt 11 (SI) | 510.32 ^b |
| Trt 12 (STC/N) | 490.27 ^b |

4.2.3.- Producción de frijol.

El frijol se cosechó manualmente de la planta, de igual manera cada surco de la parcela útil fue puesto por separado en bolsas a efecto de poder identificarlos, el proceso de separación del grano de la vaina (tazole).

Una vez obtenido el grano limpio se peso en una balanza granataria, posteriormente se obtuvo el equivalente de la producción en kilogramos por hectárea mencionando los valores extremos superiores e inferiores encontrados en cada surco como lo muestra la tabla 20, la conversión que se obtuvo arroja rendimiento máximos que en algunos casos fue menor a la media regional en los tratamientos que se les adiciono agroquímicos.

En región existen dos periodos de siembras siendo el más prometedor el ciclo de verano, los rendimientos obtenidos corresponden al ciclo otoño invierno, confirmando que por baja capacidad productiva es más rentable realizar las siembras de este cultivo en el ciclo primavera verano.

Este cultivo fue precoz ya que en 90 días fue cosechado, se peso el grano de cada surco dentro del sistema la conversión de la producción por hectárea es como sigue:

Tabla 20. Producción máxima y mínima de kg ha⁻¹ en en el cultivo del frijol en un sistema agroforestal, en Linares, N. L.

| Surco | Trt | Kg ha ⁻¹ |
|-------|-------|---------------------|
| 2W | FFI | 793.32 |
| 1E | FFI | 122.96 |
| 2W | FF | 747.02 |
| 3E | FF | 141.80 |
| 2W | FI | 622.95 |
| 2E | FI | 77.77 |
| 5W | FTC/N | 501.47 |
| 1W | FTC/N | 63.70 |

En el proceso de realizar el análisis de varianza, tabla 21, indica que existe diferencia significativa en las variables de interés, posteriormente se procedió a la aplicación de las pruebas de Tukey para conocer cuales medias son iguales y cuales son diferentes.

Tabla 21. Resultados del analisis de varianza para produccion de grano frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N. L.

| Parámetro | F cal | Pr> F | C.V | r ² | MSE | \bar{x} |
|-----------|-------|--------|-------|----------------|-------|-----------|
| Modelo | 11.92 | 0.0001 | 33.98 | 0.54 | 31.79 | 93.82 |
| Surcos | 6.19 | 0.0001 | | | | |
| Bloques | 31.13 | 0.0001 | | | | |
| Tratam | 11.80 | 0.0017 | | | | |

Tabla 22. Resultados de la prueba de Tukey para surcos en el cultivo del frijol en un sistema agroforestal, en Linares, N. L.

| Surcos | Producción |
|--------|----------------------|
| 4W | 115.63 ^a |
| 6 | 113.56 ^a |
| 5W | 110.3 ^{ab} |
| 2W | 103.66 ^{ab} |
| 5E | 102.94 ^{ab} |
| 3W | 100.67 ^{ab} |
| 4E | 96.89 ^{ab} |
| 3E | 81.41 ^{abc} |
| 1W | 80.46 ^{abc} |
| 2E | 76.32 ^{bc} |
| 1E | 50.23 ^c |

