

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**ESTUDIO FENOLOGICO Y DE CRECIMIENTO DE ONCE ESPECIES  
LEÑOSAS DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN  
LINARES, NUEVO LEON, MEXICO**

**TESIS DE MAESTRIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES** ®

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**PRESENTA:**

**BIOL. LAURA CRISTINA GARCIA ALANIS**

**LINARES, N.L.**

**SEPTIEMBRE DE 1997**

TM

Z5991

FCF

1997

G3



1020120181



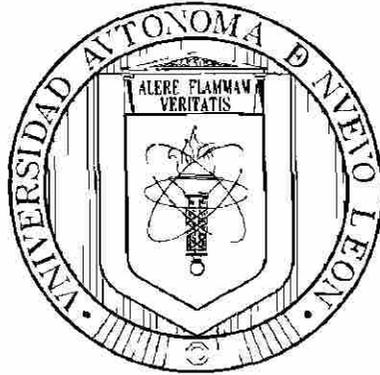
# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**ESTUDIO FENOLOGICO Y DE CRECIMIENTO DE ONCE ESPECIES  
LEÑOSAS DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN  
LINARES, NUEVO LEON, MEXICO**

**TESIS DE MAESTRIA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**PRESENTA:**

**BIOL. LAURA CRISTINA GARCÍA ALANÍS**

**LINARES, N.L.**

**SEPTIEMBRE DE 1997**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESTUDIO FENOLOGICO Y DE CRECIMIENTO DE ONCE ESPECIES LEÑOSAS  
DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN LINARES, NUEVO LEON,  
MEXICO.**

**TESIS DE MAESTRIA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA:**

**BIOL. LAURA CRISTINA GARCIA ALANIS**

**COMISIÓN DE TESIS**



UANL

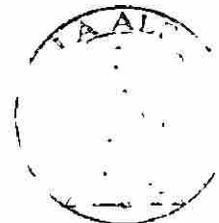
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**Dr. César M. Cantú Ayala  
Presidente**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Dr. Oscar A. Aguirre Calderón  
Secretario**

**Dr. Javier Jiménez Pérez  
Vocal**



**LINARES, N.L.**

**SEPTIEMBRE DE 1997**

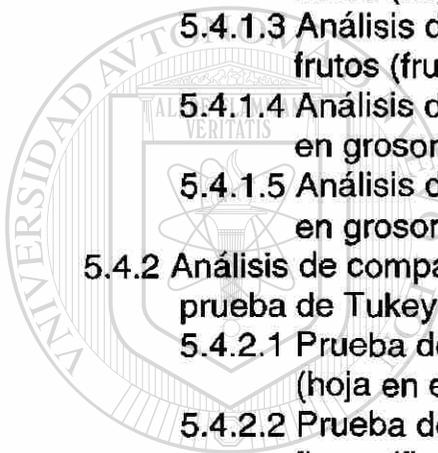
**FONDO TESIS**

## INDICE

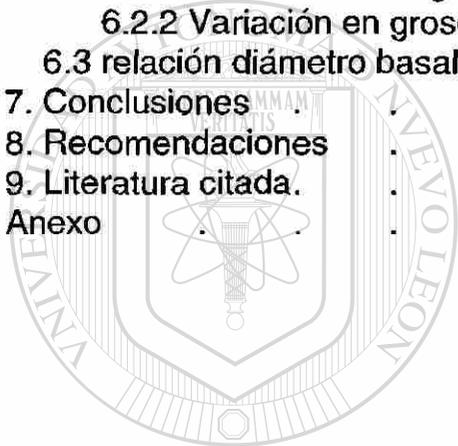
	Página
Dedicatoria . . . . .	i
Agradecimientos . . . . .	ii
Resumen . . . . .	iii
Summary . . . . .	iv
Indice de Tablas . . . . .	v
Indice de Figuras . . . . .	ix
1. Introducción . . . . .	1
2. Objetivos . . . . .	3
2.1 Objetivo General . . . . .	3
2.2 Objetivos Particulares . . . . .	3
3. Antecedentes . . . . .	4
3.1 Fenología: conceptos, historia y terminología . . . . .	4
3.2 Estudios relacionados a la fenología . . . . .	5
3.3 Crecimiento radial: definiciones y descripción del microdendrómetro . . . . .	11
3.4 Estudios relacionados al crecimiento radial del tallo . . . . .	12
3.5 Estudios relacionados al diámetro y altura . . . . .	14
3.6 Descripción botánica de las especies estudiadas . . . . .	16
4. Material y Método . . . . .	21
4.1 Descripción del área de estudio . . . . .	21
4.1.1 Localización . . . . .	21
4.1.2 Topografía . . . . .	22
4.1.3 Clima . . . . .	22
4.1.4 Suelo . . . . .	23
4.1.5 Vegetación . . . . .	24
4.2 Metodología . . . . .	24
4.2.1 Selección de las especies e individuos . . . . .	24
4.2.2 Lista de las especies seleccionadas para el estudio . . . . .	25
4.2.3 Trabajo de campo y de escritorio . . . . .	25
4.2.3.1 Registro de los datos climáticos . . . . .	27
4.2.3.2 Registro y análisis de los datos fenológicos . . . . .	27
4.2.3.3 Registro y análisis de los datos de crecimiento . . . . .	28
4.2.3.4 Medición y análisis de los árboles muestra en relación al diámetro basal y altura total . . . . .	29
5. Resultados . . . . .	32



5.1 Etapas fenológicas . . . . .	31
5.2 Porcentaje de carga foliar, flor abierta y fruto maduro . . . . .	34
5.3 Descripción del crecimiento radial de las once especies estudiadas . . . . .	36
5.4 Análisis estadístico de las 11 especies y las fechas de muestreo . . . . .	39
5.4.1 Análisis de varianza con mediciones repetidas . . . . .	39
5.4.1.1 Análisis de varianza para la carga foliar (hoja en estado maduro) . . . . .	39
5.4.1.2 Análisis de varianza para la carga de flores (hoja en la etapa abierta) . . . . .	40
5.4.1.3 Análisis de varianza para la carga de frutos (fruto en estado maduro) . . . . .	41
5.4.1.4 Análisis de varianza para la variación en grosor . . . . .	42
5.4.1.5 Análisis de varianza para el crecimiento en grosor . . . . .	43
5.4.2 Análisis de comparación de medias con la prueba de Tukey (95%) . . . . .	44
5.4.2.1 Prueba de medias para la carga foliar (hoja en estado maduro) . . . . .	44
5.4.2.2 Prueba de medias para la carga de flores (flor en estado abierto) . . . . .	45
5.4.2.3 Prueba de medias para la carga de frutos (fruto en estado maduro) . . . . .	48
5.4.2.4 Prueba de medias para la variación en grosor . . . . .	48
5.4.2.5 Prueba de medias para el crecimiento en grosor . . . . .	48
5.4.3 Análisis de Autoregresión. . . . .	52
5.4.3.1 Análisis autorregresivo para la carga foliar (hojas en estado maduro) . . . . .	52
5.4.3.2 Análisis autorregresivo para la carga de flores (flor en estado abierto) . . . . .	54
5.4.3.3 Análisis autorregresivo para la carga de frutos (fruto en estado maduro) . . . . .	55
5.4.3.4 Análisis autorregresivo para la variación en grosor . . . . .	56
5.4.3.5 Análisis autorregresivo para el crecimiento en grosor . . . . .	57



5.5 Relación diámetro basal y altura total en 4 especies de estudio . . . . .	59
5.5.1 Análisis de regresión en <i>Acacia farnesiana</i> . . . . .	59
5.5.2 Análisis de regresión en <i>Pithecellobium ebano</i> . . . . .	60
5.5.3 Análisis de regresión en <i>Pithecellobium pallens</i> . . . . .	61
5.5.4 Análisis de regresión en <i>Prosopis laevigata</i> . . . . .	62
6. Discusión. . . . .	64
6.1 Fenología . . . . .	64
6.1.1 Fenología de foliación . . . . .	65
6.1.2 Fenología de floración . . . . .	67
6.1.3 Fenología de fructificación . . . . .	70
6.2 Crecimiento radial . . . . .	72
6.2.1 Crecimiento en grosor . . . . .	73
6.2.2 Variación en grosor . . . . .	77
6.3 relación diámetro basal y altura total . . . . .	79
7. Conclusiones . . . . .	82
8. Recomendaciones . . . . .	83
9. Literatura citada. . . . .	85
Anexo . . . . .	xx



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

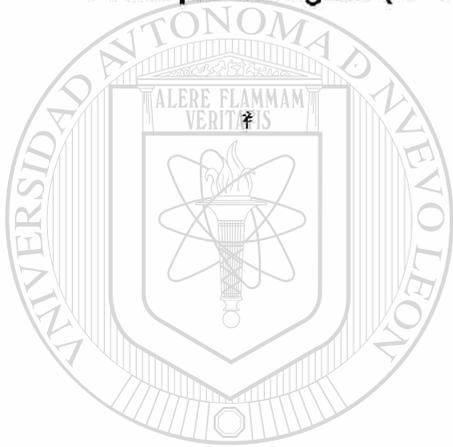


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LISTA DE TABLAS

	Página
1. Lista de especies seleccionadas para el estudio . . . . .	25
2. Especies seleccionadas para la relación diámetro- altura . . . . .	27
3. Formato de campo para los datos fenológicos y de crecimiento radial en 11 especies de estudio . . . . .	28
4. Modelos matemáticos seleccionados para la relación diámetro-altura . . . . .	30
5. Análisis de varianza con mediciones repetidas para carga foliar entre las especies estudiadas . . . . .	40
6. Análisis de varianza con mediciones repetidas para flor abierta entre las especies estudiadas . . . . .	41
7. Análisis de varianza con mediciones repetidas para fruto maduro entre las especies estudiadas . . . . .	42
8. Análisis de varianza con mediciones repetidas para variación en grosor entre las especies estudiadas . . . . .	43
9. Análisis de varianza con mediciones repetidas para crecimiento en grosor entre las especies estudiadas . . . . .	44
10. Comparación de Medias para carga foliar en relación a las fechas de muestreo. Prueba Tukey (95%) . . . . .	46
11. Comparación de Medias para flor abierta en relación a las fechas de muestreo. Prueba Tukey (95%) . . . . .	47
12. Comparación de Medias para fruto maduro en relación a las fechas de muestreo. Prueba Tukey (95%) . . . . .	49
13. Comparación de Medias para variación en grosor en relación a las fechas de muestreo. Prueba Tukey (95%). . . . .	50
14. Comparación de Medias para crecimiento en grosor en relación a las fechas de muestreo. Prueba Tukey (95%) . . . . .	46
15. Lista de variables físicas y biológicas para el análisis de autoregresión . . . . .	53
16. Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para el porcentaje carga foliar en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001***; < .01**; < .05*) . . . . .	54
17. Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para el porcentaje carga de flores (flor abierta) en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001***; < .01**; < .05*) . . . . .	54
18. Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para el porcentaje de fruto maduro en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001***; < .01**; < .05*) . . . . .	56
19. Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para	

variación en grosor en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001***; < .01**; < .05*)	57
20. Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para crecimiento en grosor en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001***; < .01**; < .05*)	58
21. Índices estadísticos de los modelos de regresión para <i>Acacia farnesiana</i> (n= 118)	59
22. Índices estadísticos de los modelos de regresión para <i>Pithecellobium ebano</i> (n= 132)	60
23. Índices estadísticos de los modelos de regresión para <i>Pithecellobium pallens</i> (n= 120)	61
24. Índices estadísticos de los modelos de regresión para <i>Prosopis laevigata</i> (n= 82)	62



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



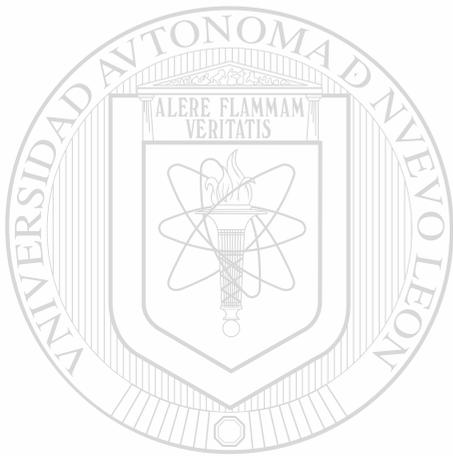
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1.1 <i>Acacia farnesiana</i> . . . . .	XX
1.2 <i>Acacia wrightii</i> . . . . .	XX
1.3 <i>Bumelia celastrina</i> . . . . .	XX
1.4 <i>Celtis pallida</i> . . . . .	XX
1.5 <i>Condalia hookeri</i> . . . . .	XX
1.6 <i>Diospyros texana</i> . . . . .	XX
1.7 <i>Gochnatia hypoleuca</i> . . . . .	XX
1.8 <i>Helietta parvifolia</i> . . . . .	XX
1.9 <i>Pithecellobium ebano</i> . . . . .	XX
1.10 <i>Pithecellobium pallens</i> . . . . .	XX
1.11 <i>Prosopis laevigata</i> . . . . .	XX
12. Localización del área de estudio . . . . .	21
13. Diagrama ombrotérmico de la estación climatológica del Campus Universitario, Linares, N.L. . . . .	23
14. Localización de los sitios de muestreo . . . . .	26
2.15 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Acacia farnesiana</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.16 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Acacia wrightii</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.17 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Bumelia celastrina</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.18 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Celtis pallida</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.19 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Condalia hookeri</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.20 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Diospyros texana</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.21 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Gochnatia hypoleuca</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.22 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Helietta parvifolia</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.23 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Pithecellobium ebano</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.24 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Pithecellobium</i> <i>pallens</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
2.25 Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de <i>Prosopis laevigata</i> en sus diferentes fases . . . . .	XX
3. 26 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Acacia farnesiana</i> . . . . .	XX
3. 27 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta	

y fruto maduro en <i>Acacia wrightii</i> . . . . .	XX
3. 28 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Bumelia celastrina</i> . . . . .	XX
3. 29 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Celtis pallida</i> . . . . .	XX
3. 30 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Condalia hookeri</i> . . . . .	XX
3. 31 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Diospyros texana</i> . . . . .	XX
3. 32 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Gochnatia hypoleuca</i> . . . . .	XX
3. 33 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Helietta parvifolia</i> . . . . .	XX
3. 34 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Pithecellobium ebanum</i> . . . . .	XX
3. 35 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Pithecellobium pallens</i> . . . . .	XX
3. 36 Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en <i>Prosopis laevigata</i> . . . . .	XX
4. 37 Patrón de crecimiento radial de <i>Acacia farnesiana</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 38 Patrón de crecimiento radial de <i>Acacia wrightii</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 39 Patrón de crecimiento radial de <i>Bumelia celastrina</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 40 Patrón de crecimiento radial de <i>Celtis pallida</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 41 Patrón de crecimiento radial de <i>Condalia hookeri</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 42 Patrón de crecimiento radial de <i>Diospyros texana</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 43 Patrón de crecimiento radial de <i>Gochnatia hypoleuca</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 44 Patrón de crecimiento radial de <i>Helietta parvifolia</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX
4. 45 Patrón de crecimiento radial de <i>Pithecellobium ebanum</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor. . . . .	XX
4. 46 Patrón de crecimiento radial de <i>Pithecellobium pallens</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor. . . . .	XX
4. 47 Patrón de crecimiento radial de <i>Prosopis laevigata</i> expresado a través del crecimiento y variación en grosor . . . . .	XX

48. Relación diámetro basal y altura total en <i>Acacia farnesiana</i> .	
Modelo: polinomial de 2do. grado . . . . .	60
49. Relación diámetro basal y altura total en <i>Pithecellobium ebano</i> .	
Modelo: polinomial de 2do. grado . . . . .	61
50. Relación diámetro basal y altura total en <i>Pithecellobium pallens</i> .	
Modelo: polinomial de 2do. grado . . . . .	62
51. Relación diámetro basal y altura total en <i>Prosopis laevigata</i> .	
Modelo: polinomial de 2do. grado . . . . .	63



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1. INTRODUCCION

Una gran parte del territorio mexicano está ocupado por el sistema ecológico matorral xerófilo, cubriendo no menos del 40% del total de extensión del país (Rzedowski, 1978). Dentro de esta gran categoría se ubica el matorral espinoso tamaulipeco, el cual se describe como un sistema ecológico de gran diversidad florística, con especies de presencia relativamente altas y espinosas (Muller, 1947).

El matorral espinoso tamaulipeco se distribuye en el noreste de México y sur de Texas, cubriendo aproximadamente 200,000 km<sup>2</sup> (Jurado y Reid, 1989). Este sistema ecológico es utilizado para una gran diversidad de fines sobre todo el silvopastoril, en donde la influencia antropogénica ha marcado distintas pautas de aprovechamiento, tales como en la producción de forraje, leña, estantería, uso maderable, materiales para construcción, alimento humano y medicina tradicional; así como la extracción selectiva de especies, provocando de esta forma erosión, destrucción y/o transformación de amplias áreas del matorral (Foroughbakhch y Heiseke, 1990).

Es indudable, que estas acciones se deben a la falta de conocimiento acerca de los patrones de crecimiento de las especies forestales utilizadas, es por ello que muchas zonas forestales se siguen utilizando principalmente con propósitos agrícolas y/o ganaderos, cuyos rendimientos económicos son a corto plazo debido al empobrecimiento de los suelos.

El conocer de manera integral los procesos biológicos como reproducción, crecimiento, nutrición, etc; son básicos para comprender la dinámica de regeneración, sucesión y evolución de los ecosistemas forestales, para de esta forma, aplicar adecuadamente las técnicas y principios destinados al manejo, mejoramiento y aprovechamiento de los recursos forestales (Niembro, 1986).

Los organismos superiores presentan una gran diversidad de eventos biológicos durante su ciclo de vida, los cuales varían en función a los patrones climáticos y comportamiento. A la vez, es fundamental combinar los factores ambientales que afectan el desarrollo de una determinada población, por lo cual se hace más eficiente si se mide el resultado de todos estos factores interactuantes, es decir, seguir todo el desarrollo fenológico de los individuos en la población.

Es por lo anterior que se hace necesario el obtener información sobre la dinámica de crecimiento radial de árboles individuales, lo que representa particular importancia dentro del manejo forestal, ya que con ello se puede determinar las épocas propicias para efectuar actividades silvícolas; además, de contribuir en la elaboración de modelos de simulación de crecimiento de árboles y rodales (Aguirre, 1992).

El presente trabajo se concibió con el fin de determinar los patrones de crecimiento y desarrollo de estructuras como hojas, flores y frutos, además del crecimiento radial de once especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco, relacionando dichos patrones de crecimiento con algunas variables climáticas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Contribuir al conocimiento de los eventos fenológicos de hoja, flor, fruto y crecimiento radial, así como a la relación que existe entre diámetro y altura de 11 especies leñosas (*Acacia farnesiana*, *A. wrightii*, *Bumelia celastrina*, *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Diospyros texana*, *Gochnatia hypoleuca*, *Helietta parvifolia*, *Pithecellobium ebano*, *P. pallens* y *Prosopis laevigata*) del matorral espinoso tamaulipeco en Linares, N.L.

### 2.2 Objetivos particulares

- Caracterizar los diferentes eventos fenológicos de: foliación, floración y fructificación de 11 especies leñosas del matorral de Linares, N.L., en relación a las condiciones climáticas locales.

- Describir la dinámica de crecimiento radial de 11 especies leñosas del matorral de Linares, N.L. en relación a los factores climáticos.

---

- Relacionar el diámetro basal y altura de la planta mediante tres modelos matemáticos en 4 especies leñosas (*Acacia farnesiana*, *Pithecellobium ebano*, *P. pallens* y *Prosopis laevigata*) del matorral de Linares, N.L.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Fenología: conceptos, historia y terminología

La fenología se define como la descripción de las fases del crecimiento y desarrollo de plantas y animales en su ocurrencia a través de su ciclo de vida, Bello (1983). Asimismo, Young (1991) la define como el estudio de la relación de un fenómeno biológico con el clima. Krebs (1985) menciona que la fenología es el estudio de los fenómenos periódicos (estacionales) de la vida animal y vegetal y sus relaciones con el clima.

Bello (*op cit.*) menciona que las observaciones y calendarios fenológicos fueron usados en agricultura hace aproximadamente 1,000 años en China y Roma. El botánico sueco Carolius Linnaeus (1751) estableció métodos para la correcta ordenación de las observaciones anuales citando la época del brote vegetativo, floración, fructificación y caída de hojas. Pero no fue sino hasta la mitad del siglo XIX que el término fenología, se empezó a manejar como tal, habiendo sido propuesto por el botánico belga Charles Morren (1859-1860), considerado como el padre de la fenología.

Bello (*op cit.*) en el mismo estudio define algunos términos relacionados con la fenología que a continuación se describen: "fenofase", es cada fase distinta dentro del ciclo de vida de una especie; "fenodinámica", es la forma en que ocurre la fenofase a lo largo del año; "fenogramas", es la contabilidad en porcentaje de especies en una comunidad que inicia una fenofase dada; "espectro fenológico", es la elaboración de la fenodinámica para cada especie en una comunidad o su presentación en tablas o gráficas comparativas.

### 3.2 Estudios relacionados a la fenología

Dada la escasa información referente a estudios fenológicos de las especies de zonas semiáridas, se consideraron otros trabajos que contemplan especies y comunidades distintas al área de estudio.

Gill y Tomlinson, (1971 en Bormann y Berlyn, 1983) en un estudio de manglar en un clima estacional al sur de Florida, USA; mencionan que la tasa promedio de producción de hojas fluctúa por períodos, siendo más alta en verano cálido y más bajo en el invierno frío. En cuanto a producción de flores, frutos y semillas, ellos señalaron que existieron fluctuaciones con un retraso determinado por un período de tiempo, y este es más largo si sucede durante el invierno.

Medway, (1972 en Bormann y Berlyn, 1983) dio algunas indicaciones sobre la diversidad de los eventos fenológicos de la copa del árbol, esto lo presentó en un estudio con 45 especies realizado en una comunidad forestal en Malasia, durante 1960 a 1969. Dicho autor anotó los siguientes tipos: (1) crecimiento continuo ocurrido en 3 especies; (2) anuales (pero frecuentemente con distintos períodos de actividad en diferentes años) presentándose en 21 especies; (3) bianuales irregulares en 5 especies; (4) caducifolias anuales en 4 especies; (5) caducifolias de 6 meses en una especie; y (6) caducifolias irregulares con una especie. Además mencionó que la comunidad estudiada siguió un patrón fenológico de año en año en un período regular de estaciones.

Haas *et al* (1973) presentaron dentro del capítulo del crecimiento y desarrollo del mezquite resultados sobre el ciclo de vida mostrándolo en tres etapas distintas: germinación y desarrollo de la plántula, planta juvenil y planta madura. Los mismos autores mencionaron que el mezquite pudo germinar bajo condiciones totalmente áridas y llegar a establecerse bajo temperaturas óptimas; las plantas juveniles fueron capaces de reproducirse vegetativamente si fueron dañadas; así también

comentan que el ciclo anual de una planta madura fue regulada por las condiciones climáticas.

Solbrig y Cantino (1975) en un estudio que llevaron a cabo sobre adaptaciones reproductivas en *Prosopis chilensis* y *P. velutina*; efectuando las observaciones durante 2 años, en dos sitios distintos: Catamarca, Argentina y Tucson, Arizona respectivamente; registrando patrones de floración, fructificación y producción de hojas. Los autores antes mencionados señalan que la iniciación de las hojas en *P. chilensis* empezó en septiembre, después de las lluvias, luego se presentó un cese y continuó la caída de hojas en abril y mayo. Con respecto a la floración en dicha especie, estos autores comentan que ocurrió en un sólo período al año (octubre y noviembre), y los frutos extendieron su maduración a finales de diciembre. Referente a la iniciación de las hojas en *P. velutina* estos autores mencionan que comenzó de marzo hasta mayo, declinándose a finales de julio, la floración se presentó en mayo y la producción de frutos en junio y julio.

Montoya y Meson (1982) dentro de un trabajo referente a la intensidad y efectos de la influencia del arbolado de las dehesas (potreros) sobre la fenología y composición específica del sotobosque, ellos mencionan que la presencia del árbol impuso variaciones importantes en la fenología de las especies presentes cerca de éste.

Allue (1983) realizó un estudio con *Colutea arborescens* sobre aspectos ecológicos, fenológicos y biométricos. Este autor trabajó con plantas que proceden de semillas colectadas del monte "El Carrascal" de Agenda del Rey, España, siendo una especie que se desarrolló con cierta amplitud climática. Los resultados determinaron que la iniciación de la floración correspondió con la acción conjunta de las precipitaciones primaverales, siendo la máxima floración en verano, simultáneamente con la iniciación de los frutos; ésta se produjo a finales de mayo y alcanzó su máximo a finales de junio y principios de julio, coincidiendo con el elevado rango de temperaturas estivales, cuya prolongación ocasionó la caída lenta de los frutos que después continuó en invierno.

Estrada y Alanís (1987) en un estudio sobre la fenología de algunas plantas del Jardín Botánico "Efraín Hernández X." en Linares, N. L.; describieron el ciclo reproductivo de 6 especies: *Bernardia myricaefolia*, *Eysenhardtia polystachya*, *Pithecellobium pallens*, *Acacia rigidula*, *Cordia boissieri* y *Zanthoxylum fagara*; cuantificando el promedio de producción de frutos y semillas por especie.

Bracho y Puig (1987) realizaron un trabajo sobre producción de hojarasca y fenología de 8 especies del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas durante dos años (1981-1983). Los autores estimaron la productividad en el bosque de 7.3 ton/ha/año; la caída de hojas en 5.6 ton/ha/año; para flores 0.093 ton/ha/año y 0.82 ton/ha/año en frutos. Los mismos autores mencionan a *Quercus sartorii*, *Q. germana* y *Liquidambar styraciflua*, como las especies que contribuyeron grandemente con el total de la productividad de hojas, flores y frutos de este bosque.

Nilsen *et al* (1987) efectuaron observaciones cuantitativas fenológicas en *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* en el Desierto Sonorense en California, de 1980 a 1983; mostrando que la producción de hojas y elongación de renuevos fue rápida (arriba de 28 hojas/semana) y de corta duración (1-3 semanas). La floración y producción de vainas ocurrió en los meses de primavera.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Castañeda (1988) realizó un estudio específicamente con frutos en 44 especies dentro de un área de 40 ha del matorral espinoso tamaulipeco en el Campus Linares de la UANL. El autor siguió durante 12 meses el desarrollo de los frutos, es decir, observó el crecimiento, la cantidad y biomasa de frutos. Asimismo, los clasificó por su síndrome de dispersión en base a las características de color, peso y morfología; encontrando que la mayoría de las especies presentan los frutos son bayas y drupas dispersados por aves y mamíferos respectivamente. Dicho autor menciona además, que los períodos óptimos de producción de frutos ocurrieron después de las lluvias (en mayo y en septiembre).

Cantú (1989) en un estudio referente a la entomofauna espermatófila de *Prosopis laevigata* y *P. glandulosa* var. *torreyana* en Nuevo León, realizó un registro fenológico reproductivo en ambas especies, muestreando en Linares y China, N.L. e Hidalgo, Tam. Las observaciones fueron realizadas cada 15 días, durante 1985 y 1986. Dentro de los resultados se apunta que la duración desde la formación de los flores hasta la caída de los frutos maduros fue de aproximadamente 110 días. Además, que una inflorescencia de mezquite produjo un promedio de 273.6 flores, de las cuales al final del período de fructificación, sólo formaron 1.3 frutos maduros. La época de floración de las plantas de mezquite en Linares inició a principios de marzo, presentando un sólo período de floración al año.

Juárez *et al* (1989) realizaron observaciones de 70 especies forestales tropicales ubicadas en 68 géneros y 33 familias; de éstas, 32 son perennifolias y 36 caducifolias. Estas especies fueron agrupadas en un calendario fenológico, indicando los meses en donde las especies se encuentran sin hojas, con hojas tiernas, maduras, botones florales, plena floración, frutos desarrollados y plena fructificación.

Prieto y Quiñones (1989) estudiaron las etapas fenológicas de dos especies económicamente importantes en el Salto, Pueblo Nuevo, Durango. Los autores indican que el crecimiento vegetativo en *Pinus durangensis* inició en marzo y *Pinus cooperi* en abril, finalizando para ambas especies en verano. La fase de maduración de la floración masculina y femenina ocurrió a principios de abril en *P. durangensis* y a finales de abril en *P. cooperi*.

Cantú (1990) desarrolló un estudio sobre la fenología de floración y fructificación del mezquite (*Prosopis laevigata*) en N.L.; elaborando una tabla de vida para inflorescencias e infrutescencias de esta especie de estudio. El mismo autor menciona que la etapa final de floración se presentó a principios de mayo, registrándose la pérdida de flores (96.2%) por la abscisión natural de la planta, por las intensas lluvias primaverales, así como por el ataque de insectos. Con respecto al período de

fructificación, el autor señala que de las 1,000 infrutescencias muestreadas originalmente, se desarrollaron un total de 203 frutos con 3,007 semillas.

Cerderia *et al* (1990) efectuaron un estudio fenológico durante 2 años, con 28 especies de árboles en un bosque templado de la montaña de Japi en Brasil. Estos investigadores indican que las especies estudiadas mostraron una sola floración y fructificación anual, observando distintas variaciones en la duración e intensidad de estas etapas, además correlacionaron los eventos con los niveles de precipitación.

Cerderia y Leitaó-Filho (1990) estudiaron las estrategias fenológicas de 16 especies de árboles que existen en el bosque mesófilo en la Montaña de Japi, Brasil, durante 1 año, señalando que las fases de foliación, defoliación y floración, ocurrieron en corto tiempo y sincronizadamente. También mencionan que las etapas de floración y fructificación en estas especies fueron de tipo anual y bianual.

Jones *et al* (1991) investigaron la fenología y ecología de *Cienfuegosia intermedia* en el estado de San Luis Potosí, describiendo las etapas fenológicas a intervalos de 3 a 4 semanas, de abril a diciembre 1986 y abril a diciembre 1987. Los resultados mostraron que en la estación seca (de enero hasta abril) el porcentaje de yemas y flores fue relativamente bajo y hubo reducción en hojas en dicha estación. Después de las primeras lluvias del año de mayo a julio, el crecimiento vegetativo y reproductivo se incrementó rápidamente. La proporción de floración y fructificación de dicha especie se elevó brevemente a finales de octubre, seguido del segundo período de lluvias.

Sánchez *et al* (1991) con material vegetal de *Opuntia joconostle*, procedente de San Martín de las Pirámides, estado de México, estudiaron a través de un año (1988 y 1989), la fenología del período reproductivo, crecimiento y rendimiento de frutos y cladodios por planta. Los resultados indicaron que las fases fenológicas sucedieron de manera continua durante todo el año, con traslape, alargamiento y bajo grado de sincronía.

Mencionan que la duración del período reproductivo fue de 16 meses, cuyo brote floral se inició en enero y la maduración en abril del siguiente año.

Sedgley *et al* (1991) efectuaron un estudio sobre la fenología de *Acacia mangium* y *A. auriculiformis* en Australia y Malasia durante 1987 a 1989 y 1989 a 1991 respectivamente; los árboles de las dos especies fueron observadas a intervalos de 15 días. Los autores indican que el período máximo de floración para ambas especies en Australia fue de marzo a mayo, con la maduración del fruto de octubre hasta abril, también mencionan que las dos especies observadas en Malasia, mostraron alta fertilidad respecto a los observados en Australia; esto debido al alto número de flores y al frecuente período de floración.

Acciaresi *et al* (1993) evaluaron la biomasa aérea, la fenología y la producción de semillas del componente pascícola de Sistemas Silvopastorales, de la Pampa Deprimida ubicada al Centro-Este de la provincia de Buenos Aires en Argentina. Los autores hacen notar, un atraso de 15 días en relación a la floración de las especies forrajeras bajo sistemas silvopastorales a lo largo de su ciclo. Con respecto a la producción de semilla, ésta fue de 67% en los individuos de 2 años y un 73% en los individuos de 6 años.

Albert *et al* (1993) llevaron a cabo un estudio fenológico y de estructura floral de *Trichilia havanensis*, observando las fenofases semanalmente en 10 individuos de dicha especie durante 5 años (1985-1989), estas plantas se localizan en el parque Metropolitano de la Habana Cuba. Los autores señalan que la especie se considera siempreverde (perennifolia), ya que la pérdida de sus hojas no rebasó el 20% del total del follaje. Los mismos autores encontraron una gran sincronización en la floración de esta especie entre los meses de enero y abril.

Smith-Ramírez y Armesto (1994) realizaron un estudio en relación a los patrones de floración y fructificación en 61 especies leñosas nativas

en el bosque templado lluvioso de la isla Chiloé en Chile. Las observaciones las efectuaron durante 2 años, evaluando los efectos climáticos (temperatura y precipitación) y ecológicos (polinización y modo de dispersión) para predecir la tendencia fenológica en dicho bosque. Ellos demostraron que hubo patrones unimodales que se establecieron para floración y fructificación entre las especies de la comunidad estudiada, sólo algunas de estas especies tuvieron tendencias bimodales. Así también marcan que algunas especies producen flores y frutos en todo el año; sin embargo, la floración fue concentrada en primavera y verano y la fructificación fue menos periódica.

### **3.3 Crecimiento radial del tallo: definiciones y descripción del microdendrómetro**

Para evaluar el crecimiento radial, Kättsch y Aguirre (1992) señalan que existen fundamentalmente dos tipos de parámetros: la "variación en grosor", el cual se obtiene calculando la diferencia que existe entre valores de mediciones realizadas en fechas distintas; mientras que el "crecimiento en grosor", se obtiene restando el valor correspondiente a la primera medición (la primera fecha de muestreo), con los obtenidos en fechas de mediciones posteriores.

En cuanto a la evolución que han tenido los aparato que miden el crecimiento radial, los mismos autores indican que a fines del siglo XIX, el crecimiento radial sólo se medía con cintas métricas, lo cual no registraba variaciones a corto tiempo. Luego surgió el "reloj de incremento" desarrollado por Pfister en (1880), fue el primer dendrómetro para mediciones precisas de crecimiento del diámetro. Sin embargo, la desventaja de este aparato es que no registraba "incrementos negativos", además los crecimientos positivos no los marcaba en forma continua, sino en valores discretos.

En el año 1890, Friedrich desarrolló distintos aparatos para medir la circunferencia del fuste, uno de ellos fue el dendrógrafo que transfería

de forma escrita las variaciones. Liming (1957) construyó un dendrómetro, que consta de una cinta de acero con graduación, que finalmente no cumplió con las condiciones requeridas ya que no siempre se pudo registrar las variaciones. También Weihe (1968) empleó cintas de medición sólo que éstas eran de material sintético, es decir, no sensibles a la temperatura.

En la Unión Americana, Reinecke (1932) desarrolló un dendrómetro, con el cual se pudo registrar variaciones en el radio de los árboles con un "indicador de una aguja" y con un dispositivo que se inserta a la madera. Posteriormente, Arnberg proporcionó un cuerpo especial al "indicador de aguja", con el fin de facilitar y evitar errores en las mediciones, desarrollándose por lo tanto el microdendrómetro de Arnberg. Más recientemente surgieron instrumentos con métodos eléctricos o procesamientos ópticos, cuya la precisión se incrementó a 1/1000 mm. Finalmente existen aparatos que trabajan con electricidad, que además registran variaciones en cualquier momento, y al mismo tiempo los datos son transportados en computadoras.

### **3.4 Estudios relacionados al crecimiento radial del tallo**

---

Los trabajos referidos a la dinámica del crecimiento radial son escasos en la literatura revisada y más aún en especies leñosas de zonas áridas o semiáridas.

Coster, 1928 (en Bormann y Berlyn 1983) realizó un estudio sobre la periodicidad de la actividad del cambium y su influencia en la estructura leñosa de los árboles tropicales. Este autor menciona que el inicio del crecimiento en grosor es promovido por sustancias o influencias transportadas a la corteza, originándose en los órganos de desarrollo, después de un período de descanso.

Cabral y Treviño (1989) estudiaron el efecto de corte en la dinámica de crecimiento de especies de uso múltiple del matorral

espinoso tamaulipeco en el noreste de México; explicando mediante una gráfica el incremento en diámetro de 4 especies: *Acacia berlandieri*, *Diospyros texana*, *Helietta parvifolia* y *Pithecellobium pallens*. La especie que obtuvo el mayor incremento al aplicarle el tratamiento en cortes fue *Diospyros texana*; mientras que en *Pithecellobium pallens* y *Helietta parvifolia*, se observó menor crecimiento.

Heiseke y Foroughbakhch (1990) evaluaron dos comunidades de matorral en la región de Linares: "matorral de planicie" y "matorral de la loma", estimando el incremento de 4 especies, a través del análisis de los anillos de crecimiento como "incremento medio anual" del diámetro a la altura de pecho (DAP), registrando un promedio general de 0.4 cm/año en la planicie y 0.2 cm/año en la loma; por lo cual, ellos mencionan para que un árbol alcance un DAP de 6.5 cm deben transcurrir 16 años en la planicie y 32 años en la loma.

Aguirre (1992) realizó una investigación respecto al crecimiento radial de diversas especies forestales de los géneros de *Pinus*, *Juniperus* y *Quercus*, en el bosque-escuela de la UANL, en Iturbide, N.L. tanto en la exposición Norte como en el Sur. El autor mencionó que el crecimiento radial es mayor en *Quercus*, continuando *Juniperos* y *Pinus* en orden de importancia, señaló también que los árboles de la exposición norte con diámetro mayor a 25 cm exhibieron un período de crecimiento más largo y mayor al de los individuos de diámetro menor a 25 cm.

Holdaway (1992) efectuó un trabajo de crecimiento con especies arbóreas, haciendo un análisis de correlación con el clima y la acumulación de ácido en los estados de los Grandes Lagos. Constatando en los resultados el crecimiento en diámetro para las distintas especies, en relación al tamaño, al sitio y a la competencia. El mismo autor menciona que una gran parte de la inexplicable variación en el patrón de crecimiento puede ser considerada por la variable macroclimática.

Bisht y Toky (1993) estudiaron el patrón de crecimiento de 9 especies importantes como multipropósitos en la región árida de la India,

efectuando las observaciones en una plantación de monocultivo de 6 años. Debido al clima seco monzónico del noroeste de la India las especies manifestaron una amplia variación en el patrón de crecimiento. Los autores de este trabajo definieron el período de crecimiento variable de 194 días en *Dalbergia sissoo* y 301 días en *Acacia nilotica*, con respecto a la extensión anual del renuevo, la cual varió de 20.6 cm a 111.2 cm y para crecimiento radial fue de 2.2 mm a 9.3 mm.

### 3.5 Estudios relacionados al diámetro y altura

Foroughbakhch *et al* (1987) efectuaron un estudio sobre el incremento en la productividad de 10 especies arbóreas del matorral en Linares. Las observaciones fueron durante el mes de julio de 1984 a julio de 1987, a intervalos de 3 meses. Los autores indican con respecto al incremento en altura que en *Leucaena leucocephala* observó el mejor crecimiento desde el momento de la plantación; asimismo, *Acacia farnesiana*, *A. wrightii* y *Pithecellobium pallens* mostraron buen crecimiento. En cuanto al incremento en diámetro, *Leucaena leucocephala* presentó el mayor incremento en diámetro basal después de tres años, *A. wrightii*, se incrementó constantemente; así como también, *A. farnesiana* que mostró un patrón similar.

Foroughbakhch y Heiseke (1990) trabajaron en una zona del matorral típico de la región de Linares, N.L., registrando el crecimiento de las siguientes especies: *Leucaena leucocephala*, *Eucaliptus camaldulensis*, *E. microtheca*, *Acacia berlandieri*, *A. wrightii*, *Pithecellobium ebano*, *P. pallens* y *Helietta parvifolia*; bajo el tratamiento silvícola de corte raso y el de aclareo, a través de 4 años de observación. En cuanto al crecimiento en altura, los autores comentan que la plantación con tratamiento de corte raso, alcanzó una altura en promedio de 1.8 m de todas las especies y las plantas con tratamiento de aclareo selectivo solamente alcanzaron 1 m de altura. En relación al diámetro basal registrado a la edad de 4 años, éste varió de 1 a 2.5 cm entre las

especies en el tratamiento de corte raso y de 0.6 a 1.4 cm en el tratamiento de aclareo.

Ferreira (1991) realizó un estudio con *Pinus oocarpa*, donde relacionó edad, diámetro normal y altura total. En el estudio se probaron diferentes modelos matemáticos de tipo lineal, las ecuaciones fueron elaboradas en base a 351 datos de parcelas permanentes de muestreo ubicadas en la región de Comayagua, Honduras. El autor probó seis modelos matemáticos diferentes y se eligieron los mejores como índices de comparación. A partir de la ecuación seleccionada dicho autor elaboró una tabla que indica clases de edades de 5 años con sus correspondientes rangos de diámetro y diferentes calidades de sitio. Los resultados indican que los modelos son aplicables a bosque de *P. oocarpa* que crece en forma natural con autoraleo.

Jiménez y Kramer (1992) en su estudio sobre la dinámica de crecimiento de dos especies arbóreas en un rodal mixto-incoetáneo del Bosque-Escuela de la UANL, a través de la metodología del análisis troncal; analizaron a las especies de *Pinus pseudostrobus* y *Juniperus flaccida*, en las exposiciones norte y sur; obteniendo información de diámetro y altura, en *P. pseudostrobus* observó un valor de d/h en la exposición norte de 46 a 49 cm y en la sur sólo de 30 a 33 cm. Mientras que *J. flaccida*, mostró un valor de d/h de 37 a 47 cm en la exposición norte y de 30 a 35 cm en la exposición sur.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3.6 Descripción botánica de las especies estudiadas

A continuación se enlistan las 11 especies estudiadas; la descripción de estas se basó en la literatura de Vines (1984) Everitt y Lynn (1993) (ver figuras del 1 al 11 en el Anexo 1).

*Acacia farnesiana* (L.) Willd.

FABACEAE (LEGUMINOSAE)

"Huizache"

Arbusto o usualmente árbol pequeño de 2 a 4 m de alto, fuste recto con las ramas ascendentes y a veces horizontales o péndulas, copa redonda. Hojas alternas, bipinnadas, con 2 a 8 pares de pinnas y 10 a 25 pares de folíolos por pinna, de forma lineal-oblongo. Flores amarillo oro. Fruto una legumbre de color café rojizo a púrpura o negro, con dos semillas por hilera. Se encuentra en todas las regiones cálidas del país, forma parte de la vegetación secundaria de selvas bajas caducifolias inermes o espinosas y de matorrales espinosos. Se considera como buen forrajero en invierno; las flores las utilizan las abejas como alimento; la madera es empleada en la región para leña, postes, orcones en casas, techos y en la construcción de carretas (ver Figura 1.1).

*Acacia wrightii* Benth.

FABACEAE (LEGUMINOSAE)

"Uña de gato"

Arbusto espinoso o árbol pequeño de 2 a 3 m de altura, con ramas extendiéndose a lo ancho en forma irregular a la copa. Hojas solitarias o en fascículos, bipinnadas, con 1 a 3 pares de pinnas y de 2 a 6 pares de hojillas por pinna, de forma obovada o angostamente oblongo. Flores de color crema amarillentas. Fruto una legumbre, ancha de color café claro. Se desarrolla en suelos secos y pedregosos; localizado en los estados de Sonora, Tamaulipas y Nuevo León. Las espigas son utilizadas por las abejas para la producción de miel; la madera en la región es empleada para leña, postes, para orcones en casas rurales, en la fabricación de carretas (ver Figura 1.2).

*Bumelia celastrina* H.B.K.

SAPOTACEAE

"Coma"

Arbusto espinoso o árbol pequeño de 2 a 9 m de altura. Hojas verde oscura, alternas o fasciculadas en los nudos, oblanceoladas a obovadas o angostamente elípticas, con el margen entero. Flores blancas verdosas. Fruto una drupa, de color negro azulada, con una semilla. Frecuentemente se desarrolla en montes desgajados y en áreas de chaparral, se localiza en Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Oaxaca y Chiapas. El fruto es usado como comestible, pero es considerado como afrodisíaco; la madera en la región es empleada para la construcción de carretas (ver Figura 1.3).

*Celtis pallida* Torr.

ULMACEAE

"Granjeno"

Arbusto que rara vez alcanza los 3 m de altura, con numerosas espinas flexibles. Hojas simples, alternas, ovadas a ovado-oblongas o elípticas, con el margen entero o separadamente crenado. Flores monoicas, las de abajo son principalmente estaminadas, con pistilos rudimentarios; y las terminales son perfectas, de color blanco verdosas.

Fruto una drupa de color amarillo o naranja, con una semilla. Se localiza en todo el norte de México y en el sur de Oaxaca. El fruto es comido por numerosas aves y mamíferos, el venado cola blanco ramonea las hojas y las ramas; la madera en la región es utilizada para leña (ver Figura 1.4).

*Condalia hookeri* M. C. Johnst

RHAMNACEAE

"Brasil"

Arbusto espinoso o árbol de hasta 9 m de altura, con irregular expansión de la copa. Hojas alternas o fasciculadas, de forma obovada con el margen entero. Flores muy pequeñas, verdosas. Fruto una drupa de color negro cuando está madura. Crece en suelos secos, se localiza en los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Los frutos son comidos por coyotes, mapaches y algunas especies de aves; la madera en la región

es utilizada para leña, postes, orcones en casa y en la fabricación de carretas (ver Figura 1.5).

*Diospyros texana* Scheele

EBENACEAE

"Chapote"

Arbusto o árbol, rara vez alcanza los 16 m de altura. Hojas alternas, anchamente ovadas a oblongo-obovadas, con margen entero, de color verde oscuro en el envés y verde grisáceo en el hás, pubescentes. Flores de color blancas, dioicas, las femeninas y masculinas en plantas separadas. Fruto una drupa, de color negra, con 3 a 8 semillas. Se encuentra usualmente sobre rocas en lomeríos o en sitios de barrancas o cañones. Los frutos son comidos por algunas aves y mamíferos, incluyendo al guajolote, coyote, jabalí y mapache; la madera en la región es utilizada para barreras en habitaciones rurales, además de corrales y en la elaboración de juguetes (ver Figura 1.6).

*Gochnatia hypoleuca* DC.

COMPOSITAE

"Ocotillo"

Arbusto con muchas ramas, llegando a medir hasta 3 m de altura, rara vez árbol. Hojas simples alternas, de forma elíptico-lanceoladas u oblongo a oval, con la superficie del hás de color verde brillante y glabro, la superficie del envés blanco-tomentoso. Flores blancas. Fruto un aquenio. Se desarrollan en laderas secas de los lomeríos, se localiza en los estados de Nuevo León y Coahuila hasta Querétaro e Hidalgo. La madera en la región es empleada para poste y orcones en casas (ver Figura 1.7).

*Helietta parvifolia* (Gray) Benth.

RUTACEAE

"Barreta"

Arbusto o árbol de 3 a 5 m de altura, con ramas delgadas y sin espinas. Hojas opuestas y trifoliadas, las hojillas usualmente de forma oblongo-obovada, con el margen entero. Flores pequeñas, blancas, de

color blanca verdosas. Fruto una samara, con 3 a 4 carpelos, que se separan en la madurez, triado. Crece en suelos secos, se distribuye en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila hasta Querétaro. La madera en la región es utilizada para leña, postes, orcones en casas, techos y en barreras de habitaciones rurales y corrales (ver Figura 1.8).

*Pithecellobium ebano* (Benth.) Coulter

FABACEAE (LEGUMINOSAE)

"Ebano"

Arbol hasta 15 m de altura, con el fuste recto. Hojas alternas, bipinnadas, con 1 a 3 pares de pinnas y 3 a 6 pares de folíolos por pinna, de forma elíptica, oval o obovada. Flor amarilla o crema. Fruto una legumbre larga, de color café oscuro o negro, con numerosas semillas. Se encuentra en suelos con material calcáreo, con una capa de arcilla, se distribuye en los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Baja California. La madera en la región es utilizada para leña, postes, en orcones de casas y en la elaboración de carretas (ver Figura 1.9).

*Pithecellobium pallens* (Benth.) Standl.

FABACEAE (LEGUMINOSAE)

"Tenaza"

Arbusto espinoso usualmente de 1 a 2 m de altura, rara vez alcanza los 6 m. Hojas bipinnadas, con 3 a 6 pares de pinnas y de 7 a 20 pares de hojillas por pinna, de forma oblongo-lineal. Flores blancas. Fruto una legumbre, de color café rojiza, con numerosas semillas. Usualmente se localiza en suelos aluviales, distribuido en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila y San Luis Potosí. La madera en la región es utilizada para leña, en techos, elaboración de juguetes, muebles y escaleras (ver Figura 1.10).

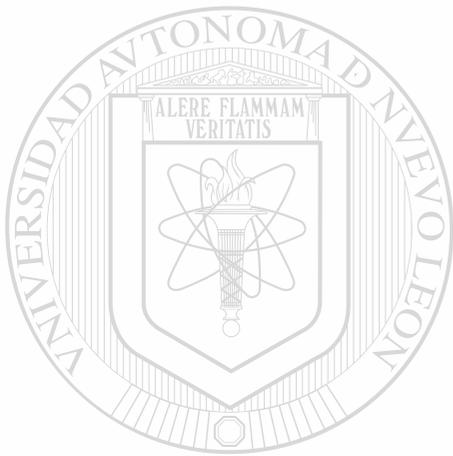
*Prosopis laevigata* (Humboldt & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.

FABACEAE (LEGUMINOSAE)

"Mezquite"

Arbol hasta 13 m de altura, con el fuste recto, copa irregular. Hojas dispuestas en espiral, bipinnadas, margen entero, verde pálido y

glabros en ambas superficies. Flores de color crema. Fruto una legumbre, pardo amarillenta, contiene numerosas semillas. Se desarrolla en las partes más secas de las zonas cálido húmedas, distribuidas en la vertiente del Pacífico desde Michoacán hasta Oaxaca, en Nuevo León, Tamaulipas y el norte de Veracruz. Los frutos se usan intensamente como forraje para el ganado o son comidos por la gente; la madera es empleada en la región para leña, postes, en orcones en casas y la fabricación de carretas (ver Figura 1.11).



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 4. MATERIALES Y METODO

### 4.1 Descripción del área de estudio

#### 4.1.1 Localización

La zona de estudio se ubica dentro del Campus Universitario de la UANL, aproximadamente a 8 km al sur de la ciudad de Linares, N.L. (ver Figura 12). Dicha zona se localiza entre las coordenadas geográficas: 24° 47' de Latitud Norte y 99° 32' de Longitud Oeste. Esta área abarca 1,000 has, y está cerca de la Sierra Madre Oriental (Foroughbakhch, 1992).



Figura 12: Localización del área de estudio

### 4.1.2 Topografía

La altitud del área de estudio oscila entre 350 y 375 msnm, el relieve es moderado, figurando lomas con pendientes entre 2 y 10%, entre ellas se encuentran amplios valles con pendientes ligeras. En ciertas zonas el relieve es más pronunciado, favoreciendo de esta manera intensos procesos de erosión hídrica (Woerner, 1991).

### 4.1.3 Clima

El clima de la región es del tipo templado semicálido subhúmedo con lluvias en verano del tipo (A)C(Wo), de acuerdo a la clasificación de Köppen (1931) y con la adaptación a las condiciones de la República Mexicana (García, 1987). La precipitación anual es muy variable, fluctúa entre 400 y 850 mm, concentrándose en dos períodos de lluvia estivales (de marzo a junio y de septiembre a octubre), y un período menos lluvioso y extremadamente cálido llamado canícula o sequía de medio verano, se presenta con frecuencia en los meses de julio y agosto. La temperatura media anual es de 22°C, y las temperaturas máximas que alcanzan en verano sobre todo en julio y agosto son de 28-29°C con valores absolutos de 40-45°C; el período mas frío se presenta en los meses de diciembre, enero y febrero con temperatura media de 14-15°C y mínimas extremas de -7°C (Woerner, 1991). Se muestran los resultados de temperatura máxima, promedio y mínima, asimismo la precipitación en el año de estudio contemplados de noviembre 1993 a octubre 1994 (ver Figura 13).

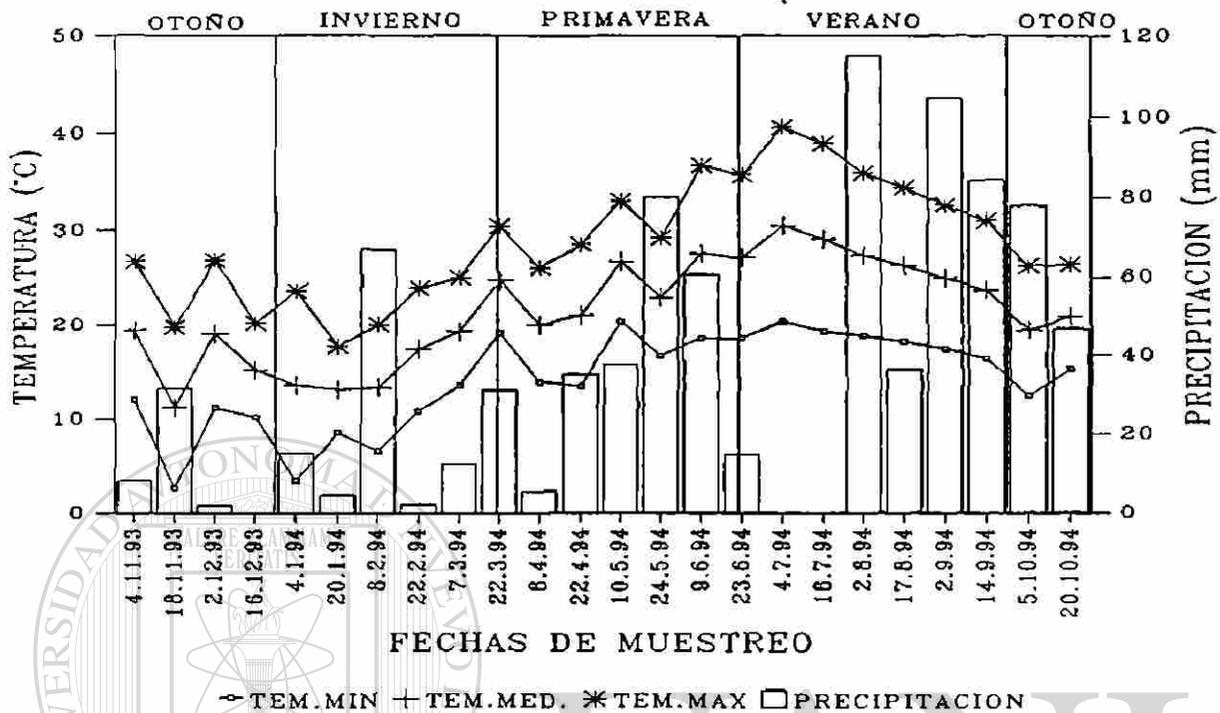


Figura 13: Diagrama ombrotérmico de la estación climatológica del Campus Universitario, Linares, N.L.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### 4.1.4 Suelo

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los suelos proceden de lutitas del Cretácico Superior y de grava (con caliche) del Pleistoceno con cementación fuerte, clasificándose del tipo vertisol de origen aluvio-coluvial, profundos y de color oscuro en la parte más plana y del tipo rendzina de origen lutita calichosa, de profundidad mediana en los lomeríos. Ambos tipos de suelo se caracterizan por el alto contenido de arcilla, bajo contenido de materia orgánica, con pH moderadamente alcalino, drenaje medio interno, así como también deficiencias de nitrógeno y potasio (Woerner, 1991).

### 4.1.5 Vegetación

La vegetación del área de estudio presenta una amplia variación florística, así como una alta diversidad en estructura, asociaciones, densidad y altura. La vegetación del matorral en la región de Linares, N.L., se subdivide en: matorral alto espinoso con espinas laterales con *Acacia rigidula* y *A. berlandieri* como dominantes, y matorral mediano subinermes con *Cordia boissieri* y *Pithecellobium pallens* como dominantes (Forougbakhch y Heiseke, 1990).

## 4.2 Metodología

Como primera etapa del trabajo, se realizó un recorrido por la zona de estudio (Campus Linares de la UANL, Linares N.L.) a fin de reconocer las especies y seleccionar los individuos-muestra en donde se llevaron a cabo las observaciones fenológicas y de crecimiento radial.

### 4.2.1 Selección de las especies e individuos

El criterio de selección de los individuos-muestra consistió principalmente en los siguientes aspectos:

- Se revisó el inventario de la vegetación para elegir las especies leñosas características del matorral, tomando en consideración su frecuencia y abundancia (Cabral y Treviño, 1989).

- Que las especies seleccionadas fueran las más aprovechadas, es decir, las que representan mayor demanda (Peñaloza y Reid, 1989).

- Los individuos de las especies elegidas presentan características como: forma de crecimiento arbóreo-arbustivo, de fustes lo más recto posible, árboles vigorosos, sin presencia de plagas o enfermedades (información obtenida de campo).

Asimismo se consideró la edad, altura y el diámetro del fuste principal (para analizar diámetro y altura) de los individuos seleccionados. Estos datos se obtuvieron de los individuos de una plantación de especies nativas en el Campus Universitario y del vivero de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL (Foroughbakhch *et al* 1987).

#### 4.2.2 Lista de las especies seleccionadas para el estudio

A continuación se presentan las 11 especies elegidas para el desarrollo del estudio fenológico y de crecimiento radial (ver TABLA 1).

TABLA 1: Lista de especies seleccionadas para el estudio

Familia	Especie	Código	Nombre común	Individuos muestrados
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Af	Huizache	9
Leguminosae	<i>Acacia wrightii</i> Benth.	Aw	Uña de gato	10
Sapotaceae	<i>Bumelia celastrina</i> H.B.K.	Bc	Coma	10
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Cp	Granjeno	6
Rhamnaceae	<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Ch	Brasil	6
Ebanaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele	Dt	Chapote	10
Compositae	<i>Gochnatia hypoleuca</i> DC.	Gh	Ocotillo	10
Rutaceae	<i>Helietta parvifolia</i> (Gray) Benth.	Hp	Barreta	10
Leguminosae	<i>Pithecellobium ebano</i> (Benth.) Coulter	Pe	Ebano	10
Leguminosae	<i>Pithecellobium pallens</i> (Benth.) Standl	Pp	Tenaza	9
Leguminosae	<i>Prosopis laevigata</i> (Humboldt & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Pl	Mezquite	10

#### 4.2.3 Trabajo de campo y de escritorio

Se seleccionaron de 6 a 10 individuos de cada especie (ver TABLA 1) para las observaciones de las etapas fenológicas y de la dinámica de crecimiento radial distribuidos en general dentro del área del Campus Linares de la UANL (ver Figura 14). Los árboles fueron

marcados y monitoreados a intervalos de 15 días aproximadamente; comprendiendo el período de noviembre de 1993 a octubre de 1994.

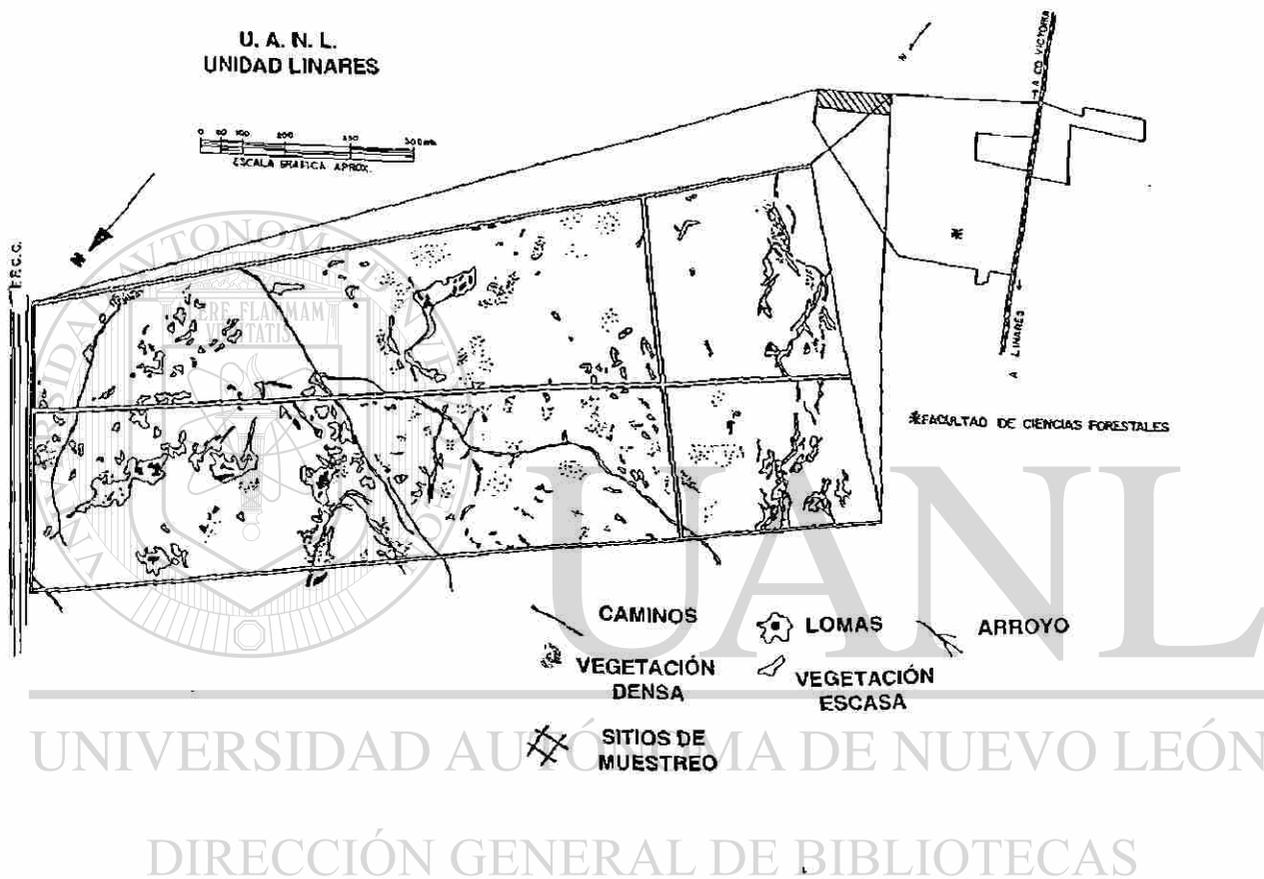


Figura 14: Localización de los sitios de muestreo

Para la relación diámetro-altura, se eligieron individuos de cada especie de 1 y 3 años de edad, todos ubicados en el vivero de la Facultad de Ciencias Forestales en el Campus Linares. Además, 40 a 100 individuos de cada especie de 10 años ubicados en la plantación del Campus Universitario (ver TABLA 2).

**TABLA 2: Especies seleccionadas para la relación diámetro-altura**

Especie	individuos de 1 año en vivero	Individuos de 3 años en vivero	Individuos de 10 años en plantación
<i>Acacia farnesiana</i>	20	24	72
<i>Pithecellobium ebano</i>	20	20	89
<i>Pithecellobium pallens</i>	20	no se hubo plantas	97
<i>Prosopis laevigata</i>	20	18	41

#### 4.2.3.1 Registro de los datos climáticos

Los registros meteorológicos se llevaron a cabo en el matorral del Campus Universitario, estos fueron obtenidos de la estación climatológica de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, ubicado en el mismo Campus. Los factores abióticos que se registraron fueron: temperatura ambiental máxima y mínima, precipitación y potencial de evaporación. A su vez, se elaboró un registro climático del año de estudio, resumiendo el patrón estacional de lluvias y temperaturas (ver Figura 13).

#### 4.2.3.2 Registro y análisis de los datos fenológicos

Esta parte de la metodología propuesta por Reid y Cantú (1992), se basó en el estado fenológico de los individuos en función al grado de desarrollo de cada evento. La información que se registró fue de tipo cuali- y cuantitativa (en porcentaje). Las variantes que se tomaron en cuenta para cada una de las 11 especies estudiadas fueron:

HOJA: hoja creciente, hoja madura y hoja vieja

FLOR: yema floral, flor inmadura, flor abierta y flor vieja

FRUTO: fruto inmaduro, fruto maduro, fruto en dispersión y fruto viejo

Las observaciones de las etapas fenológicas se realizaron examinando toda la copa del árbol. De ahí se obtuvieron porcentajes de

las fenofases de hoja madura, flor abierta y fruto maduro. La información fue registrada en un formato de campo (ver TABLA 3).

TABLA 3: Formato de campo para los datos fenológicos y de crecimiento radial en 11 especies de estudio

Especie	Hoja*	Flor*	Fruto*	Crecimiento radial (mm)
	hc/hm/hv (% hm)	yf/fi/fa/fv (% fa)	fi/fm/fd/fv (% fm)	

Hoja\*: hc=hoja creciente; hm=hoja madura; hv=hoja vieja

Flor\*: yf=yema floral; fi=flor inmadura; fa=flor abierta; fv=flor vieja

Fruto\*: fi=fruto inmaduro; fm=fruto maduro; fd=fruto en dispersión; fv=fruto viejo

Los datos de campo se incorporaron en un programa computacional de hoja de cálculo, en el cual los datos fueron ordenados a fin de realizar distintos análisis estadísticos, tales como análisis de varianza con mediciones repetidas, comparación de medias con la prueba de Tukey y análisis Autoregresivo (este último se basó en una análisis previo de correlación simple y de regresión múltiple-Stepwise).

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 4.2.3.3 Registro y análisis de los datos de crecimiento radial

Se utilizó la técnica de la medición puntual propuesta por Kättsch y Aguirre (1992), para lo cual se empleó el microdendrómetro de Arnberg. Se insertaron tres clavos en el fuste de cada árbol en donde se colocó el microdendrómetro para realizar cada medición. Fueron seleccionados diversas alturas, buscando la superficie más plana del fuste con la finalidad de que se colocara el aparato en posición vertical y cuidando que en cada medición dicho aparato se ajustara a los clavos. Los datos se registraron en un formato de campo (ver TABLA 3).

Para representar el desarrollo total del radio del fuste a lo largo del período de observación, se procesó la información mediante dos tipos de cálculos: (1) crecimiento en grosor (mm), que se determinó por la diferencia entre el valor obtenido el día de la medición inicial con las fechas siguientes; y (2) variación en grosor (mm), que se obtiene por la diferencia entre dos mediciones sucesivas. Los datos de campo fueron ordenados y procesados para realizar los análisis estadísticos similares al estudio fenológico.

#### 4.2.3.4 Medición y análisis de los árboles muestra en relación al diámetro y altura

Se efectuó una sola medición a los árboles muestra de las especies de *Acacia farnesiana*, *Pithecellobium ebano*, *P. pallens* y *Prosopis leavigata*, estos distribuidos en la plantación de la loma y en el vivero forestal de la UANL (ver figura 14). Las variables que se midieron fueron: diámetro basal y altura total; para obtener el diámetro se utilizó una forcípula para los individuos de la plantación y un bernier para los individuos del vivero; y para realizar las mediciones en altura se empleó una valiza (5 m), en los árboles de la plantación y una regla métrica (30 cm) para los individuos del vivero.

Los datos colectados de la plantación y del vivero fueron ordenados junto con los resultados de un estudio realizado por Foroughbakch *et al* (1987) en la misma plantación seleccionada en el presente trabajo, dicho estudio presenta resultados de diámetro basal y altura total desde los años de 1984 a 1987, comparando diferentes modelos matemáticos que obedecen a la forma general de:  $\text{Altura} = f(\text{diámetro})$ .