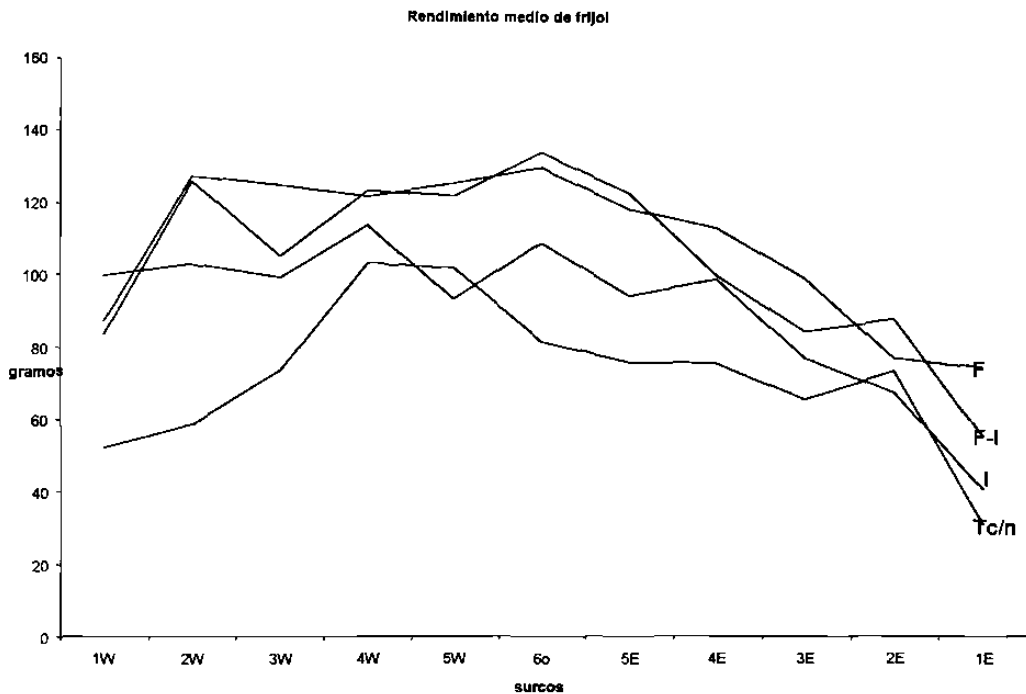


Figura 10. Comportamiento medio de la producción de los surcos en el cultivo del frijol en un sistema agroforestal, en Linares, N. L.

Tabla 23. Resultados de la prueba de Tukey para bloques en el cultivo del frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N. L.

| Bloque | Producción |
|--------|---------------------|
| 4 | 119.26 ^a |
| 1 | 113.54 ^a |
| 2 | 77.97 ^b |
| 3 | 64.52 ^b |

Tabla 24. Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos en el cultivo del frijol implementado en la FCF., en Linares, N. L.

| Tratamientos | Producción |
|---------------|----------------------|
| Trt 5 (FF) | 108.79 ^a |
| Trt 6 (FI) | 103.97 ^{ab} |
| Trt 7 (FFI) | 90.51 ^b |
| Trt 8 (FTC/N) | 72.01 ^c |

4.2.4.- Producción de granos de maíz-frijol asociados.

Un sistema común de producción en la región, es asociar diversos cultivos, de ahí que se tomo la decisión de asociar al maíz y el frijol, para poder evaluarlos se procedió a su respectiva recolección de granos en fechas diferentes pues el proceso de maduración y secado para convertirse en semilla requiere de en un periodo de tiempo distinto.

El análisis de varianza, ver tabla 25, presenta diferencia significativa solo en bloques y tratamiento originando que se la aplicación de la prueba de Tukey para conocer cual ocuales de sus medias son iguales o bien diferentes.

Tabla 25. Resultados del analisis de varianza para produccion de grano maiz-frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N. L.

| Parámetro | Pr>F | Fcal | C.V. | r ² | MSE | \bar{x} |
|-----------|--------|------|-------|----------------|-------|-----------|
| Modelo | 0.0001 | 6.34 | 28.76 | 0.3895 | 71.01 | 246.85 |
| surcos | 0.0001 | 5.92 | | | | |
| Bloques | 0.7350 | 0.43 | | | | |

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|--|--|--|--|
| Tratam. | 0.0001 | 13.66 | | | | |
|---------|--------|-------|--|--|--|--|

Tabla 26. Resultados de la prueba de Tukey para surcos en la asociación maíz-frijol en un sistema agroforestal implementado en la FCF., en Linares, N. L.