Todos los datos fueron procesados en un análisis de regresión, incluidos en tres modelos matemáticos (ver TABLA 4).

**TABLA 4: Modelos matemáticos seleccionados para la relación diámetro-altura**

Modelo	Ecuación
Lineal Simple	$h=a_0+a_1*d$
Polinomial de 2do. grado	$h=a_0+a_1*d+a_2*d^2$
Logarítmico	$\ln d^2=a_0+a_1*\ln d+a_2*\ln d^2$

$h$ = altura  
 $\ln h$ = logaritmo natural de altura  
 $d$ = diámetro  
 $d^2$ = diámetro cuadrado  
 $\ln d$ = logaritmo natural del diámetro  
 $\ln d^2$ = logaritmo natural del diámetro cuadrado  
 $a_{0,1,2}$ = constantes

Para el desarrollo de los modelos matemáticos se manejaron dos variables: (1) la altura total (dependiente), y (2) el diámetro basal (independiente). La selección del mejor modelo matemático se fundamentó principalmente por los siguientes parámetros estadísticos: (1) el coeficiente de determinación ( $r^2$ ); (2) error estándar de la estimación ( $S_{xy}$ ); y (3) el número de variables independientes (Jiménez, 1988).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Etapas fenológicas

Se registra la presencia de los eventos de foliación, floración y fructificación en las once especies a través del año de estudio (ver figuras del 15 a 25 del Anexo 2).

*Acacia farnesiana* exhibió en la foliación la presencia de los tres estados fenológicos durante el año de estudio; sólo durante la primavera y verano apareció la ausencia de hoja seca. La floración se mostró en dos períodos; uno completo que abarcó desde el mes de enero a mayo y un período incompleto representado tan sólo por la presencia de yema floral de agosto a septiembre. La fructificación se manifestó en un sólo período, el cual inició en marzo y concluyó en octubre (ver Figura 2.15).

La foliación de *Acacia wrightii* mostró un patrón similar al de *A. farnesiana*, exhibiendo la falta de hojas secas durante la primavera y verano. Además, no se registraron hojas crecientes en el período estival de mayo a julio. Respecto a la floración, *A. wrightii* presentó un sólo evento en el año desde marzo hasta octubre; mientras que la fructificación se registró de abril a octubre; presentando frutos en sus distintas fases correspondieron a la floración del año anterior al del estudio (ver Figura 2.16).

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En *Bumelia celastrina* las tres fenofases de foliación se mostraron en todo el período de estudio; no obstante, hubo ausencia de hojas crecientes de junio hasta los primeros días de julio; asimismo no registró hojas secas en primavera y verano. Respecto a la floración, esta se presentó en dos periodos del año de investigación, que corresponde de noviembre a febrero y de abril a octubre. Las fenofases de fructificación se presentaron sólo en un período de noviembre a julio. No obstante, exhibieron frutos inmaduros en la última parte del verano y otoño (ver Figura 2.17).

En relación a la foliación en *Celtis pallida*, ésta se presentó durante el año de estudio (en los 3 estados fenológicos). Sin embargo, durante una gran parte en primavera y verano, no exhibió la fase de hoja seca. La etapa de floración tuvo lugar en un sólo período del año, que comprendió de febrero a octubre; manifestándose también flor abierta y vieja en diciembre. La fructificación apareció en dos períodos del año de investigación de noviembre a febrero y de abril a octubre respectivamente (ver Figura 2.18).

*Condalia hookeri* mostró las 3 etapas de foliación a lo largo del año de investigación, dentro del cual exhibió falta de hojas crecientes de mayo a julio y de hojas secas en otoño, primavera y verano. La floración en *C. hookeri* se presentó en una sola época que inició de abril a los primeros días de septiembre. En cuanto a las fases de fructificación, estas aparecieron de mayo a octubre; ostentando además, la presencia de las etapas de fructificación correspondiente a la floración previa al año de estudio (ver Figura 2.19).

La especie *Diospyros texana* exhibió las etapas de foliación en todo el período de estudio, aunque en la segunda parte de la primavera y principio de verano hubo ausencia de hojas secas. La floración tuvo lugar en un período corto, abarcando desde los últimos días del mes de febrero hasta el comienzo de mayo. En cambio, las fases de fructificación se presentaron en un período relativamente amplio, observándose en primavera y verano (ver Figura 2.20).

La foliación en *Gochnatia hypoleuca* se presentó durante todo el año de investigación; no obstante, la etapa de hoja seca tuvo su presentación sólo durante la estación invernal, también apareció de manera esporádica en primavera y a mediados del verano. La floración se mostró en dos períodos del tiempo de estudio; el primero se registró desde noviembre hasta febrero y el segundo período de abril hasta principio de octubre. Las etapas de fruto inmaduro y maduro se exhibieron en dos períodos; el primero apareció de enero a marzo, mientras que el segundo de junio a los primeros días de agosto. Los

frutos en dispersión y viejos se presentaron desde febrero hasta agosto (ver Figura 2.21).

En *Helietta parvifolia* las fases de foliación aparecieron a través de todo el año de estudio, principalmente las fases de hoja creciente y hoja madura; mientras que las hojas secas se presentaron de diciembre a marzo y de junio a octubre. En cuanto a la floración, esta se observó como en las etapas de foliación durante todo el año, con algunas lagunas (en las cuatro etapas fenológicas) durante los primeros días de enero. Las fases de fructificación exhibieron dos períodos del año el muestreo y estos fueron poco evidentes; el primer período se registró de noviembre hasta principio de mayo y el segundo desde los últimos días de mayo a octubre (ver Figura 2.22).

Todas las fases de foliación en *Pithecellobium ebano* se presentaron en el transcurso del año de investigación; sin embargo, la etapa de hoja seca tuvo apariciones interrumpidas. Respecto a la floración en dicha especie, esta se mostró un período completo del mes de febrero hasta agosto; ostentando también, la aparición de flor vieja correspondiente al año anterior del presente estudio. Las fases de fructificación se exhibieron de mayo a octubre; además, se presentó las etapas de fruto concerniente al año anterior del estudio (ver Figura 2.23).

En *Pithecellobium pallens* algunas fases de foliación como hoja creciente, no se exhibió durante el invierno; mientras que la fase de hoja seca no se observó durante parte de la primavera y verano. En relación al período de floración, éste ocurrió de fines de la primavera hasta los últimos días de verano. El único período donde se manifestó fructificación fue de julio a los primeros días de septiembre (ver Figura 2.24).

*Prosopis laevigata* mostró un patrón similar a *Pithecellobium pallens* en cuanto a las etapas de foliación, exhibiendo falta de hoja creciente de diciembre a febrero; asimismo no se presentó hojas secas de febrero hasta los primeros días de julio. La floración en *P. laevigata* mostró un sólo período corto del año, que cubrió los últimos días de

febrero a los primeros días de junio, posteriormente aparece algunos días en la mitad del verano. Las etapas de fructificación se iniciaron a partir de abril concluyendo en junio (ver Figura 2.25).

## 5.2 Porcentaje de carga foliar, flor abierta y fruto maduro

Se presenta la descripción de las 11 especies en cuanto al porcentaje de carga foliar (hoja en estado maduro), flor abierta y fruto maduro (ver figuras del 26 a 36 del anexo 3)

En *Acacia farnesiana* la carga foliar observó el máximo porcentaje en diciembre, con casi 90%; mientras que el menor valor se presentó a principios de marzo con 61%. En relación a carga floral, el mayor porcentaje se presentó a finales del invierno con 81%. Referente al fruto maduro el valor máximo se registró en los primeros días de junio con un poco más de 63% (ver Figura 3.26).

La fase de hoja madura en *Acacia wrightii* exhibió el máximo valor (83%) a principios de junio; y el menor porcentaje (25.5%) en los primeros días de marzo. La mayor carga de flor abierta en esta especie, fue de 15% desde finales de abril a principios de mayo. En relación a los frutos maduros se observó el mayor valor (10%) a fines de junio (ver Figura 3.27).

La especie *Bumelia celastrina* exhibió el menor porcentaje de hojas maduras (50%) durante los últimos días de febrero; mientras que el mayor porcentaje (73.5%) se registró a fines de junio. En cuanto al porcentaje flor abierta, esta especie presentó el pico mayor (50%) en los últimos días de mayo; en tanto que el máximo porcentaje de fruto maduro fue de 5.5% y se registró a mediados de julio (ver Figura 3.28).

En *Celtis pallida* la menor carga foliar menor se presentó fue 60%, en los inicios de febrero; en cambio el máximo valor de carga foliar (89%) se registró en junio. Con respecto a flor abierta; se observaron

algunos picos, el máximo de estos (56%) en los últimos días del mes de mayo. De igual manera ocurrió en fruto maduro, en donde se mostraron distintos picos, alcanzando su máximo valor (42%) en julio (ver Figura 3.29).

El valor mínimo de hoja madura se presentó arriba de los 38% en la especie *Condalia hookeri* durante el inicio de febrero; mientras que el mayor porcentaje que se registró fue de un poco más de 87% ocurrido a principios de junio. En relación a flor abierta se observaron varios picos, reportándose el mayor de estos en julio de 36%. La etapa de fruto maduro mostró el máximo valor en porcentaje durante la mitad de diciembre con más de 26% (ver Figura 3.30).

En *Diospyros texana* se mostró en la fase de hoja madura con el menor valor (69%) en los últimos días de octubre; y con dos picos máximos de 85% y 86% de mediados de julio y principios de octubre respectivamente. En relación a flor abierta, el mayor porcentaje registrado fue de 29% a fines del mes de marzo; mientras que para fruto maduro se mostraron dos picos de 13% y 20% registrados el 26 de junio y 2 de agosto, respectivamente (ver Figura 3.31).

En relación al porcentaje de hoja madura de *Gochnatia hypoleuca*, éste observó el valor mínimo (53.5%) en los inicios de diciembre; en cambio el valor máximo (80%) se presentó en los primeros días de septiembre. Respecto a la carga floral, esta especie registró dos picos: de 47% al principio de enero y 34% en los inicios de junio. De igual manera, la etapa de fruto maduro exhibió dos picos de 41% y 27%, observándose en los primeros días de febrero y principios de julio, respectivamente (ver Figura 2.32).

*Helietta parvifolia* mostró para la carga foliar poca fluctuación, alcanzando el máximo valor (88%) en los inicios del mes de junio. Se observaron distintos picos de flor abierta, el mayor de éstos de 37.5% registrado el 4 de julio. La etapa de fruto maduro, presentó algunos picos, el máximo fue de 32%, a mediados de diciembre (ver Figura 3.33).

En *Pithecellobium ebano* el menor porcentaje de hoja madura (73%) se observó el 3 de marzo; y el valor máximo (90%) al inicio de noviembre. Tocante a la carga de flor abierta, ésta presentó dos picos: el primero (54%) en los primeros días de junio, y el segundo (52%) a mediados de julio. En cuanto a fruto maduro; el mayor valor (12%) se presentó a fines de mayo (ver Figura 3.34).

En *Pithecellobium pallens* la carga foliar exhibió el menor valor (44%) a principios de marzo; en contraste al mayor porcentaje (71%) a fines de junio. En relación a flor abierta, el punto máximo alcanzado fue de 38% el 17 de agosto. Así también, para la frecuencia de fruto maduro, se observaron distintos picos, de los cuales el mayor fue de 32%, registrado a mediados de noviembre (ver Figura 3.35)

En relación a la carga foliar en *Prosopis laevigata* se presentó el valor mínimo (25%) al final de febrero; en tanto que el valor máximo fue de 84% el 23 de junio. El valor mínimo de flor abierta (24%) se registró a fines de abril. La etapa de fruto maduro reportó un pico de 13% a principios de junio (ver Figura 3.36).

---

### 5.3 Descripción del crecimiento radial de las once especies estudiadas

Para cada especie se registra dos valores: variación en grosor y para crecimiento en grosor (ver figuras del 37 a 47 del anexo 4).

En *Acacia farnesiana* la variación en grosor mostró algunas fluctuaciones durante el año de estudio, las cuales registraron un valor mínimo negativo (-0.03 mm), el 7 de marzo y el valor máximo (0.8 mm) el 5 de mayo. En cuanto al crecimiento en grosor; este aumentó paulatinamente, sólo con una ligera caída al inicio de la época de sequía (en julio), registrandose el mayor valor anual (5.71 mm) el 10 de octubre (ver Figura 4.37).

En la especie *Acacia wrightii* la variación en grosor registró fluctuaciones, exhibiendo el menor valor (-0.07 mm) el 5 de octubre; en cambio, a principios de junio registró el máximo valor (1.07 mm). El crecimiento en grosor tuvo un incremento gradual con un leve descenso al inicio de la sequía (en julio); manifestándose el mayor registro anual de crecimiento de 3.45 mm el 10 de octubre (ver Figura 4.38).

*Bumelia celastrina* no mostró una marcada variación en grosor durante noviembre. No obstante, se sucedieron desde esta fecha fluctuaciones, denotando el mayor valor (0.37 mm) los últimos días de junio; registraron inmediatamente después el menor promedio de -0.16 mm al inicio de julio. En relación al crecimiento en grosor, este fue más notorio a partir de los últimos días de abril y al igual que las especies anteriores, éste presentó un declive durante el mes de julio; ostentando el máximo crecimiento en grosor (1.69 mm) a partir de septiembre (ver Figura 4.39).

*Celtis pallida* exhibió poca variación en grosor durante el período de noviembre a abril, posteriormente le siguieron algunas fluctuaciones evidentes; registrando un decremento con un valor de -0.18 mm a mediados de julio y un valor máximo de 0.44 mm al inicio de agosto. El crecimiento en grosor se mostró con pocos altibajos, alcanzando su máximo incremento anual de 2.19 mm (ver Figura 4.40).

En *Condalia hookeri* se observó poca variación en grosor desde noviembre hasta los inicios de abril; continuando algunas fluctuaciones; registrándose el valor mínimo (-0.27 mm) al inicio de julio y el máximo (0.32 mm) el 24 de mayo. Respecto al crecimiento en grosor, éste también registró el máximo crecimiento (1.39 mm) en el mes octubre (ver Figura 4.41).

La especie *Diospyros texana* observó una ligera variación en grosor de noviembre hasta abril; de allí en adelante esta especie mostró algunas fluctuaciones registrando el máximo valor (0.36 mm) durante las últimas fechas de mayo; mientras que al inicio de julio se registró el

mayor decremento (-0.19 mm). De la misma manera ocurrió con el crecimiento en grosor, alcanzando el valor máximo (1.13 mm) el 10 de octubre (ver Figura 4.42).

En *Gochnatia hypoleuca* la variación en grosor mostró un patrón parecido a *Diospyros texana*; sólo que durante el mes de julio, esta variación fue más evidente; ostentando un valor mínimo de -0.6 mm el 4 de julio y el más alto (0.5 mm) el 2 de agosto. En cuanto al crecimiento en grosor, éste se desarrolló de forma parecida a la variación; alcanzando el mayor incremento anual de 1.46 mm (ver Figura 4.43).

Respecto a la variación en grosor *Helieta parvifolia* mostró fluctuaciones muy marcadas durante todo el año, registrando valores extremos de -0.8 mm en los primeros días de julio y 1.52 mm el 2 de agosto. En relación al crecimiento en grosor, igualmente tuvo altibajos en el período de observación, alcanzando un valor máximo crecimiento de 1.91 mm (ver Figura 4.44).

La especie *Pithecellobium ebano* observó algunas oscilaciones en cuanto a variación en grosor durante todo el año de estudio, sin embargo, esta variación se acentuó más en las estaciones de primavera, verano y otoño, observándose una diferencia de -0.2 mm a mediados de julio y 0.61 mm a principio de septiembre. De igual manera, sucedió con el crecimiento en grosor, donde se registraron fluctuaciones, alcanzando a un crecimiento al final de las observaciones de 2.38 mm (ver Figura 4.45).

Se pudo observar en *Pithecellobium pallens* marcadas fluctuaciones durante el verano y otoño, con un valor mínimo de -0.12 mm en junio y un máximo de 0.52 mm en agosto. El crecimiento en grosor en *P. pallens* se mostró con pocas fluctuaciones, alcanzando un incremento anual máximo de 1.13 mm (ver Figura 4.46).

La especie *Prosopis laevigata* presentó algunas fluctuaciones en grosor, sobre todo durante la primavera, verano y otoño; destacando el

valor máximo de 0.77 mm a fines de mayo y el mínimo de -0.23 mm a principio de julio. Respecto al incremento en grosor, esta especie observó pocos cambios, registrando un leve declive en julio, y alcanzando un crecimiento en grosor máximo de 3.35 mm en octubre al final del estudio (ver Figura 4.47).

#### **5.4 Análisis estadísticos de las 11 especies y las fechas de muestreo**

Se presentan los resultados de análisis de varianza con mediciones repetidas, análisis de comparación de medias con la prueba de Tukey (95% de confianza) y el análisis autoregresivo en las 11 especies de estudio y las fechas de muestreo.

##### **5.4.1 Análisis de varianza con mediciones repetidas**

###### **5.4.1.1 Análisis de varianza para la carga foliar (hoja en estado maduro)**

En cuanto al análisis de varianza con mediciones repetidas para la carga foliar entre las especies, se observó que todas las fechas de muestreo fueron altamente significativas, excepto la fecha de muestreo del 10 de mayo que con la  $r^2$  más baja (.2034) (ver TABLA 5).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TABLA 5: Análisis de varianza con mediciones repetidas para carga foliar entre las especies estudiadas**

Fecha	$\bar{x}$	F cal.	Valor P	$\sqrt{CME}$	C.V.	$r^2$
04.11.93	74.75	6.45	.0001	12.2339	16.36	.4200
18.11.93	68.25	7.71	.0001	13.5537	19.85	.4642
02.12.93	67.60	12.25	.0001	12.6644	18.73	.5792
16.12.93	69.50	14.99	.0001	11.0989	15.96	.6274
04.01.94	68.72	12.26	.0001	11.2993	16.44	.5793
20.01.94	64.47	16.96	.0001	12.2235	18.96	.6558
08.02.94	59.12	11.48	.0001	15.8024	26.72	.5632
22.02.94	56.67	12.74	.0001	16.0268	28.28	.5886
07.03.94	61.20	10.09	.0001	15.3073	25.01	.5314
22.03.94	69.25	3.61	.0005	14.6685	21.18	.2886
08.04.94	71.40	4.18	.0001	11.9904	16.79	.3195
22.04.94	73.90	5.08	.0001	13.7230	13.72	.3634
10.05.94	74.70	2.27	.0202	12.3676	16.55	.2034
24.05.94	77.45	4.28	.0001	10.3710	13.39	.3246
09.06.94	81.40	5.56	.0001	10.1870	12.51	.3844
23.06.94	79.90	4.97	.0001	11.2176	14.03	.3581
04.07.94	78.25	3.08	.0002	9.7169	12.41	.3037
18.07.94	77.65	4.27	.0001	11.2168	14.44	.3243
02.08.94	79.05	9.51	.0001	8.5578	10.82	.5166
17.08.94	78.55	5.53	.0001	8.7336	11.29	.3833
02.09.94	79.60	4.33	.0001	9.2369	11.60	.3270
14.09.94	77.10	3.78	.0003	10.7339	13.92	.2980
05.10.94	73.85	4.58	.0001	12.9879	17.58	.3398
20.10.94	64.90	6.58	.0001	15.5646	23.98	.4250

$\bar{x}$ = media; Fcal.= F calculada; Valor P= valor probabilístico;  $\sqrt{CME}$ = Raíz cuadrada medio del error; C.V.= Coeficiente de variabilidad;  $r^2$ = Coeficiente de determinación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
**5.4.1.2 Análisis de varianza para la carga de flores (flores en la etapa abierta)**  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los resultados del análisis de varianza con mediciones repetidas para flor abierta, indicaron que la mayoría de las fechas de muestreo fueron altamente significativas, excepto la fecha de muestreo 8 de febrero no observó diferencia significativa entre las especies, siendo el menor valor de  $r^2$  (.2046) de todas las fechas (ver TABLA 6).

TABLA 6: Análisis de varianza con mediciones repetidas para flor abierta entre las especies estudiadas

Fecha	$\bar{x}$	F cal.	Valor P	$\sqrt{CME}$	C.V.	$r^2$
04.11.93	14.7	3.09	.002	19.7215	134.16	.2578
18.11.93	12.75	4.59	.0001	15.1401	118.74	.3401
02.12.93	15.2	3.86	.0002	18.4844	121.6	.3024
16.12.93	14.95	7.4	.0001	14.039	93.9	.4539
04.01.94	12.05	16.44	.0001	10.3897	86.22	.6487
20.01.94	22.45	7.35	.0001	20.6452	91.96	.4524
08.02.94	19.05	2.29	.0193	21.7914	114.39	.2046
22.02.94	21.95	14.59	.0001	18.4656	84.12	.6111
07.03.94	26.3	11.05	.0001	20.2573	77.02	.5539
22.03.94	21.05	12.92	.0001	16.8193	79.9	.592
08.04.94	18.35	4.79	.0001	17.6173	96	.35
22.04.94	19.95	4.42	.0001	19.6501	98.49	.3317
10.05.94	12.15	5.47	.0201	12.1088	99.66	.3804
24.05.94	15.5	8.33	.0001	15.8947	102.54	.4833
09.06.94	18.75	8.85	.0001	17.6141	93.94	.4986
23.06.94	15.65	10.36	.0001	16.7644	107.12	.5379
04.07.94	9.95	5.58	.0001	14.8272	149.01	.3851
18.07.94	14.1	9.87	.0001	16.3662	116.07	.5257
02.08.94	11.24	4.12	.0001	16.2657	144.71	.3165
17.08.94	12.15	5.9	.0001	17.3398	142.71	.3988
02.09.94	10.2	7.48	.0001	13.7785	135.08	.4566
14.09.94	7.1	9.11	.0001	9.9298	139.85	.5058
05.10.94	9.75	15.49	.0001	12.9682	133	.6351
20.10.94	11.15	2.72	.0057	19.0404	170.76	.2343

$\bar{x}$ = media; Fcal.= F calculada; Valor P= valor probabilístico;  $\sqrt{CME}$ = Raíz cuadrada medio del error; C.V.= Coeficiente de variabilidad;  $r^2$ = Coeficiente de determinación.

#### 5.4.1.3 Análisis de varianza para la carga de frutos (fruto en estado maduro)

El análisis de varianza con mediciones repetidas entre especies y las fechas, mostró que la mayoría de las fechas registraron una alta significancia estadística, siendo la fecha 4 de julio la que registró representó el valor mayor de  $r^2$  (.6853). Las fechas del 4 de enero y 2 de agosto fueron estadísticamente significativas con un  $r^2$  de (.2686) y (.2493) respectivamente. Sólo se reportó una fecha de muestreo que mostró significancia estadística menor entre las especies, el 4 de noviembre, con un  $r^2$  de (.1853). Así también, se presentó en este análisis la fecha 22 de abril que no mostró diferencia estadística significativa entre las especies, con el  $R^2$  más bajo (.1396) (ver TABLA 7).

**TABLA 7: Análisis de varianza con mediciones repetidas para fruto maduro entre las especies estudiadas**

Fecha	$\bar{x}$	F cal.	Valor P	$\sqrt{CME}$	C.V.	$r^2$
04.11.93	6.35	2.03	.0391	14.087	221.84	.1858
18.11.93	10.85	3.53	.0006	16.5776	152.78	.2838
02.12.93	8.9	4.32	.0001	14.7401	165.61	.3269
16.12.93	8.65	8.81	.0001	11.6386	134.55	.4975
04.01.94	10.05	3.27	.0012	16.1842	161.03	.2686
20.01.94	10.6	6.95	.0001	12.7602	120.37	.4386
08.02.94	11.55	14.7	.0001	12.2969	106.46	.6228
22.02.94	9.3	5.95	.0001	14.4722	155.61	.4006
07.03.94	11.55	5.16	.0001	15.8413	137.15	.367
22.03.94	8.25	7.3	.0001	12.6359	153.16	.4506
08.04.94	10.1	3.45	.0007	15.8077	156.51	.279
22.04.94	9.65	1.45	.1739	16.1141	166.98	.1396
10.05.94	7.45	5.64	.0001	12.4468	167.07	.3878
24.05.94	13.5	14.88	.0001	14.0839	104.32	.6257
09.06.94	18.15	9.57	.0001	17.7159	97.6	.5181
23.06.94	13.55	14.38	.0001	14.3758	106.09	.6177
04.07.94	12.85	19.38	.0001	11.9239	92.79	.6853
18.07.94	12.8	15.41	.0001	13.0379	101.85	.6338
02.08.94	11.1	2.96	.0003	15.1688	136.65	.2493
17.08.94	8.7	4.48	.0001	11.9434	137.28	.3346
02.09.94	6.8	7.83	.0001	9.5409	140.3	.4679
14.09.94	8.55	3.53	.0006	13.7405	160.7	.2838
05.10.94	11.15	5.31	.0001	16.3206	146.37	.3735
20.10.94	12.05	10.49	.0001	14.4873	120.22	.541

$\bar{x}$ = media; Fcal.= F calculada; Valor P= valor probabilístico;  $\sqrt{CME}$ = Raíz cuadrada medio del error; C.V.= Coeficiente de variabilidad;  $r^2$ = Coeficiente de determinación.

#### 5.4.1.4 Análisis de varianza para la variación en grosor del tallo

En relación al análisis de varianza con mediciones repetidas como se ilustra en la tabla (8), fueron 9 fechas de observación que mostraron diferencias altamente significativas entre las especies, el 8 de febrero presentó la mayor  $r^2$  de (.5916). Las fechas en que las especies no manifestaron diferencias estadísticamente significativa se muestran en la tabla 8, siendo el 16 de diciembre registró el valor más bajo de  $r^2$  (.439) (ver TABLA 8).

**TABLA 8: Análisis de varianza con mediciones repetidas para variación en grosor entre las especies estudiadas**

Fecha	$\bar{x}$	F cal.	Valor P	$\sqrt{CME}$	C.V.	$r^2$
04.11.93	0	99999.9	0	0	9999.9	0
18.11.93	0.05	0.86	.5706	.2317	461.27	.883
02.12.93	-0.034	5.93	.0001	.0906	-262.41	.3997
16.12.93	-0.021	0.41	.9391	.1005	-477.49	.439
04.01.94	-0.009	1.28	.2558	.136	-1403.18	.1254
20.01.94	0.051	0.81	.6218	.1096	214.93	.831
08.02.94	0.112	12.89	.0001	.1461	129.39	.5916
22.02.94	-0.032	0.65	.7706	.1277	-393.15	.676
07.03.94	-0.03	3.16	.0016	.1376	-457.37	.2622
22.03.94	0.104	5.81	.0001	.145	138.44	.3951
08.04.94	0.055	1.94	.0495	.0923	167.74	.1791
22.04.94	0.146	4.95	.0001	.1273	86.64	.3575
10.05.94	0.238	7.18	.0001	.246	103	.4464
24.05.94	.396	5.14	.0001	.3251	82.04	.3676
09.06.94	.145	.89	.5424	.489	337.05	.912
23.06.94	.187	4.24	.0001	.3825	204.36	.3227
04.07.94	-.227	5.48	.0001	.3881	-170.97	.3811
18.07.94	-.054	3.32	.0011	.3428	-625.56	.2716
02.08.94	.478	8.62	.0001	.4052	84.74	.492
17.08.94	.1	.7	.7177	.3739	370.83	.733
02.09.94	.167	2.99	.0027	.2804	167.67	.2514
14.09.94	.327	2.29	.0193	.3858	117.75	.2046
05.10.94	.168	2.17	.0268	.3837	228.26	.196
20.10.94	.145	3.56	.0005	.2503	172.32	.2856

$\bar{x}$ = media; Fcal.= F calculada; Valor P= valor probabilístico;  $\sqrt{CME}$ = Raíz cuadrada medio del error; C.V.= Coeficiente de variabilidad;  $r^2$ = Coeficiente de determinación.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### 5.4.1.5 Análisis de varianza para el crecimiento en grosor

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los resultados del análisis de varianza con mediciones repetidas para el crecimiento en grosor mostraron que las últimas 13 fechas de muestreo (del 22 de abril al 20 de octubre) observaron altos niveles de significativa estadísticamente, siendo el 18 de julio la registró el valor más alto de  $r^2$  (.5837); mientras que se registraron algunas fechas que observaron diferencias estadísticamente significativas, la fecha del 22 de febrero registró el  $r^2$  más bajo (.0846) (ver TABLA 9).

**TABLA 9: Análisis de varianza con mediciones repetidas para crecimiento en grosor entre las especies estudiadas**

Fecha	$\bar{x}$	F cal.	Valor P	$\sqrt{CME}$	C.V.	$r^2$
04.11.93	0	99999.9	0	0	9999.9	0
18.11.93	0.05	0.86	.574	.2318	436.29	.088
02.12.93	.018	1.44	.1753	.2412	1336.52	.1394
16.12.93	-.011	2.74	.0054	.2393	-2166.34	.2356
04.01.94	-.022	2.39	.0148	.3089	-1369.92	.2114
20.01.94	.032	2.8	.0047	.2932	891.48	.239
08.02.94	.144	1	.4497	.3059	211.27	.101
22.02.94	.105	.82	.6071	.3181	298.72	.0846
07.03.94	.072	.75	.6737	.353	486.23	.779
22.03.94	.185	1.99	.0436	.3054	164.44	.1827
08.04.94	.238	2.58	.0087	.3152	132.41	.2244
22.04.94	.392	3.78	.0003	.3519	89.74	.2978
10.05.94	.614	6.91	.0001	.4578	74.45	.4372
24.05.94	1.018	8.47	.0001	.6485	63.35	.4875
09.06.94	1.164	7.68	.0001	.7731	66.39	.4632
23.06.94	1.341	8.2	.0001	.8462	63.09	.4796
04.07.94	1.136	9.21	.0001	.9373	82.48	.5085
18.07.94	1.065	12.48	.0001	.9351	87.75	.5837
02.08.94	1.503	9.6	.0001	1.0327	68.69	.5189
17.08.94	1.564	8.09	.0001	1.1355	72.58	.476
02.09.94	1.742	9.91	.0001	1.1285	64.75	.5267
14.09.94	2.076	9.96	.0001	1.2177	58.63	.5281
05.10.94	2.202	9.24	.0001	1.3467	61.13	.5094
20.10.94	2.311	9.28	.0001	1.3868	60	.5105

$\bar{x}$ = media; Fcal.= F calculada; Valor P= valor probabilístico;  $\sqrt{CME}$ = Raíz cuadrada medio del error; C.V.= Coeficiente de variabilidad;  $r^2$ = Coeficiente de determinación.

## 5.4.2 Análisis de comparación de medias con la Prueba Tukey (95%)

### 5.4.2.1 Prueba de medias para la carga foliar (hoja en estado maduro)

La tabla 10 muestra la comparación de medias sobre el porcentaje de carga foliar en relación a las especies y las fechas de muestreo, observándose que en la mayoría de los períodos de muestreo se registraron distintos grupos de especies donde no hubo significativa estadística, mientras que en el otro grupo sí se registraron diferencias significativas como es: el 7 de marzo, 9 de junio y 20 de octubre. También hubo períodos de muestreo en que la mayoría de las especies no mostraron tal diferencia estadística en la fecha del 10 de mayo con 9

especies, excepto *Condalia hookeri* que registró el mayor valor (85%) y la especie *Pithecellobium pallens*, que mostró el menor valor (63.3%). El 4 de julio todas las especies mostraron diferencias significativas, salvo *Celtis pallida*, cuyo valor fue (88.33%), contrario a *Pithecellobium pallens*, que observó el menor valor (63.33%) de carga foliar (ver TABLA 10).

#### **5.4.2.2 Prueba de medias para la carga de flores (flores en la etapa abierta)**

Respecto a la comparación de medias para la etapa de flor abierta entre las fechas de muestreo y las especies estudiadas, en la tabla 11 se encontró que en la mayoría de la mayoría de las fechas se registró una diferencia estadísticamente significativa entre las especies, excepto en la fecha del 22 de marzo, en que solamente *Acacia farnesiana* fue distinta al resto del grupo; y la fecha 8 de febrero en que no se encontró diferencias significativas para la mayoría de las especies, exceptuando *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata*; así como en la fecha 20 de octubre ya que en todas las especies no mostraron significancia estadística (ver TABLA 11).

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Tabla 10: Comparación de medias para carga foliar en relación a las fechas de muestreo. Prueba: Tukey (95%)

FECHAS	ESPECIES										
	Af	Aw	Bc	Cp	Ch	Dt	Gh	Hp	Pe	Pp	Pi
4.11.93	85** abc*	73.5 a-e	61 de	81.67 a-d	75.83 a-e	85 ab	66.5 cde	78 a-e	90.91 a	70 b-e	60 e
18.11.93	86.67 a	62.5 b-f	55 ef	79.17 abc	66.67 a-f	78.5 a-d	65.5 b-f	74 a-e	82.27 ab	57.78 cef	48 f
2.12.93	88.89 a	58.5 df	50 f	79.17 a-d	60 c-f	78.5 a-e	53.5 f	80 abc	85.91 bc	54.44 f	57.5 f
16.12.93	88.89 a	58 fg	48.5 g	77.5 a-d	60 d-g	81 abc	71 c-f	77.5 a-e	88.18 ab	59.18 dfg	55 fg
4.1.94	85.56 ab	56 d	55.2 df	74.17 a-d	63.33 c-f	80.5 abc	66.5 c-f	73.5 a-e	89.09 a	62.22 def	51 f
20.1.94	84.44 ab	48 fg	48.2 fg	65.83 b-f	53.33 a-g	81 abc	71 a-e	74 a-d	86.82 a	50 fg	43 g
8.2.94	78.33 ab	39 f	42.2 f	59.17 a-f	48.33 def	75 abc	73 a-d	72 a-e	79.09 a	46.67 f	34 ab
22.2.94	61.11 a-f	41.5 fg	40.2 fg	70 a-e	38.33 fg	73 abc	72 a-d	76 ab	78.18 a	45.56 afg	25 g
7.3.94	73.33 ab	25.5 j	54 b-i	66.67 a-g	73.33 abc	77 a	67 a-f	70.5 a-e	73.64 a-d	44.44 f-j	55 a-h
22.3.94	70 a-e	55.5 cde	64 a-e	71.67 a	83.33 a	78 ab	67.5 a-e	76 abc	75.45 a-d	52.22 e	73.5 a-e
8.4.94	76.67 a-e	59 e	64 a-e	71.67 a-e	83.33 abc	78 a-e	69 ab	79 ab	77.27 a-d	58.89 de	73 a-e
22.4.94	80 a-d	65 de	67 e	75 a-e	83.33 a	78 a-e	71 a-e	82 ab	81.82 abc	63.33 e	73 a-e
10.5.94	80 ab	74 ab	64.5 ab	78.33 ab	85 a	76 ab	72 ab	82 ab	81.82 ab	63.3 b	73 ab
24.5.94	82.22 a-d	80.5 a-f	70 g	80 a-g	86.67 a	81 a-e	74 a-g	83 ab	82.73 abc	66.11 d-g	75 a-g
9.6.94	87.22 a-d	83 a-h	61 e-i	89.17 ab	89.17 a	84 a-f	79 a-i	88 abc	83.64 a-e	63.89 i	83 a-g
23.6.94	82.22 a-g	80 a-h	73 i	87.5 ab	90 a	83.5 a-f	76 a-i	85.5 abc	85 a-d	71.11 a-i	84 a-e
4.7.94	81.67 ab	80 ab	73 ab	88.33 a	85 ab	82 ab	75 ab	80 ab	81.82 ab	63.33 b	77 ab
18.7.94	77.22 a-h	79 a-f	71 a-i	83.33 a-d	85 ab	86 a	76 a-i	84 abc	79.09 a-e	58.89 i	78 a-g
2.8.94	80 a-g	79 a-i	73.5 c-j	85 abc	88.35 a	83 a-e	79 a-j	87 ab	82.73 a-d	63.33 j	80 a-f
17.8.94	85.56 abc	76 a-h	73 b-h	80 a-e	86.67 ab	79.5 a-f	75 a-h	83 a-d	86.36 a	63.33 h	78 a-g
2.9.94	82.78 a-d	77 a-f	73.5 a-f	80 a-f	89.17 a	81 a-e	80 a-f	84.5 abc	86.36 ab	65.56 f	78 a-f
14.9.94	79.44 a-d	67 d	72 a-d	81.17 a-d	86.67 ab	79 a-d	76 a-d	83 abc	83.36 a	67.22 cd	74 a-d
5.10.94	77.78 a-e	63 abe	68 a-e	84.17 ab	85 a	74 a-e	78 a-e	83 a-e	83.64 abc	64.44 a-e	63 e
20.10.94	72.22 a-e	52 c-g	56 b-g	78.33 abc	81.67 ab	69 a-g	73 a-d	72 a-f	80 a	52.22 fg	46 g

\*\*El valor superior es el promedio de cada especie por fecha de muestreo

\* Las letras inferiores, muestran la diferencia significativa por especie en cada fecha de observación

Tabla 11: Comparación de medias para flor abierta en relación a las fechas de muestreo. Prueba: Tukey (95% )

FECHAS	ESPECIES										
	Af	Aw	Bc	Cp	Ch	Dt	Gh	Hp	Pe	Pp	Pl
4.11.93	0 <sup>**</sup> ab <sup>*</sup>	0 b	17 ab	0 ab	0 ab	0 ab	0 ab	0 a	0 ab	0 b	0 ab
18.11.93	0 b	0 b-f	19.5 ef	1.67 abc	0 a-f	0 a-d	6.5 b-f	3 a-e	0 a	0 b	0 ab
2.12.93	0 bcd	0 b	15 ab	0 ab	0 ab	0 ab	14 ab	0.5 b	0 a	0 b	0 ab
16.12.93	0 bcd	0 d	24 cd	0 a-d	0 bcd	0 bcd	37 ab	1 abc	0 a	0 bcd	0 cd
4.1.94	0 d	0 d	7 cd	0 abc	0 cd	0 cd	47 a	0 cd	0 ab	0 d	0 d
20.1.94	16.7 bcd	0 d	5 cd	0 a-d	0 bcd	0 bcd	43 ab	0 abc	0 a	0 bcd	0 cd
8.2.94	35.6 a	0 b	3.5 ab	0 ab	0 ab	0 ab	3.5 ab	0 ab	0 ab	0 ab	0 ab
22.2.94	71.1 a	0 c	1 c	0 c	0 c	1.5 c	0 c	7 ab	0 c	0 c	0 c
7.3.94	81.1 a	0 d	0 d	0 bcd	0 cd	27 bcd	0 cd	5 bc	0 b	0 bcd	0 bcd
22.3.94	77.3 a	5 b	0 b	5.83 b	0 b	29 b	0 b	0 b	0 b	0 b	18 b
8.4.94	35.6 a	6 b	2 b	30 a-d	21.67 a-d	20 ab	0 d	1 cd	0 ab	0 abc	17 a-d
22.4.94	14.1 b	15 de	2 b	23.33 ab	15 b	9.5 b	0 b	3 ab	0.91 a	0 ab	24 ab
10.5.94	44.4 cd	15 ab-d	7.5 cd	30 ab	31.67 a	5 cd	0 d	11 a-d	18.64 abc	0 a-d	6 cd
24.5.94	44.4 e	4.5 e	2.5 a-e	43 a	36.67 ab	0 e	10 b-e	33 abc	33 a-e	0 e	0 e
9.6.94	0 e	5 ca	1.5 b-e	21 a-e	33.33 abc	0 e	34 ab	33 a-d	54.09 a	15 b-e	1 e
23.6.94	0 c	4.5 bc	1 bc	22 bc	21.67 bc	0 c	26 b	28.21 a	20 bc	18.33 bc	0 bc
4.7.94	0 b	3.5 b	1 b	43 ab	13.33 ab	0 b	8 ab	37.5 a	8.64 b	4.44 ab	0 b
18.7.94	0 c	65 bc	4.5 a-i	56 bc	25 bc	0 c	0 bc	17 bc	52.73 a	16.67 b	0 c
2.8.94	0 b	2 b	1.5 ab	39 ab	7.5 ab	0 b	0 ab	7.5 b	32.18 a	12.78 ab	2.5 b
17.8.94	0 c	0 c	2 abc	23 abc	20 abc	0 c	0 abc	27 ab	0 c	38.89 a	0 c
2.9.94	0 d	0 d	8 abc	19 a-d	35 a	0 d	0 ab	4 cd	0 d	17.22 a-d	0 d
14.9.94	0 d	0 d	12.5 abc	13 a-d	23.33 ab	0 d	0 a	3 cd	0 d	1.11 cd	0 d
5.10.94	0 c	0 c	50 a	0 bc	0 c	0 c	0 b	0 bc	0 c	0 c	0 c
20.10.94	0 a	2 a	11 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

\*\*El valor superior es el promedio de cada especie por fecha de muestreo

\* Las letras inferiores, muestran la diferencia significativa por especie en cada fecha de observación

#### **5.4.2.3 Prueba de medias para la carga de frutos (frutos en estado maduro)**

La tabla 12 muestra la comparación de medias sobre el porcentaje de frutos maduros entre las especies y las fechas de muestreo, registrándose para todas las fechas de muestreo diferencias estadísticas significativas entre las especies, excepto para la fecha 22 de abril que mostró para las especies con significancia estadística; ya que los demás períodos, por lo regular entre 3 a 5 especies demostraron diferencia significativa (ver TABLA 12).

#### **5.4.2.4 Prueba de medias para la variación en grosor**

La comparación de medias entre las especies en relación a la variación en grosor, se muestran algunas fechas de muestreo como el 4 y 18 de noviembre, el 16 de diciembre, el 4 y 20 de enero, 22 de febrero, 8 de abril, 9 de junio y el 17 de agosto en que las especies fueron iguales estadísticamente. Además se presentaron fechas en el cual todas las especies fueron distintas, tal es el caso del 2 de diciembre, el 7 de marzo y el 4 de julio (ver TABLA 13).

#### **5.4.2.5 Prueba de medias para el crecimiento en grosor**

En relación a la comparación de medias de especies estudiadas entre las fechas de muestreo para crecimiento en grosor, en este análisis se mostró que se presentaron algunas fechas de muestreo donde no se registraron diferencias estadísticas entre las especies como: el 4 de noviembre, 18 de noviembre, 2 de diciembre y las fechas que cubren del 8 de febrero al 8 de abril, el resto de las fechas sí se manifestaron diferencias entre las especies (ver TABLA 14).

Tabla 12: Comparación de medias para fruto maduro en relación a las fechas de muestreo. Prueba: Tukey (95% )

FECHA	ESPECIES										
	Af	Aw	Bc	Cp	Ch	Dt	Gh	Hp	Pe	Pp	Pl
4.11.93	0** ab*	0 a	2.5 ab	4.16 ab	9.17 ab	0 b	0 ab	2.5 ab	0.91 ab	5 ab	0 b
18.11.93	0 b	0 b	5.5 b	12 ab	20.83 ab	0 b	0 ab	22.5 ab	1.82 ab	32.78 a	0 b
2.12.93	0 b	0 b	1.5 b	5 ab	20 abc	0 b	0 b	29.5 a	2.73 b	18.89 ab	0 ab
16.12.93	0 c	0 c	0.5 c	4.16 abc	11.67 ab	0 c	0 c	32 a	7.73 bc	26.67 ab	0 c
4.1.94	0 b	0 b	0.5 b	0 ab	1.67 ab	0 ab	11 ab	8.5 ab	0 ab	28.33 a	0 ab
20.1.94	0 b	0 b	0.5 b	0 ab	3.33 b	0 b	36 a	15.5 b	0 b	17.22 ab	0 b
8.2.94	0 c	0 c	0 c	.83 bc	.83 bc	0 bc	41 a	9.5 bc	0 bc	24.44 b	0 c
22.2.94	0 bc	0 c	0 bc	0 ab	2.5 abc	0 abc	34.5 a	3 bc	0 bc	5.56 bc	0 c
7.3.94	0 ab	0 bc	3 bc	0 a	0 bc	0 bc	14 bc	0 c	0 bc	16.67 bc	0 c
22.3.94	1.11 c	0 bc	3 c	0 a	0 bc	0 bc	1 ab	0 c	0 ab	2.78 c	0 c
8.4.94	3.33 b	0 b	2.5 b	0 a	0 ab	0 b	0 b	0 b	0 a	4.44 b	0 b
22.4.94	6.11 a	2 a	1 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 c	3.89 a	0 a
10.5.94	25 ab	0.5 c	0 c	0 a	0 bc	3 abc	0 c	0 abc	0 c	0 c	0 c
24.5.94	62.2 a	5.5 bc	0 c	10 b	14.17 bc	5 bc	0 c	0 bc	12.73 bc	0 c	4 bc
9.6.94	63.3 a	6 bc	0 c	25 bc	18.33 bc	11 bc	0 c	0 bc	4.55 bc	0 b	13 c
23.6.94	54.4 a	10 c	0 c	36 ab	5.83 c	14 c	0 c	0 c	4.09 c	0 c	1 c
4.7.94	46.7 a	6 d	0 d	35 ab	4.17 d	6.5 d	27 abc	0 d	2.27 d	0 d	0 d
18.7.94	31.7 b	3.5 c	0 c	42 a	20.83 bc	11 c	15.5 ab	.5 c	4.55 bc	0 c	0 c
2.8.94	11.7 abc	1.5 abc	0 abc	26 a	15 abc	17 abc	11 abc	1 abc	1.09 abc	0 ab	0 c
17.8.94	7.78 b	1 b	0 b	32 a	9.17 b	11 b	0 b	1.5 ab	10 b	0 ab	0 b
2.9.94	0 d	0 d	0 cd	24 a	5.83 cd	3.5 cd	0 cd	9.5 a-d	10.45 a-d	0 ab	0 d
14.9.94	0 b	0 ab	0 b	12 ab	21.67 ab	0 b	0 ab	2.5 a	5.45 ab	0 ab	0 b
5.10.94	0 b	0 ab	0 b	31 a	26.67 ab	0 b	0 ab	28.07 ab	0 b	0 ab	0 b
20.10.94	0 d	0 d	0 d	34 ab	20 a-d	0 b	0 a	0 a-d	0 d	31.1 abc	0 d

\*\*El valor superior es el promedio de cada especie por fecha de muestreo

\* Las letras inferiores, muestran la diferencia significativa por especie en cada fecha de observación

Tabla 13: Comparación de medias para variación en grosor en relación a las fechas de muestreo. Prueba: Tukey (95% )

FECHA	ESPECIES										
	Af	Aw	Bc	Cp	Ch	Dt	Gh	Hp	Pe	Pp	Pl
4.11.93	0** a*	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
18.11.93	.08 a	.02 a	-.02 a	.09 a	.04 a	0 a	.13 a	-.07 a	.14 a	.02 a	.13 a
2.12.93	.01 abc	-.02 a-f	.02 a	-.08 ab	-.02 a-g	-.01 a-d	-.03 a-h	-.26 i	.01 a-i	-.07 a-i	-.02 a-e
16.12.93	0 a	-.02 a	-.02 a	-.01 a	.02 a	-.01 a	-.01 a	-.02 a	-.05 a	-.06 a	-.06 a
4.1.94	.12 a	0 a	-.02 a	-.01 a	.03 a	0 a	-.06 a	-.05 a	0 a	-.06 a	-.06 a
20.1.94	.06 a	.1 a	.07 a	.05 a	.03 a	.02 a	.05 a	.03 a	.05 a	.11 a	.07 a
8.2.94	.09 b	.01 b	.03 b	.03 b	.04 b	.02 b	.13 b	.6 a	.07 b	.08 b	.11 b
22.2.94	-.02 a	-.02 a	-.04 a	-.04 a	-.02 a	.04 a	-.03 a	-.05 a	-.09 a	-.02 a	-.06 a
7.3.94	-.03 a-i	.02 ab	-.02 a-i	-.02 a-g	.04 a	.01 abc	0 a-f	-.26 i	-.02 a-h	.06 a-d	-.03 a-e
22.3.94	.18 ab	.12 b	.05 b	.07 b	.07 b	.02 b	.03 b	.39 a	.06 b	-.02 b	.18 b
8.4.94	.03 a	.11 a	.04 a	-.02 a	.04 a	.03 a	.05 a	.08 a	.09 a	0 a	.12 a
22.4.94	.17 bc	.17 bc	.09 bc	.06 bc	.12 bc	.12 bc	.01 c	.17 bc	.19 ab	.1 bc	.37 a
10.5.94	.47 abc	.57 bc	.1 cd	-.16 a-d	.14 cd	.21 bcd	-.07 d	.14 cd	.21 bcd	.08 d	.58 a
24.5.94	.82 a	.58 abc	.28 cd	.21 cd	.32 a-d	.36 a-d	.18 cd	.26 cd	.39 a-d	.07 d	.77 ab
9.6.94	.33 a	1.07 a	.2 a	.13 a	-.09 a	.2 a	.11 a	.05 a	.13 a	-.12 a	.1 a
23.6.94	-.01 b-e	.8 a-d	.37 ab	-.01 b-e	.28 a-e	.1 a-e	.32 abc	-.33 e	.2 a-e	.1 a-e	.65 a
4.7.94	.22 a	.11 a-d	-.16 a-f	-.12 a-e	-.27 a-i	-.19 a-g	-.65 c-i	-.8 i	-.07 abc	0 ab	-.23 a-h
18.7.94	.49 a	.11 ab	-.08 b	-.18 b	-.08 ab	-.14 b	-.12 b	-.23 b	-.22 b	-.1 b	-.12 b
2.8.94	.52 b	.5 b	.23 b	.44 b	.12 b	.1 b	.5 b	1.52 a	.37 b	.52 b	.26 b
17.8.94	.12 a	.21 a	.06 a	-.04 a	.19 a	.11 a	.1 a	.2 a	.22 a	-.11 a	.04 a
2.9.94	.53 a	.28 abc	.22 abc	.22 abc	.13 abc	.08 abc	.18 abc	-.09 c	.04 bc	.09 abc	.34 ab
14.9.94	.57 ab	.2 abc	.3 abc	.18 abc	.18 abc	.03 c	.29 abc	.34 abc	.61 a	.28 abc	.44 abc
5.10.94	.57 a	-.07 b	.08 b	.19 ab	.04 ab	.14 ab	.13 ab	.12 ab	.32 ab	.13 ab	.26 ab
20.10.94	.39 ab	.07 ab	.14 ab	.17 ab	-.04 b	.08 b	.38 a	.11 b	.08 b	.04 b	.07 b

\*\*El valor superior es el promedio de cada especie por fecha de muestreo

\* Las letras inferiores, muestran la diferencia significativa por especie en cada fecha de observación

Tabla 14: Comparación de medias para crecimiento en grosor en relación a las fechas de muestreo. Prueba: Tukey (95%)

FECHA	ESPECIES										
	Af	Aw	Bc	Cp	Ch	Dl	Gh	Hp	Pe	Pp	Pl
4.11.93	0** a*	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
18.11.93	.08 a	.02 a	-.02 a	.09 a	.04 a	0 a	.13 a	-.07 a	.14 a	.02 a	.43 a
2.12.93	.08 a	0 a	0 a	.01 a	.03 a	-.01 a	.03 a	-.02 a	.1 a	-.01 a	.11 a
16.12.93	.08 abc	-.02 a-e	-.02 a-e	.04 a-e	.06 a-e	-.02 a-e	.09 ab	-.34 e	.1 a	-.07 a-e	.06 a-d
4.1.94	.2 a	-.02 abc	-.04 abc	-.01 abc	.09 abc	-.03 abc	.03 abc	-.39 c	.1 ab	-.13 abc	0 abc
20.1.94	.26 a	.08 abc	-.01 abc	.04 abc	.12 abc	-.01 abc	.08 abc	-.29 c	.17 ab	-.02 abc	.1 abc
8.2.94	.36 a	.08 a	.04 a	.07 a	.16 a	.02 a	.14 a	.23 a	.22 a	.17 a	.17 a
22.2.94	.33 a	.06 a	0 a	.04 a	.14 a	.06 a	.09 a	.18 a	.13 a	-.08 a	.11 a
7.3.94	.3 a	.08 a	-.02 a	.02 a	.18 a	0 a	.09 a	-.07 a	.12 a	.07 a	.12 a
22.3.94	.48 a	.24 a	.03 a	.1 a	.24 a	.02 a	.17 a	.33 a	.18 a	.08 a	.26 a
6.4.94	.52 a	.36 a	.06 a	.08 a	.28 a	.05 a	.15 a	.39 a	.25 a	.04 a	.38 a
22.4.94	.69 ab	.53 ab	.16 b	.14 ab	.4 ab	.17 b	.18 b	.56 ab	.46 ab	.21 ab	.74 a
10.5.94	1.16 ab	1.07 abc	.26 d	.31 cd	.54 a-d	.38 d	.11 d	.72 a-d	.61 a-d	.3 d	1.25 a
24.5.94	1.98 ab	1.63 abc	.54 d	.51 d	.86 bcd	.85 cd	.33 d	.98 cd	1.01 bcd	.37 d	2.01 a
9.6.94	2.31 a	2.06 abc	.64 d	.64 d	.77 cd	.99 bcd	.4 d	1.04 bcd	1.12 bcd	.47 d	2.12 ab
23.6.94	2.19 abc	2.36 ab	1.01 d	.63 d	1.05 bcd	1.09 cd	.72 d	.71 d	1.22 bcd	.49 d	2.77 a
4.7.94	2.53 ab	2.25 abc	.85 d	.51 d	.79 cd	.09 cd	.07 cd	.16 d	1.23 a-d	.35 d	2.54 a
18.7.94	3.02 a	2.35 abc	.78 d	.37 d	.7 d	.47 d	-.13 d	-.07 d	1 cd	.21 d	2.43 ab
2.8.94	3.64 a	2.96 ab	1.02 d	.81 cd	.82 cd	.87 d	.37 d	1.165 cd	1.29 cd	.62 d	2.56 abc
17.8.94	3.76 a	2.97 ab	1.07 cd	.77 cd	1.01 bcd	.94 cd	.48 d	1.365 bcd	1.33 bcd	.61 d	2.6 abc
2.9.94	4.2 a	3.25 ab	1.29 cd	.98 d	1.16 d	1.02 d	.66 d	1.35 cd	1.37 cd	.26 d	2.94 abc
14.9.94	4.76 a	3.45 ab	1.61 cd	1.16 d	1.34 cd	.99 d	.95 d	1.69 bcd	2 bcd	1 d	3.37 abc
5.10.94	5.33 a	3.38 abc	1.51 bcd	1.18 bcd	1.39 bcd	1.13 d	1.08 d	1.81 bcd	2.3 bcd	1.13 d	3.3 ab
20.10.94	5.71 a	3.45 b	1.69 bcd	2.19 bcd	1.34 bcd	1.08 d	1.46 cd	1.91 bcd	2.38 bcd	.13 d	3.35 bc

\*\*El valor superior es el promedio de cada especie por fecha de muestreo

\* Las letras inferiores, muestran la diferencia significativa por especie en cada fecha de observación

### 5.4.3 Análisis de autoregresión

En este apartado de resultados, se exponen las variables que fueron seleccionadas en los modelos sobre porcentajes de carga foliar, flores abiertas, y de frutos maduros; así como el promedio de crecimiento radial (grosor) y el promedio de variación en grosor, con su nivel de significancia. Asimismo, se consideraron los índices incluidos en las ecuaciones como criterio para el mejor ajuste del modelo: (1) el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) con un valor alto; y (2) el error estándar ( $S_{xy}$ ) con un valor bajo. En la tabla 15 se presenta la lista de las variables bióticas y físicas consideradas en el análisis.

#### 5.4.3.1 Análisis autorregesivo para la carga foliar (hojas en estado maduro)

El modelo que mejor ajustó es el que corresponde a la especie *Acacia wrightii* que obtuvo el mayor coeficiente de determinación (0.96). Las variables bióticas y climáticas que participaron sobre el porcentaje de carga foliar en dicho modelo están: la temperatura media de 7 días antes de la observación (V12) y la temperatura mínima promedio de 45 días antes del muestreo (V20), ambos como factores altamente significativos para el modelo; así como el autorregresivo de primer orden (A1). También intervino la temperatura máxima de 15 días antes de la observación (V8), lo cual representó significancia sobre hojas maduras. El modelo que observó el coeficiente de determinación más bajo (0.53) fue para *Gochnatia hypoleuca* (ver TABLA 16).

TABLA 15: Lista de variables físicas y biológicas para el análisis de autoregresión

Variable	Código
Carga foliar (hoja en estado maduro)	V1
Carga floral (flor abierta)	V2
Carga de frutos (fruto en estado maduro)	V3
Crecimiento en grosor	V4
Variación en grosor	V5
Temperatura máxima en la fecha de muestreo	V6
Temperatura máxima de 7 días antes del muestreo	V7
Temperatura máxima de 15 días antes del muestreo	V8
Temperatura máxima de 30 días antes del muestreo	V9
Temperatura máxima de 45 días antes del muestreo	V10
Temperatura media en la fecha de muestreo	V11
Temperatura media de 7 días antes del muestreo	V12
Temperatura media de 15 días antes del muestreo	V13
Temperatura media de 30 días antes del muestreo	V14
Temperatura media de 45 días antes del muestreo	V15
Temperatura mínima en la fecha de muestreo	V16
Temperatura mínima de 7 días antes del muestreo	V17
Temperatura mínima de 15 días antes del muestreo	V18
Temperatura mínima de 30 días antes del muestreo	V19
Temperatura mínima de 45 días antes del muestreo	V20
Precipitación en la fecha de muestreo	V21
Precipitación de 7 días antes del muestreo	V22
Precipitación de 15 días antes del muestreo	V23
Precipitación de 30 días antes del muestreo	V24
Precipitación de 45 días antes del muestreo	V25
Evaporación en la fecha de muestreo	V26
Evaporación de 7 días antes del muestreo	V27
Evaporación de 15 días antes del muestreo	V28
Evaporación de 30 días antes del muestreo	V29
Evaporación de 45 días antes del muestreo	V30
Nivel del 1er, 2do y 3er orden del análisis autoregresivo	A(1), A(2), A(3)

**TABLA 16: Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para el porcentaje carga foliar en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001 \*\*\*; < .01 \*\*; < .05 \*)**

Especie	Variables independientes seleccionadas (Nivel de Significancia)	r <sup>2</sup>	√CME
<i>Acacia farnesiana</i>	V2 *** V4*** V24*	0.77	3.103
<i>Acacia wrightii</i>	V12*** V20*** A1*** V8**	0.96	3.469
<i>Bumelia celastrina</i>	V15***	0.81	4.515
<i>Celtis pallida</i>	V15*** A1*	0.75	3.863
<i>Condalia hookeri</i>	V20*** V12*	0.77	7.013
<i>Diospyros texana</i>	V9*** A1***	0.69	2.290
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	V29***	0.53	3.915
<i>Helietta parvifolia</i>	V12*** V14*** V27*** V30*** A1**	0.92	1.639
<i>Pithecellobium ebano</i>	V20*** V12** V17*	0.60	2.734
<i>Pithecellobium pallens</i>	V20** V12* V26*	0.77	3.630
<i>Prosopis laevigata</i>	V9** A1*	0.78	7.975

r<sup>2</sup>= coeficiente de determinación; \*\*\*= altamente significativo; \*\*= significativo; \* = poco significativo; √CME= raíz del cuadrada medio del error

#### 5.4.3.2 Análisis autorregresivo para la carga de flores (flores en estado abierto)

El modelo autorregresivo para el porcentaje de carga de flores abiertas que mejor se ajustó según el coeficiente de determinación más alto (0.89) fue para la especie *Acacia farnesiana*. En relación a los parámetros que tuvieron efecto sobre el porcentaje de flores abiertas están: la frecuencia de carga foliar (V1), el promedio de crecimiento en grosor (V4) y la temperatura media de 7 días antes del muestreo (V12); observándose como variables altamente significativas al modelo. Asimismo otro parámetro que participó fue la temperatura mínima promedio de 45 días antes de la observación (V20), como estadísticamente significativa; finalmente, la variable de precipitación total de 30 días antes del muestreo (V24), estimado como poco significativo al modelo (ver TABLA 17).

Por otra parte el modelo perteneciente a la especie *Bumelia celastrina*, registró el menor valor de  $r^2$  (0.14) de todas las especies, la que no observó ninguna variable con diferencia significativa sobre la carga de flores (ver TABLA 17).

TABLA 17: Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para carga de flores (flor abierta) en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001\*\*\*; < .01\*\*; < .05\*)

Especie	Variables independientes seleccionadas (Nivel de Significancia)	$r^2$	$\sqrt{CME}$
<i>Acacia farnesiana</i>	V1*** V4*** V12*** V20** V24*	0.89	8.739
<i>Acacia wrightii</i>	A1***	0.50	3.167
<i>Bumelia celastrina</i>	A1 N/S	0.14	10.52
<i>Celtis pallida</i>	V8*** V30*** (ANOVA)	0.78	7.737
<i>Condalia hookeri</i>	V16*** V17** V23*	0.74	6.857
<i>Diospyros texana</i>	A1*** A2*	0.64	5.448
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	A1*** A2*	0.62	9.910
<i>Helietta parvifolia</i>	V16** A1*	0.61	8.206
<i>Pithecellobium ebano</i>	V8*** V6**	0.55	11.35
<i>Pithecellobium pallens</i>	V10***	0.44	7.280
<i>Prosopis laevigata</i>	A1**	0.40	5.297

$r^2$ = coeficiente de determinación; N/S= no significativo; ANOVA= análisis de varianza; \*\*\*= altamente significativo; \*\*= significativo; \*= poco significativo;  $\sqrt{CME}$ = raíz del cuadrado medio del error

### 5.4.3.3 Análisis autorregresivo para la carga de frutos (frutos en estado maduro)

La tabla 18 muestra que en relación al porcentaje de frutos maduros, se observó que el modelo de la especie *Acacia farnesiana*, presentó el mayor coeficiente de determinación (0.86) de todas las especies. En este modelo tomó parte solamente el autorregresivo de primer orden (A1) como altamente significativo, y el autorregresivo de segundo orden (A2) como significativo.

El modelo que ofreció *Pithecellobium ebano* reportó, el menor valor de  $r^2$  (0.38) de todas las especies; las variables que participaron para dicho modelo son: la temperatura mínima en la fecha de muestreo (V16), como significativa, y la variable de carga foliar (V1), con poca significancia sobre la carga de frutos (ver TABLA 17). *Prosopis laevigata* no presentó variables que contribuyeran al modelo general, de tal manera que no registró ningún valor, lo que demuestra no estar determinada estadísticamente por las variables analizadas (ver TABLA 18).

TABLA 18: Índices y variable del modelo de autoregresión múltiple para el porcentaje de fruto maduro (carga de fruto) (nivel de significancia: < .001\*\*\*; < .01\*\*; < .05\*)

Especie	Variables independientes seleccionadas (Nivel de Significancia)	$r^2$	$\sqrt{CME}$
<i>Acacia farnesiana</i>	A1*** A2**	0.86	8.395
<i>Acacia wrightii</i>	A1***	0.59	1.749
<i>Bumelia celastrina</i>	A1*** V12** V14** V20** A2** V29*	0.82	0.70
<i>Celtis pallida</i>	V29*** V24** V1*	0.81	7.292
<i>Condalia hookeri</i>	V20** V15* V30* A2*	0.59	6.561
<i>Diospyros texana</i>	V10** A1**	0.70	3.034
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	V20*** V15** V28** A1** A2**	0.84	5.825
<i>Helietta parvifolia</i>	V11*** V27*** V20**	0.60	6.613
<i>Pithecellobium ebano</i>	V16** V1*	0.38	3.029
<i>Pithecellobium pallens</i>	V13***	0.62	7.246
<i>Prosopis laevigata</i>			

$r^2$ = coeficiente de determinación; \*\*\*= altamente significativo; \*\*= significativo

\*= poco significativo;  $\sqrt{CME}$ = raíz del cuadrada medio del error

#### 5.4.3.4 Análisis autorregresivo para la variación en grosor

En relación a la tabla 19 que muestra los resultados de la variación en grosor bajo la influencia de otros parámetros, se distingue el modelo en *Pithecellobium pallens*; presentando el coeficiente de determinación más alto (0.92) de todas las especies. Las variables que participaron en

este modelo, fueron el crecimiento en grosor (V4), la precipitación total en la fecha de muestreo (V21), la precipitación total de 7 días antes de la fecha de muestreo (V22), la precipitación total de 30 días antes del período de observación (V24), el análisis autorregresivo de primer orden (A1) y el autorregresivo de segundo orden (A2), siendo todas altamente significativas. Sin embargo, *Prosopis laevigata* observó el menor  $r^2$  (0.28), en donde solamente intervino la variable de la precipitación total de 15 días antes de la fecha de muestreo (V23) (ver TABLA 19).

TABLA 19: Índices y variables del modelo de autoregresión múltiple para variación en grosor en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001\*\*\*; < .01\*\*; < .05\*)

Especie	Variables independientes (Nivel de significancia)	$r^2$	$\sqrt{\text{CME}}$
<i>Acacia farnesiana</i>	V16*** V21*** A2**	0.82	0.114
<i>Acacia wrightii</i>	V11**	0.33	0.214
<i>Bumelia celastrina</i>	V23***	0.48	0.093
<i>Celtis pallida</i>	V21***	0.76	0.058
<i>Condalia hookeri</i>	V23*** A1*	0.43	0.006
<i>Diospyros texana</i>	A1** V24*	0.54	0.070
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	V24*** V27*** A1*** A2*	0.74	0.112
<i>Helietta parvifolia</i>	V21*** V27** V25*	0.72	0.212
<i>Pithecellobium ebano</i>	V22*** V23*** A2** A1*	0.85	0.072
<i>Pithecellobium pallens</i>	V4*** V21*** V22*** V24*** A1*** A2***	0.91	0.042
<i>Prosopis laevigata</i>	V23**	0.28	0.205

$r^2$ = coeficiente de determinación; \*\*\*= altamente significativo; \*\*= significativo

\*= poco significativo;  $\sqrt{\text{CME}}$ = raíz del cuadrada medio del error

#### 5.4.3.5 Análisis autorregresivo para el crecimiento en grosor

El modelo que presentó el más alto coeficiente de determinación (0.98) fue para la especie *Acacia farnesiana*. Los análisis autorregresivos de primer y segundo orden tuvieron efecto sobre el crecimiento en grosor, manifestando ambas alta significancia estadística. Mientras que en el

modelo de *Celtis pallida*, registró el  $r^2$  más bajo (0.75); contribuyendo las variables relacionadas a la precipitación total de 45 días antes del muestreo (V25), como altamente significativa, el potencial de evaporación de 45 días antes del muestreo (V30), y el análisis autoregresivo de tercer orden, como variables significativas (ver TABLA 20).