| surcos | producción |
|--------|-----------------------|
| 6 | 303.94 ^a |
| 5W | 298.45 ^a |
| 3W | 280.88 ^{ab} |
| 5E | 278.07 ^{ab} |
| 4W | 276.98 ^{ab} |
| 2W | 239.39 ^{abc} |
| 4E | 232.74 ^{abc} |
| 3E | 223.74 ^{abc} |
| 2E | 210.14 ^{bc} |
| 1W | 191.89 ^c |
| 1E | 179.48 ^c |

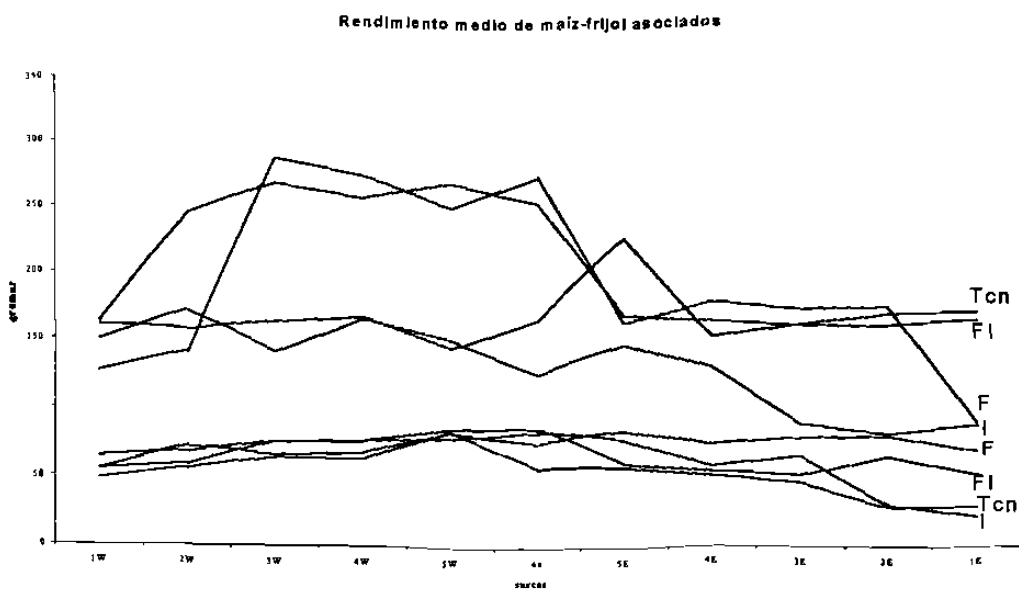


Figura 11. Comportamiento medio de la producción de los surcos de maíz-frijol asociados en un sistema agroforestal, en Linares, N. L.

Tabla 27. Resultados de la prueba de Tukey para tratamientos en la asociación maíz-frijol en un sistema agroforestal (implementado en la FCF), en Linares, N. L.

| Tratamientos | Producción |
|-----------------|---------------------|
| Trt 13 (MFFD) | 286.05 ^a |
| Trt 14 (MFF) | 275.26 ^a |
| Trt 15 (MFI) | 218.85 ^b |
| Trt 16 (MFTC/N) | 207.25 ^b |

4.3.-Análisis del Muestreo de Suelos.

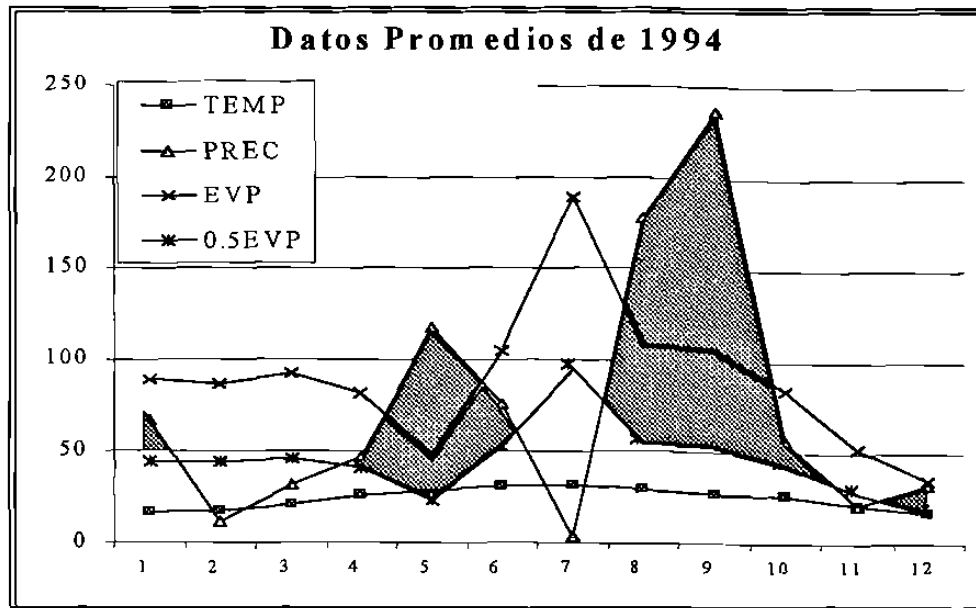
En el área experimental se procedió al muestreo del suelo formando muestras compuestas antes, durante y después del experimento para conocer el comportamiento de los elementos nutricionales presentes, y algunas propiedades químicas, una vez obtenidos los resultados del laboratorio, se aplicó un análisis de varianza, ver tabla 28, encontrando diferencia significativa solo en el pH, y su aplicación de la prueba de Tuckey.

Tabla 28. Resultados del análisis varianza suelo y prueba de Tukey en un sistema agroforestal., en Linares, N. L.

| Parámetro | Valor F | C.V. | Pr>F | 02/02/94 | 02/06/94 | 03/11/94 |
|-----------|---------|-------|--------|----------|----------|------------------|
| M.O. | 1.3 | 6.98 | 0.3415 | 3.256 a | 2.995 a | 3.39 a |
| N | 2.88 | 12.3 | 0.2004 | 0.156 a | 0.20 a | 0.20 a |
| pH | 99999.9 | 00.0 | 0.0 | 7.7 b | 7.6 a | 7.8 ^c |
| C.E. | 1.45 | 14.72 | 0.3634 | 130.6 a | 150 a | 110 a |
| P | 1.58 | 27.78 | 0.3405 | 1.546 a | 0.955 a | 1.34 a |
| K | 0.21 | 22.96 | 0.8195 | 404.5 a | 439 a | 475 a |
| Mg | 0.00 | 11.44 | 0.9951 | 187.1 a | 187.5 a | 185 a |
| Ca | 3.23 | 2.06 | 0.1786 | 11900 a | 11565 a | 11375 a |
| Na | 3.06 | 22.22 | 0.1886 | 33.33 a | 30.00 a | 30.00 a |
| Fe | 4.87 | 25.71 | 0.1141 | 1.33 a | 2 a | 3 a |
| Mn | 1.55 | 20.43 | 0.3453 | 3.19 a | 2.46 a | 3.71 a |
| Cu | 0.73 | 19.42 | 0.5523 | 0.17 a | 0.16 a | 0.21 a |
| Zn | 0.43 | 00.81 | 0.6859 | 7.6 a | 7.65 a | 7.6 a |

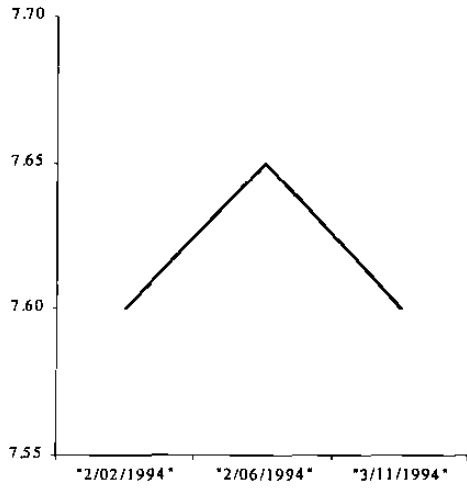
4.4.- Datos Agroclimatológicos.