TABLA 20: Índices y variables del modelo de auto regresión múltiple para crecimiento en grosor en 11 especies leñosas (Nivel de significancia: < .001\*\*\*; < .01\*\*; < .05\*)

Especie	Variables independientes (Nivel de significancia)	$r^2$	$\sqrt{CME}$
<i>Acacia farnesiana</i>	A1*** A2***	0.98	0.250
<i>Acacia wrightii</i>	V25*** V29***	0.93	0.365
<i>Bumelia celastrina</i>	A1*** V5**	0.95	0.126
<i>Celtis pallida</i>	V25** V30* A3*	0.75	0.298
<i>Condalia hookerii</i>	A1*** V25*	0.93	0.124
<i>Diospyros texana</i>	V2*** V7*** V25*** A2**	0.94	0.128
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	V5*** A1***	0.81	0.173
<i>Helietta parvifolia</i>	V25*** A1*** V5** V17** V18**	0.94	0.179
<i>Pithecellobium ebano</i>	A1***	0.92	0.209
<i>Pithecellobium pallens</i>	A1*** V24**	0.89	0.124
<i>Prosopis laevigata</i>	V29*** V25**	0.90	0.417

$r^2$ = coeficiente de determinación; \*\*\*= altamente significativo; \*\*= significativo

\*= poco significativo;  $\sqrt{CME}$ = raíz del cuadrada medio del error

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 5.5 Relación diámetro basal y altura total de 4 especies de estudio

De acuerdo con el análisis de regresión, se presentan los resultados en forma analítica a través de algunos índices de ecuaciones, así como de manera gráfica mediante la interpretación de los datos en una figura. Se aplicaron 3 modelos para las 4 especies; en tanto al criterio para seleccionar el modelo más adecuado se consideraron algunos índices del análisis tales como: el coeficiente de determinación ( $r^2$ ); el error estándar de la estimación (Syx); y el número de variables; estos se muestran en las tablas (21 a 24) como indicadores de ajuste en este análisis.

El modelo polinomial de segundo grado, se representa gráficamente por un punto de inflexión, donde la parábola alcanza su valor máximo, dicho punto obedece a una fórmula descrita como:  $PI = -a_1/2(a_2)$ , en donde, PI (punto de inflexión);  $a_{1,2}$  (constantes).

### 5.5.1 Análisis de Regresión en *Acacia farnesiana*

En relación a los valores que se obtuvieron para *Acacia farnesiana*, se seleccionó el modelo polinomial de 2do. grado, aun cuando los índices de dicho modelo no son los mas adecuados. Sin embargo, se consideró principalmente el ajuste del modelo gráfico por la distribución de los datos observados, mostrando su punto de inflexión de 11.34 cm (ver TABLA 21; Figura 48).

TABLA 21: Índices estadísticos de los modelos de regresión para *Acacia farnesiana* (n=118)

Modelo	$r^2$	Syx	Syx %	número de variables
Lineal simple	.83401	64.87391	27.01	1
Polinomial de 2do. grado	.95049	35.58232	14.81	2
Logarítmico	.95276	.249417	0.10	2

$r^2$  = coeficiente de determinación; Syx = error estándar de la estimación  
Syx% = error estándar porcentual

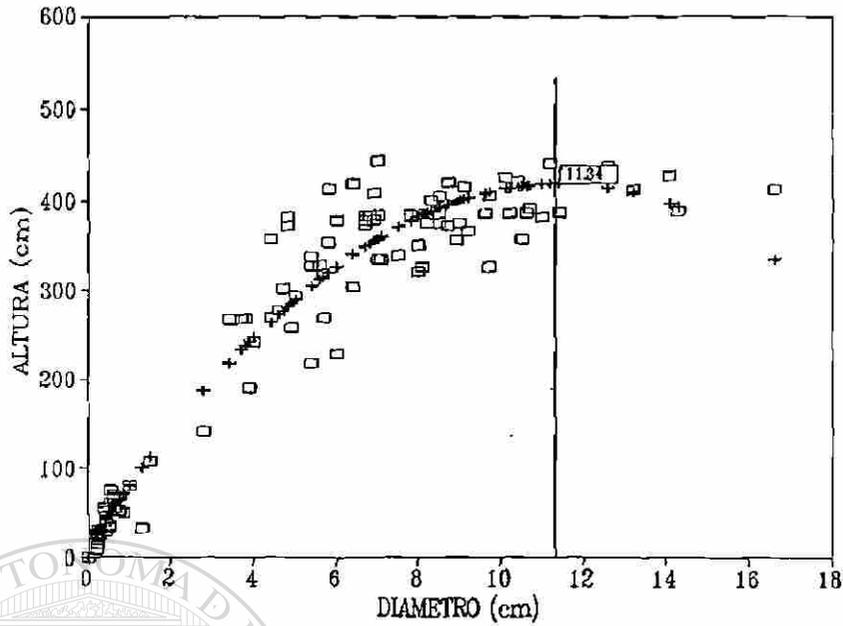


Figura 48. Relación diámetro basal y altura total en *Acacia farnesiana*  
 Modelo: Polinomial de 2do. Grado  
 □ = Datos Observados + = Datos del Modelo

### 5.5.2 Análisis de Regresión en *Pithecellobium ebano*

Los resultados que se obtuvieron sobre los índices de regresión para *Pithecellobium ebano*, mostraron que el modelo logarítmico fue el que mejor se ajustó estadísticamente, tanto en los valores estimativos, como por el ajuste gráfico, donde se muestra la distribución de los datos observados (ver TABLA 22; Figura 49)

TABLA 22: Índices estadísticos de los modelos de regresión para *Pithecellobium ebano* (n= 132)

Modelo	$r^2$	Syx	Syx %	número de variables
Lineal Simple	.84764	49.19817	23.06	1
Polinomial de 2do grado	.89826	40.35813	18.92	2
Logarítmico	.94696	.23021	0.10	2

$r^2$ = coeficiente de determinación Syx%= error estándar porcentual  
 Syx= error estándar de la estimación

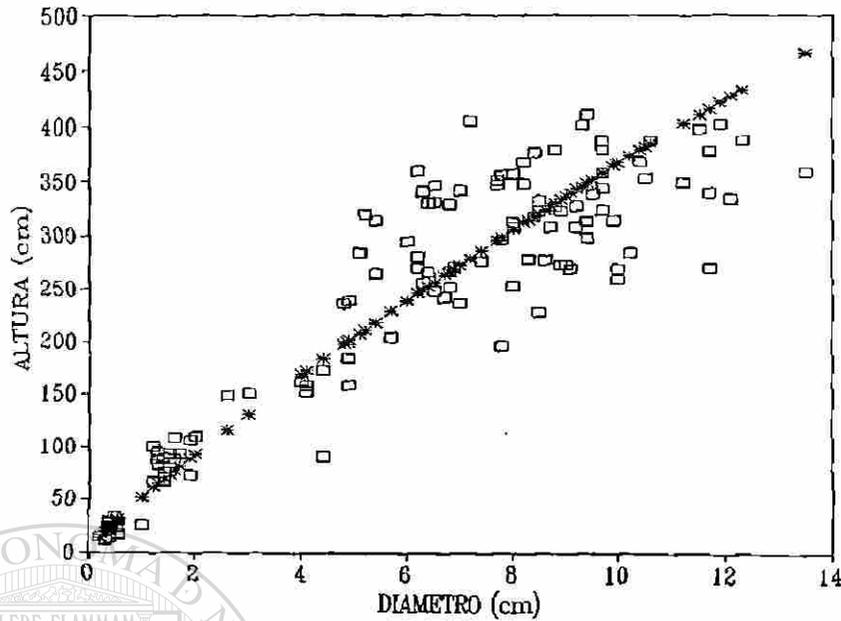


Figura 49. Relación diámetro basal y altura total en *Pithecellobium ebano*

Modelo: Logarítmico

□ = Datos Observados \* = Datos del Modelo

### 5.5.3 Análisis de Regresión en *Pithecellobium pallens*

Referente a los índices que resultaron para *Pithecellobium pallens*, se consideró al modelo polinomial de 2do. grado, como el más apropiado para esta especie, aunque las estimaciones estadísticas que se mostraron no son las más precisas, se tomó en cuenta el ajuste gráfico por su distribución de los datos observados, con un punto de inflexión de 10.01cm (Ver TABLA 23; Figura 50).

TABLA 23: Índices estadísticos de los modelos de regresión para *Pithecellobium pallens* (n= 120)

Modelo	$r^2$	Syx	Syx %	número de variables
Lineal Simple	.70505	76.42766	25.68	1
Polinomial de 2do. grado	.87306	50.35154	16.92	2
Logarítmico	.94440	.26008	0.08	2

$r^2$ = coeficiente de determinación Syx%= error estándar porcentual  
Syx= error estándar de la estimación

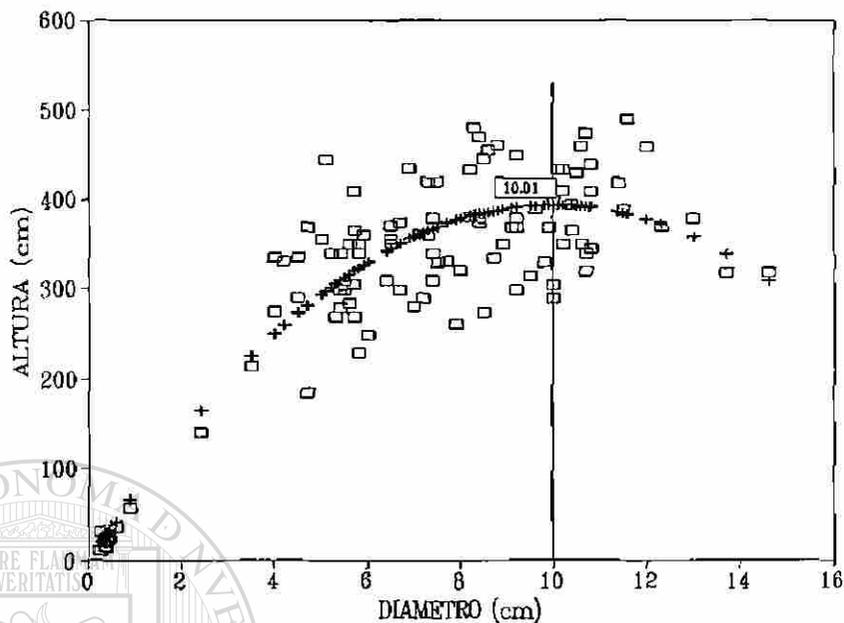


Figura 50. Relación diámetro basal y altura total en *Pithecellobium pallens*.  
 Modelo: Polinomial de 2do. grado  
 □ = Datos Observados + = Datos del Modelo

#### 5.5.4 Análisis de Regresión en *Prosopis laevigata*

En relación a los valores de las ecuaciones para *Prosopis laevigata*, se eligió el modelo logarítmico ya que fue el que mejor se ajustó, tanto en los índices de las estimaciones, como en el ajuste gráfico por la distribución de los datos observados (ver TABLA 24; Figura 51).

TABLA 24: Índices estadísticos de los modelos de regresión para *Prosopis laevigata* (n= 82)

Modelo	$r^2$	Syx	Syx %	número de variables
Lineal Simple	.75639	28.18735	61.31	1
Polinomial de 2do. grado	.86566	21.06403	45.81	2
Logarítmico	.69274	.57436	1.24	2

$r^2$ = coeficiente de determinación  
 Syx= error estándar de la estimación  
 Syx%= error estándar porcentual

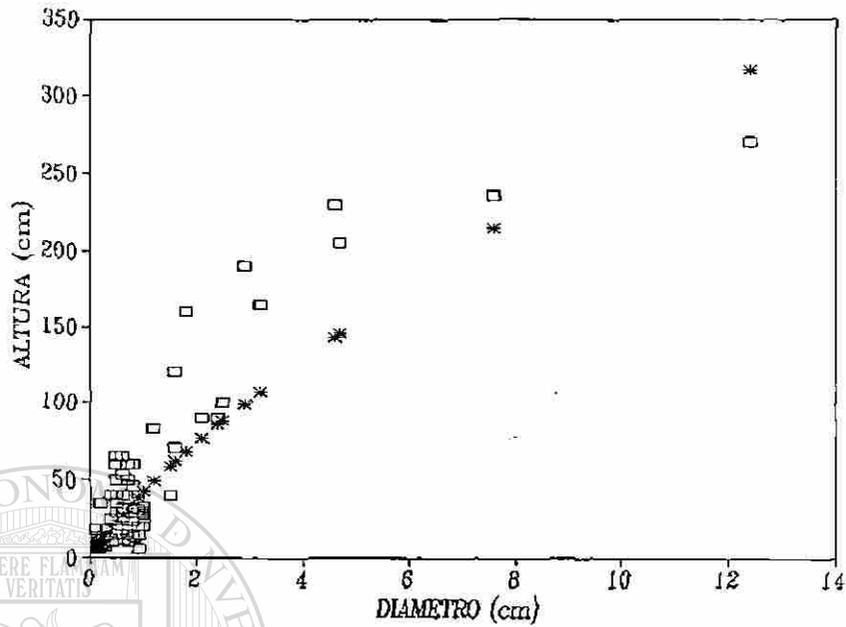


Figura 51 . Relación diámetro basal y altura total en *Prosopis laevigata*  
 Modelo: Logarítmico  
 □ = Datos Observados \* = Datos del Modelo

## 6. DISCUSION

La mayoría de las comunidades de matorral aprovechadas forestalmente ostentan una productividad baja en cuanto a su aprovechamiento actual; ya sea en producción de forraje, leña, estantería, madera para construcción, etc. Tal situación, causa fundamentalmente degradación, alteración y destrucción en una gran parte del matorral, lo que provoca severos daños ecológicos. Tal situación está relacionada, entre otras cosas, al hecho de que las especies leñosas nativas presentan un crecimiento lento como para satisfacer a corto plazo las demandas alimenticias, leña, carbón, postes, etc. que requiere la población.

Ciertos sucesos o eventos fenológicos tales como la elongación, apertura y maduración de yemas, la foliación, la floración y la fructificación, están asociados comúnmente con los estados específicos de actividad cambial; así como también, en ellos influyen factores ambientales y procesos fisiológicos.

### 6.1 Fenología

El desarrollo de las etapas fenológicas resultó variable entre las especies, encontrándose las etapas de foliación, floración y fructificación en todas las estaciones del año. Estos individuos se desarrollan en una región subtropical donde el clima es extremo manifestándose un verano largo húmedo-seco y un invierno frío, en algunas ocasiones muy frío, llegando a ocurrir algunas heladas. Lo anterior tiene que ver en parte a la alternancia de períodos de crecimiento, desarrollo y reposo, que permite a la planta sobrellevar la sequía, el calor, y el frío excesivo. El letargo es un tipo especial de reposo en el cual la planta o determinadas partes de la planta (por ejemplo semillas o yemas), no reanudan el crecimiento o desarrollo si no se dan condiciones ambientales especiales (Raven y Curtis, 1975).

### 6.1.1 Fenología de foliación

La presencia de hojas crecientes tuvieron lugar en una gran parte del año de investigación en las especies de estudio, mientras que la fase de hoja madura apareció durante todo el año; sin embargo, la etapa de hojas secas, representó el evento con menos registros. Simpson (1977) dice que en una localidad en Arizona, la especie *Prosopis velutina*, generalmente desprende sus hojas a fines del verano, tal como sucedió con las especies *Acacia farnesiana*, *Bumelia celastrina*, *Condalia hookeri*, *Gochnatia hypoleuca*, *Pithecellobium ebano* y *P. pallens* en que no se registraron hojas secas. No obstante, durante los años con inviernos más o menos cálidos, los individuos de *Prosopis velutina* pueden conservar sus hojas durante el invierno, pero los perdieron en primavera, precisamente cuando fueron producidas las nuevas hojas; en el caso de las especies de estudio, durante todo el año se llevó a cabo la producción de hojas, cuyo invierno no registró heladas; en todas las especies de estudio durante la primavera no registraron hojas secas.

La producción constante de hojas maduras durante todo el año de investigación fue debido probablemente a las condiciones ambientales favorables que se suscitaron en el año de estudio. Esto tiene, probablemente alguna relación con lo que Kramer y Kozlowski (1979) sugieren, de que existe una rápida expansión de las hojas individuales de muchas angiospermas deciduas, en contraste a la lenta expansión de las hojas en las angiospermas perennifolias, por lo que durante el año de investigación ninguna especie de estudio permaneció sin hojas.

En cuanto al porcentaje de carga foliar (hoja en estado maduro) entre las especies, este fenómeno se concentró en su mayoría durante primavera y verano (presentándose las más altas precipitaciones del año de estudio con 266 mm y 355 mm respectivamente, y una temperatura promedio correspondiente a 24°C y 27°C sucesivamente). Smith (1980) dice que bajo un clima del tipo mediterráneo las plantas ceden energía fijada que será utilizada para el crecimiento de las hojas a fines de la primavera y principios del verano, cuando las temperaturas son más

favorables, por lo que se podría suponer que esto puede ocurrir en áreas del matorral.

La especie que mostró el máximo porcentaje de hojas maduras fue *Pithecellobium ebano* (90%); en contraste con las especies que exhibieron la menor frecuencia: *Prosopis laevigata* (25%) y *Acacia wrightii* (25.5%).

Dentro del análisis de varianza con mediciones repetidas se pudo constatar que estadísticamente hubo una alta diferencia significativa entre las especies de estudio y las fechas de muestreo, sólo el período de observación del 10 de mayo, registró poca diferencia significativa; corroborando en parte los resultados anteriores, en el análisis de comparación de medias (prueba Tukey), se registró así mismo, que la fecha del 10 de mayo, no mostraron diferencias significativas 9 de especies estudiadas, excepto las especies de *Condalia hookeri* la cual mostró el mayor promedio de producción de hojas (85), así como *Pithecellobium pallens* que presentó en valor menor (63.3). Lo mismo ocurrió en la fecha del 4 de julio en 9 especies de estudio que no mostraron diferencias significativas, excluyendo a *Celtis pallida* que exhibió el valor máximo de carga de hojas (88.33) y *Pithecellobium pallens* con un valor menor de (63.33)

Dentro del análisis autorregresivo de carga foliar, se contemplaron 14 variables que actuaron sobre la etapa de hoja madura en las especies de estudio, de las cuales 2 de ellas son parámetros biológicos: el porcentaje de flor abierta; en este punto se considera importante señalar el aspecto de las fitohormonas, que son sustancias controladoras del crecimiento de las plantas; de este modo probablemente halla una relación de la giberelina localizada en las flores en concentraciones menores que afecte el crecimiento de las hojas (Raven y Curtis, 1975). En cuanto al crecimiento en grosor (la otra variable biológica); Young (1991), comenta que cuando los fustes de los árboles en general tienen el máximo contenido de agua, es cuando da inicio la apertura de las yemas foliares y aparecen las hojas, lo cual podría estar relacionada a la carga

foliar. Asimismo participaron 12 variables climáticas referente al porcentaje de hojas maduras de todas las especies de estudio; en donde destacan por su presencia entre las especies: la temperatura media de 7 días antes del muestreo (V12), apareciendo en 5 especies; la temperatura mínima de 45 días antes de la observación (V20), relacionada en 4 especies. Al respecto, las deficiencias en nutrientes y temperatura (en este caso bajas) pueden inducir a una expresión más fuerte de las hojas xeromórficas que la ausencia de humedad (Esau, 1982). Así también, intervino el autoregresivo de primer orden (A1), lo que significa que la variable dependiente de carga foliar (V1) influyó sobre ella misma. En la especie *Helietta parvifolia*, resultaron la mayor cantidad de parámetros (5) sobre hoja madura: la temperatura media de 7 días antes del muestreo (V12); la temperatura media de 30 días antes de la observación (V14); el potencial de evaporación de 7 días antes del muestreo (V27); el potencial de evaporación de 45 días antes de realizar la observación (V30), todas estas variables se registraron como altamente significativas; además, intervino el análisis autoregresivo de primer orden (A1) como significativa. Cabe señalar que los parámetros de precipitación no tuvieron relación con el porcentaje de carga foliar, salvo la precipitación de 30 días antes del muestreo (V24) en una sola especie (*Acacia farnesiana*), y como poco significativa; dado que la máxima actividad de foliación se lleva a cabo cuando la humedad utilizable no es limitante (Smith, 1980). La especie de *Acacia wrightii* fue la que mejor ajustó al modelo autoregresivo ya que registro un  $r^2$  de 0.96, y en donde participaron tres variables relacionadas a la temperatura.

### 6.1.2 Fenología de Floración

Respecto a las etapas de floración no se distinguió un patrón similar de aparición en las fechas de muestreo y entre las especies de estudio. Estas fenofases manifestaron períodos cortos en algunos especímenes y períodos largos en otros. Relacionado a lo anterior, Kramer y Kozlowski (1979) mencionan que en una área tropical las especies siempre presentan flores y por lo tanto frutos durante el año,

debido al gran diversidad de especies que tienen estas áreas, así como a la variación en los períodos de floración que ocurren entre las especies, como sucedió en la zona de estudio.

La mayoría de las plantas requieren algunos días o semanas para que se combinen de manera adecuada la temperatura, el CO<sub>2</sub> y la luz, e induzcan la floración. En general, las plantas anuales y perennes responden a la floración, con una regulación ejercida por el ciclo diario de luz-oscuridad; en períodos de día corto, el proceso de floración se inicia más pronto que el día largo (Farnworth y Golley, 1977). Entre las especies de la zona de estudio, la floración dio inicio en invierno (caracterizado por tener días cortos), ya que muchas plantas requieren una exposición a bajas temperaturas antes de producir flores (Esau, 1982). Cabe señalar que las especies de *Condalia hookeri* y *Pithecellobium pallens* comenzaron las fases de floración en primavera.

Entre las etapas de floración en la mayoría de las especies no se reflejó una evidente sincronización, es decir, aparecieron casi al mismo tiempo yemas florales y flores inmaduras e incluso en algunos especies también se hizo presente la etapa de flores abiertas. Mientras que las estaciones del trópico son marcadamente alternadas como estación lluviosa y seca, el comienzo de la estación lluviosa es un medio seguro para dar pie a que las plantas del trópico puedan llegar a sincronizarse a cambios estacionales (Smith, 1980).

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La carga de flores abiertas se distribuyó en las estaciones de primavera, verano e invierno en todas las especies de estudio, es decir, se desarrollan tanto en período lluvioso como seco. Smith (1980) hace notar que la floración de algunas especies sucede a fines de la estación lluviosa, cuando el suelo húmedo es abundante; otras especies florecen a fines de la estación seca, observándose en este estudio y en ambos casos distintos picos.

La especie que registró el máximo porcentaje de flores abiertas fue *Acacia farnesiana* (81%) ocurrido en invierno; en tanto que *Celtis*

*pallida* exhibió el valor mayor (56%) de carga de flores. *Acacia wrightii* representó la especie con el menor porcentaje de flor abierta (15%); mientras que *Prosopis laevigata* presentó el promedio más bajo de carga de flores.

En el análisis de varianza con mediciones repetidas realizado para carga de flores se pudo observar que entre las especies y en casi todas las fechas de muestreo manifestaron variaciones estadísticamente significativas; mostrando además, en relación a los períodos de observación, los mayores promedios de carga floral se presentaron en una buena medida en el invierno (del 20 de enero al 22 de marzo). En este sentido, Esau (1982), dice que muchas plantas requieren una exposición a bajas temperaturas antes de poder producir flores, lo que probablemente para algunas especies del presente estudio sea factor determinante.

Respecto a la comparación de medias con la prueba de Tukey se observaron diferencias significativas entre las especies y en 21 de las 24 fechas de muestreo; exceptuando al 8 de febrero, ya que no registró diferencias para *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata*; el 22 de marzo para *Acacia farnesiana*, y el 20 de octubre en que las 11 especies fueron similares estadísticamente.

Sobre el porcentaje de flores abiertas en el análisis de autorregresivo, se manifestaron 12 parámetros referentes a este evento entre las 11 especies; de las cuales 2 son variables biológicas pero sólo en *Acacia farnesiana*, una de estas: porcentaje de hoja madura (V1), mostró estar influenciada, probablemente inducido porque en las hojas se encuentra la fitohormona giberelina en baja concentración, lo que ayuda indirectamente a la estimulación de la floración; por lo que necesita además, temperatura para que se lleve a cabo este proceso (Raven y Curtis, 1975). También participaron: la variación en grosor (V4), la temperatura máxima de 15 días antes de la fecha de muestreo (V8); la temperatura mínima durante la fecha de muestreo (V16), ambas apareciendo en dos especies. Cabe señalar que las temperaturas bajas

(frío) pueden afectar la respuesta floral (Raven y Curtis, 1975). En cuanto a la especie que registró la mayor cantidad de variables (5) sobre la carga foliar fue *Acacia farnesiana*, en donde se encuentran: carga foliar (V1), el crecimiento en grosor (V4), la temperatura media de 7 días antes del muestreo (V12), la temperatura media de 45 días antes de la fecha de observación (V20) y la precipitación de 30 días antes de realizarse el muestreo (V24), incluso obteniendo el mayor valor del coeficiente de determinación (0.89). Las especies que solamente se relacionó la variable dependiente de carga de flor abierta (V2) hacia ella misma, representado como el análisis autoregresivo de primer y segundo orden (A1 y A2) fueron: *Acacia wrightii* (A1); *Bumelia celastrina* (A1) el cual no fue significativo, obteniendo el menor valor de coeficiente de determinación ( $r^2=0.14$ ); *Diospyros texana* (A1 y A2), *Gochnatia hypoleuca* (A1 y A2) y *Prosopis laevigata* (A1).

### 6.1.3 Fenología de Fructificación

Todos los eventos de fructificación aparecieron en la mayoría de las especies durante todo el año de estudio; solamente *Acacia farnesiana*, *Diospyros texana*, *Gochnatia hypoleuca* y *Prosopis laevigata* manifestaron ausencia en las fases de fructificación y en ciertas épocas del año; además, estas especies coincidieron sus etapas de fructificación en primavera.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El sincronismo presentado en las etapas de fructificación mostró un patrón similar a la floración; en algunas especies el fruto inmaduro y maduro aparecieron en el mismo período.

En cuanto a la carga de frutos, durante el verano (época de lluvia y sequía) e invierno se concentró el mayor porcentaje entre las especies; sólo *Condalia hookeri* presentó frutos maduros en el otoño de 1994. Según Smith (1980), comenta que las estaciones del trópico la fructificación coincide con la estación seca.

La especie que observó la mayor frecuencia de carga de frutos fue *Acacia farnesiana* (63%) durante la primavera; en tanto que *Bumelia celastrina* presentó el menor porcentaje de frutos maduros (5.5%). Tomando en consideración a Smith (1980) quien sugiere que el tiempo de floración y fructificación durante primavera u otoño tiene cierta ventaja ecológica y evolutiva, ya que estos eventos transcurren en primavera antes del crecimiento vegetativo, tal como ocurrió en *Acacia farnesiana*, entonces las plantas pueden sacar energía y reservas de nutrientes de las raíces.

Mediante el análisis de varianza con mediciones repetidas para carga de frutos, la variación entre especies fue altamente significativo; y en relación a las fechas de observación, el 4 de julio y 2 de agosto representan fechas estadísticamente significativas; el 4 de noviembre con poca significancia y la fecha 22 de abril no mostró diferencias significativas, mientras que el resto de las fechas fueron altamente significativamente.

En cuanto al análisis de comparación de medias con la prueba de Tukey sobre el porcentaje de fruto maduro entre las especies y las fechas de muestreo, mostraron diferencias significativas, excepto el 22 de abril ya que entre las especies manifestaron igual significado estadístico.

Respecto al análisis autorregresivo en el porcentaje de carga de frutos, figuran 14 variables que actuaron sobre dicha etapa, donde se distinguió únicamente el parámetro biológico del porcentaje de hoja madura (V1), presentándose sólo en *Celtis pallida* y *Pithecellobium ebano*; en relación a esto, la auxina localizadas en las hojas, tienen efectos sobre el crecimiento y la caída (abscisión) de los frutos, (Raven y Curtis, 1975). Los parámetros climáticas que intervienen en la variable de carga de fruto son las siguientes por su mayor presencia: la temperatura mínima de 45 días anterior al muestreo (V20) apareciendo en 4 especies; la temperatura media de 45 días antes de la fecha de observación (V15) y el potencial de evaporación de 30 días antes del muestreo (V29) relacionadas en dos especies cada una. Las dos

especies de *Acacia* (*farnesiana* y *wrightii*), solamente intervino el análisis autoregresivo de primer y segundo orden (A1 y A2), en donde la variable de carga de frutos, influyó para sí misma. En especie *Prosopis laevigata*, no fue posible correr el análisis autoregresivo, dado a que el porcentaje de fruto maduro fue muy reducido (registrado en el año de estudio) lo cual no es representativo para dicho análisis.

La relación evolutiva sobre los eventos de floración y fructificación con las condiciones ambientales (por ejemplo la sequía); se manifiestan como una estrategia evolutiva por la que cierto individuo florece o fructifica en un determinado tiempo, en ese momento resultará el número máximo de descendientes, y no sería en algún otro período. La razón o razones próximas serían quizá la simple reacción fisiológica a la falta de humedad o alguna otra condición física presente en el período de la estación (Farnworth y Golley, 1977).

## 6. 2 Crecimiento radial

La curva acumulativa de crecimiento radial a través del un tiempo, es similar a la forma de la curva acumulativa de crecimiento de los renuevos de la planta, y se aproxima a una curva sigmoide modificada (Fritts, 1976); tal como se presentó en las especies de estudio. Al principio del crecimiento hay un período corto de incremento a través de una a varias semanas, luego es seguido por un período de rápido crecimiento, el cual puede continuar por algunas semanas; después de ese período la tasa de crecimiento declina (por lo general) gradualmente a causa de la actividad de algún cambio interno o externo de la planta, esto puede durar un período de varias semanas o incluso algunos meses después del período de máximo crecimiento Sttudhalter, *et al.* (1963) en: (Fritts, 1976).

### 6.2.1 Crecimiento en grosor

El crecimiento de los arboles en las regiones templadas y áridas esta limitada principalmente por factores climáticos, como la temperatura y precipitación (Rincón y Huante, 1989).

En relación al crecimiento en grosor las 11 especies estudiadas se comportaron distintamente entre ellas a través de las fechas de muestreo durante el año de estudio. Por lo que la actividad del cambium tiene características particulares según la especie considerada, y sobre todo, varía por el efecto de las condiciones ambientales (Valla, 1992). Además, el crecimiento en diámetro puede variar a lo largo del tallo y raíces; tanto en períodos de tiempo cortos como largos; de árboles jóvenes y viejos; y de sitio en sitio (Fritts, 1975).

Durante la segunda parte del otoño de 1993 se notó en algunas especies como *Acacia farnesiana*, *A. wrightii*, *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Diospyros texana* y *Pithecellobium pallens* que el crecimiento en grosor fue muy reducido o simplemente cesó la actividad; por lo que, los árboles de estas especies sufren cambios fisiológicos durante el otoño, a medida que se acortan los períodos de luz diurna, es decir, varían las condiciones físicas y fisiológicas de las células activas del árbol, reduciendo la actividad cambial (Harold y Hocker, 1987). Sin embargo, en *Gochnatia hypoleuca* y *Pithecellobium ebano* fue evidente el crecimiento radial, pero lo fueron aún más *Prosopis laevigata* y *Helietta parvifolia*, este último demarcó un "decremento".

En invierno, la mayoría de las especies vegetales casi no tienen crecimiento en grosor del tallo, incluso en algunos especímenes se detiene el crecimiento. Valla (1992) menciona que durante el invierno el cambium está inactivo, engrosándose notablemente sus paredes celulares. Unicamente *Helietta parvifolia* mostró un "crecimiento negativo" en la primera parte del invierno. Se dice que el crecimiento cambial empieza después de algunas temperaturas mínimas críticas (frecuentemente en invierno), y después de eso, la tasa de crecimiento

usualmente se incrementa con la temperatura, hasta un nivel crítico del cual la tasa empieza a declinar (Kramer y Kozlowski, 1979).

Durante la primavera se reanuda el crecimiento radial anual en todas las especies, algunas con un rápido incremento sucedido al final de la estación primaveral, como en *Prosopis laevigata* y *Acacia farnesiana*; debido a los cambios ambientales sobre todo al comienzo de la primavera lo que hace que el cambium muestre una gran actividad en la época favorable del crecimiento (Valla, 1992). No obstante, esta última especie y *Helietta parvifolia* sufrieron un decremento en espesor al final de la primavera.

A principios del verano (los últimos días de junio y todo el mes de julio), en todas las especies descendió el crecimiento en grosor; esto es, las sequías inhibieron tanto el crecimiento de los brotes como el del diámetro del tallo, principalmente durante el año de estudio, pero el efecto, a menudo se puede prolongar en años posteriores (Young, 1991). Lo contrario sucedió en *Acacia farnesiana*, ya que el crecimiento fue en ascenso. Harold y Hocker (1987) hacen referencia en cuanto al término de la sequía e inicios de las lluvias, notándose por este hecho que todas las especies reanudaron el incremento en grosor; produciendo precisamente en este período división celular, y se incrementa más la división a mediados del verano.

Durante la primera parte del otoño de 1994 (que marca el fin de la época de lluvias), en la mayoría de las especies se manifestó cambios muy ligeros; menos en *Acacia farnesiana*, *Celtis pallida* y *Gochnatia hypoleuca* que continuaron su ascenso en espesor. Cabe mencionar que el crecimiento radial anual termina o se detiene hasta la última parte del verano o primera de otoño, aunque puede variar el grado de crecimiento durante este período (Harold y Hocker, 1987).

En cuanto al mayor crecimiento en grosor anual registrado entre las especies, *Acacia farnesiana* presentó al final de las fechas de observación el máximo crecimiento en grosor anual de 5.71 mm; mientras

que el menor crecimiento en grosor anual registrado lo presentaron *Diospyros texana* y *Pithecellobium pallens* alcanzando ambos sólo 1.13 mm.

En relación a la precipitación y el crecimiento en grosor de las plantas se presentan correlaciones (a mayor precipitación mayor crecimiento radial). Young (1991) comenta en su trabajo que la mayor fuente de agua que consumen los árboles se obtiene del suelo, pero algunos arboles también obtienen un poco de agua de la atmósfera y de los árboles adyacentes, si sus raíces se interconectan.

En el análisis de varianza con mediciones repetidas sobre crecimiento en grosor se mostró que entre las especies, existen grandes diferencias estadísticamente significativas, desde la fecha del 22 de abril al 20 de octubre. Mientras que las fechas de muestreo del 16 de diciembre y el 4 de enero '94 (dentro de la estación de invierno) se registró el menor promedio del incremento en grosor de todas las fechas de observación del año de estudio; pues la actividad cambial se detiene por completo durante el invierno (Valla. 1992). En relación al análisis de la comparación de medias con la prueba de Tukey, se registró que las especies de estudio no mostraron una diferencia significativa entre ellas, las fechas de muestreo que definieron un comportamiento similar en promedio son: del 4 de noviembre al 2 de diciembre, y del 8 de febrero al 8 de abril.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En términos generales, el crecimiento en espesor de los árboles se le atribuye a la actividad del cambium, (Young, 1991). La expansión del cambium es acompañado por la adición de células cambiales que van hacia dos direcciones: (1) por el incremento de longitud de la vaina cambial a través de la adición de nuevas células del procambium y (2) por el incremento de la circunferencia de la envoltura cambial por división anticlinal de células cambiales fusiformes (Kramer y Kozlowski, 1979). Cuando en primavera empieza a crecer las regiones meristemáticas del vástago, la auxina desciende desde los ápices vegetales haciendo que las células cambiales se dividen formando floema secundario y xilema

secundario (Raven y Curtis, 1975). Las células activas disminuyen la viscosidad del citoplasma de las células y se incrementa su permeabilidad al agua, aumenta la presión osmótica y el establecimiento de azúcares y hay una reducción del contenido celular de agua (Harold y Hockler, 1987). También, los carbohidratos se utilizan en la producción de nuevas células cambiales y en el desarrollo del xilema y floema (Young, 1991).

Dentro del análisis autoregresivo correspondiente al desarrollo del crecimiento radial, se consideraron 9 variables independientes que influyen en el crecimiento en grosor, de los cuales 2 son parámetros biológicos: el porcentaje de flor abierta (V2); de esta manera, el crecimiento del fuste cesa cuando hay demanda de energía para las funciones reproductoras siendo estas altas; también contribuye el porcentaje de fruto maduro, las giberelinas se ubican en grandes concentraciones en el fruto principalmente en las semillas, esta fitohormona junto con la auxina interactúan para promover la actividad del cambium como lo sugieren Bormann y Berlyn (1983); otra variable contemplada fue la variación en grosor del fuste (V5), registrada en tres especies; definitivamente durante el desarrollo a través del tiempo, la variación en grosor del fuste va a contribuir ampliamente con el incremento radial anual. Dentro de las variables climáticas la que mayor influyó en 6 especies fue la precipitación de 45 días antes de la fecha del muestreo (V25). Otra cuestión que hay que denotar es que el análisis autoregresivo de primer orden apareció en 7 especies, en donde la variable dependiente, en este caso el crecimiento en grosor influyó para sí misma. En tanto, los parámetros de temperatura mínima de 7 días antes del muestreo (V17) y la temperatura mínima de 15 días antes de llevarse a cabo la observación (V18), también tuvieron relación en el crecimiento en grosor, Fritts (1976) menciona que muchas fluctuaciones en las tasas de crecimiento que se reflejan durante el año es explicado por variaciones en los factores del medio, en este caso las bajas temperaturas que pueden volverse limitantes para la división celular o pueden afectar otros procesos controladores del crecimiento.

## 6.2.2 Variación en grosor

Las tasas de crecimiento radial se incrementan rápidamente desde el inicio del período de crecimiento, pero declinan de manera más lenta. Además, todas las variaciones de crecimiento en grosor se limitan por la interacción de los procesos en la planta donde puede cambiar a través del tiempo (Fritts, 1976).

Todas las especies reaccionaron muy distintamente en relación a la variación en grosor, ya que expresaron grandes fluctuaciones en las diversas estaciones del año. De esta manera, la actividad cambial no es continua en espacio y/o en tiempo, esto puede generalmente manifestarse a nivel individual como lo señalan Kramer y Kozlowski (1979).

Durante la última parte del otoño de 1993 se observó en la mayoría de las especies (7) poca fluctuación en variación en grosor; en tanto que en *Gochnatia hypoleuca* y *Prosopis laevigata*, se presentaron altibajos evidentes, aún más en *Helietta parvifolia*, manteniendo respuesta durante las siguientes estaciones. En el invierno, casi todas las especies se manifestaron con poca fluctuación. Dado que la comparación diaria o estacional puede mostrar cambios bastante pronunciados y una disminución en el desarrollo, lo que puede explicar que en un número de días se presenta un decremento (como sucedió con *Helietta parvifolia*).

En todas las especies, durante la primavera y verano (donde se ubica la estación mas lluviosa y seca), todas las especies mostraron un pronunciado decrecimiento (contracción del fuste), incluso registrando valores menores a 0 mm como en el caso de *Helietta parvifolia* que registró el valor mas bajo (-0.8mm) en ese período. La contracción diaria o estacional del fuste fue generalmente reversible, ocurriendo comúnmente durante las sequías, pudiendo ser progresiva (Young, 1991). No sucedió lo mismo con *Acacia farnesiana* ya que esta presentó un marcado incremento. En la primera parte del otoño de 1994 se registró

poca fluctuación entre las especies; solamente en *Celtis pallida* y *Diospyros texana* se manifestó un cese en el crecimiento en grosor.

Las altas temperaturas del aire, el viento fuerte, la alta radiación solar y la baja humedad, intensifica el bajo volumen de agua, causando déficit hídrico y de esta manera el crecimiento se limita (Fritts, 1976); al respecto, se presentó en *Helietta parvifolia* un mayor rango de variación en diámetro del tallo en comparación a las especies estudiadas (2.32 mm), manifestándose por lo tanto, un valor mínimo de -0.8 mm y un valor máximo de 1.52 mm.

En relación a la época de sequía que se registró durante el mes de julio, la mayor parte de las especies estudiadas tendieron a disminuir el crecimiento (contracción del fuste); además, antes del término de la sequía, casi todas las especies recuperaron el incremento en espesor. En cuanto a lo anterior, Harold y Hocker (1987), indican que durante los períodos de sequía el fuste de un árbol puede permanecer "contraído" hasta que el abastecimiento de humedad del suelo se haya incrementado por la lluvia.

A través del análisis de varianza con mediciones repetidas sobre variación en grosor, se muestra que existe variación muy significativa entre las especies. En relación a la comparación de medias con la prueba de Tukey se puede decir que hubo variación durante el año de estudio, ya que se presentaron fechas donde las especies tuvieron un comportamiento en promedio igual estadísticamente, y en otras fechas las especies estadísticamente distintas. Lo que tiene que ver en parte con el crecimiento cambial donde manifiesta una respuesta muy significativa al estrés ambiental, frecuentemente se reportó en el período seco y se recuperará después por las lluvias (Kramer y Kozlowki, 1979).

Por los resultados del análisis autoregresivo respecto a la variación en grosor entre las especies, se presentaron solamente 9 parámetros que influyeron sobre esta variable. Uno de ellos corresponde a la una variable biológica que es el crecimiento en grosor del fuste (V4),

lo cual significa que existe una estrecha relación entre estas dos variables. Una variable que intervino en 4 especies e la precipitación registrada dentro de la fecha de muestreo (V21). Tomando en consideración lo siguiente cuando la humedad es baja o extremadamente alta (causando baja concentración de oxígeno en el suelo), la absorción del agua por las raíces puede ser baja y por lo tanto, el crecimiento se ve reducido (Fritts, 1976). Es importante señalar que todas las variables de precipitación seleccionadas intervinieron de manera independiente es decir: la precipitación de 7, 15, 30, y 45 días antes del muestreo; probablemente tiene algo que ver con el comentario que hace Fritts (1976) sobre los cambios que la actividad cambial sufre por variaciones en los factores ambientales principalmente el contenido de agua en los árboles. Así mismo, cuando disminuye el contenido interno de humedad en los árboles, se afecta adversamente muchos procesos fisiológicos, dando como resultado una gran pérdida en el crecimiento. También la temperatura intervino pero de una manera poco significativa, por lo que al parecer esta condición climática (la temperatura) no afecta considerablemente a la variación en grosor del fuste.

Sobre la variación en grosor, la información climática se puede establecer por la densidad de la madera. Este es un parámetro que varía en función al tamaño de las células y al grosor de la paredes celulares, ambas características reflejan variaciones diarias y estacionales en las tasas de crecimiento, además de que son afectadas por condiciones ambientales. Sin embargo, estas mismas tasas de crecimiento, son también influenciadas por otros factores tales como las condiciones de la planta en años anteriores, la edad, estructura del árbol, limitaciones del sitio y el potencial hereditario o genético del árbol en particular (Fritts, 1976).

### **6.3 Relación diámetro basal y altura total**

El crecimiento de los árboles está influenciado por la capacidad genética de una especie, interactuando con el ambiente; contribuyendo

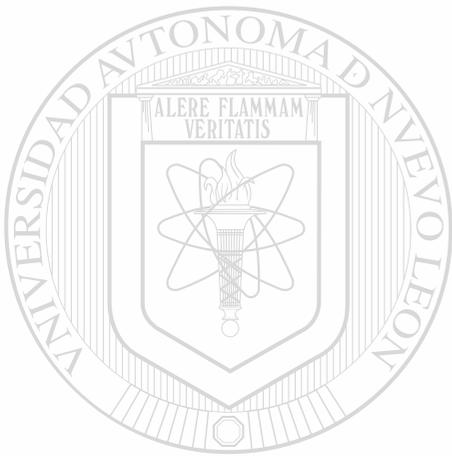
factores climáticos, factores edáficos, características topográficas y de competencia. El crecimiento total en altura y diámetro normal, son elementos del crecimiento del árbol más comúnmente medidos (Husch *et al* 1972).

La especie *Acacia farnesiana* y *Pithecellobium pallens* mostraron un buen potencial de crecimiento. Los datos-muestra que se presentan en la figura 48 pertenecen a la especie *Acacia farnesiana* que denotó un rápido incremento en diámetro lo cual no correspondió a su crecimiento en altura, debido probablemente a que esta especie por ser pioneras en la sucesión desarrolla aceleradamente la copa, permitiéndolo una amplia superficie fotosintética (hojas), por lo que a su vez se traduce un alto incremento en diámetro basal; dado que en las hojas se localizan sustancias (auxinas) que promueven el crecimiento radial (cambium). *Pithecellobium pallens* representó un patrón similar a la especie anterior, solamente con un grado menor en cuanto al desarrollo en diámetro (ver Figura 50).

En las especies *Acacia farnesiana* y *Pithecellobium pallens* se seleccionó el modelo polinomial de segundo grado; tendiendo a declinar un poco el conjunto de datos que conforman la curva de nubes de puntos, por lo cual se marcó un punto de inflexión para definir exactamente el punto máximo de la curva; en *Acacia farnesiana* se presentó un punto de inflexión de 11.34 cm y en *Pithecellobium pallens* 10.01 cm (ver Figura 48 y 50 respectivamente).

En *Pithecellobium ebano*, tanto el incremento en altura como en diámetro basal, están en constante aumento; sin embargo, este incremento se manifestó lentamente, comparado con las especies citadas anteriormente. Observando los índices de los modelos, así como la dispersión de los datos se eligió el modelo logarítmico, debido a que ajustó mejor estadísticamente; siendo la tendencia de estos datos a incrementarse en ambas variables (ver Figura 49).

La especie *Prosopis laevigata* exhibió un potencial de crecimiento bajo, viéndose reducido el incremento tanto en altura como diámetro basal; se ve reducido, salvo en algunos individuos de la plantación aparecen con valores altos. El bajo potencial de crecimiento es debido probablemente a que desde su establecimiento en la plantación, los individuos sufrieron ataques por herbívoros tales como insectos y conejos (Foroughbakhch, *et al.*, 1987), resultando una completa defoliación (ver Figura 51).



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 7. CONCLUSIONES

El desarrollo de todos los eventos fenológicos: foliación, floración y fructificación, así como el crecimiento radial y la relación diámetro y altura se manifestaron muy distintamente en relación a las once especies de estudio durante las fechas de muestreo.

En relación al porcentaje de las etapas fenológicas entre las especies, *Pithecellobium ebano* fue el que exhibió el valor mayor (90%) en carga foliar. En carga de flores, *Acacia farnesiana* registró el valor mayor (81%). En carga de frutos, la especie que exhibió el mayor valor (63%) fue *Acacia farnesiana*.

En cuanto al análisis autorregresivo entre las especies de estudio y las variables físicas y biológicas que se consideraron para este análisis, la variable de carga de frutos no presentó relación entre las otras variables, y el parámetro de temperatura mínima de 30 días antes de la fecha de muestreo registró relación entre las variables dependientes. En el análisis autorregresivo para carga de frutos, *Prosopis laevigata*, no fue reconocida en el análisis.

---

Para la relación diámetro basal y altura, se eligieron los mejores modelos en cuatro especies: el modelo polinomial de 2do. grado en las especies *Acacia farnesiana* y *pithecellobium pallens*, principalmente por la representación gráfica; mientras el modelo logarítmico se seleccionó en las especies *Pithecellobium abano* y *Prosopis laevigata* basicamente por los índices estadísticos.

## 8. RECOMENDACIONES

Dado que el período de tiempo que se consideró (un año) para realizar las observaciones de los eventos fenológicos y del crecimiento radial fue corto, es necesario que el período de observaciones, ya que la zona de estudio no presenta estaciones climáticas bien o definidas, la dinámica de las plantas por lo regular varía de un año a otro.

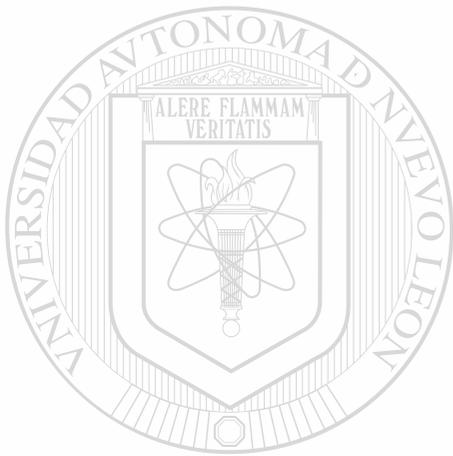
Las etapas fenológicas cuyo desarrollo está limitado en ocasiones a períodos muy cortos, por lo que se podría reducir el intervalo de muestreos (semanalmente), para de esta forma conocer aún mejor los eventos fenológicos. Del mismo modo, para las observaciones en el crecimiento radial se hace necesario acortar el intervalo de muestreo, considerándose adecuado que esta actividad se llevara a cabo diariamente a diferentes horas del día, pues la dinámica de crecimiento y variación en grosor del fuste muestra cambios marcados durante las 24 horas del día.

Incorporar especies del matorral en líneas de investigación sobre crecimiento e incremento, propuesto por la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, ya que solamente se contempla en su primera fase especies de zonas templadas de la Sierra Madre Oriental. Al respecto, parece ser que hasta la actualidad no existen estudios o son muy escasos en relación al crecimiento radial en especies leñosas que pertenecen al matorral xerófilo, lo cual sería muy importante que fuesen incluidos, pues dicho sistema ecológico conforma un recurso renovable en el norte de México.

Incluir en este tipo de estudios información sobre la humedad del suelo, esto representa un parámetro muy importante en el desarrollo de los eventos fenológicos pero sobre todo para la dinámica de crecimiento radial.

La información en relación al diámetro basal y altura total, son resultados preliminares y predecibles, por lo cual se sugiere no extrapolar la información a otras especies y sitios. Sino mas bien, los resultados contribuyan en parte a estudios dendrocronológicos de especies del matorral, pues se carece de este tipo de trabajos en estas zonas.

Que los estudios fenológicos, de crecimiento radial y de relación diámetro y altura se dirijan más a cuestiones de importancia práctica para definir las tasas de aprovechamiento forestal, dado que muchos trabajos no pasa del análisis teórico.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 9. LITERATURA CITADA

Acciaresi, H. A.; R. M. Marlats y J. L. Marquina 1993. Sistemas silvopastorales: incidencia de la radiación fotosintéticamente activa sobre la fenología y la producción estacional forrajera. Investigación Agraria Sistemas de Recursos Forestales, vol. 2(1) 19-30.

Aguirre, C. O. 1992. Investigación del crecimiento radial de diversas especies forestales. Facultad de Ciencias Forestales, UANL (inédito) 19 p.

Albert, P. D.; A. J. Hernández y A. A. López 1993. Fenología y estructura floral de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 80:862-869.

Alanís, F. G. 1989. Inventario ecológico de un plan de manejo para el matorral en los alrededores de Linares, N.L. Facultad de Ciencias Forestales, UANL (inédito) 74 p.

Allue, A. J. 1983. Aspectos ecológicos, fenológicos y biométricos de *Colutea arborenszens* (L.). Anales INIA, Serie Forestal No. 7, 111-127 España.

Bello, G. M. 1983. Estudio fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Mich.. Subsecretaría Forestal, Instituto nacional de investigaciones forestales (SARH), Boletín Técnico No. 96, Méx. D.F. 55 p.

Bisht, R. P. y O. P. Toky 1993. Growth pattern and architectural analysis of nine important multipurpose trees in an arid region of India Can. J. For. Res. vol. 23, 722-730.

Bormann, F. H. y G. Berlyn 1983. Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos, México 143 p.

Bracho, R. y H. Puig 1987. Producción de hojarasca y fenología de ocho especies importantes del estrato arbóreo en: El bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas, Instituto de Ecología, Méx. D.F. 81-106.

Cabral, I y B. Treviño 1989. Efecto de corte en la dinámica de crecimiento de especies de uso múltiples del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México. Simposio Agroforestal de México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de Ciencias Forestales, UANL (memorias) tomo II: 457-469.

Cantú, A. C. 1989. Datos sobre la entomofauna espermatófila de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. y *P. glandulosa* var. *torreyana* (L. Benson) M.C. Johnst. en Nuevo León, con especial referencia a su impacto sobre la producción de semillas. Simposio Agroforestal en México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo, Linares, N.L. 603-629.

---

Cantú, A. C. 1990. Fenología de la floración y fructificación del mezquite *Prosopis laevigata* (Humboldt & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. en Nuevo León y el efecto de las cabras sobre la dispersión de sus semillas. Reporte Científico No. 18 Facultad de Ciencias Forestales, UANL 38 p.

Cantú, A. C. y N. Reid 1990. Fruit production, phenology and seed dispersal patterns in the semi-arid thornscrub of North-eastern Mexico. Facultad de Ciencias Forestales, UANL (inédito) 24 p.

Castañeda, A. J. 1988. Producción de frutos, dispersión y germinación de semillas en el matorral espinoso tamaulipeco en Linares, N.L. (Tesis profesional). Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste 68 p.

Cerderia, M. L.; F. H. Leitao-Filho; R. R. Rodrigues y C. A. Joly 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, Sao Paulo. Rev. Brasil Biol. Instituto de Biología UNESP. 50 (1): 149-162.

Cerderia, M. L. y F. H. Leitao-Filho 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em Floresta Mesófila na Serra do Japi, Jundiá, Sao Paulo. Rev. Brasil Biol. Instituto de Biociências, UNESP. 50 (1): 163-173.

Esau, C. 1982. Anatomía de plantas con semillas. Editorial Hemisferio Sur Argentina 512 p.

Estrada, C. E. y F. G. Alanís 1987. Datos fenológicos de plantas del Jardín Botánico "Éfraín Hernández X." Unidad Linares en: I Reunión de Jardines de México, UAAAN, Saltillo, Coah. (memorias) 13 p.

Everitt, H. J. y D. D. Lynn 1993. Trees, shrubs & Cacti of South Texas. Tech University Press. 213 p.

Farnworth, G. E. y B. F. Golley 1977. Ecosistemas frágiles. Fondo de cultura económica México, D. F. 381 p.

Ferreira, O. 1991. Ecuaciones edad-diámetro normal altura total para *Pinus oocarpa* en Honduras. Revista de Investigación Agraria: sistemas y recursos forestales No. 0, 163-172 España.

Foroughbakhch, R.; R. Peñaloza y H. Stienen 1987. Increasing productivity in the matorral of Northeastern Mexico: domestication of ten native multipurpose tree species. Strategies for clasification and management of native vegetation for food production in arid zones. USDA Forest Service, general technical report RM-150, Tucson, Arizona, USA. 90-98.

Foroughbakhch, R. y D. Heiseke 1990. Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. Reporte científico No. 19 Facultad de Ciencias Forestales, UANL 28 p.

Foroughbakhch, R. 1992. Establishment and growth potential of fuelwood species in northeastern Mexico. *Agroforestry Systems* 19: 95-108.

Freund, J. R. y W. J. Wilson 1993. *Statistical methods* Academic Press INC Horcourt Brace Jovanovich 644 p.

Fritts, H. C. 1976. *Tree rings and climate*. Academic Press INC. London 567 p.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ra. edición UNAM, México D.F. 252 p.

Haas, R. H.; R. E. Meyer; C. J. Scifres y J. H. Brock 1973. Growth and development of mesquite. *Research Monograph 1*. The Texas Agricultural Experiment Station, Texas A&M University, College Station, USA 10-19.

Harold, W. y Jr. Hocker 1984. *Introducción a la biología forestal*. AGT editor, S. A. México 446 p.

Heiseke, D. y R. Foroughbakhch 1990. El matorral como recurso forestal. Reporte Científico No. 1 (1985)- reimpresión 1990- Facultad de Ciencias Forestales, UANL 31 p.

Holdaway, R. M. 1992. *The relationship between tree diameter growth and climate in the Lake States*, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN., USA 490-497.

Husch, B.; I. C. Miller y W. T. Beers 1972. *Forest Mensuration*. John Wiley & Sons USA 393 p.

Jerrold, H. Z. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall International INC  
718 p.

Jiménez, P. J. 1988. Elaboración de tablas y tarifas de volumen para fuste limpio de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus teocote* Schl. et Cham. en una fracción de la Sierra Madre Oriental en el noreste de México (tesis doctoral) Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Göttingen, Alemania 100 p.

Jiménez, P. J. y H. Kramer 1992. Dinámica del crecimiento de especies arbóreas en un rodal mixto-incoetáneo mediante la metodología de análisis troncal. Reporte científico No. 31 Facultad de Ciencias Forestales, UANL 43 p.

Jones, W. R.; R. J. Cate y A. P. Fryxell 1991. Phenology and ecology of *Cienfuegosia intermedia* Fryxell (Malvaceae) and evaluation as a host plant of the boole weevil, *Anthonomus grandis* bohemian. The Southwestern Naturalist 36 (1): 75-83.

Juárez, G. V.; B. A. Espinoza y S. O. Cedeño 1989. Observaciones fenológicas en 70 especies forestales tropicales y su importancia en la producción. Congreso Forestal Mexicano (memorias). Tomo II: 874-879.

Jurado, E. y N. Reid 1989. Influencia de factores edáficos, topográficos y perturbación sobre el matorral espinoso tamaulipeco en Linares, N.L. Reporte Científico No. 10 Facultad de Ciencias Forestales, UANL 28 p.

Kätsch, C. y C. O. Aguirre 1992. Metodología para la medición del crecimiento radial de árboles y rodales. Reporte Científico No. especial 11 Facultad de Ciencias Forestales, UANL 28 p.

Kramer, J. P. y T T Kozlowski 1979. Physiology of woody plants. Academic Press, INC. Harcourt Brace USA 787 p.

Krebs, J. Ch. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Harla, Harper & Row Latinoamericana, México 753 p.

Little, M. T. y H. F. Jackson 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas México 270 p.

Montoya, O. J. y G. M. Meson 1982. Intensidad y efectos de la influencia del arbolado de las dehesas sobre la fenología y composición específica del sotobosque. Anales INIA Serie Forestal, No. 5, 43-59 España.

Muller, C. H. 1947. Vegetation and climate in Coahuila, México. Madroño 9: 33-57.

Niembro, R. A. 1986. Mecanismos de reproducción sexual en pinos. LIMUSA, México 130 p.

Nilsen, E. T.; M. R. Sharifi; R. A. Virginia y P. W. Rundel 1987. Phenology of warm desert phreatophytes: seasonal growth and herbivory in *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (honey mesquite). Journal of Arid Enviroments 13, 217-229.

Peñaloza, R. W. y N. Reid 1989. Pasado, presente y futuro del uso de la tierra en el matorral tamaulipeco del Noreste de México. Simposio Agroforestal en México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de Ciencias Forestales, UANL Tomo II: 663-693.

Prieto, R. J. y A. Ch. Quiñones 1989. Estudio fenológico de dos especies de pino prioritario en el Salto Pueblo Nuevo, Durango. Congreso Forestal Mexicano (memorias) Tomo II: 901-905.

Raven, H. P. y H. Curtis 1975. Biología vegetal. Ediciones Omega, S. A. España 716 p.

Reid, N. y A. C. Cantú 1992. Apuntes sobre el estudio de fenología del matorral. Facultad de Ciencias Forestales, UANL (inédito) 9 p.

Rincón, E. y P. Huante 1989. Dendrocronología. Ciencia 40, 245-256. México.

Rzedowski, S. H. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, México, D. F. 432p.

Sanchez, V. G.; D. M. Ortega; S. D. Granados y H. J. Cruz 1991. Fenología, crecimiento y rendimiento de *Opuntia joconostle* cv. *cuaresmero*, en San Martín de las Pirámides, Edo. de México. Agrociencia Serie Recursos Naturales Renovables, vol. 1 No. 3:77-91, México.

Sedgley, M.; Y. W. Ching; V. Newman; J. Harbard; R. M. Smith; G. K. Kian y A. Tajuddin 1991. Phenology of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis* in Australia and Malaysia: In Breeding technologies for tropical acacias, ACIAR, proceeding series No. 37, 36-44.

Simpson, B. B. 1977. Mesquite. Its biology in two desert scrub ecosystems. Dowden, Hutchinson & Ross, INC USA 250 p.

Smith, L. S. 1980. Ecology and field biology. Harper & Row, Publishers. USA 835p.

Smith-Ramírez, C. y J. J. Armesto 1994. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile-ecologies and climatic constraints. Journal of Ecology 82, 353-365.

Solbrig, T. O. y D. P. Cantino 1975. Reproductive adaptations in *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae). Journal of the Arnold Arboretum vol. 56 No. 2 185-210.

↓

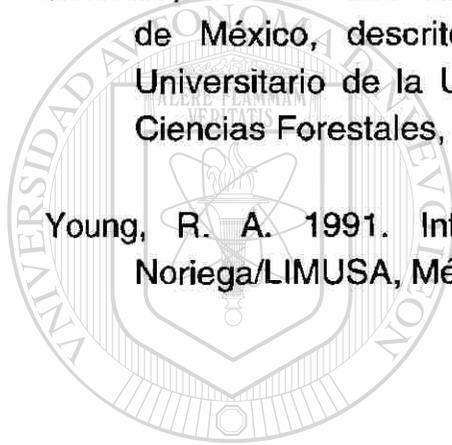
Spurr, S. H. 1988. Forest Inventory. The Ronald Press Company N. L. USA 326 p.

Valla, J. J. 1992. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Editorial Hemisferio Sur S. A., Argentina 332 p.

Vines, R. A. 1984. Trees, shrubs, and woody vines of the southwest / by Robert A. Vines, with drawings by Sarah Kahlden Arrendale. University of Texas Press, USA 1104 p.

Woerner, M. 1991. Los suelos bajo vegetación del matorral del noreste de México, descritos a través de ejemplos en el Campus Universitario de la UANL. Reporte Científico No. 22 Facultad de Ciencias Forestales, UANL 116 p.

Young, R. A. 1991. Introducción a las Ciencias Forestales Ed. Noriega/LIMUSA, México D.F. 632 p.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## **ANEXO 1**

### **Diagramas de las especies estudiadas**

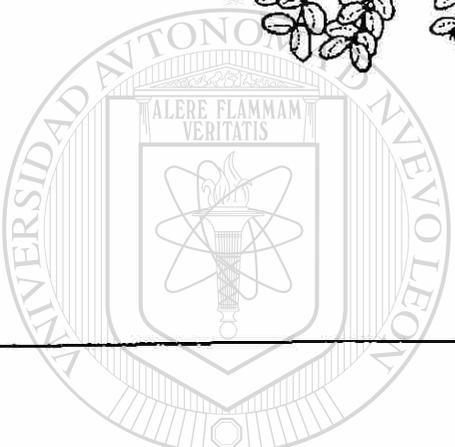
UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

RECOPILACION DE BIBLIOTECA

®

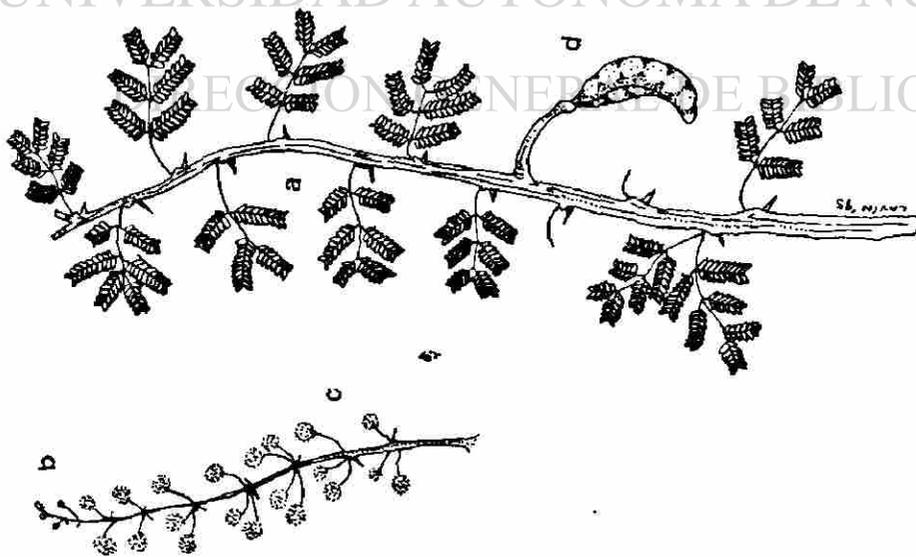


Figura 1.1: *Acacia farnesiana* (L.) Willd. : a) hojas maduras; b) yemas florales; c) flores abiertas ; d) fruto maduro

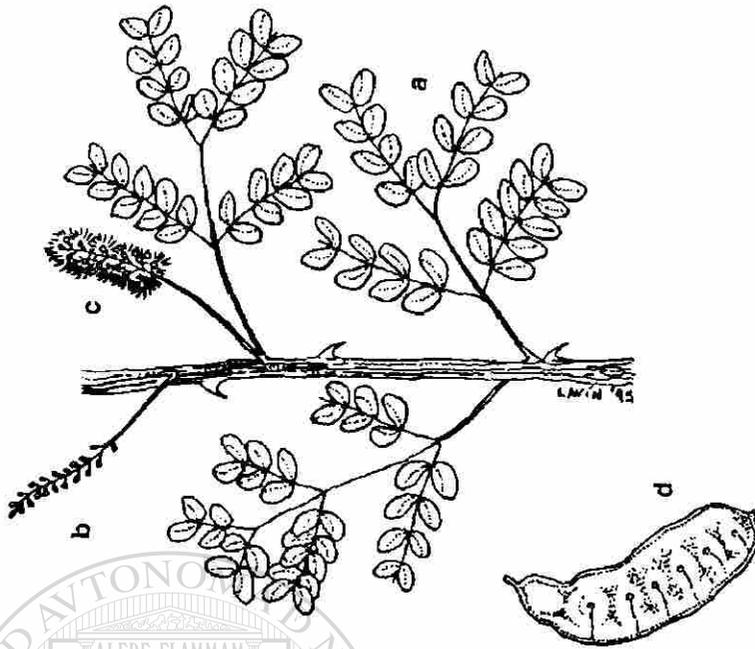


Figura 1.2: *Acacia wrightii* Benth. a) hoja madura; b) yema floral; c) flora abierta ; d) fruto maduro

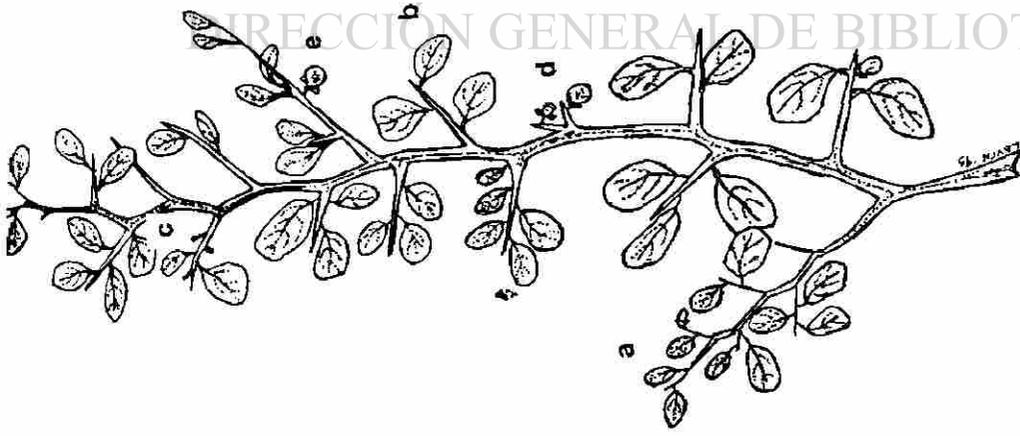


Figura 1.3: *Bumelia celastrina* H. B. K. a) hojas crecientes; b) hojas maduras; c) yema floral; d) fruto inmaduro; e) fruto maduro