De ahí que esta información obtenida se presenta en la siguiente gráfica considerando también un criterio del 50 % de la evaporación, del resultado: se observa dentro de la gráfica los periodos en donde es posible realizar la siembra y claramente se observa un periodo de sequía conocida como canícula, en la cual la deficiencia hídrica no permite el establecer la siembra.



resultado: se observa dentro de la gráfica los periodos en donde es posible realizar la siembra y claramente se observa un periodo de sequía conocida como canícula, en la cual la deficiencia hídrica no permite el establecer la siembra.

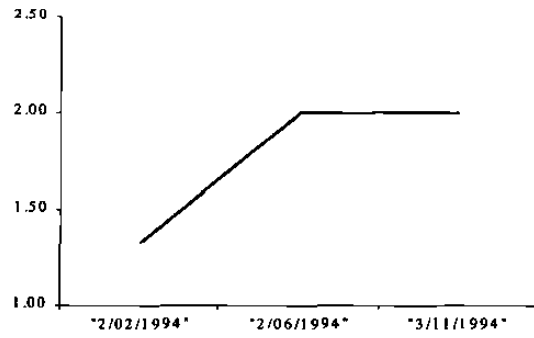
Zn



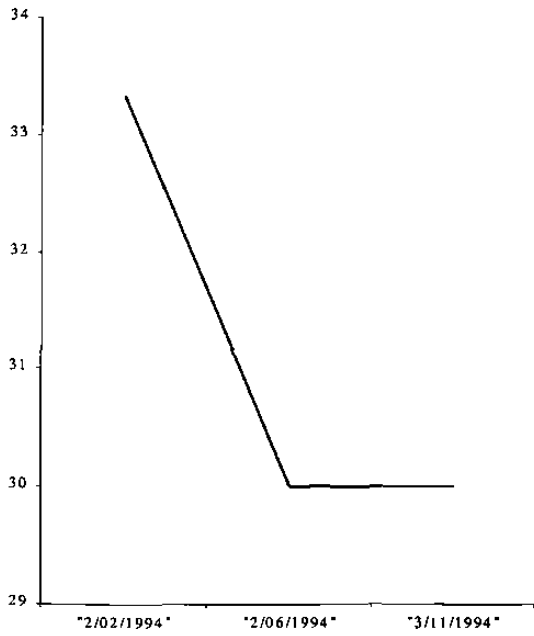
Cu



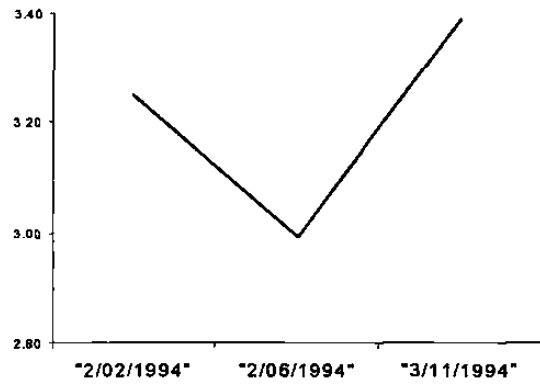
Fe



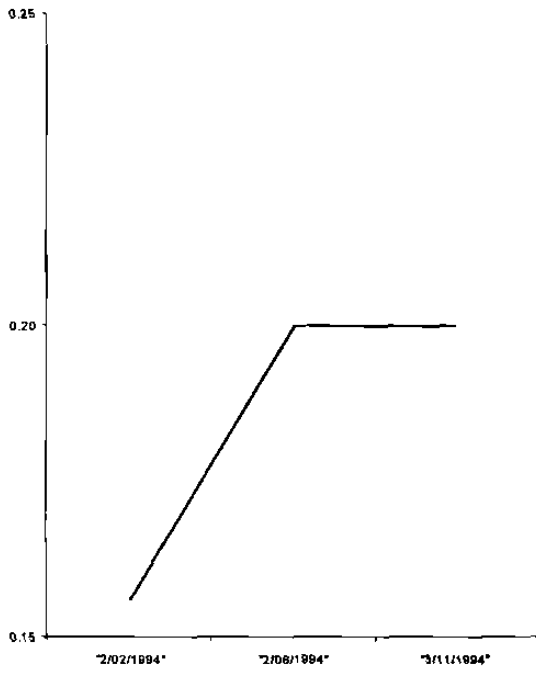
Na



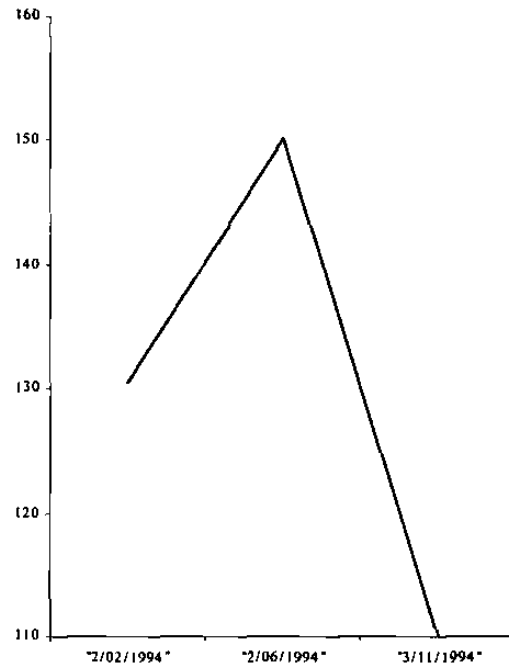
MAT. ORGA



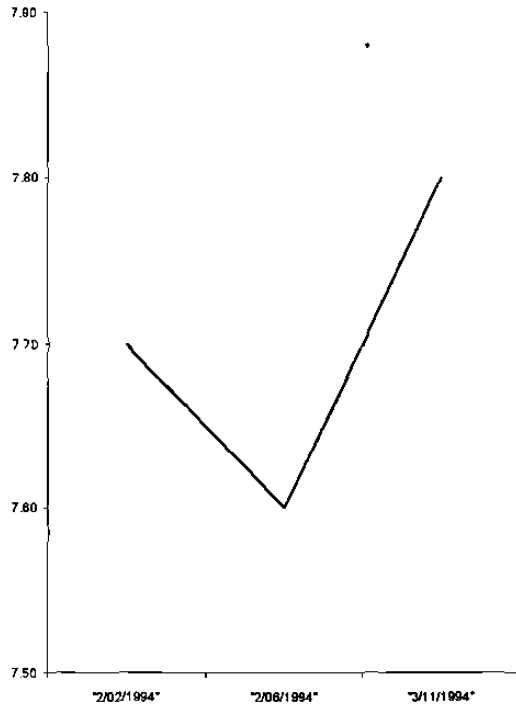
Nitrógeno



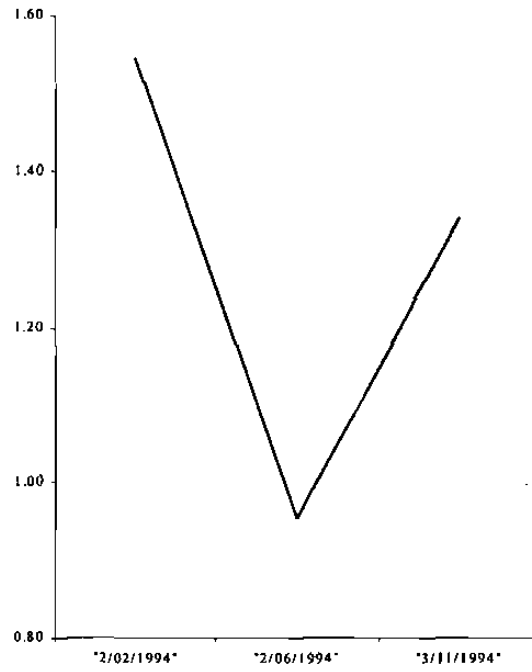
C.E.

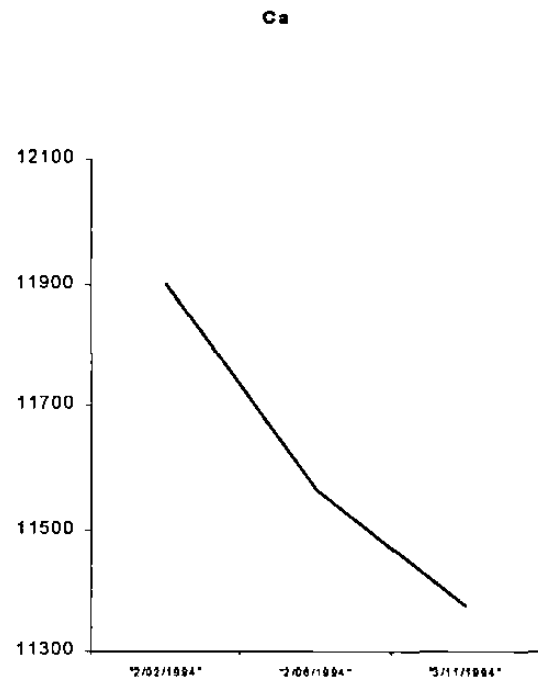
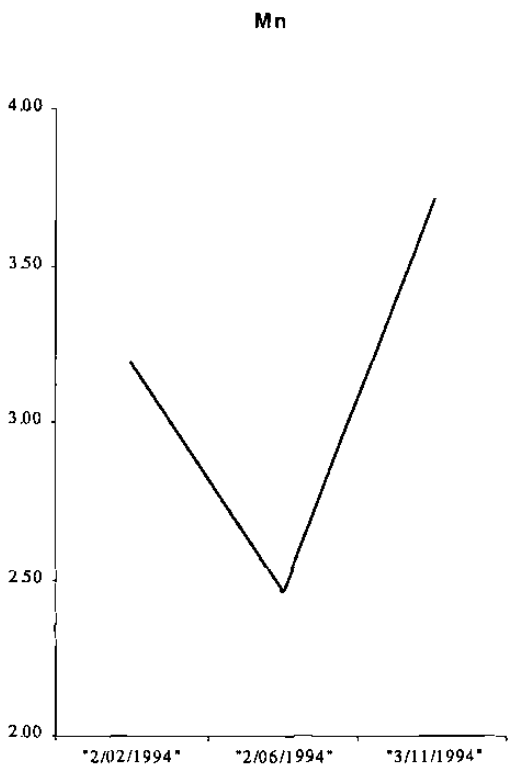
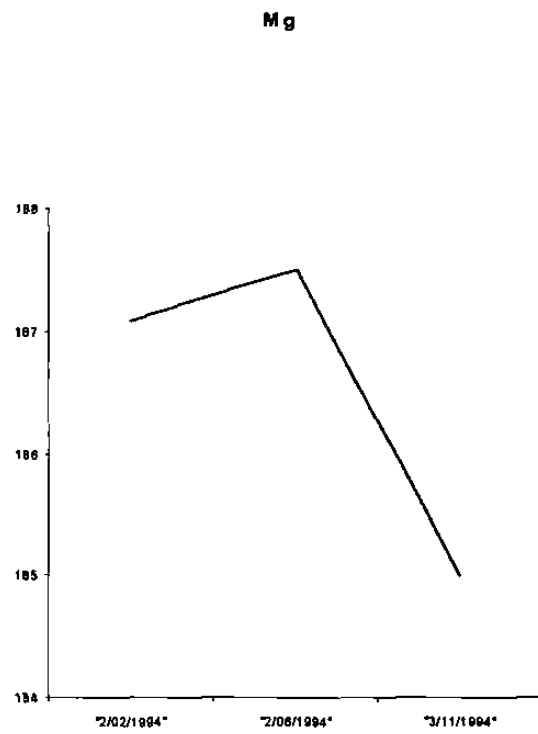
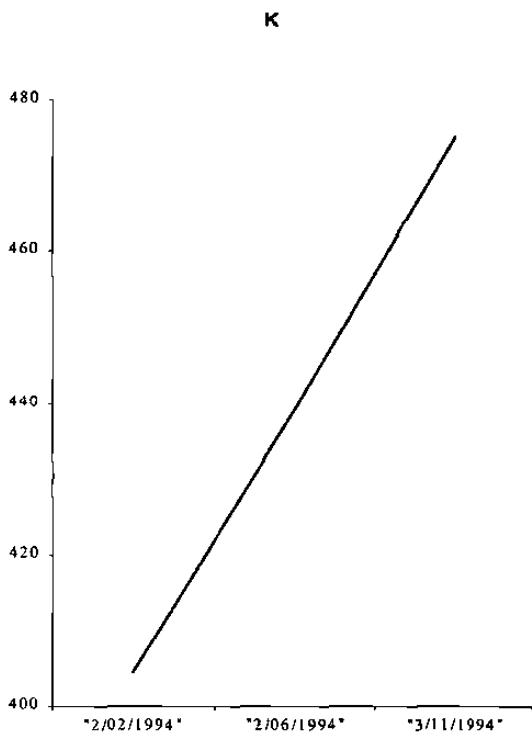


Ph



P





5.- DISCUSIONES

5.1.- Discusiones del componente forestal

5.1.2.- Considerando a da10 como variable independiente y al forraje como la variable dependiente, de la leucaena

Respecto al coeficiente de correlación muestral, r , con un valor de 0.7791 se obtiene para entender el comportamiento de las variables analizadas respecto a su grado de asociación o su relación entre sí, esto quiere decir que bien puede aumentar el da10 y aumenta el forraje, con valor obtenido observamos que las variables presentan una relación positiva, se observa que la variación del forraje es explicada por la variación del da10, cuando fue aplicado el modelo potencial (tabla 2) pues es el que permite tener un valor numérico mayor respecto a los modelos probados, el coeficiente de correlación de acuerdo a la clasificación propuesta por Navar (1993), se considera como una relación **moderada** ($0.5 < r > 0.8$) entre las variables. Este valor nos guía para obtener un cierto grado de exactitud en la predicción de forraje, Glumac *et al.* (1987), esta predicción es atribuible a que el coeficiente de correlación depende de la cercanía en una línea obtenida en el proceso estadístico del da10 y el forraje, finalmente el r obtenido es bien válido pues las observaciones analizadas fueron obtenidas aleatoriamente como lo manifiesta Kennedy *et al.* (1982).

Es importante destacar que para este caso el valor del error muestral, S_x , de 0.7260 es el menor valor respecto al mejor modelo considerando que entre más pequeño sea mayor grado de exactitud o asociación presentan los resultados analizados. En la figura 1, se podrá observar el comportamiento de la curva predicha respecto a las observaciones obtenidas

Estas variables han sido sujetas de estudio porque esta planta presenta un potencial dentro del sistema agroforestal como una planta productora de forraje, Felker *et al.* (1991), Hinojosa (1989), para consumo animal o bien la incorporación del mismo al suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas lo que traería por consecuencia sostener la productividad del sitio, Matthews *et al.* (1992), por otra parte, señala que es una planta leguminosa misma que a través de la asociación simbiótica en sus nódulos permite la fijación del nitrógeno atmosférico al suelo, tal como lo encontraron Budelman (1989), Palada (1992).