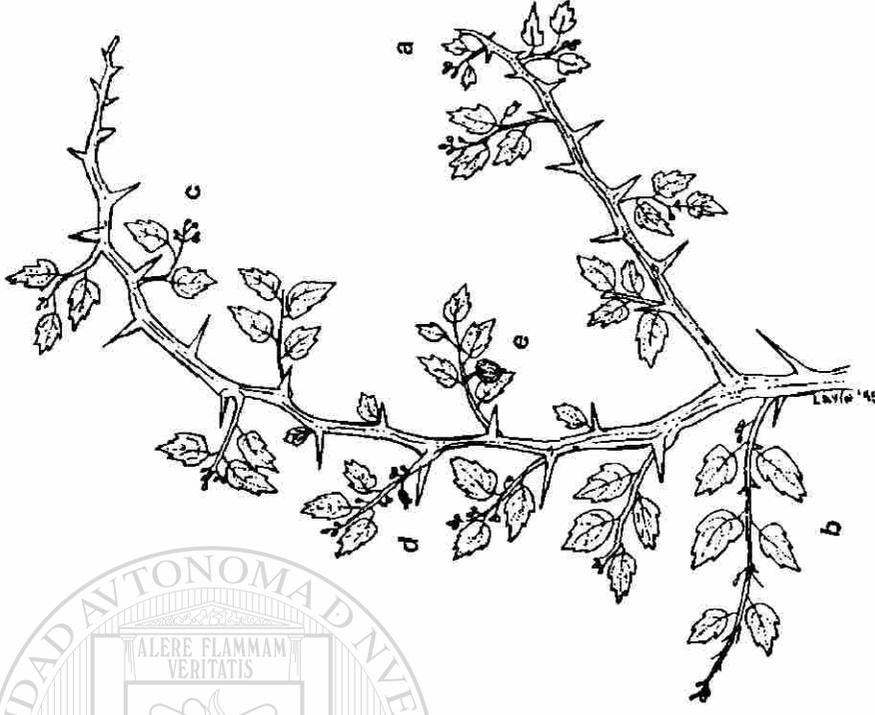
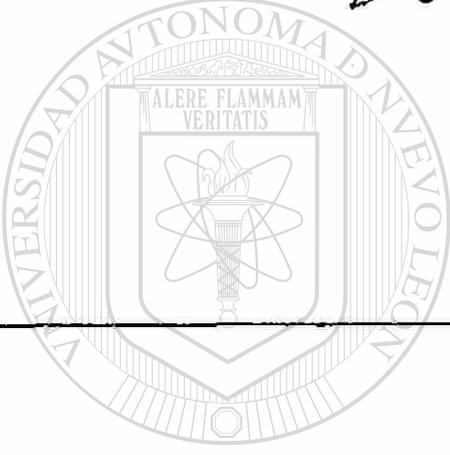


Figura 1.4: *Celtis pallida* Torr. a) hoja creciente; b) hojas maduras; c) yemas florales; d) flor abierta; e) fruto maduro



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

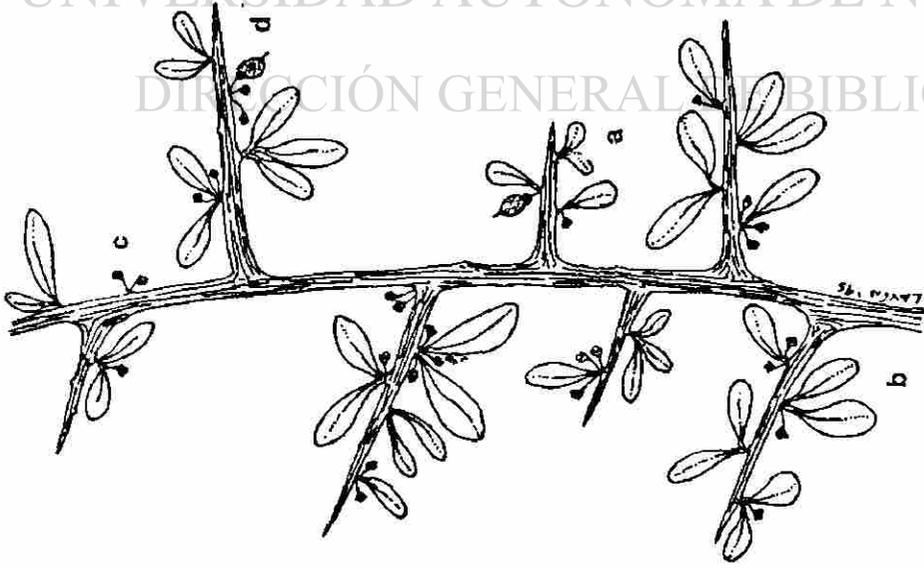


Figura 1.5: *Condalia hookeri* M.C. Johnst. a) hojas crecientes; b) hojas maduras; c) flor abierta; d) fruto maduro

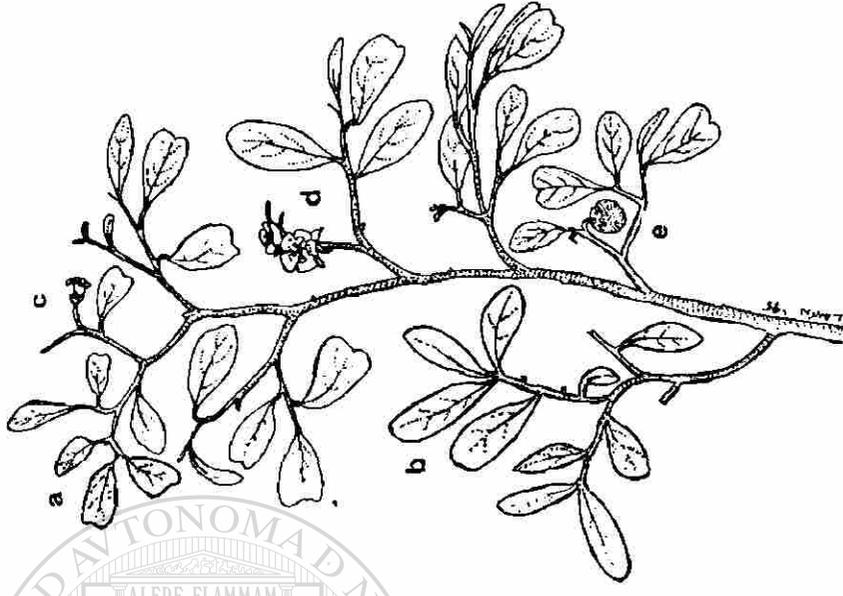
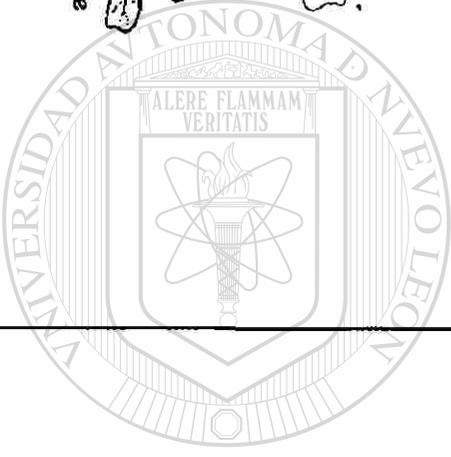


Figura 1.6: *Diospyros texana* Scheele. a) hojas crecientes; b) hojas maduras; c) flor inmadura; d) flores abiertas; e) fruto maduro



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®



Figura 1.7: *Gochnatia hypoleuca* DC.; a) hojas crecientes; b) hojas maduras; c) flor abierta; d) fruto maduro

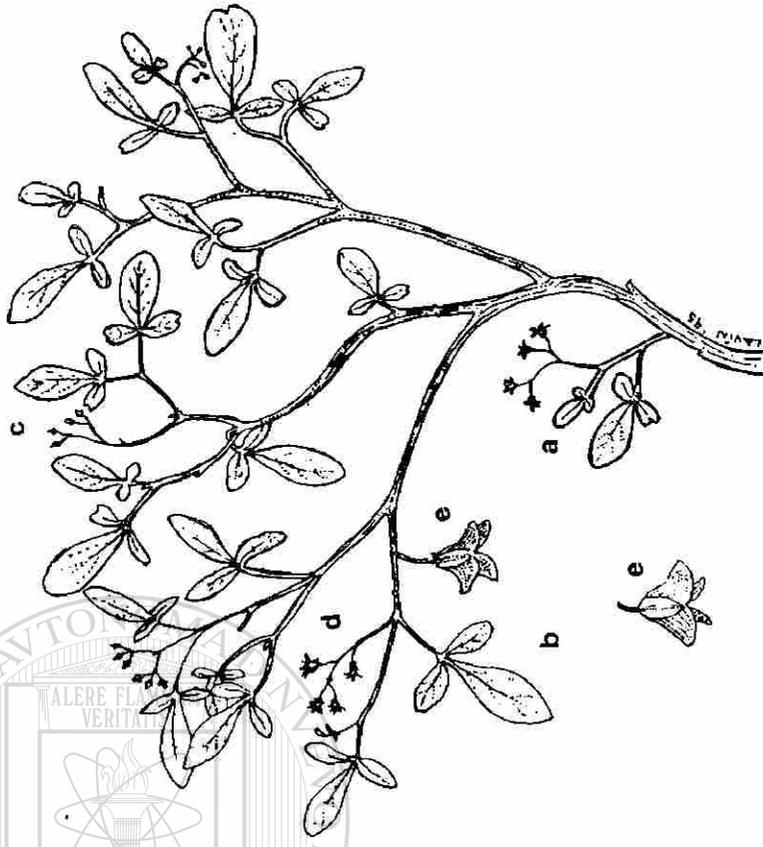
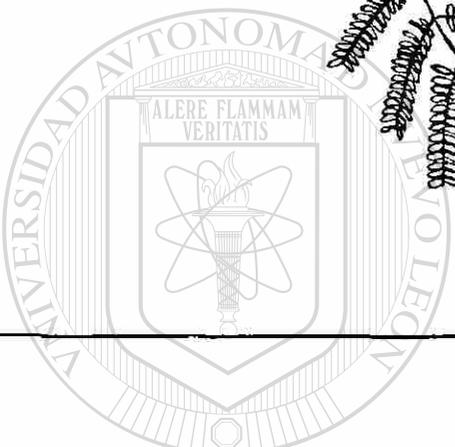


Figura 1.8: *Helietta parvifolia* (Gray.) Benth. a) hoja creciente; b) hoja madura; c) yemas florales; d) flores abiertas; e) fruto maduro



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

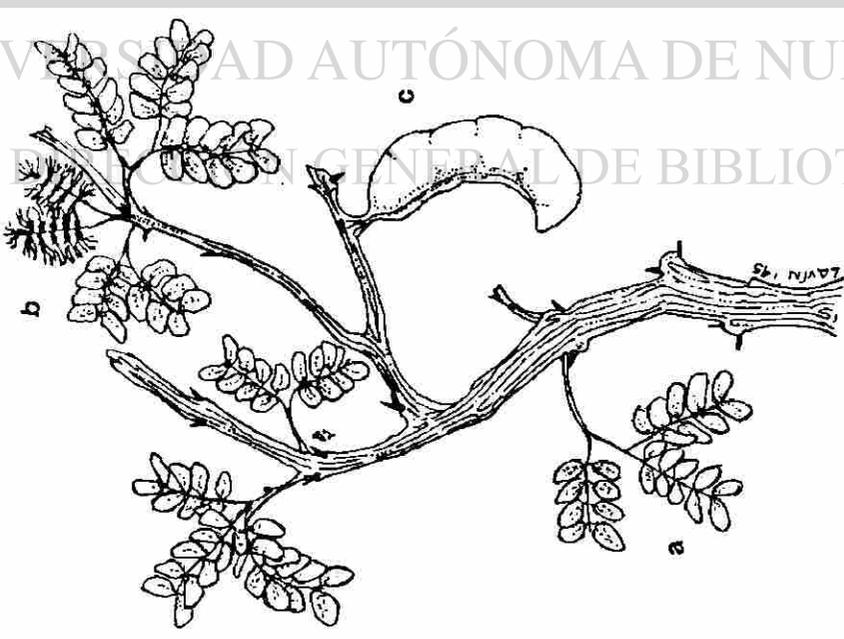


Figura 1.9: *Pithecellobium ebano* (Benth.) Coulter. a) hoja madura; b) flor abierta; c) fruto maduro

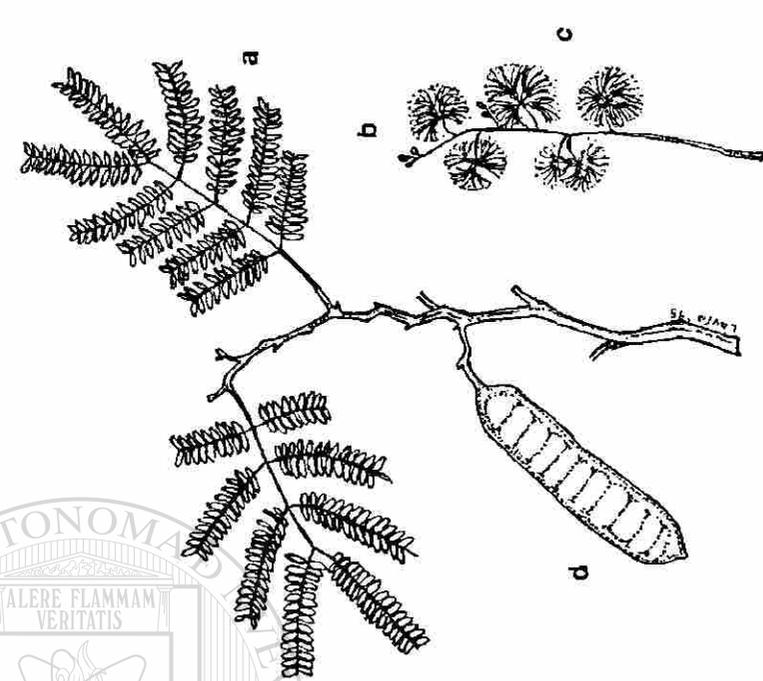


Figura 1.10: *Pithecellobium pallens* (Benth.) Standl. a) hoja creciente; b) flor abierta; c) fruto maduro



## **ANEXO 2**

### **Patrón fenológico de las especies estudiadas**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

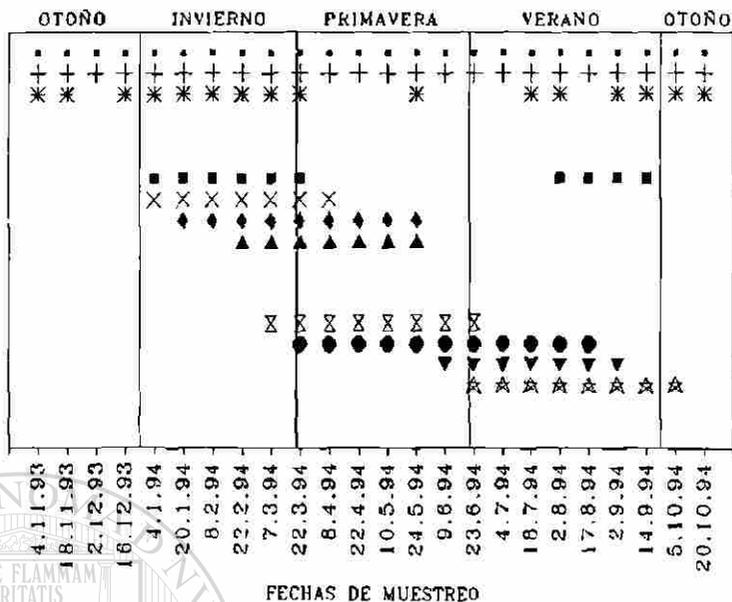


Figura 2.15: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Acacia farnesiana* en sus diferentes fases

Leyenda:

■ HOJA CRECIENTE

+ HOJA MADURA

\* HOJA SECA

■ YEMA FLORAL

X FLOR INMADURA

◆ FLOR ABIERTA

▲ FLOR VIEJA

⚡ FRUTO INMADURO

● FRUTO MADURO

☆ FRUTO VIEJO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®



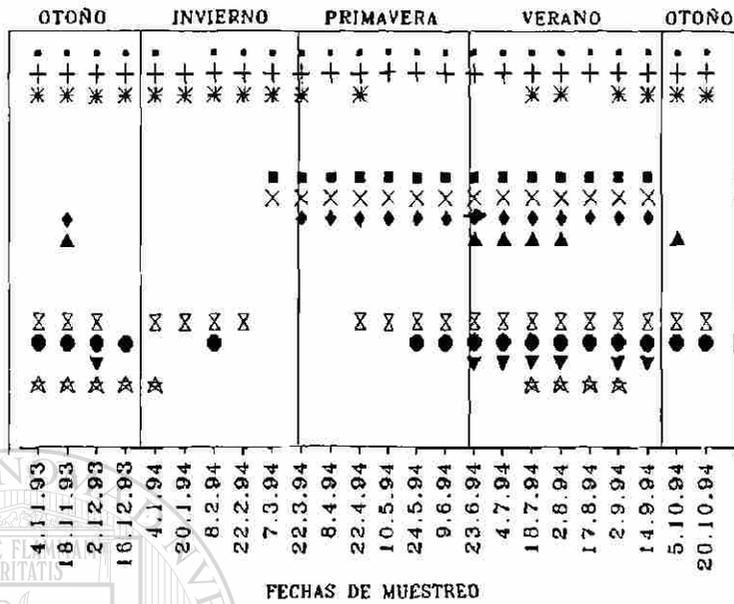


Figura 2.18: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Celtis pallida* en sus diferentes fases

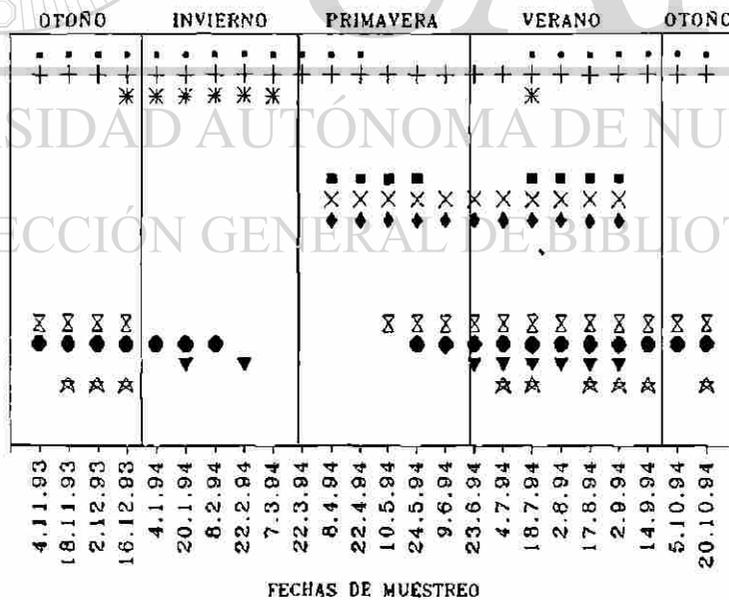


Figura 2.19: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Condalia hookeri* en sus diferentes fases

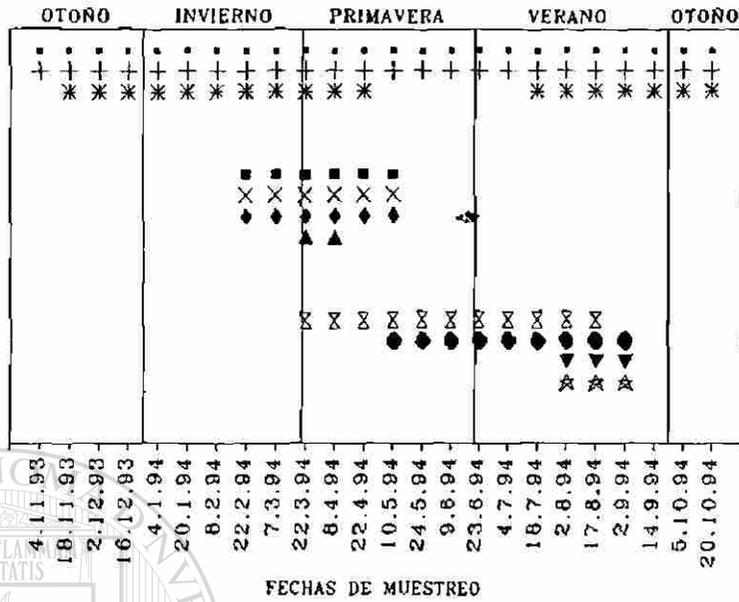


Figura 2.20: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Diospyros texana* en sus diferentes fases

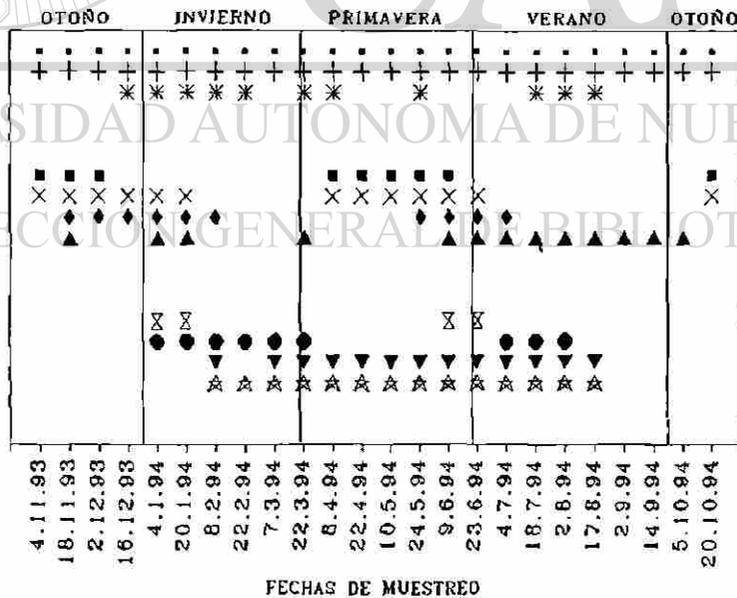


Figura 2.21: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Gochnatia hypoleuca* en sus diferentes fases

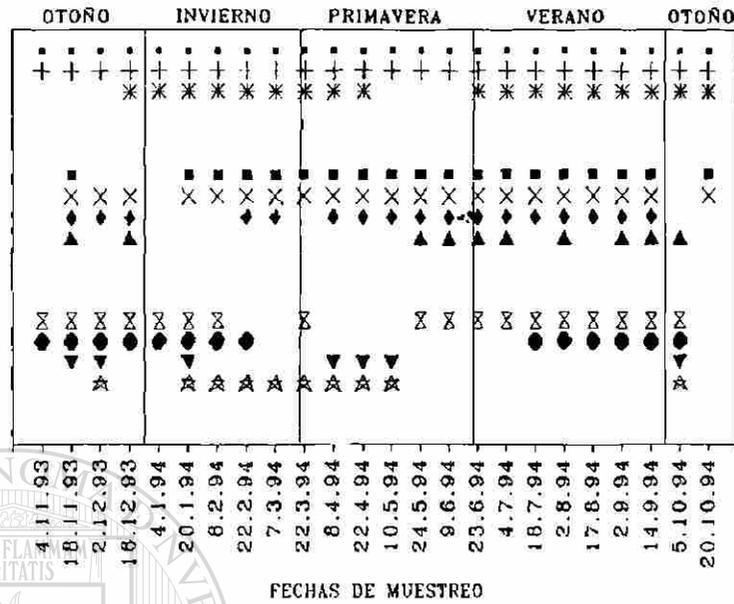


Figura 2.22: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Helietta parvifolia* en sus diferentes fases

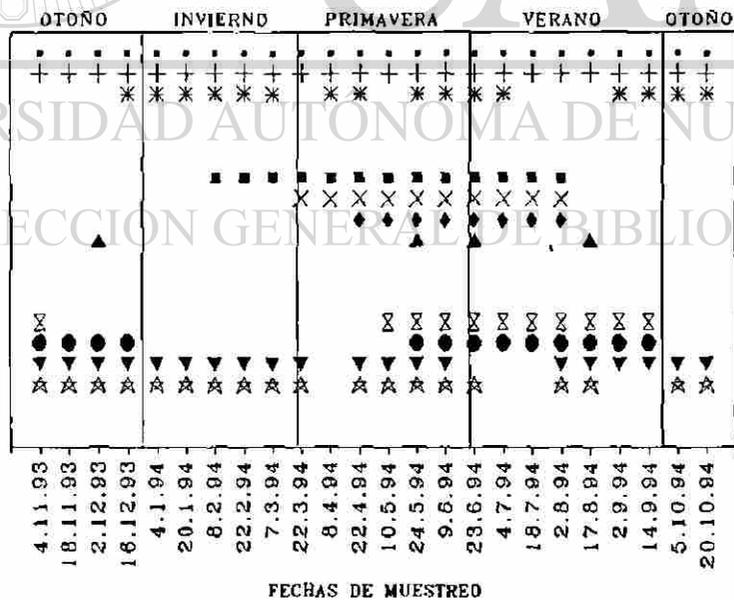


Figura 2.23: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Pithecellobium ebano* en sus diferentes fases

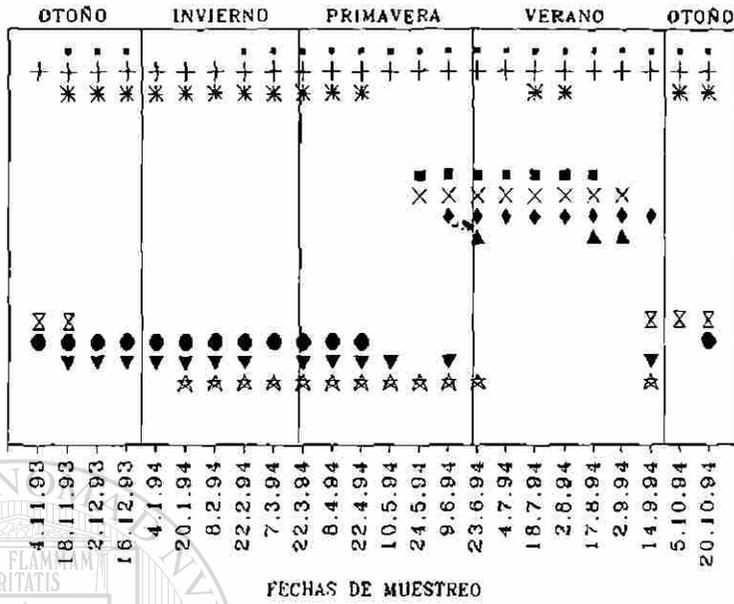


Figura 2.24: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Pithecellobium pallens* en sus diferentes fases

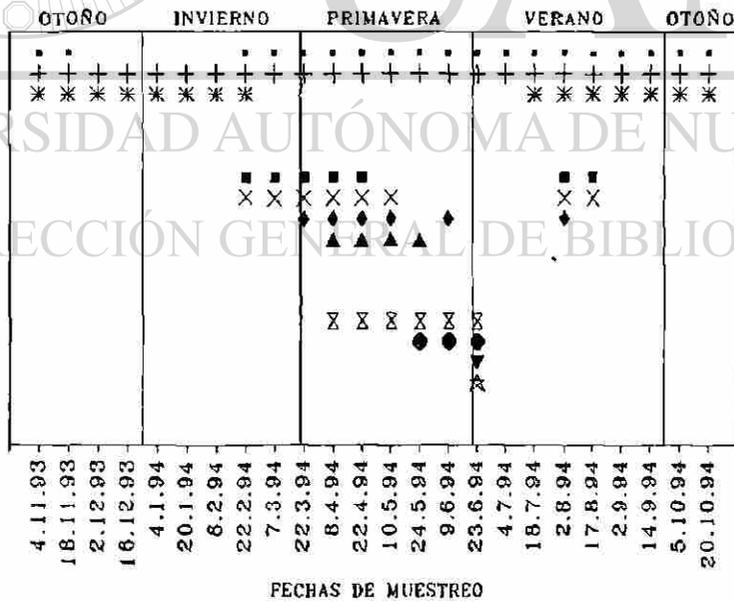
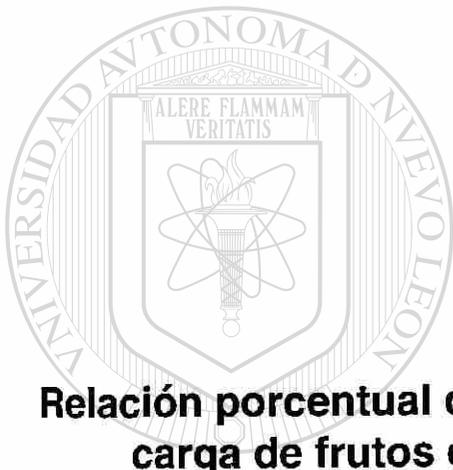


Figura 2.25: Patrón fenológico de hoja, flor y fruto de *Prosopis laevigata* en sus diferentes fases



### **ANEXO 3**

**Relación porcentual de carga foliar, carga de flores y  
carga de frutos en las especies estudiadas**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



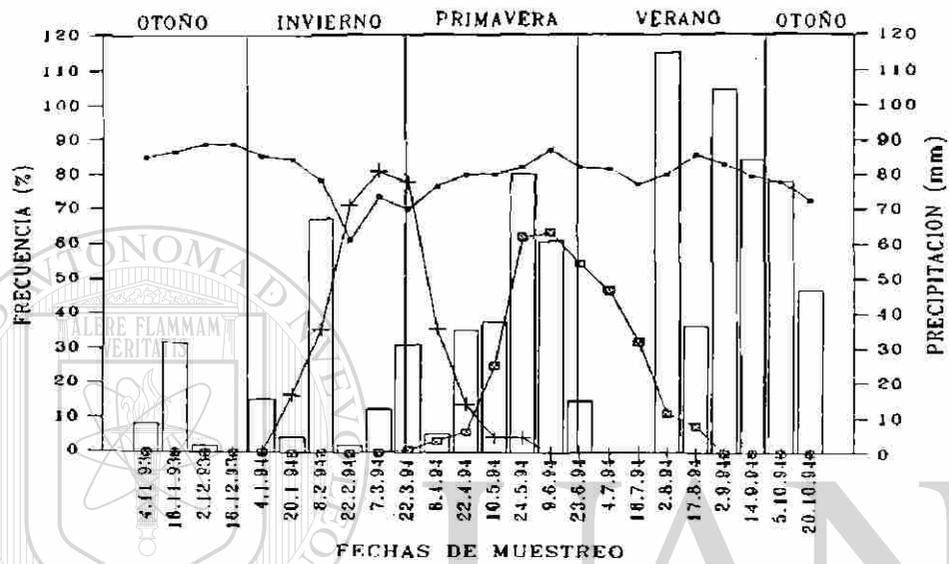


Figura 3.26: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Acacia farnesiana*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Leyenda:

■ = CARGA FOLIAR (HOJAS MADURAS)

+ = CARGA DE FLORES ( FLORES ABIERTAS)

▣ = CARGA DE FRUTOS (FRUTOS MADUROS)

□ = PRECIPITACION

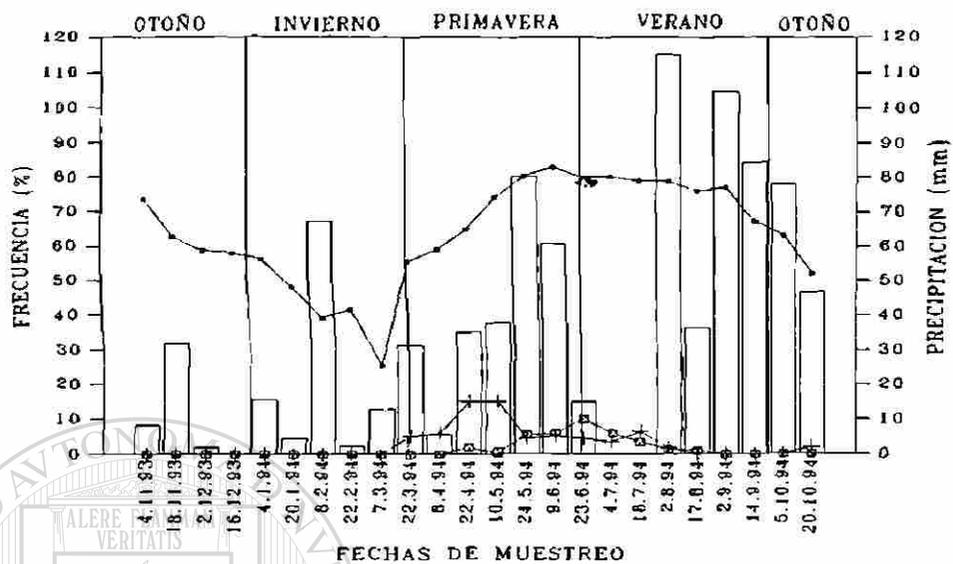


Figura 3.27: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Acacia wrightii*

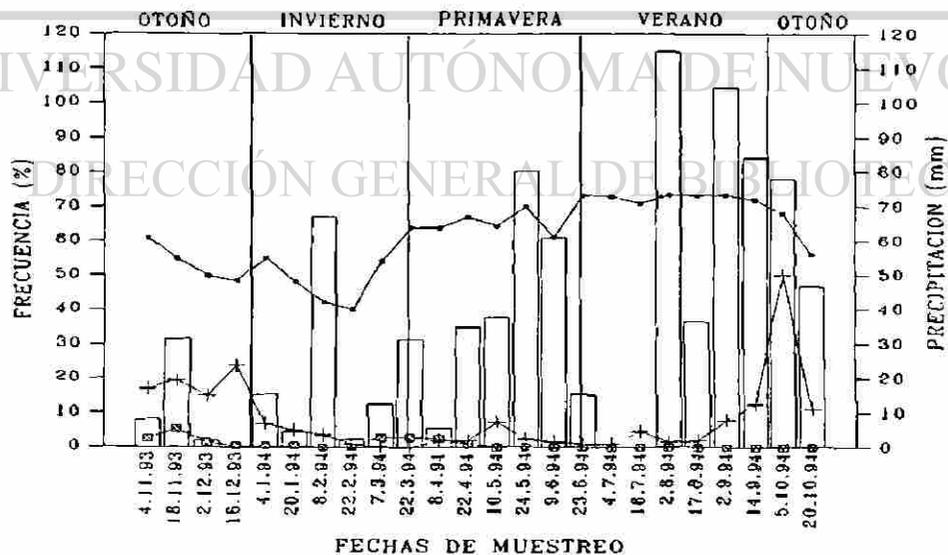


Figura 3.28: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Bumelia celastrina*

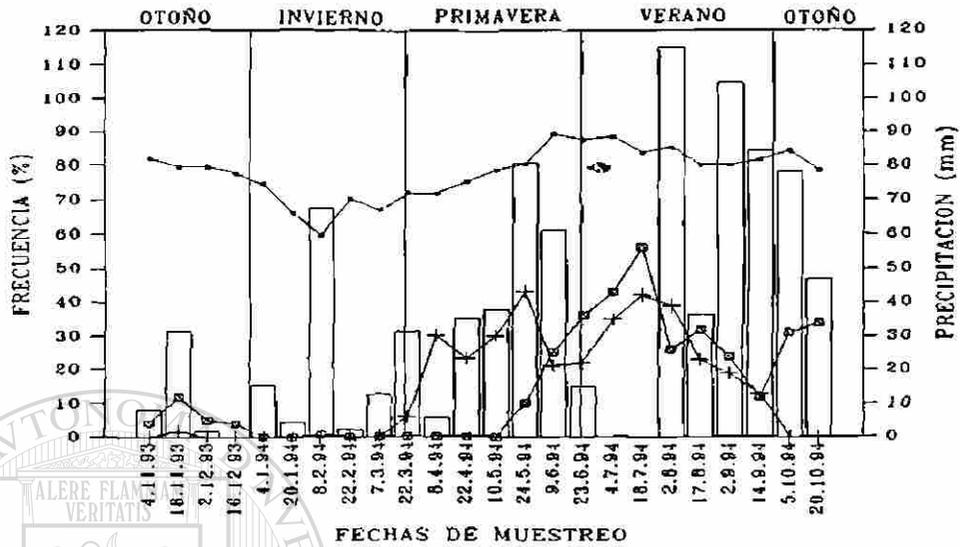


Figura 3.29: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Celtis pallida*

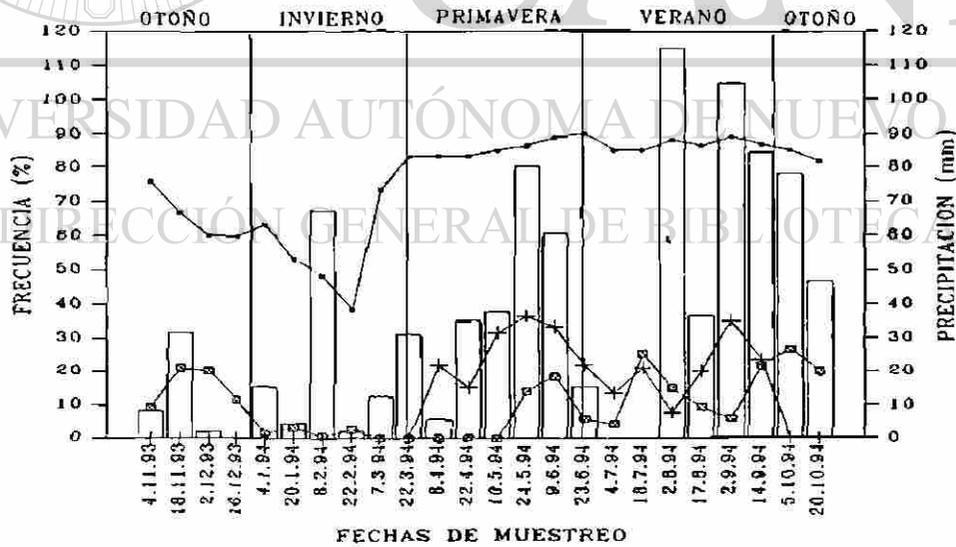


Figura 3.30: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Condalia hookeri*

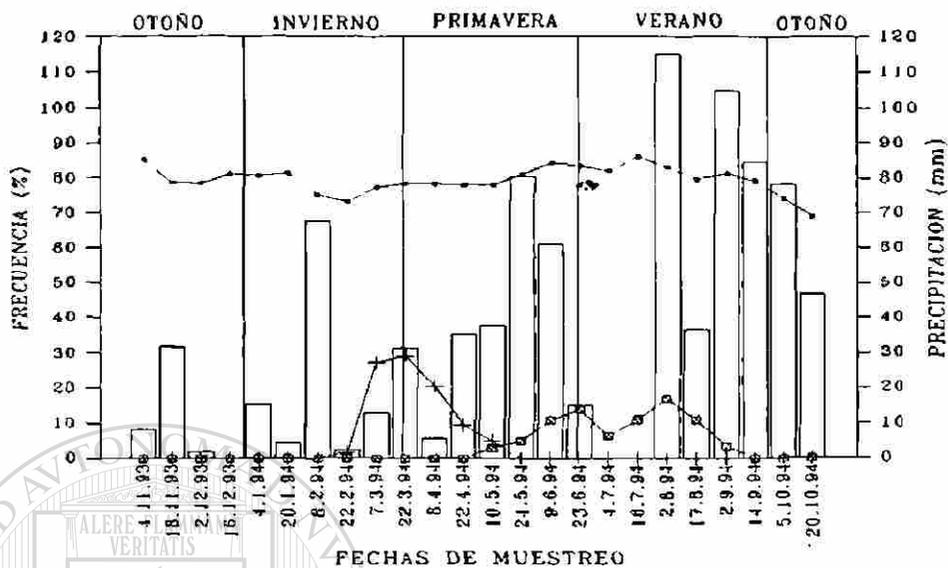


Figura 3.31: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Diospyros texana*

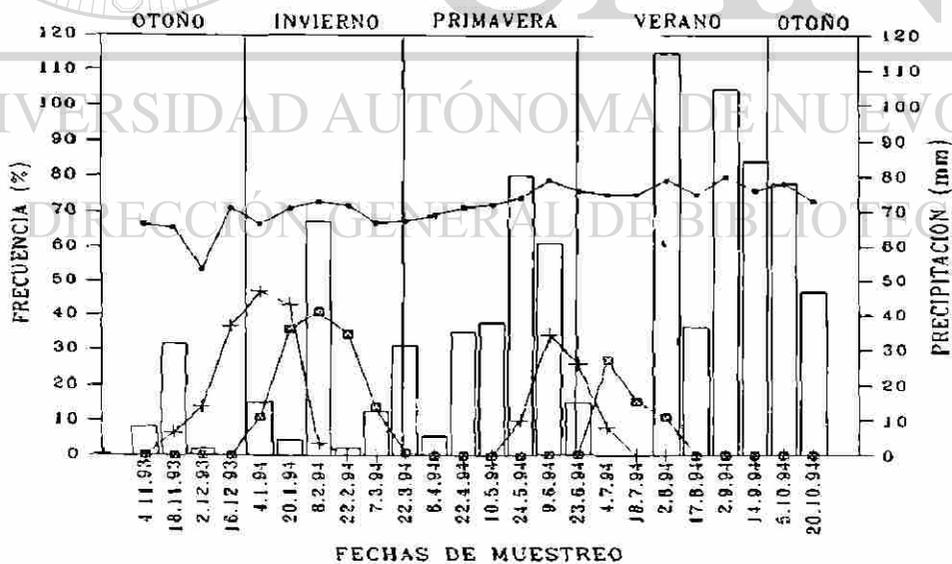


Figura 3.32: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Gochnatia hypoleuca*

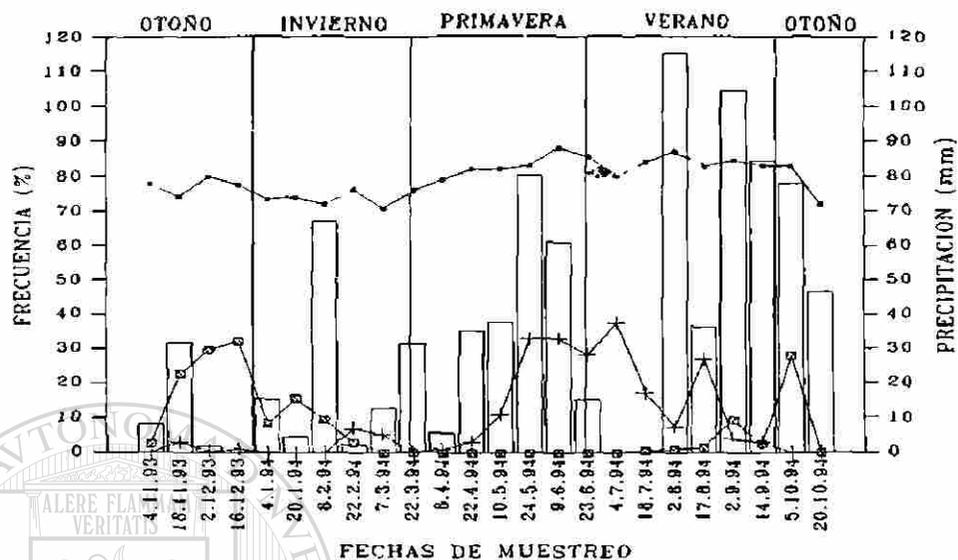


Figura 3.33: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Helietta parvifolia*

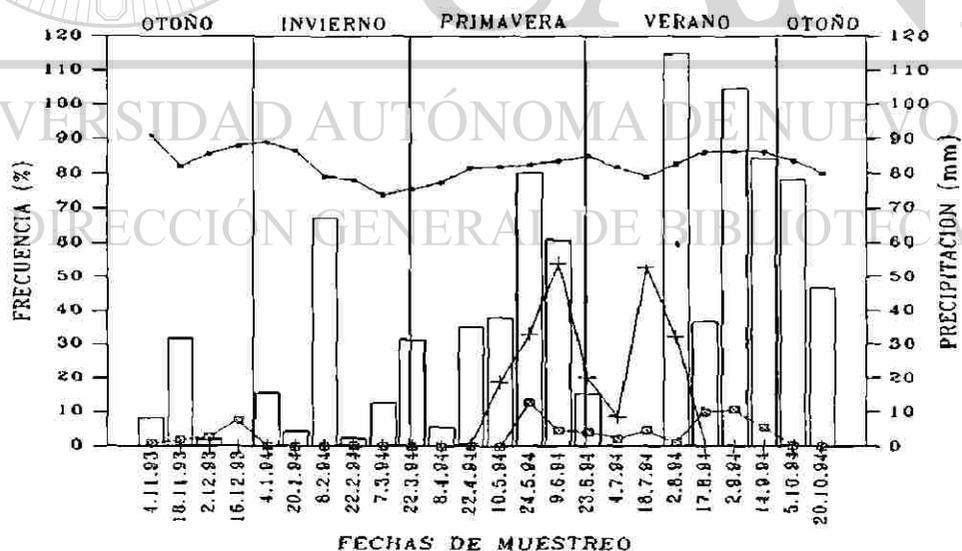


Figura 3.34: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Pithecellobium ebano*

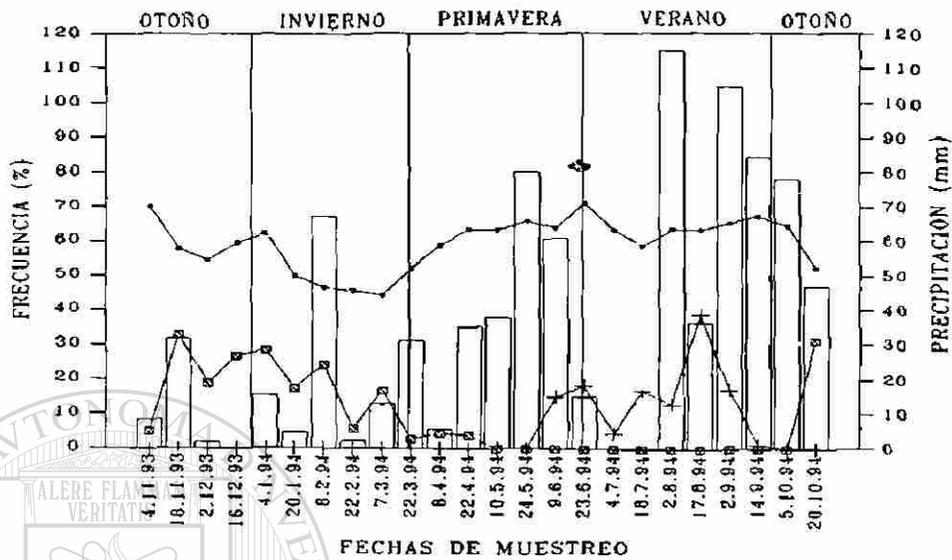


Figura 3.35: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Pithecellobium pallens*

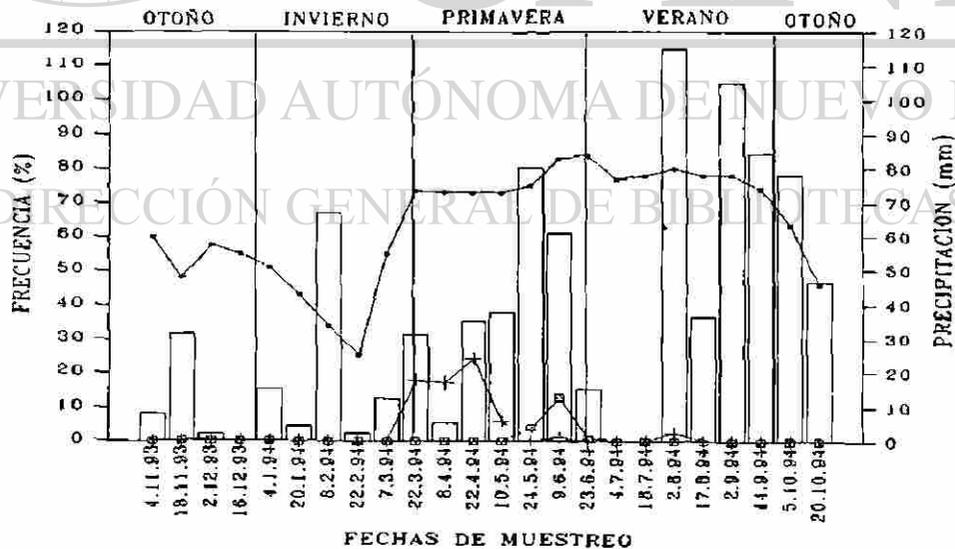


Figura 3.36: Relación porcentual de carga de hoja madura, flor abierta y fruto maduro en *Prosopis laevigata*



## **ANEXO 4**

**Patrón de crecimiento radial: crecimiento en grosor y  
variación en grosor en las especies estudiadas**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



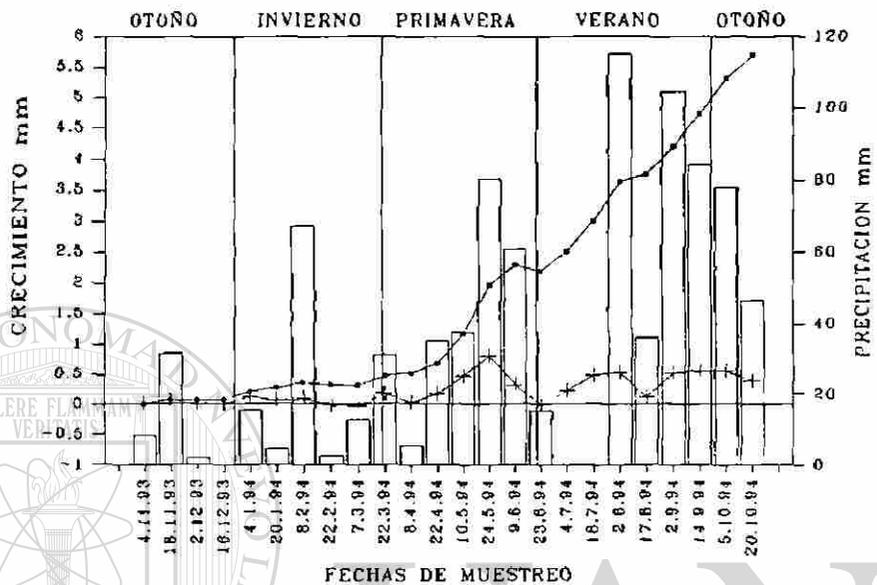


Figura 4.37: Patrón del crecimiento radial de *Acacia farnesiana* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Leyenda:

+ = VARIACION EN GROSOR

■ = CRECIMIENTO EN GROSOR

□ = PRECIPITACION

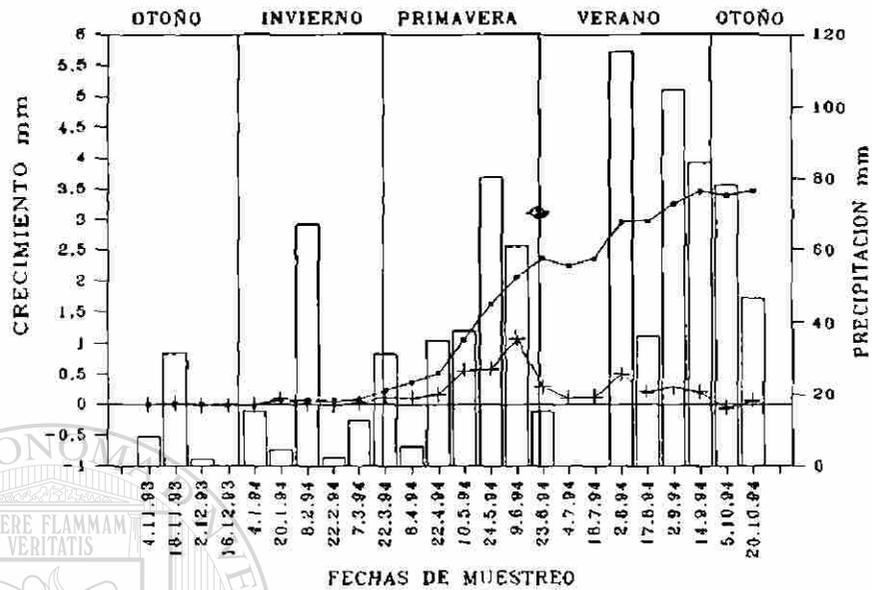


Figura 4.38: Patrón del crecimiento radial de *Acacia wrightii* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

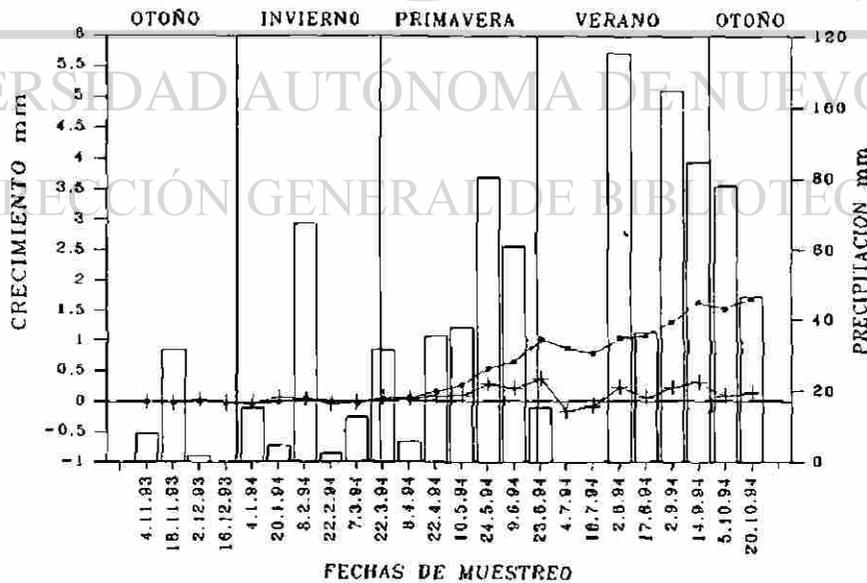


Figura 4.39: Patrón del crecimiento radial de *Bumelia celastrina* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

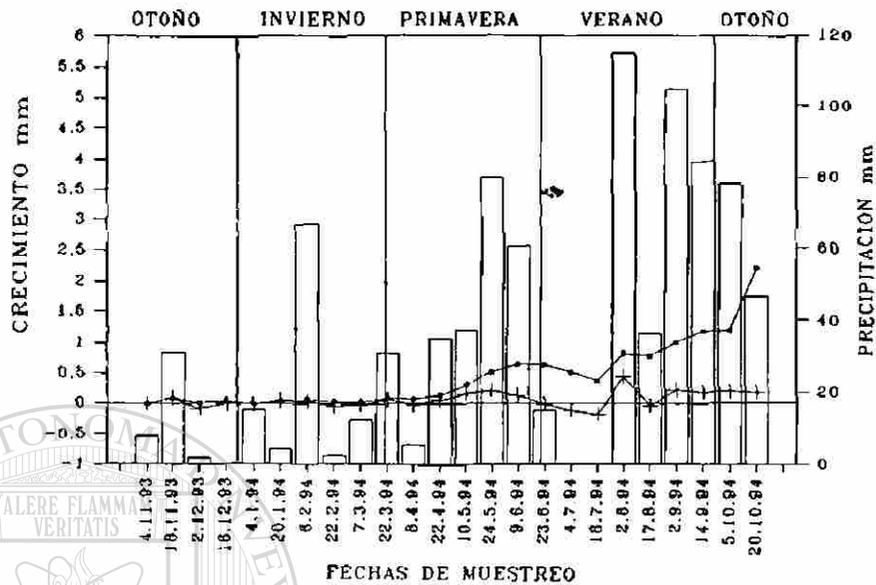


Figura 4.40: Patrón del crecimiento radial de *Celtis pallida* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

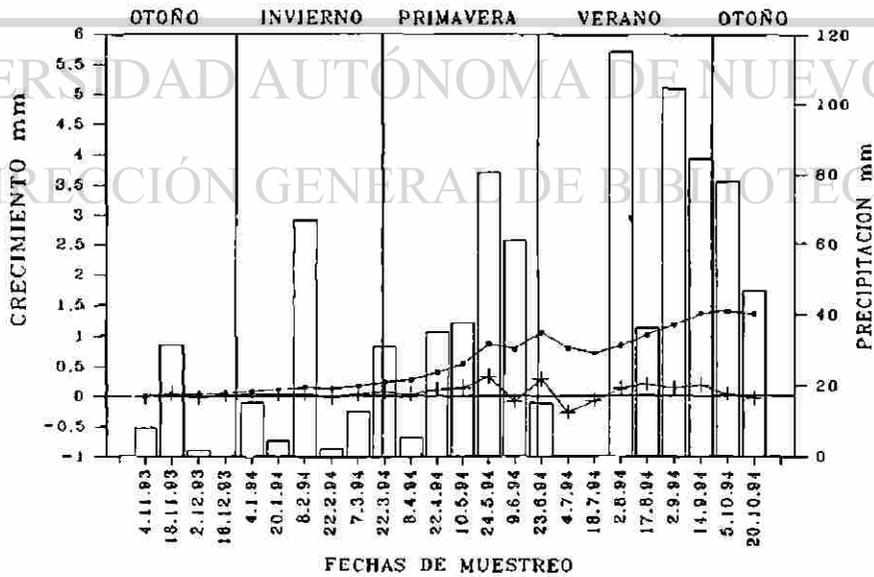


Figura 4.41: Patrón del crecimiento radial de *Condalia hookeri* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

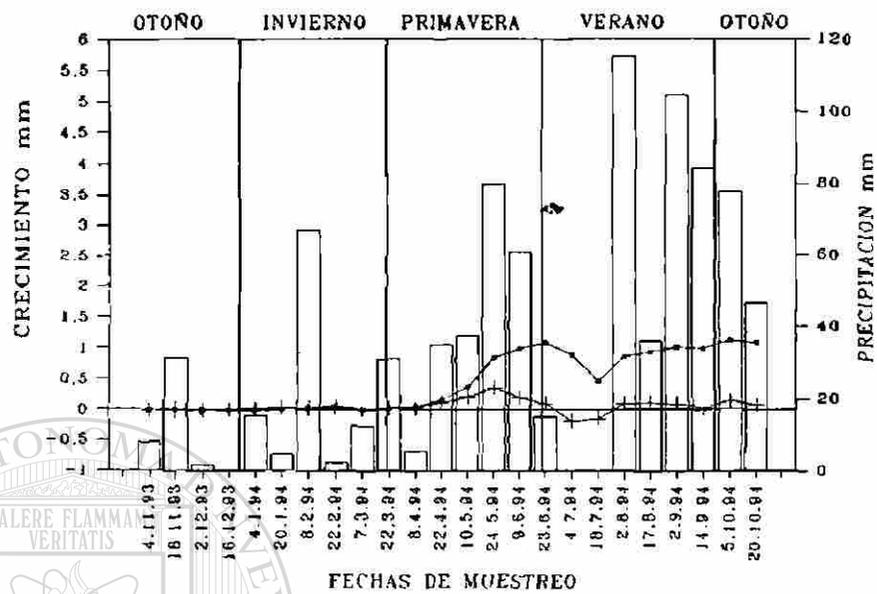


Figura 4.42: Patrón del crecimiento radial de *Diospyros texana* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

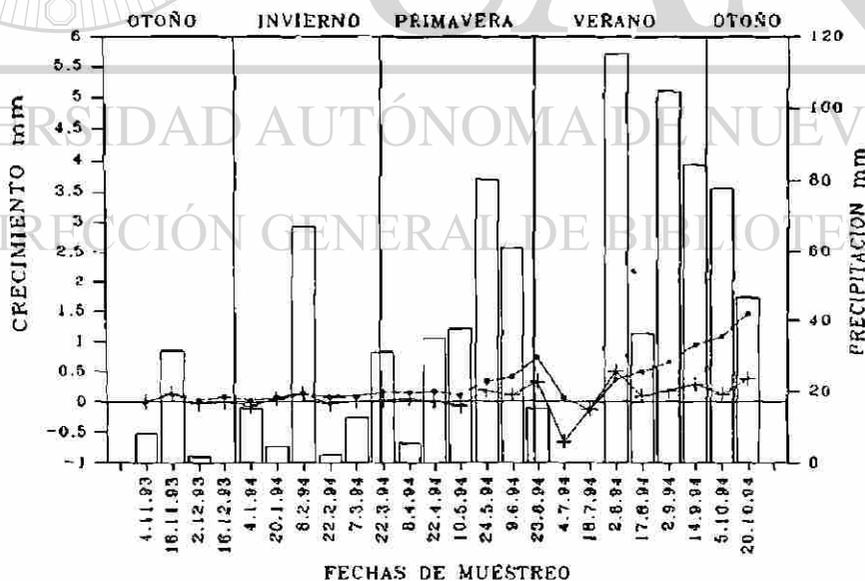


Figura 4.43: Patrón del crecimiento radial de *Gochnatia hypoleuca* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

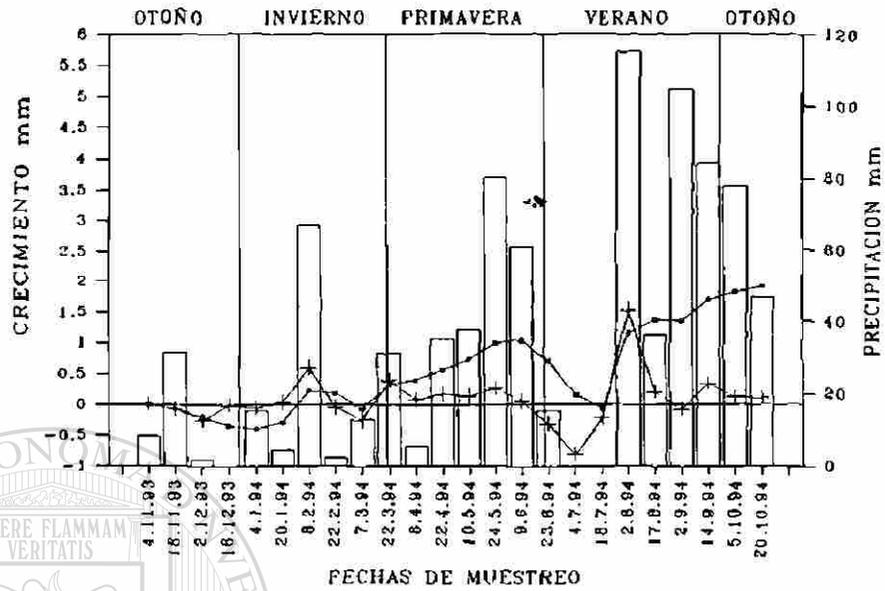


Figura 4.44: Patrón del crecimiento radial de *Helietta parvifolia* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

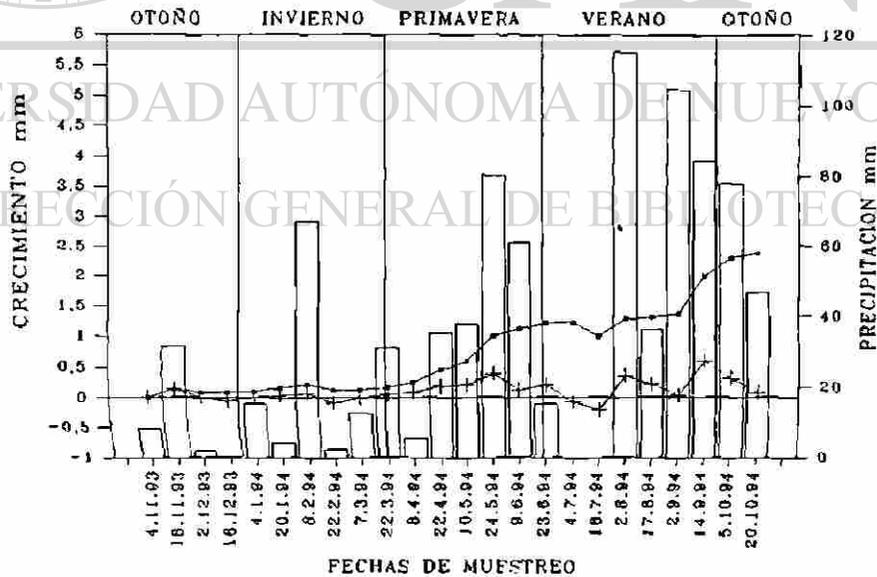


Figura 4.45: Patrón del crecimiento radial de *Pithecellobium ebanum* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

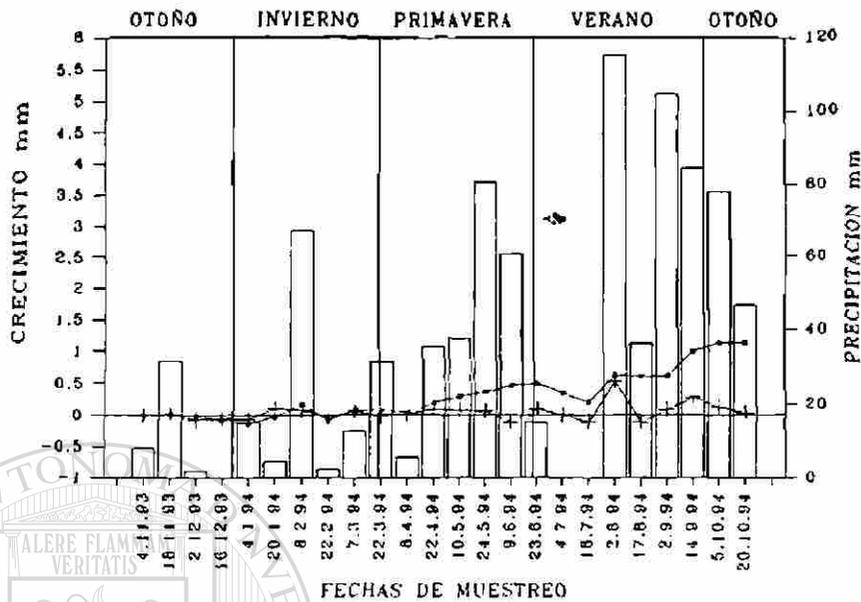


Figura 4.46: Patrón del crecimiento radial de *Pithecellobium pallens* expresado a través del crecimiento y variación en grosor

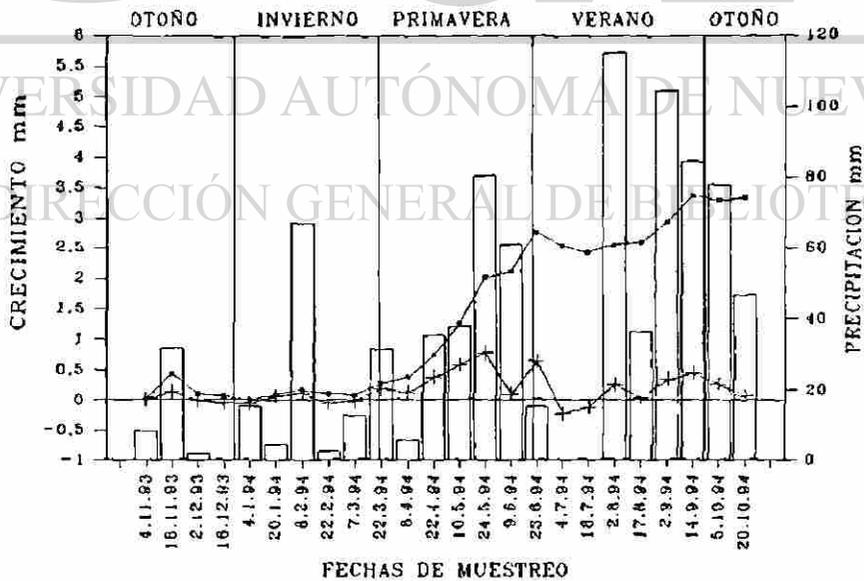
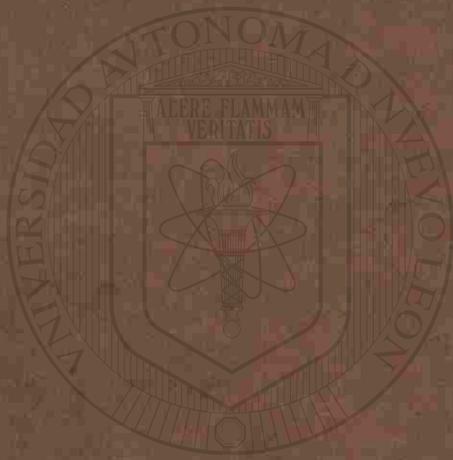


Figura 4.47: Patrón del crecimiento radial de *Prosopis laevigata* expresado a través del crecimiento y variación en grosor



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS