

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



**ANALISIS DE LA VEGETACION SECUNDARIA
DE LINARES N.L., MEXICO**

Por

MARTHA GONZALEZ ELIZONDO

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

LINARES, N.L.

DICIEMBRE DE 1996

TM

Z5991

FCF

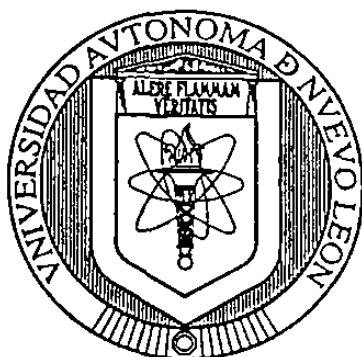
1996

G6



1020118309

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



**ANALISIS DE LA VEGETACION SECUNDARIA
DE LINARES N.L., MEXICO**

Por

MARTHA GONZALEZ ELIZONDO

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

LINARES, N.L.

DICIEMBRE DE 1996

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA
DE LINARES N.L. , MÉXICO

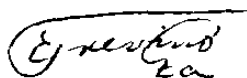
Tesis de Maestría

Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Forestales

Presenta

Biól. MARTHA GONZÁLEZ ELIZONDO

Comisión de Tesis:



Dr. EDUARDO J. TREVIÑO GARZA

Presidente



Dr. ENRIQUE JURADO YBARRA
Secretario



Dr. OSCAR A. AGUIRRE CALDERÓN
Vocal



FO ILO TESS.

**Notoriamente no hay clasificación del universo
que no sea arbitraria y conjetural**

**J.L. Borges
El idioma analítico de John Wilkins**

DEDICATORIA

A mis padres: Sr. Don Nicolás González Gutiérrez (†) y Sra. Minerva Elizondo Cárdenas quienes de diferente manera, siempre me acompañan.

A Abraham, mi esposo, por su amor, su apoyo incondicional y su enorme paciencia.

A mis hermanos: Robe y Noé por su cariño, y por su apoyo.

A mi hermana Hilda por los momentos compartidos y por su entusiasmo .

A Soco, mi hermana, maestra y colega quien ha sido pieza clave en mi formación humana y académica.

A mis cuñados: Jorge y Cuquis por estar con nosotros y porque me han dado sobrinos.

A mis adorables 7: Georgina, Sandra, Caty, Noé, Chema, Luis y Nico.

Sin el apoyo moral que todos ellos representan para mí, me sería mas difícil realizar, este, y cualquier otro trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Mis estudios de Maestría y la ejecución de este trabajo de tesis pudieron llevarse a cabo gracias al apoyo recibido por parte de varias instituciones y numerosas personas.

El Instituto Politécnico Nacional, a través de la Dirección de Vinculación Académica (COTEPABE), de la Comisión de Operación y Fomento a las Actividades Académicas (COFAA) y del CIIDIR Unidad Durango, me patrocinaron durante todo el tiempo que dediqué a estas actividades. Mi agradecimiento a la institución y a las personas que tomaron la decisión de apoyarme.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) me apoyó a través de una beca complementaria durante los dos años de cursos (No. Reg.85056). Además, el trabajo de tesis formó parte de un proyecto que contó con el apoyo del CONACyT (No. Reg. 2061-T9302).

La Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ) mediante el proyecto 892143.9 - 01.108 financió el equipo utilizado para el manejo de las imágenes de satélite.

Agradezco profundamente a todas las personas de quienes directa o indirectamente recibí apoyo durante mis estudios y durante la realización de este trabajo. Aprovecho este espacio para agradecer:

Al Dr. Eduardo J. Treviño G., director del trabajo de tesis, por la confianza que depositó en mí, por sus acertadas observaciones, sus valiosos consejos y por su amistad.

Al Dr. Enrique Jurado Ybarra por la revisión del trabajo, el interés demostrado, por su entusiasmo, sus brillantes observaciones y por sus amables comentarios.

Al Dr. Oscar Aguirre C., por formar parte de la comisión de tesis, pero sobre todo por su amabilidad y su apoyo desde mi llegada a Linares.

A la Dra. M. Socorro González Elizondo por la revisión del primer borrador del trabajo.

Al Dr. Javier Jiménez P., quién como responsable del vivero y posteriormente como subdirector de Postgrado me apoyó con personal para trabajo de campo.

Al Dr. José de Jesús Navar Ch., que a través de la subdirección de postgrado me brindó apoyo para el último esfuerzo en el trabajo de campo. Gracias también al Profesor de Experimentación Forestal (Estadística !).

Al Ing. Jorge A. Tena por su enorme apoyo en la elaboración de material gráfico de este trabajo (el que se ve y el que no se ve) .

Mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me ayudaron en campo: Alejandro Chávez F., Barbarito Medrano L., Felipe González, Baltazar Reyna P., y los jóvenes Isidro Ramírez Roque y José Gpe. Ramírez Almaguer.

Baldemar Correa me ayudó activamente en campo durante los últimos muestreos, y en el manejo de las imágenes de satélite. Otras personas con cuya compañía conté durante algunas de las salidas preliminares fueron: Jorge García H., Guillermo Rodríguez R., Ulrich von Werder, Gloria Iñiguez, y en mi última salida el joven Guadalupe López Treviño.

Recibí invaluable apoyo técnico por parte de Luis Enrique Barajas, del Laboratorio de Percepción Remota.; Eduardo Estrada me ayudó en la identificación de material botánico.

No puedo, ni quiero dejar de mencionar el apoyo y los conocimientos que me fueron transmitidos por el resto de mis profesores durante los cursos que comprende la maestría, más o menos en orden de aparición: Dr. Cesar Cantú A., por su confianza y por sus enseñanzas; Dr. Fernando N. González S., por las salidas a campo; Dr. Horacio Villalón M., por sus observaciones; Dr. Ricardo López A., por su introducción a la Dasonomía Urbana; Dr. Alfonso Martínez M. por sus interesantes clases; Dr. P. Antonio Domínguez y Dr. José Cruz por sus cursos; al Dr. Jaime Flores por sus valiosas clases; Dr. José Marmolejo y Dr. Fortunato Garza por sus clases, Dr. Heinz Spielke por sus estimulantes comentarios; mi agradecimiento especial a la Dra. Ma. de los Angeles Rechy de Von Roth por sus clases pero más por su amistad.

Agradezco a todos mis compañeros desde la primera hasta la cuarta generación por los momentos compartidos. Quiero mencionar entre ellos especialmente a Héctor E. Alanís M. y a Rubén Marroquín por su amistad y su siempre disposición para ayudar; a Mario García, por su incansable ayuda tanto a mí como a todo mundo con los conflictos "Homo-computadora", a Martha G. Valencia y Salvador Valenzuela por su amistad y por su hospitalidad.

Agradezco especialmente la amabilidad y el apoyo que me brindaron Edna L. González y Rosy Botello, como secretarias de Postgrado, así como Elsa de Marmolejo.

Al Ing. Oscar Ramírez por su apoyo en la Biblioteca durante mis estudios y por la impresión y encuadernación de este trabajo.

ÍNDICE

Página

LISTA DE TABLAS	I
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMEN.....	V
SUMMARY	VI
ZUSAMMENFASSUNG	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS.	4
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1. VEGETACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	5
2.2. ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN.....	9
3. ÁREA DE ESTUDIO.	13
3.1. LOCALIZACIÓN.....	13
3.2. FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	13
3.3. CLIMA.....	15
3.4. GEOLOGÍA Y SUELOS.....	16
3.5. VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	16
4. MATERIAL Y MÉTODOS	17
4.1. SELECCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO.....	17
4.2. UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO	19
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD MUESTRAL.....	23
4.4. ESPECIES A CONSIDERAR.....	24
4.5. REGISTRO DE VARIABLES.....	25
4.6. IDENTIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO DE MATERIAL BOTÁNICO.....	26
4.7. CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	26
4.7.1. Base de Datos.....	26
4.7.2. Estimación de Parámetros Básicos de la Vegetación	26
4.7.3. Estimación de Índices de Diversidad y Riqueza	28
4.7.4. Estimación de Índices de Similitud.....	30
4.7.5. Análisis de la Estructura y Dinámica de la Vegetación.....	31

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1. FISONOMÍA	33
5.2. FLORÍSTICA.....	37
5.2.1. Composición	37
5.2.1.1. Especies	37
5.2.1.2. Familias	42
5.2.2. Diversidad.....	44
5.2.3. Similitud.....	51
5.3. ESTRUCTURA.....	54
5.3.1. Estructura vertical	54
5.3.2. Estructura horizontal	62
5.3.3. Estructura cuantitativa (arbustos y árboles).....	62
5.3.3.1. Por Especies.....	62
5.3.3.2. Por Historial de Uso	65
5.3.3.3. Por Parcela de Muestreo en dos Clases de Altura	75
5.4. DINÁMICA.....	81
5.4.1. Patrones en la Dinámica de las comunidades	82
5.4.2. Posible Estatus Sucesional de algunas Especies.....	86
5.5. BREVE ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE MUESTREO.....	88
5.6. SITIOS PERMANENTES DE MUESTREO.....	92
6. CONCLUSIONES	93
7. RECOMENDACIONES	96
8. LITERATURA CITADA.....	98

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. HISTORIAL DE USO DE SUELO EN LOS SITIOS DE MUESTREO.....	19
2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE MUESTREO	20
3. ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS REGISTRADAS.....	38
4. ESPECIES SUBARBUSTIVAS REGISTRADAS	40
5. FAMILIAS A LAS QUE PERTENECEN LAS ESPECIES ARBUSTIVAS ARBÓREAS (AA) Y LAS ESPECIES SUBARBUSTIVAS (SA) REGISTRADAS EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DEL ÁREA DE ESTUDIO	43
6. INDICES DE DIVERSIDAD POR HISTORIAL	45
7. INDICES DE SIMILITUD FLORÍSTICA ENTRE HISTORIALES DE USO DE SUELO.....	53
8. ALTURA MÁXIMA (MAX.), MEDIA (MED.) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (D.E.) DE LAS ESPECIES MUESTREADAS	61
9. VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS, ASÍ COMO VALORES DE IMPORTANCIA (EN ORDEN DE MAYOR A MENOR) PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS PRESENTES EN LOS PREDIOS CON VEGETACIÓN SECUNDARIA ESTUDIADOS	64
10. VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS, ASÍ COMO VALORES DE IMPORTANCIA (EN ORDEN DE MAYOR A MENOR) PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS PRESENTES EN EL PREDIO RANCHERÍAS (HISTORIAL DE USO REPRIAG: DESMONTE RECIENTE DE VEGETACIÓN PRIMARIA PARA USO AGRÍCOLA).....	67
11. VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS, ASÍ COMO VALORES DE IMPORTANCIA (EN ORDEN DE MAYOR A MENOR) PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS PRESENTES EN EL PREDIO LA LOMA (HISTORIAL DE USO RESECÁG: DESMONTE RECIENTE DE VEGETACIÓN SECUNDARIA PARA USO AGRÍCOLA).....	68
12. VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS, ASÍ COMO VALORES DE IMPORTANCIA (EN ORDEN DE MAYOR A MENOR) PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS PRESENTES EN EL PREDIO EL PUERTO (HISTORIAL DE USO RESECPA: DESMONTE RECIENTE DE VEGETACIÓN SECUNDARIA PARA CULTIVO DE PASTIZAL).....	70
13. VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS, ASÍ COMO VALORES DE IMPORTANCIA (EN ORDEN DE MAYOR A MENOR) PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS PRESENTES EN LOS SITIOS CON HISTORIAL DE USO ANPAAB: ANTIGUO PASTIZAL ABANDONADO.....	71

14.	VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS, ASÍ COMO VALORES DE IMPORTANCIA (EN ORDEN DE MAYOR A MENOR) PARA LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS PRESENTES EN LOS SITIOS CON HISTORIAL DE USO ANAGAB: ANTIGUO CAMPO AGRÍCOLA ABANDONADO.....	72
15.	VALORES DE DENSIDAD Y COBERTURA PARA EL TOTAL DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS POR PARCELA DE MUESTREO EN DOS ESTRATOS	76
16.	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS SOBRE DENSIDAD Y COBERTURA EN LAS PARCELAS DE MUESTREO	77

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
2. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE LA ESTACIÓN LINARES	15
3. IMÁGEN LANDSAT MSS (1973) DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	21
4. IMÁGEN LANDSAT TM (1994) DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
5. ESQUEMA DEL TIPO DE PARCELA UTILIZADA PARA LOS MUESTREOS CUANTITATIVOS	23
6. MEDIA \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL ÍNDICE DE EQUITATIVIDAD DE SHANNON (E) PARA LOS 5 TIPOS DE HISTORIALES RECONOCIDOS.....	46
7. MEDIA \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON (1 - D) PARA LOS 5 TIPOS DE HISTORIALES RECONOCIDOS.....	47
8. MEDIA \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL ÍNDICE DE RIQUEZA DE MARGALEF (DMG) PARA LOS 5 TIPOS DE HISTORIALES RECONOCIDOS.....	48
9. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ALTURAS DE LOS INDIVIDUOS MAYORES DE 0.5M DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN TODOS LOS SITIOS DE MUESTREO	54
10. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ALTURAS DE LOS INDIVIDUOS MAYORES DE 0.5M DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO CORRESPONDIENTES AL HISTORIAL DE USO RePRIAg: DESMONTE RECIENTE DE VEGETACIÓN PRIMARIA PARA USO AGRÍCOLA.	57
11. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ALTURAS DE LOS INDIVIDUOS MAYORES DE 0.5M DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO CORRESPONDIENTES AL HISTORIAL DE USO ReSecAg: DESMONTE RECIENTE DE VEGETACIÓN SECUNDARIA PARA USO AGRÍCOLA.....	57
12. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ALTURAS DE LOS INDIVIDUOS MAYORES DE 0.5M DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO CORRESPONDIENTES AL HISTORIAL DE USO ReSecPa: DESMONTE RECIENTE DE VEGETACIÓN SECUNDARIA PARA CULTIVO DE PASTOS.	58
13. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ALTURAS DE LOS INDIVIDUOS MAYORES DE 0.5M DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO CORRESPONDIENTES AL HISTORIAL DE USO ANPAAB: ANTIGUO PASTIZAL INDUCIDO ABANDONADO.	58

14.	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ALTURAS DE LOS INDIVIDUOS MAYORES DE 0.5M DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO CORRESPONDIENTES AL HISTORIAL DE USO ANÁGAB: ANTIGUO CAMPO AGRÍCOLA ABANDONADO.	59
15.	VALOR DE IMPORTANCIA Y PARÁMETROS ESTRUCTURALES (ORDENADAS) DE LAS PRINCIPALES 21 ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS MUESTREADAS.	65
16.	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE DENSIDAD (NÚMERO DE INDIVIDUOS POR HA).	79
17.	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE COBERTURA (% DE SUPERFICIE CON COBERTURA ARBUSTIVO - ARBÓREA).	80
18.	POSIBLES SECUENCIAS DE ESTABLECIMIENTO Y/O IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DURANTE LAS PRIMERAS DOS DÉCADAS DE DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA EN EL SUR DE LINARES, N.L.	83
19.	COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA PARCELA LA LOMA 2 B EN EL ESTRATO SUPERIOR Y EN EL INFERIOR. EJEMPLO DEL PATRÓN GENERAL EN LA DINÁMICA DEL MATORRAL: <i>ACACIA FARNESIANA</i> - <i>ACACIA RIGIDULA</i> - <i>DIOSPYROS TEXANA</i>	84
20.	COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA PARCELA EL PUERTO 6 B. EJEMPLO DEL PATRÓN EN LA DINÁMICA DEL MATORRAL: <i>ACACIA FARNESIANA</i> - <i>ACACIA RIGIDULA</i> - <i>CORDIA BOISSIERI</i> - (<i>PITHECELLOBIUM PALLENS</i> - <i>ZANTHOXYLLUM FAGARA</i>) - <i>DIOSPYROS TEXANA</i>	85
21.	COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA PARCELA RANCHERÍAS 2 B. EJEMPLO DEL PATRÓN EN LA DINÁMICA DEL MATORRAL: <i>ACACIA FARNESIANA</i> - <i>CORDIA BOISSIERI</i> Y/O - <i>CAESALPINIA MEXICANA</i> - <i>PITHECELLOBIUM PALLENS</i> - <i>DIOSPYROS TEXANA</i>	85
22.	POSIBLES MODIFICACIONES A LA UNIDAD MUESTRAL	90

RESUMEN

La cubierta vegetal del municipio de Linares se ha convertido en un complejo mosaico que incluye áreas agrícolas, pastizales inducidos, fragmentos de vegetación primaria con grado alto de disturbio, y numerosos fragmentos de vegetación secundaria de diferentes dimensiones, y edades. Con el fin de aportar información útil para la planeación del manejo y/o recuperación de áreas, en este trabajo se hace un análisis descriptivo de la vegetación secundaria de cinco predios ubicados en el sur del municipio, los cuales comparten similares condiciones físicas (clima, suelo, topografía) y difieren en su historial de uso de suelo.

La vegetación secundaria se analiza desde diversas perspectivas: fisonomía, composición y diversidad florísticas, estructura y dinámica. Los resultados muestran una amplia diversidad fisonómica y florística que incluye 64 especies leñosas. Los predios relacionados con períodos más largos de aprovechamiento agropecuario mostraron menor riqueza florística en comparación con los predios que después del desmonte fueron utilizados durante pocos años. Las comunidades secundarias estudiadas carecen de una estructura vertical bien definida, con excepción de un estrato inferior conformado por especies subarborescentes y un estrato superior continuo de especies arbustivo-arborescentes. La densidad y la cobertura totales son parámetros que varían ampliamente en los predios estudiados (1,312 - 11,313 ind./ha, y 9 a 141 %). *Acacia farnesiana* y *A. berlandieri* son las especies arbustivas que se presentan en las primeras fases de desarrollo de la vegetación leñosa, frecuentemente seguida por *A. rigidula*, especie que permanece en las comunidades durante tiempo indefinido.

Este trabajo constituye una primera aproximación al conocimiento de la relación entre composición, estructura y dinámica de la vegetación secundaria y el historial de uso de suelo en el área de estudio.

SUMMARY

Plant cover in Linares is a complex mosaic including agricultural fields, induced grasslands, remnant fragments of disturbed primary and secondary vegetation at different stages of recovery. An analytical description of the secondary vegetation in five stands located at southern Linares, Mexico (with similar climate, soil and topography, but different land use history) was made aiming to get useful information for management plans and ecosystem rehabilitation.

This study deals with form, floristic composition, floristic diversity, structure and dynamics. Wide physiognomic diversity was found, the floristic composition includes 64 woody species. Sites that were utilized for a long time showed less richness and diversity than sites utilized for a short time. Secondary communities did not show a well defined vertical structure but rather a low layer of subshrubs and a high continuous stratum formed by shrubs and trees. Total density and cover varied significantly (1,312 - 11,313 plants/ha and 9% - 141 %). *Acacia farnesiana* and *Acacia berlandieri* were the most common pioneer shrubs. *Acacia rigidula* was found usually to establish early and keep a fairly constant density.

Relationships between composition, structure and dynamics of the Linares secondary vegetation and land use history, are discussed.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México las superficies ocupadas por vegetación secundaria son considerables y van en constante aumento. A pesar de ello, este tipo de vegetación se ha estudiado muy poco en el país y los conocimientos que se tienen sobre ella son fragmentarios y para muchas regiones aún inexistentes (Rzedowski, 1978). Esta aseveración, después de 18 años, sigue vigente. En la región noreste del país, entre 1981 y 1986, se desmontaron mas de 10,000 Km², lo que corresponde al 5% del Matorral tamaulipeco (Peñaloza y Reid, 1989).

La vegetación característica de la Planicie Costera del Golfo de México, conocida como Matorral tamaulipeco, se considera única de esta región y, según diversas fuentes, se distribuye en una extensión entre 125-200 mil Km² en los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Texas.

Desde el punto de vista de productividad, y bajo los esquemas de aprovechamiento actuales, este tipo de vegetación presenta un rendimiento muy bajo; lo que constituye la causa principal de su degradación y destrucción en favor de la transformación de grandes áreas de matorral en terrenos agrícolas y praderas artificiales (Foroughbakhch y Heiseke, 1990).

Los desmontes, la ganadería extensiva y la explotación selectiva de especies a que ha estado sometida la cubierta vegetal en el Municipio de Linares, han dado como resultado la fragmentación de la vegetación original. Lo anterior suscita un complejo mosaico de áreas ocupadas por agricultura, por pastizales inducidos, y fragmentos de diversos tamaños de vegetación natural (primaria y secundaria) con diferentes grados de perturbación y en distintas fases de desarrollo.

Estos cambios en la cubierta vegetal repercuten a su vez en las poblaciones de fauna silvestre, debido a la fragmentación de hábitats; así como en los procesos de erosión de los suelos, en el ciclo hidrológico y en el clima regional.

Aunque los procesos degradativos de origen antrópico de la vegetación del área de estudio se remontan varios siglos atrás, se puede considerar que fue en la década de los setentas cuando dicha degradación se aceleró gracias al Programa Nacional de Desmontes, el cual consistió en autorización y apoyo financiero para llevar a cabo desmontes de grandes áreas con vegetación natural para convertirlas en áreas de cultivo o en praderas artificiales. Este programa, sin embargo, no contempló el seguimiento y apoyo financiero para que dichas áreas fueran aprovechadas, por lo que muchas de ellas fueron abandonadas después de unos cuantos años y actualmente se encuentran ocupadas por vegetación secundaria.

En el noreste de México, las superficies ocupadas por áreas agrícolas y pastizales se han ido incrementando en los últimos años. En la zona poniente del municipio de Linares las superficies dedicadas a uso agrícola o pecuario intensivo en 1973 ocupaban un 37.5%, en 1980 un 37.9% y en 1986 un 41.2%. Si a estas áreas se agregan las superficies que en algún momento fueron utilizadas para actividades productivas y que por diversas razones dejaron de utilizarse como tales dando origen a

vegetación secundaria la cifra aumenta a 52.2%, mientras que solamente un 45% permanece sin cambios radicales de uso (Treviño, 1992).

En las últimas dos décadas, el área con vegetación primaria¹ ha disminuido considerablemente, quedando cada vez mas fragmentada, mientras que la superficie ocupada por vegetación secundaria ha ido en aumento. La tendencia, afirma González Espinosa (1984), es hacia deterioro irreversible y erosión del suelo. Los cambios ecológicos que resultan de la remoción del matorral producen, a su vez, efectos negativos sobre los sistemas de producción agropecuaria de la región.

El conocer las comunidades vegetales, su composición, estructura y dinámica, es un paso fundamental para planear su óptimo aprovechamiento y conservación. Es importante conocer la dinámica de los procesos ecológicos y sucesionales del paisaje, y relacionarlos con los factores (naturales y antrópicos) que los originan para de esta manera tener un mejor control de ellos y para estar en condiciones de diseñar un sistema de manejo y aprovechamiento sostenido.

La Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L. a través de varios de sus departamentos desarrolla programas de investigación relacionados con el matorral característico de la región. Se realizan proyectos tendientes a encontrar estrategias de manejo óptimas, proyectos cuyo objetivo es documentar los cambios que este tipo de vegetación ha experimentado en los últimos 25 años (a este respecto se llevan a cabo investigaciones relacionadas con cambio de uso de suelo y con procesos de desertificación), así como investigaciones tendientes a entender la estructura y dinámica del matorral y los procesos ecológicos involucrados. Este trabajo forma parte

¹ Existe controversia acerca del origen del matorral tamaulipeco. No hay consenso con respecto a su estatus sucesional, algunas evidencias apoyan la teoría de que se trata de un matorral clímax natural, mientras que otras apoyan la teoría de que se trata de vegetación secundaria o disclimax originada como consecuencia del sobrepastoreo de pastizales naturales después de la llegada de los europeos a esta región. En este trabajo se considera vegetación primaria, aquella en donde no existen evidencias de que haya sido reemplazada o eliminada directamente por el ser humano.

de esta última corriente, y en el se hace un análisis descriptivo de la vegetación secundaria presente en cinco predios ubicados en el sur de Linares con historiales de uso diferentes. Se analizó su fisonomía, composición y diversidad florística, y su estructura. Además, se intentó detectar tendencias en la dinámica de dichas comunidades.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo general de esta tesis es contribuir al conocimiento de la ecología de áreas con fuerte disturbio antrópico, con el fin de aportar información útil para establecer planes de manejo y/o recuperación de las mismas. Para ello se plantearon cuatro objetivos particulares:

- 1) Caracterizar y analizar la vegetación secundaria en una área del sur de Linares, N.L.
- 2) Detectar posibles tendencias en la dinámica del matorral.
- 3) Desarrollar una metodología para muestreos cuantitativos de vegetación en este tipo de matorrales.
- 4) Establecer sitios permanentes de muestreo (SPM) para estudios posteriores sobre sucesión, crecimiento, y otros parámetros.

2. ANTECEDENTES

2.1. VEGETACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La región de Linares, en los últimos 15 años ha sido objeto de una gran cantidad de estudios botánicos y forestales. La mayor parte de estos trabajos, aunque relacionados con la cubierta vegetal, centran su interés en áreas pequeñas y/o en aspectos particulares sobre taxonomía (Briones, 1986; Ortiz, 1983), fenología (Castañeda, 1988) etnobotánica y botánica económica (González, 1979; González 1981; Reid et al., 1990), utilización y manejo (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Foroughbakhch y Martínez, 1986; Peñaloza y Reid, 1989; Reyes y Foroughbakhch, 1989; González-Saldivar, 1993).

Casi todos estos trabajos citan como antecedentes sobre la vegetación del área a unos cuantos trabajos generales sobre la vegetación del Estado o incluso del país entero. En seguida se enlistan las citas que se consideran con información original sobre la vegetación de la región de Linares.

Miranda y Hernández X. (1964) describen para el Este de Nuevo León un tipo de vegetación al cual denominan Bosque o Selva baja espinosa subcaducifolia, de cuatro a ocho metros de altura, ordinariamente densa, cuyos dominantes arbóreos son:

Prosopis juliflora var. *glandulosa*, *Cercidium macrum*, *Pithecellobium flexicaule* y *Cordia boissieri*.

Rojas Mendoza (1965) menciona para los alrededores de Linares un Bosque bajo espinoso con *Pithecellobium*, *Acacia* y *Cercidium* el cual corresponde, según el mismo autor, al Tamaulipan thorn forest de Muller (1947), a la Selva baja espinosa de Miranda y Hernández X. (1963) y al Bosque espinoso de Rzedowski (1961). Rojas Mendoza, en el resto de su trabajo, no vuelve a mencionar la región de Linares, sin embargo, según sus descripciones de los tipos de vegetación, la distribución geográfica estatal y los datos sobre fisiografía, suelos y clima de los mismos, permite suponer la presencia en Linares de: Bosque bajo micrófilo con *Prosopis-Acacia-Celtis*; Matorral alto subperennifolio con *Acacia-Pithecellobium-Helieta* el cual corresponde al piedmont shrub de Muller (1939), al Matorral submontano de Rzedowski (1961) y aproximadamente al Matorral inerme parvifolio de Miranda y Hernández X. (1963); y Matorral mediano subperennifolio con *Acacia-Cordia-Cercidium* el cual corresponde a otra parte del Tamaulipan thorn shrub de Muller (1947).

COTECOCA (1973) establece para el municipio de Linares como tipo de vegetación principal al Matorral alto espinoso con espinas laterales de *Acacia rigidula* con *Acacia berlandieri* en la zona de Piedmont de la Sierra Madre Oriental; y para el resto del municipio se registran: Matorral alto subinerme de *Helieta parvifolia* con *Diospyros palmeri*; Matorral alto subinerme de *H. parvifolia* con *Capparis incana*; Matorral mediano subinerme de *Cordia boissieri* con *Pithecellobium brevifolium*; y Bosque caducifolio espinoso de *Prosopis glandulosa* con *Acacia berlandieri*.

Villegas (1972), en su estudio sobre la vegetación de los municipios de Linares y Hualahuises, reconoce seis unidades de vegetación cuya nomenclatura coincide con la de la COTECOCA. Sin embargo Villegas considera que el tipo de vegetación principal en Linares es el Matorral alto subinerme, ya que ocupa el 35% del área. Este

tipo de vegetación se caracteriza por la predominancia de arbustos altos o árboles bajos de dos a cuatro metros de altura, compuesto principalmente por especies inermes y caducifolias por un período breve, y la presencia de algunas especies espinosas.

Rzedowski (1978) en el capítulo sobre Provincias florísticas de México, ubica la región de Linares en el Reino Neotropical, región xerofítica Mexicana y provincia de la Planicie Costera del Noreste la cual coincide en extensión con la zona fisiográfica correspondiente e incluye también una porción adyacente del Estado de Texas. La vegetación en esta provincia la constituyen en su mayor parte Bosques espinosos y Matorrales xerófilos.

Heiseke y Foroughbakhch (1985) en un análisis de la biomasa, volumen y productividad de dos sitios que consideran con distinto tipo de matorral en Linares, proporcionan datos sobre la estructura de dichas asociaciones: frecuencia, abundancia, dominancia y valor de importancia para las especies más comunes.

Jurado (1986) estudia las relaciones entre la vegetación y los factores físicos utilizando para ello análisis de asociación, correlación e influencia. Divide a los factores físicos en: edáficos (tipo de suelo, profundidad del mismo, presencia de caliche) y topográficos (ubicación de las parcelas en loma o en zona de escurrimiento, y elevación). Encontró que los factores que muestran mayor relación en la distribución de especies son la ubicación en loma o zona de escurrimiento, y el suelo; dado que estos factores se relacionan con la disponibilidad de agua sugiere que ésta es el factor limitante en la distribución de especies en el matorral.

Reid et al. (1987), citados por Peñaloza y Reid (1989), realizaron análisis de clasificación y ordenación de la vegetación de los alrededores de Linares, determinando que el clima, el substrato y la topografía son las principales variables

ambientales que determinan la diversidad florística en la vegetación regional. Describen la fisonomía y composición florística de cuatro tipos de hábitats en los alrededores de Linares: sitios calichosos secos, sitios secos con suelo profundo, sitios húmedos con suelo profundo y sitios húmedos con suelo somero.

Jurado y Reid (1989) describieron la composición y estructura de un área de Matorral espinoso tamaulipeco y evaluaron la importancia relativa de factores edáficos, topográficos y antrópicos en la distribución de especies vegetales. Registraron 51 taxa, principalmente especies arbustivas y suculentas. Determinaron una altura promedio de la vegetación de 4 m (en un rango de 2 a 10 m dependiendo del sitio). El análisis de asociación mostró que la distribución de 37% de los taxa se asocia con uno o más de los factores ambientales considerados. Descartan la posibilidad de que el fuego haya sido un factor importante en el desarrollo de la vegetación actual.

Reid et al (1990), en un estudio sobre la variación florística y estructural del Matorral Tamaulipeco en los alrededores de Linares, N.L. identifican los efectos ecológicos del ambiente físico y del manejo sobre la vegetación. Sus resultados sugieren que la distribución espacial de las especies vegetales se relaciona con cambios regionales en clima, suelo y topografía; y que el sobrepastoreo, más que la corta selectiva de algunas especies, provoca algunos cambios en la vegetación.

Treviño (1992) estudió las posibilidades de aplicación de imágenes multiespectrales de alta resolución (SPOT) a la cartografía de la vegetación de regiones montañosas y el uso de datos multiespectrales y multitemporales del barredor multiespectral (MSS) del satélite LANDSAT para determinar la dinámica en el cambio de uso de suelo y la evaluación de superficies afectadas en los municipios de Iturbide y Linares, N.L.

Rodríguez (1994), realiza diversos análisis de fitodiversidad, comparando dos comunidades de matorral a nivel de sinusias arbórea y arbustiva: una comunidad no

perturbada (Matorral alto) y otra perturbada (Matorral bajo); para las cuales además de fitodiversidad, determinó su composición florística y estructura fisonómica.

Medina Cortés (1995), determinó mediante los índices de Shannon & Wiener, y de Simpson, la fitodiversidad presente en fragmentos de vegetación de dos diferentes tamaños (> 100 ha y < 10 ha) y de por lo menos 20 años de desarrollo. No encontró diferencias entre las medidas de fitodiversidad en los diferentes tamaños de fragmentos del matorral, planteando (la hipótesis) que tal similitud en cuanto a fitodiversidad se debe a lo reciente de la fragmentación y a la longevidad de las especies involucradas.

Treviño (1996) evaluó los cambios de uso de suelo en el municipio de Linares a través de 21 años. Sus resultados preliminares indican que un 60% de la vegetación original ha sido eliminada en favor de actividades agrícolas y ganaderas, originando degradación del suelo, pérdida de diversidad biológica y cambios microclimáticos.

2.2. ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN

En seguida se citan algunos estudios relacionados con la estructura y/o la dinámica de la vegetación, tanto de áreas geográfica o ecológicamente cercanas a la que nos ocupa, como de áreas distantes en ambos aspectos.

Melgoza (1977) realizó un estudio florístico - ecológico de tres comunidades de Matorral submontano en Santiago, N.L.; una en estado clímax, otra a cinco años de la perturbación y una más de cinco meses.

Van Auken y Bush (1985) describen el desarrollo de la sucesión secundaria en terrazas inundables del Río San Antonio en Texas; y examinan el desarrollo ecológico, la dominancia y la declinación de *Acacia smallii*.

Bush y Van Auken (1987) examinaron aspectos demográficos y alométricos de *Acacia smallii* en una serie de comunidades sucesionales en Texas desde 15 hasta 150 años.

Ruiz Z. (1988) estudió la composición y estructura de cuatro áreas con vegetación secundaria de 9, 12, 25 y 25 años de edad respectivamente. Empleó dos índices para observar la importancia fitosociológica de las especies en cada uno de los predios: índice de dominancia (Sarukhán, 1968), e índice de valor de importancia ampliado (Finol, 1970). Encontró que la composición es más rica en las comunidades de mayor edad, mientras que la densidad fue mayor en las jóvenes.

Collins (1990), estudió los componentes de la diversidad de una comunidad de pastizal alto durante la sucesión en seis tratamientos experimentales. Encontró que las condiciones iniciales tienen consecuencias importantes y frecuentemente duraderas sobre la dinámica sucesional de los pastizales.

Jardel (1991) estudia el papel que desempeñan las perturbaciones naturales y antropogénicas sobre la dinámica sucesional en bosques templados de Jalisco. Concluye que las perturbaciones naturales provocan la apertura de claros pequeños (menores de 1000 m²) lo que favorece la regeneración de especies tolerantes a la sombra -como son los encinos y muchas especies de bosque mesófilo-; mientras que las perturbaciones antrópicas (desmontes, explotación forestal, incendios de copa) provocan la apertura de claros de mayores dimensiones, favoreciendo la regeneración de especies intolerantes a la sombra, como las especies de pino.

González-Espinosa et al. (1991) hacen un análisis de la composición y estructura de seis comunidades vegetales en los bosques de Pinus-Quercus de los Altos de Chiapas asumiendo que dichas comunidades representan diferentes etapas de una misma cronosecuencia. Sugieren el papel sucesional de las especies dominantes mediante el análisis de datos demográficos y fitosociológicos.

Meave et al. (1992) en el análisis sinecológico de una hectárea de bosque mesófilo de montaña en Omiltemi, Guerrero, hacen una descripción muy completa de dicha fitocenosis. Describen la composición florística, la estructura (horizontal, vertical y cuantitativa) y la textura (aspectos morfológicos y fenológicos). Analizan la variación interna de la estructura del bosque por medio de métodos multivariados, encontrando una tendencia de las especies tropicales a ocupar los sitios más húmedos y las especies templadas a localizarse en las partes más expuestas.

Quintana - Ascencio y González Espinosa (1993) analizaron la relación entre la afinidad fitogeográfica y el papel sucesional de los elementos leñosos de los bosques húmedos de pino - encino de los Altos de Chiapas. Encontraron que la mayoría de los elementos holárticos muestran mayor regeneración durante las etapas sucesionales tempranas, mientras que muchos elementos andinos y de afinidad con el este de Asia, solo se regeneran en etapas sucesionales más avanzadas.

Palik y Pregitzer (1993) examinaron la estructura de alturas y edades de tres especies de árboles que difieren en su tolerancia a la sombra y en su estatus sucesional relativo, en dos bosques maduros de Michigan. Encontraron que la estratificación de los bosques era la resultante de las diferencias interespecíficas en cuanto a tasa de crecimiento, en tanto la edad de las poblaciones parece tener poca o ninguna influencia en la estructura de alturas.

Myster y Pickett (1994) compararon la variación local en la tasa de sucesión a través de 18 años en diez predios abandonados contrastantes en New Jersey. Utilizaron tres métodos para analizar el cambio sucesional: distancia euclidiana, reemplazo de especies, y lambda, para cada año después del abandono.

Casas, González y Tena (1995) estudian la estructura y tendencias sucesionales de tres asociaciones vegetales de clima templado semiseco en Durango.

Aiba y Kohyama (1996), estudiaron la estratificación de especies arbóreas en un bosque lluvioso de Japón, mediante el análisis de la alometría y demografía de 14 especies abundantes en un rango de tamaños desde plántulas hasta adultos.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. LOCALIZACIÓN

El municipio de Linares se ubica en el sudeste del estado de Nuevo León, México. El área seleccionada para este trabajo se ubica en la región sur del municipio entre las coordenadas geográficas 24°40'30" a 24°47'30" Latitud Norte, y 99°31'00" a 99°37'00" Longitud Oeste; las coordenadas geodésicas UTM (Universal Transversal de Mercator) que incluyen toda el área de estudio corresponden a 2729225 a 2741700 Norte y 438300 a 447520 Este. (Figura No. 1).

3.2. FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La mayor parte del territorio del municipio se encuentra en la región fisiográfica denominada Planicie Costera del Golfo Norte, en la subprovincia Sierras Transversales; el extremo occidental forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental. El área de estudio, al sur del municipio, se ubica en el extremo W de la Planicie Costera del Golfo.

La altura sobre el nivel del mar, en el área de estudio oscila entre 360m y 420m; el relieve es moderado, presentándose llanuras y pendientes suavemente onduladas entre 2 y 10%. Los predios seleccionados para muestreos de vegetación se localizan preferentemente en llanuras.

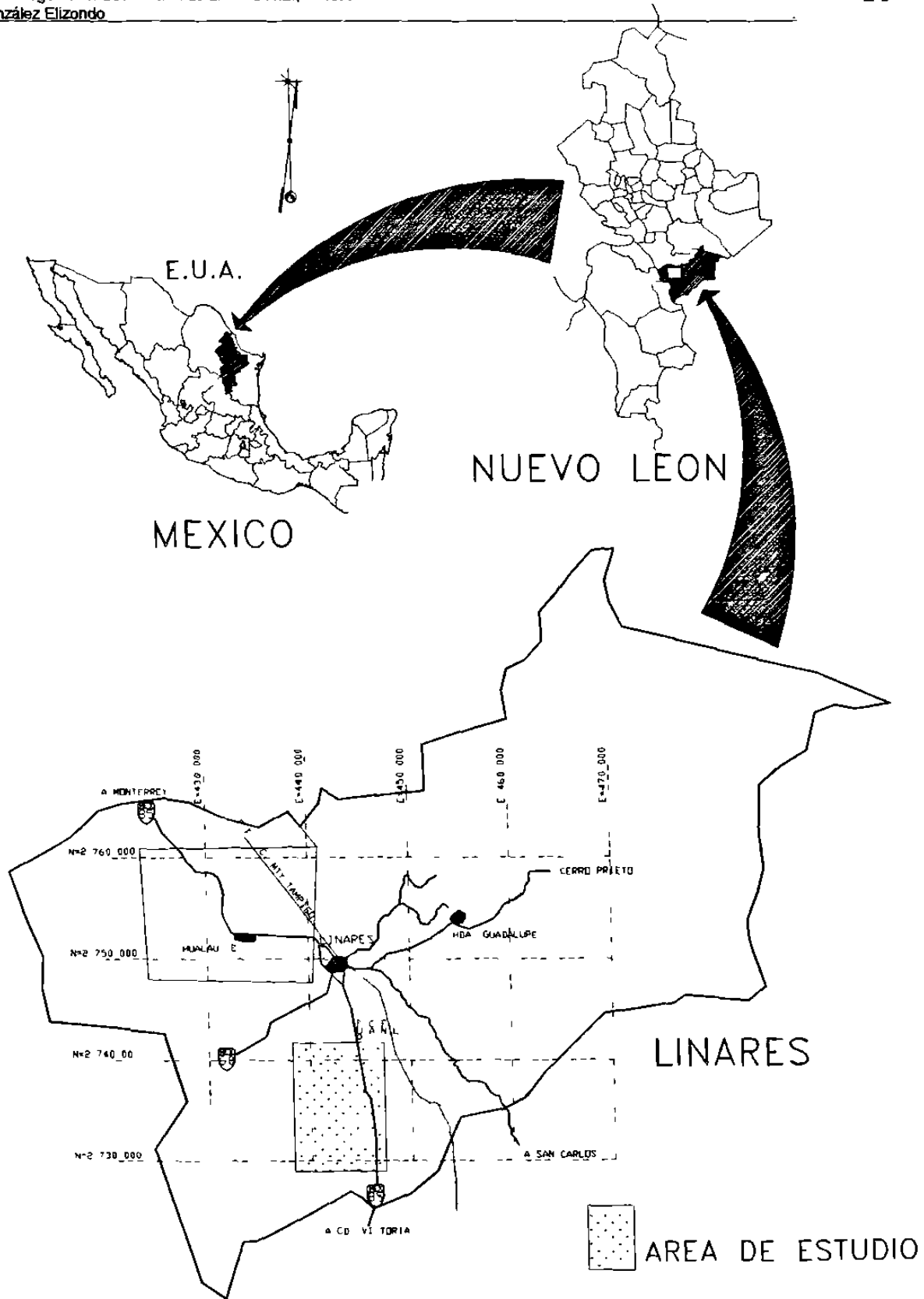


Figura No. 1. Ubicación Geográfica del área de estudio

3.3. CLIMA

Según la clasificación de Köppen, modificada por E. García para la República Mexicana, el clima del área es del tipo (A)C(W₀), que corresponde a un semicálido subhúmedo con lluvias principalmente en verano (20% de lluvia entre noviembre y abril) y presencia de un periodo de sequía interestival (canícula). La precipitación media anual de 749 mm y temperatura media anual 22.3 °C, con temperaturas arriba de 40 °C en el verano y heladas durante el periodo de diciembre a marzo. La figura No. 2 corresponde a un diagrama ombrotérmico de la estación Linares basado en 24 y 49 años de observaciones sobre temperatura y precipitación respectivamente.

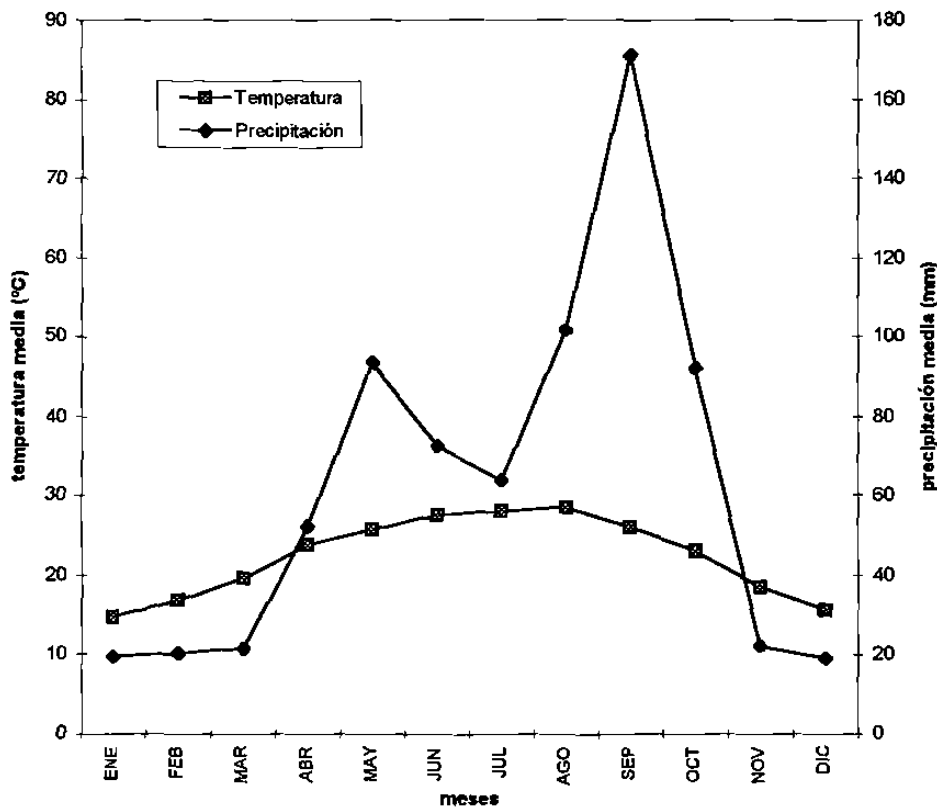


Fig. No. 2. Diagrama ombrotérmico de la estación Linares.

3.4. GEOLOGÍA Y SUELOS

El material parental de los suelos de la región consiste principalmente en lutitas del Cretácico Superior y gravas con caliche del Holoceno y del Pleistoceno. Los tipos de suelo en el área de estudio van de los típicos vertisoles pélicos y crómicos profundos de color oscuro y de origen aluvio-coluvial en las áreas bajas y sin pendiente, a los regosoles calcáricos, someros en áreas con pendientes suaves.

3.5. VEGETACIÓN Y USO DE SUELO

El uso de suelo actual en el área de estudio corresponde a un mosaico de áreas agrícolas, pastizales inducidos, vegetación secundaria y áreas cubiertas de vegetación natural aparentemente primaria, en donde no existen evidencias de desmonte.

Entre los fragmentos de vegetación aparentemente primaria, predominan los matorrales altos espinosos y subinermes, caracterizados por arbustos altos y árboles bajos. Este tipo de vegetación se podría ubicar, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978) como una transición entre el Matorral Xerófilo y el Bosque espinoso.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. SELECCIÓN DE ÁREAS DE ESTUDIO

Dada la diversidad de condiciones fisiográficas, climáticas, edáficas y de tipos de vegetación presentes en el municipio de Linares, se optó por seleccionar para este estudio áreas con vegetación secundaria que compartieran las mismas o similares condiciones físicas (clima, suelo, altitud, pendiente) y que difirieran solamente en su historial de uso de suelo.

Para seleccionar los predios a estudiar se llevó a cabo un análisis visual de imágenes de satélite LANDSAT de dos fechas: MSS, 17 de marzo de 1973 y TM, 11 de noviembre de 1988. Como resultado de dicho análisis se obtuvo una preclasificación de uso de suelo para ambas fechas. En forma paralela se hicieron exhaustivos recorridos de campo a través de todo el municipio.

Durante los recorridos preliminares en campo se realizaron entrevistas con los pobladores de las diferentes áreas, con propietarios y con algunos comisariados ejidales. Por otra parte, se hicieron observaciones sobre los indicadores de disturbio (de origen natural o antrópico) como desmontes, extracciones selectivas, rebrotes a partir de tocones, etc.

Con base en lo anterior se seleccionaron para los muestreos cuantitativos de vegetación cinco predios que actualmente presentan vegetación secundaria:

Rancherías, La Loma, El Puerto, Santa Rosa, y Los Hoyos (Figs. No. 3 y 4). Dichos predios comparten las siguientes características:

- **Ubicación.** En la zona sur del municipio, en el extremo W de la región fisiográfica de la Planicie Costera del Golfo.
- **Vegetación original.** Matorral alto espinoso y subinorme.
- **Clima.** Área de influencia de la isoyeta de 800 mm y de la isoterma de 20 - 22°C.
- **Suelo.** Vertisol pélico principalmente.
- **Uso agropecuario actual.** Con uso mínimo, o sin uso.
- **Edad.** Entre 16 y 18 años después del desmonte o el cese de aprovechamiento o abandono.
- **Tipo de desmonte.** Al desmontarse se procedió también a desenraizamiento de las plantas.

Los predios actualmente con vegetación secundaria que fueron seleccionados para muestreos cuantitativos de vegetación difieren, por otra parte, en su historial de uso de suelo en el período de 1975 a la fecha. Dicho historial se clasificó en cinco tipos de acuerdo a:

- **Fecha de último desmonte:** reciente (Re), de 20 años o menos; ó antigua (An), de 25 años o más.
- **Uso de suelo entre 1975 y 1977:** Vegetación primaria (Pri), Vegetación secundaria (Sec), Agricultura (Ag), Pastizal (Pa).
- **Uso de suelo entre 1978 y 1981:** Agricultura (Ag), Pastizal (Pa), Cese de aprovechamiento o abandono (Ab).

En la Tabla No. 1 se resumen las características de los diferentes historiales de uso reconocidos y se registran las claves con las que se refieren en el resto de este trabajo.

HISTORIAL		DESMONTE	USO DE SUELO	
CLAVE	SITIO*	FECHA	1975 - 1977	1978 - 1981
RePriAg	R1 - R5	RECIENTE	VEGETACION PRIMARIA	AGRICULTURA
ReSecAg	L1 - L6	RECIENTE	VEGETACION SECUNDARIA	AGRICULTURA
ReSecPa	P1 - P6	RECIENTE	VEGETACION SECUNDARIA	PASTIZAL
AnPaAb	M1 + P7	ANTIGUO	PASTIZAL INDUCIDO	ABANDONO
AnAgAb	H1 - H2	ANTIGUO	AGRICULTURA	ABANDONO

Tabla No. 1. Historial de uso de suelo en los sitios de muestreo. * Ver inciso 4.2.

4.2. UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO

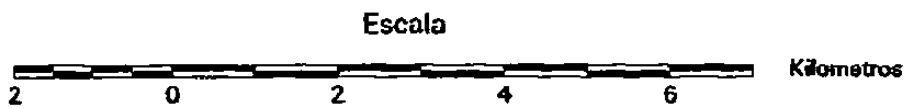
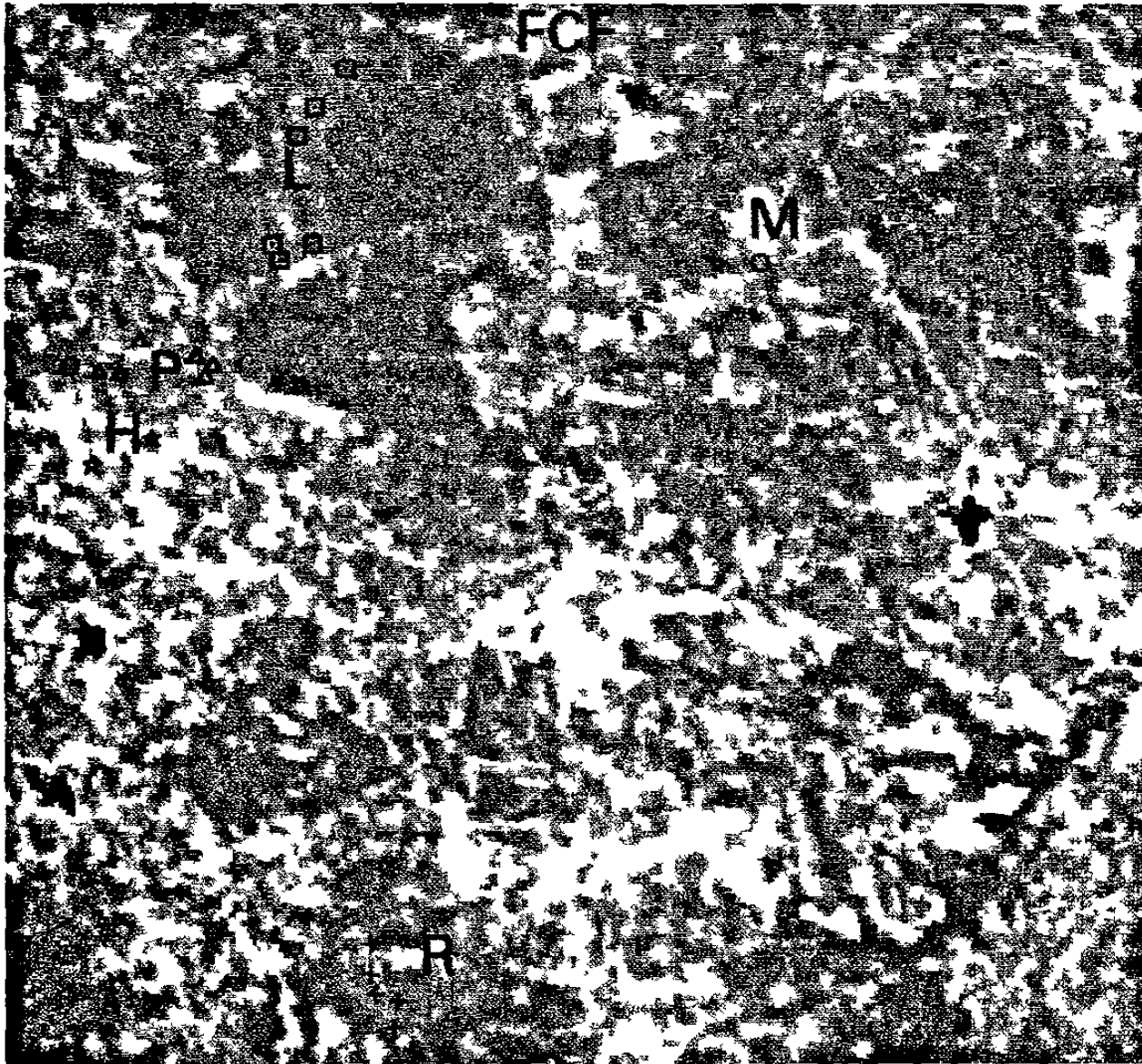
La distribución de los sitios de muestreo dentro de los predios se hizo previa estratificación del área por medio de análisis visual de imágenes de satélite y fotografías aéreas, así como verificación en campo mediante recorridos a pie de los predios considerando los cambios fisonómicos más notorios de la cubierta vegetal.

De acuerdo a lo anterior, se seleccionaron 21 sitios para muestreos cuantitativos: 6 en La Loma (L1, L2, L3, L4, L5, y L6); 7 en El Puerto (P1, P2, P3, P4, P5, P6, y P7); 5 en Rancherías (R1, R2, R3, R4, y R5); 2 en Los Hoyos (H1, H2) y 1 en Santa Rosa (M1). La diferente cantidad de sitios seleccionados en cada predio obedeció a la heterogeneidad de la cobertura vegetal detectada mediante el análisis visual de las

imágenes de satélite y mediante los recorridos preliminares sobre el terreno. La ubicación precisa de los sitios trató de hacerse en forma objetiva, caminando, en línea recta 70 pasos antes de iniciar el sitio. Se evitaron los bordes de los predios (al menos 50 m). La ubicación exacta de los sitios de muestreo se obtuvo utilizando un receptor del Sistema Global de Posicionamiento el cual registra la posición en coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator): X (Este) y Y (Norte). (Tabla No.2. y Figuras No. 3 y 4).

UBICACION GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE MUESTREO		
SITIO	COORD. X	COORD. Y
H 1	439430	2736800
H 2	438600	2736450
L 1	442020	2741700
L 2	441144	2739170
L 3	441050	2739370
L 4	441580	2739380
L 5	441610	2741185
L 6	441380	2740800
M 1	447520	2739130
P 1	440250	2737790
P 2	440144	2737630
P 3	440020	2737910
P 4	438700	2737700
P 5	439280	2738125
P 6	438985	2737680
P 7	438300	2737770
R 1	442347	2730098
R 2	442340	2729705
R 3	442420	2729450
R 4	442700	2729340
R 5	442655	2729225

Tabla No. 2. Ubicación Geográfica de los sitios de muestreo.
Coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).



- + RePriAg
- ReSecAg
- △ ReSecPa
- AnPaAb
- ☆ AnAgAb

Fig. No. 3. Imagen LANDSAT MSS (1973) del área de estudio. Predios y sitios de muestreo: L = La Loma, P = El Puerto, H = Los Hoyos, M = Santa Rosa, y R = Rancherías.

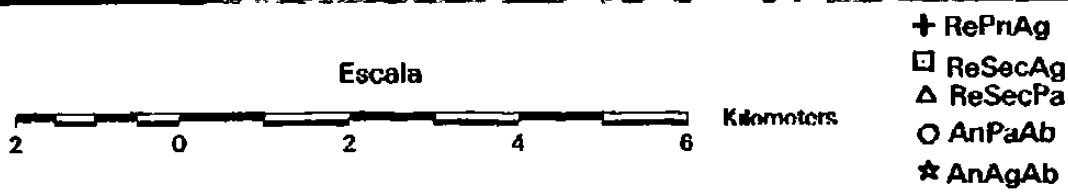
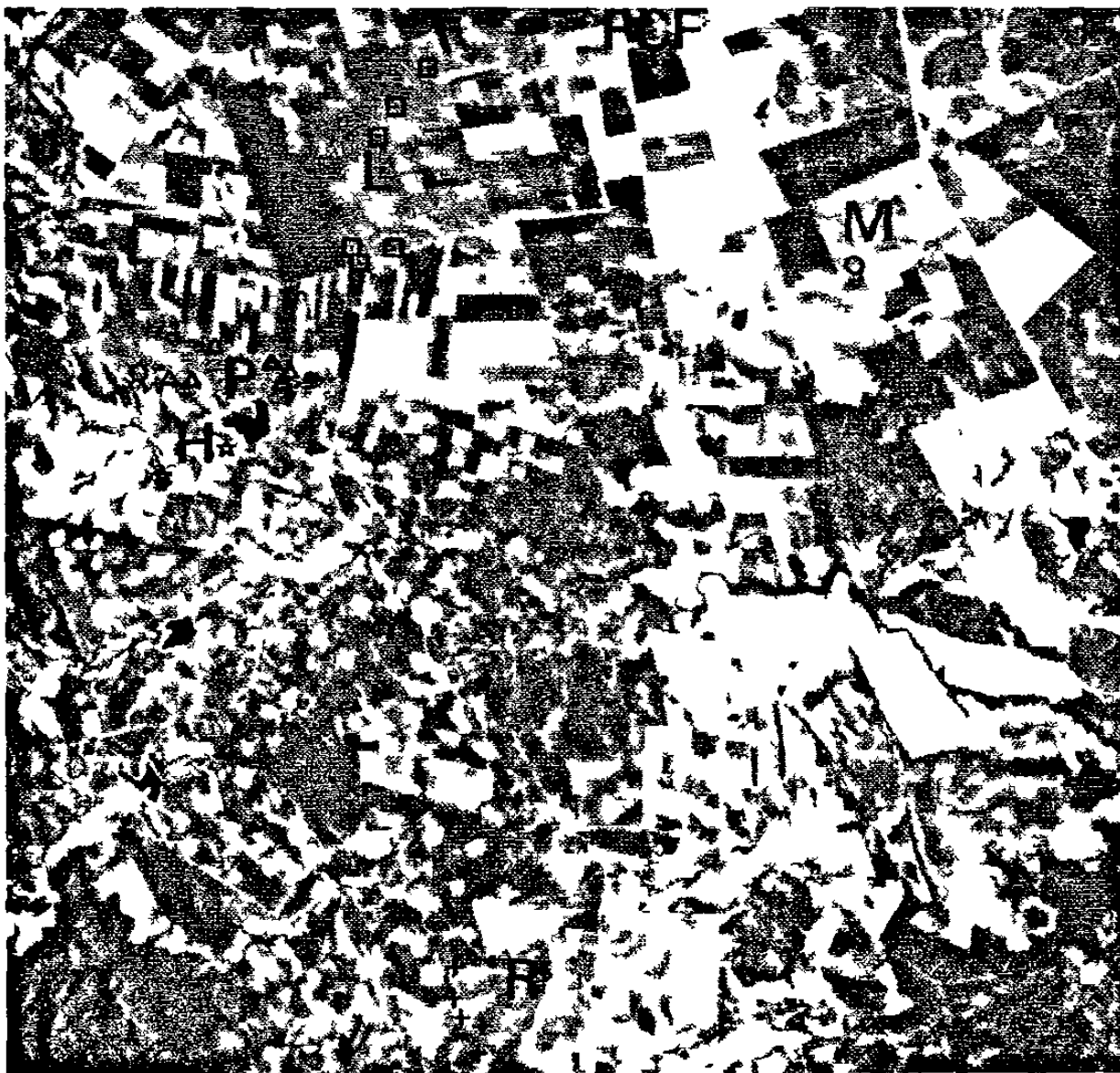


Fig. No. 4. Imagen LANDSAT TM (1994) del área de estudio. Predios y sitios de muestreo: L = La Loma, P = El Puerto, H = Los Hoyos, M = Santa Rosa, y R = Rancherías.

4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD MUESTRAL

Se diseñó una unidad muestral compuesta por dos parcelas rectangulares proporción 1:10, de 4 m de ancho por 40 m de largo (160 m²) colocadas sobre el terreno en forma de escuadra de 90°. Una parcela con dirección Norte-Sur, y la otra con dirección Este-Oeste. Cada parcela se subdividió en 40 microparcels de 2 x 2 m (4m² cada una). La parcela N-S de cada sitio se codificó como "A", y la de E-W como "B" (Fig. No. 5).

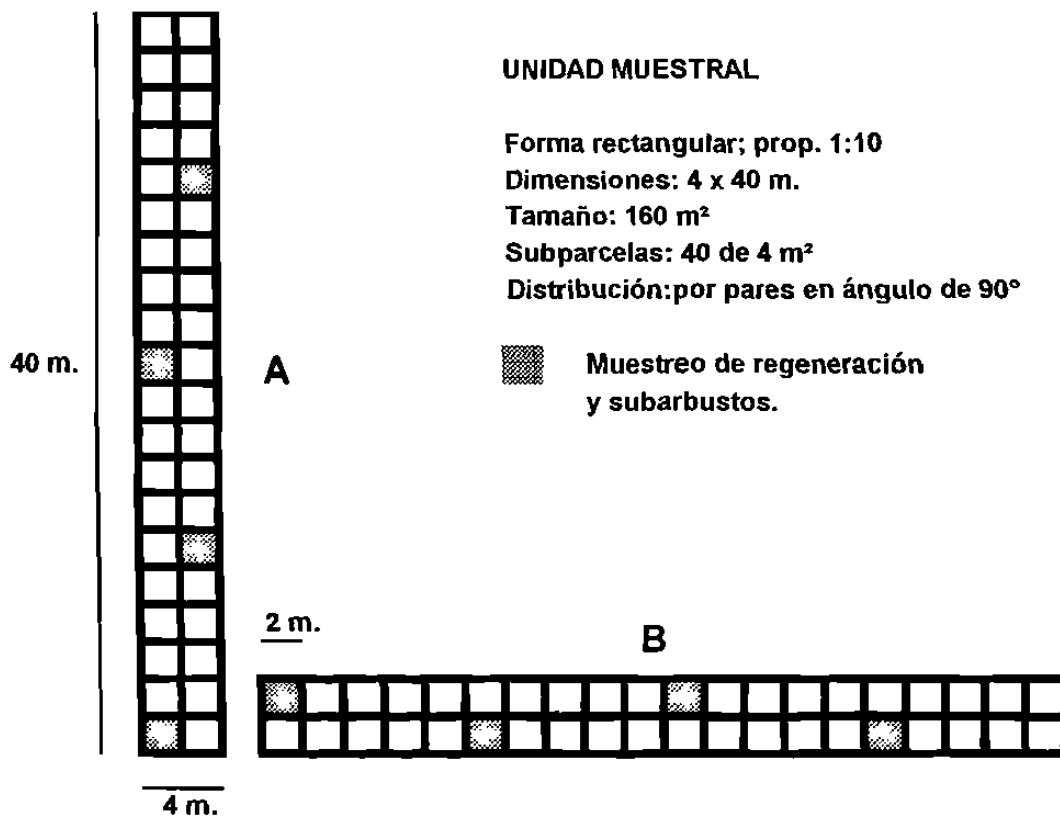


Fig. No. 5. Esquema del tipo de parcela utilizada para los muestreos cuantitativos.

El tamaño de las parcelas se definió aplicando la técnica de área mínima de muestreo. Dado que dicha técnica adolece de considerar únicamente presencia de especies, sin considerar su abundancia ni distribución, se optó por aumentar el tamaño obtenido, de 128m² a 160m² en parcelas dobles (320m² por sitio). Para la decisión de hacer este cambio se consideraron los antecedentes de trabajos botánicos en el área como el de Jurado, 1988 quien obtuvo un área mínima de 169m² para el total de especies de la comunidad y 122 m² para las arbustivas.

4.4. ESPECIES A CONSIDERAR

En este trabajo se consideraron todas las especies subarbustivas, arbustivas y arbóreas. La clasificación por formas de crecimiento de las especies leñosas del matorral es compleja debido a que una misma especie se comporta de diferente manera según el sitio en el que crece, y según su estado de desarrollo. Son comunes, por ejemplo, las especies que se comportan como arbustos multicaules en sus estados juveniles y como monocaules (forma arbórea) o con pocos tallos en su madurez.

Con excepción de *Acacia shaffneri*, *Caesalpinia mexicana*, *Cercidium macrum*, *Pithecellobium ebano* y *Prosopis laevigata*, que se comportan claramente como árboles, muchas de las especies leñosas adoptan en algunos casos forma arbustiva y en otros casos forma arbóreo-arbustiva ramificada desde la base o cerca de ésta.

En este trabajo se analizan como un grupo de especies todas las arbustivo-arbóreas y las arbóreas, y como otro grupo las subarbustivas, considerando como tales aquellas plantas con por lo menos la base del tallo lignificada, en general profusamente ramificadas y con ramas y/o ramillas blandas (no lignificadas), y que raramente crecen

lo suficiente para alcanzar el dosel superior (2.0 - 2.5 m), su diámetro de base muy raramente alcanza más de 3 cm.

Croton torreyanus, *Salvia ballotaeflora* y *Karwinskia humboldtiana*, en este trabajo se analizan junto con las arbustivas y arbóreas, pero son especies cuyo comportamiento muchas veces es como el de las subarbustivas. *Mimosa malacophylla* se comporta como arbusto escandente o enredadera, muy común en la vegetación secundaria del área de estudio; en este trabajo se analiza junto con las especies subarbustivas.

4.5. REGISTRO DE VARIABLES

Las variables registradas para todos los individuos de las especies arbustivas y arbóreas mayores de 0.5 m fueron: altura, dos diámetros de copa (medidos en dirección paralela y perpendicular a lo largo de la parcela respectivamente), número de tallos y diámetros de base de 4 de ellos distribuidos en diferentes clases de tamaño (solamente en el caso de individuos con diámetros de base mayores de 3.0 cm).

En cuatro subparcelas (1, 11, 21, 32) se registró la altura de las especies subarbustivas y la presencia y abundancia de la regeneración (individuos con alturas de 0.49 m o menos) de todas las especies leñosas.

En cada sitio se registraron además algunos parámetros ecológicos relevantes: porcentaje de cobertura herbácea, pedregosidad y pendiente. Se colectaron muestras de las especies cuya identidad se desconocía o se tenía duda acerca de la misma.

4.6. IDENTIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO DE MATERIAL BOTÁNICO

El material botánico colectado durante los muestreos fue identificado y los especímenes quedaron depositados en el Herbario CFNL de la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L. (C.F.N.L.) en Linares, N.L.

4.7. CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS

4.7.1. Base de datos

Se elaboró una base de datos georreferenciados en la que cada registro representa un espécimen vegetal muestreado. Dicha base de datos incluye 2725 registros de arbustivas y arbóreas, 4068 de subarbustivas, y datos adicionales sobre regeneración. Los campos incluidos en dicha base de datos son: número de registro, predio, sitio, historial de uso, coordenada X (UTM), coordenada Y (UTM), subparcela, familia botánica, especie, nombre local, estrato, altura, diámetro de copa 1, diámetro de copa 2, número de tallos, y diámetros de base (4 datos en el caso de individuos multicaules).

4.7.2. Estimación de parámetros básicos de la vegetación

Para las especies arbustivas y arbóreas, en sus estratos medio y superior, se estimaron los parámetros básicos estructurales de la vegetación: densidad absoluta (D), cobertura aérea absoluta (C), y frecuencia absoluta local (F); así como los valores relativos de dichos parámetros: densidad relativa (DR), cobertura relativa (CR), y frecuencia relativa (FR). Se calculó además el valor de importancia (VI) de cada

especie por parcela. Para las especies subarborescentes solo se obtuvieron los valores de densidad. Para la estimación de estos parámetros se utilizaron las siguientes relaciones:

DENSIDAD. Número de individuos por área.

$$D_i = n/A$$

$$D_iR = (D_i / \sum D_i) \times 100$$

donde n es el número de individuos de la especie "i", y A es un área determinada.

COBERTURA. Proporción del terreno ocupado por la proyección perpendicular de las copas de los individuos de una especie.

$$C_i = \sum ((d_1 + d_2)/4)^2 \times \pi$$

$$C_iR = (C_i / \sum C_i) \times 100$$

donde d₁ y d₂ son los dos diámetros de copa medidos.

FRECUENCIA. Porcentaje de microparcels en las que una especie se presenta.

$$F_i = (m/M) \times 100$$

$$F_iR = (F_i / \sum F_i) \times 100$$

donde m es el número de microparcels en las que está presente la especie "i", y M es el número total de microparcels.

VALOR DE IMPORTANCIA.

$$VI_2 = D_iR + C_iR$$

$$VI_3 = D_iR + C_iR + F_iR$$

4.7.3. Estimación de Índices de Diversidad y Riqueza

Diversidad, en Ecología, es un atributo de las comunidades que combina dos características: riqueza (número de especies) y equitatividad (abundancia relativa). Una alta equitatividad (las especies presentes son iguales o casi iguales en cuanto a su abundancia) se considera como alta diversidad. Varios autores han formulado índices para medir diversidad, la principal diferencia entre éstos radica en la importancia relativa que le dan a los dos elementos de la diversidad: la riqueza y la equitatividad. En términos generales las medidas de diversidad de especies son de tres tipos: Índices de riqueza, Modelos de abundancia e Índices de heterogeneidad. Estos últimos se basan en la abundancia proporcional de las especies, y buscan integrar en un solo índice tanto la riqueza como la equitatividad (Magurran, 1988). En el presente estudio se utilizó un índice de riqueza y dos índices de heterogeneidad:

1) El índice de Margalef (DMg), es una medida sencilla de diversidad que da mas peso a la riqueza que a la equitatividad, es decir, refleja mas el número de especies en una unidad muestral que la abundancia proporcional de las mismas.

2) El índice de Simpson (D), que es una medida de dominancia en la que el valor máximo 1 se obtiene cuando solamente hay una especie, los valores que se aproximan a cero se obtienen cuando hay numerosas especies y ninguna es dominante (Odum, 1978); se utiliza preferentemente para poblaciones con uno o pocos dominantes.

3) El índice de Shannon (H) que refleja mejor la diversidad de poblaciones ricas florísticamente; mientras más grande es el valor, mayor es la diversidad y la comunidad está menos dominada por una o pocas especies (Odum, 1978).

La aplicación de estos últimos dos índices permite comparar sus resultados. Para ello se obtuvo el complemento del índice de Simpson (1 -D) y se ajustó el índice de

Shannon a una escala de 0 a 1 mediante la fórmula $H/\ln(S)$, también conocida como índice de equitatividad (E), donde S representa el número de especies muestreadas. De esta manera, ambos índices reflejan la diversidad (heterogeneidad) en una escala de 0 a 1, en donde los valores cercanos a 0 indican muy poca diversidad y los valores cercanos a 1 denotan gran diversidad.

La estimación de los índices antes mencionados se obtuvo mediante las siguientes relaciones:

$$DMg = (S - 1) \ln N$$

$$D = \sum (p_i)^2$$

$$1 - D = 1 - \sum (p_i)^2$$

$$H = - \sum [p_i (\ln p_i)]$$

$$E = H/\ln S$$

donde p_i representa la relación n_i/N , cuando N representa algún valor de importancia (en este caso densidad absoluta), n_i es el valor de importancia para cada componente (en este caso especies), y S es el número de especies.

4.7.4. Estimación de Índices de Similitud

Con el propósito de comparar la composición florística entre los diferentes historiales, se obtuvieron dos índices de similitud entre comunidades basados en datos cualitativos de presencia-ausencia de especies en dos comunidades o dos áreas dadas. El índice de Jaccard (IS_J) y el índice de Sorensen (IS_S). El primero refleja la relación de las especies comunes con respecto a las especies totales presentes en dos muestras de vegetación dadas; el segundo mide la relación de las especies comunes con respecto al número promedio de especies que ocurren en dos muestras (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

El índice de Jaccard (IS_J) es una expresión matemática muy simple de la similitud florística entre dos comunidades. Se basa en la relación de presencia-ausencia entre el número de especies comunes a dos áreas (o comunidades) y el número total de especies. Se calcula mediante la fórmula:

$$IS_J = (c/a+b+c) \times 100$$

donde c es el número de especies comunes, a es el número de especies presentes solamente en la primera comunidad o predio y b es el número de especies presentes solamente en la segunda comunidad o predio.

El índice de similitud de Sorensen (IS_S), basado en el anterior, da más peso a las especies comunes a las dos comunidades en cuestión. Se calcula mediante la fórmula:

$$IS_S = (c / (1/2 (A+B))) \times 100$$

donde A es el número total de especies en la primera comunidad, B es el número total de especies en la segunda comunidad y c es el número de especies comunes.

4.7.5. Análisis de la Estructura y Dinámica de la Vegetación

Dado el diferente papel que juegan las especies arbustivas y arbóreas por un lado, y las subarbustivas por el otro en relación a la estructura y dinámica de la vegetación, la información se manejó en forma independiente para unas y otras. Para ambos grupos de especies se elaboraron matrices primarias de datos (densidad y cobertura para las primeras y densidad para las segundas) con dos entradas: sitios en las columnas y especies en las filas.

Son tres los componentes de la estructura de la vegetación: estructura vertical o estratificación en capas, estructura horizontal o distribución espacial de las poblaciones y los individuos, y estructura cuantitativa o abundancia de cada especie en la comunidad (Kershaw, 1964; citado por Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

El concepto de estructura vertical comprende dos aspectos: estratificación de especies y estratificación de individuos (Grubb, et al., 1963). El primer aspecto se refiere a las categorías por tamaño potencial máximo de las especies involucradas, considerando diámetro de base y altura máximos; la estratificación de especies es difícil de describir dado que los límites entre las categorías no son claros (Aiba y Kohyama 1996). La estratificación de individuos, por otra parte, corresponde al concepto tradicional de estructura de la biomasa (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), considerando todas las especies de la comunidad en conjunto.

Para el análisis de la estructura vertical se elaboraron histogramas de frecuencias de altura para el conjunto de datos total y para cada tipo de historial. Para analizar la estructura cuantitativa, se elaboró: un gráfico de barras con los valores de importancia de las principales especies considerando el conjunto total de comunidades de vegetación secundaria estudiadas; se compararon los valores estimados para los parámetros estructurales por especie en cada historial de uso de suelo; y se elaboraron histogramas de frecuencias de densidad y cobertura totales por parcela.

Se hacen inferencias de las posibles tendencias en la dinámica de las comunidades mediante la graficación y comparación de los índices de valor de importancia para las principales especies en dos clases de tamaño consideradas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización y análisis de la vegetación secundaria en el sur del municipio de Linares, planteada como primer objetivo de este trabajo, se realizó mediante la descripción de la fisonomía, la florística y la estructura de comunidades con diferente historial de uso de suelo.

5.1. FISONOMÍA

Las comunidades de vegetación secundaria en Linares se pueden clasificar considerando su fisonomía (aspecto general de la vegetación, determinada por las formas de vida dominantes), en dos tipos principales: comunidades homogéneas con una sola especie dominante, y comunidades heterogéneas con dominancia de varias especies y varias formas de crecimiento.

1) Comunidades con un dominante fisonómico

a) Huizachales

Son comunidades simples en el sentido florístico y estructural, dominadas por *Acacia shaffnerii* de forma arbóreo arbustiva. En general son matorrales abiertos (30 a 60% de

cobertura aérea) y de un solo estrato vertical con escasa a nula cobertura subarborescente y herbácea. Se presentan en áreas que han sido utilizadas durante largo tiempo para agricultura o el establecimiento de pastizales inducidos, en los historiales AnAgAb y AnPaAb respectivamente.

b) Comunidades dominadas por árboles pequeños

Las comunidades dominadas por *Caesalpinia mexicana* o por *Cordia boissieri* presentan en ambos casos, una escasa cobertura herbácea y subarborescente, posiblemente debido a la gran cantidad de hojarasca acumulada sobre el suelo en ambos tipos de comunidades. Las comunidades de *C. mexicana* se registran para los predios La Loma y Rancherías (ambos relacionados con un corto periodo de uso del suelo para agricultura después de desmontes recientes, historiales ReSecAg y RePriAg). Las comunidades de *Cordia boissieri* se registraron en la mitad occidental de El Puerto y en Rancherías, en sitios cuyo historial de uso se relaciona tanto con agricultura como con pastizales cultivados en predios recientemente desmontados; aparentemente un factor determinante de la presencia de anacahuales es el suelo (generalmente mas somero, mas claro y con pedregosidad).

c) Comunidades de porte bajo

Entre la vegetación secundaria son comunes los escobillales puros o casi puros, en donde el dominante fisonómico es *Gymnosperma glutinosum*. Existen escobillales de diferentes alturas; aparentemente la altura no está determinada por la edad de la comunidad sino por el tipo de suelo ya que además de la altura, se observa diferencia en el vigor de las plantas. Los pobladores de la región coinciden en que este tipo de comunidad permanece durante mucho tiempo sin cambios en su composición. Otras

comunidades secundarias de porte bajo en Linares, dominadas por una sola especie son las dominadas por *Croton torreyanus* y los manchones de *Solanum erianthum*.

2) Comunidades con mas de un dominante fisonómico

d) Comunidades dominadas por arbustos multicaules y/o formas arbóreo arbustivas

Existen una gran variedad de comunidades de vegetación secundaria en las cuales la fisonomía está dada por varias especies arbustivas y/o arbóreo arbustivas. Entre las primeras son comunes los sitios cuya dominancia fisonómica se reparte entre *Acacia rigidula* y todas o algunas de las siguientes especies: *Pithecellobium pallens*, *Eysenhardtia polystachya*, *Zanthoxylum fagara*, *Diospyros texana*, *Celtis pallida*, *Acacia berlandieri*. Entre las segundas se pueden mencionar las comunidades cuya fisonomía está dada por *Acacia farnesiana*, *A. schaffneri*, *A. rigidula*, *Cordia boissieri*, *Caesalpinia mexicana*, en diferentes combinaciones y proporciones.

e) Comunidades dominadas por subarbustos

Son muy comunes entre los sitios ocupados por vegetación secundaria, aquellos ocupados en su totalidad por una cobertura densa de subarbustos. Las comunidades de este tipo mas conspicuas son los escobillales mencionados en el inciso c. Otras comunidades secundarias dominadas por subarbustos son las dominadas por *Lantana velutina*, *Caesalpinia atropunctata*, *Dalea scandens*, *Meximalva filipes*, *Viguiera stenoloba* en varias combinaciones y proporciones. Este tipo de comunidad se observó tanto en manchones de diferente tamaño dentro de los predios estudiados, como

cubriendo prácticamente en su totalidad pequeñas parcelas con diferente tiempo de abandono.

f) Comunidades dominadas por una combinación de arbustos multicaules y una cubierta subarborescente densa

Un tipo de comunidades parecidas a las anteriores son las que además de una cubierta subarborescente densa incluyen una cobertura mas o menos abierta de arbustos y/o pequeños árboles. Son comunes los sitios con una cubierta subarborescente densa dominada por *Lantana velutina*, *Gymnosperma glutinosum*, *Eupatorium spp.*, *Viguiera stenoloba*, *Herissantia crista* y otras especies en diferentes combinaciones y proporciones; así como un estrato arbustivo y/o arbóreo-arbustivo (desde 10 hasta casi 90% de cobertura) de especies como: *Acacia berlandieri*, *A. farnesiana*, *A. rigidula*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Pithecellobium pallens*, *Prosopis laevigata*, *Zanthoxylum fagara*. Este tipo de comunidades se registró en los predios Rancherías y La Loma (historiales de uso RePriAg y ReSecAg, ambos relacionados con un corto período de agricultura de temporal después del desmonte y antes del abandono).

5.2. FLORÍSTICA

5.2.1. Composición

5.2.1.1. Especies

Considerando el total de los muestreos se registran 64 especies de plantas leñosas de las cuales 33 son arbustivas y/o arbóreas, y 31 son subarbustivas. Se registraron además doce de las especies herbáceas más conspicuas y más comunes presentes en los predios estudiados. En las tablas 3 y 4 se muestra el listado de las especies leñosas arbustivas y/o arbóreas y subarbustivas respectivamente.

Los historiales de uso considerados reflejan una diferente composición florística y número de especies. Las áreas que fueron utilizadas por largo tiempo para agricultura y pastizales inducidos (desmontes antiguos) resultaron ser las más pobres en cuanto a composición, mientras que las que fueron utilizadas por un periodo corto después del desmonte, poseen un mayor número de especies.

Arbustivas y arbóreas

Las especies arbustivas y arbóreas con mayor densidad, cobertura y frecuencia fueron: *Acacia rigidula*, *A. farnesiana* y *Cordia boissieri*. Estas tres especies juntas, constituyen el 37.5% de la densidad y el 58.3% de la cobertura arbustivo - arbórea de los predios estudiados.

Otras especies con alta densidad, cobertura y/o frecuencia fueron: *Caesalpinia mexicana*, *Pithecellobium pallens*, *Diospyros texana*, *Celtis pallida*, *Croton torreyanus*, *Zanthoxylum fagara*, *Eysenhardtia polystachya* y *Karwinskia humboldtiana*.

ESPECIE	FAMILIA	CLAVE
<i>Acacia berlandieri</i>	Leguminosae	ACBE
<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae	ACFA
<i>Acacia rigidula</i>	Leguminosae	ACRI
<i>Acacia schaffneri</i>	Leguminosae	ACSC
<i>Bernardia myricaefolia</i>	Euphorbiaceae	BEMY
<i>Bumelia celastrina</i>	Sapotaceae	BUCE
<i>Caesalpinia mexicana</i>	Leguminosae	CAME
<i>Castela texana</i>	Simaroubaceae	CATE
<i>Celtis laevigata</i>	Ulmaceae	CELA
<i>Cercidium macrum</i>	Leguminosae	CEMA
<i>Celtis pallida</i>	Ulmaceae	CEPA
<i>Cordia boissieri</i>	Boraginaceae	COBO
<i>Condalia Hookeri</i>	Rhamnaceae	COHO
<i>Croton torreyanus</i>	Euphorbiaceae	CRTO
<i>Diospyros texana</i>	Ebenaceae	DITE
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Leguminosae	EYPO
<i>Forestiera angustifolia</i>	Oleaceae	FOAN
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Rhamnaceae	KAHU
<i>Leucophyllum frutescens</i>	Scrophulariaceae	LEFR
<i>Mimosa monancistra</i>	Leguminosae	MIMO
<i>Opuntia lindheimeri</i>	Cactaceae	OPLI
<i>Pithecellobium ebanum</i>	Leguminosae	PIEB
<i>Pithecellobium pallens</i>	Leguminosae	PIPA
<i>Portiera angustifolia</i>	Zygophyllaceae	POAN
<i>Prosopis laevigata</i>	Leguminosae	PRLA
<i>Randia rhagocarpa</i>	Rubiaceae	RARH
<i>Salvia ballotaeflora</i>	Labiatae	SABA
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	Celastraceae	SCCU
Sp. 1	Fam. 1	Sp. 1
<i>Xylosma flexuosa</i>	Flacourtiaceae	XYFL
<i>Yucca filifera</i>	Agavaceae	YUFI
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Rutaceae	ZAFA
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Rhamnaceae	ZIOB

Tabla No. 3. Especies arbustivas y arbóreas registradas.

Subarbustivas

Las especies subarbustivas más importantes por su densidad y frecuencia fueron: *Lantana velutina*, *Gymnosperma glutinosum* y *Croton cortesianus*. Entre las tres, constituyen alrededor del 50% de individuos subarbustivos presentes en las parcelas de muestreo. Las especies subarbustivas que les siguen en importancia son: *Mimosa malacophylla*, *Malpighia glabra*, *Meximalva filipes*, *Dalea scandens*, *Viguiera stenoloba* y *Caesalpinia atropunctata*. Por otra parte *Herissantia crispa*, *Malvastrum americanum*, *Melochya pyramidata*, *Eupatorium sp.* y otra especie de Compositae (Sp.2), fueron importantes en el sitio R4 (A y B). *Verbesina persicifolia* fue importante en P2A, P2B y H2B.

La abundancia de *Gymnosperma glutinosum* en las áreas de estudio confirma que esta especie se correlaciona positivamente con el disturbio (Jurado, 1986).

Herbáceas

La cobertura herbácea en los predios de vegetación secundaria estudiados fue muy variada: desde la relativamente densa cobertura de gramíneas, hasta la casi nula cobertura herbácea en el predio Los Hoyos (campo agrícola antiguo en desuso).

En El Puerto (Historial ReSecPa, corto período de pastizal cultivado después de un desmonte reciente) son muy comunes las herbáceas de raíz perenne como *Ruellia cf. occidentalis* (tronadora) e *Hibiscus cardiophyllus* (tulipán de monte). *Verbesina microptera* (capitana) se presenta en varios sitios de El Puerto y La Loma, sin embargo en La Loma 6 es dominante en el estrato herbáceo, mientras que *Urvillea ulmacea* (marota) es una enredadera que está presente sobre todos los arbustos de este sitio. Otras especies herbáceas conspicuas y presentes en varios de los sitios estudiados son *Senna lindheimeriana*, *Senna crotalarioides*, *Salvia coccinea* y *Parthenium*

hysterophorus. Entre las gramíneas más comunes están: *Setaria geniculata*, *Sorghum halepense*, *Eragrostis mexicana*, *Andropogon barbinodis* y *Pennisetum ciliare*.

ESPECIE	FAMILIA	CLAVE
Brickellia sp.	Compositae	BRSP
Capsicum annum	Solanaceae	CAAN
Caesalpinia atropunctata	Leguminosae	CAAT
Calliandra eriophylla	Leguminosae	CAER
Croton ciliatoglandulifer	Euphorbiaceae	CRCI
Croton cortesianus	Euphorbiaceae	CRCO
Dalea scandens	Leguminosae	DASC
Desmanthus virgatus	Leguminosae	DEVI
Eupatorium (c. odoratum)	Compositae	EUOD
Eupatorium sp.	Compositae	EUSP
Gymnosperma glutinosum	Compositae	GYGL
Herissantia crispa	Malvaceae	HECR
Heimia salicifolia	Lythraceae	HESA
Krameria ramosissima	Krameriaceae	KRRA
Lantana camara	Verbenaceae	LACA
Lantana sp.	Verbenaceae	LASP
Lantana velutina	Verbenaceae	LAVE
Malvastrum americanum	Malvaceae	MAAM
Meximalva filipes	Malvaceae	MAFI
Malpighia glabra	Malpighiaceae	MAGL
Melochia pyramidata	Sterculiaceae	MEPY
Mimosa malacophylla	Leguminosae	MIMA
Parthenium incanum	Compositae	PAIN
Parthenium lozarianum	Compositae	PALO
Solanum erianthum	Solanaceae	SOER
Sp. 2	Fam. 2	Sp. 2
Sp. 3	Fam. 3	Sp. 3
Tumera diffusa	Tumeraceae	TUDI
Verbesina persicifolia	Compositae	VEPE
Viguiera stenoloba	Compositae	VIST
Zexmenia hispida	Compositae	ZEHI

Tabla No. 4. Especies subarborescentes registradas.

Ausencias notables

Cabe destacar la ausencia en los predios con vegetación secundaria estudiados, de algunas especies características del matorral de la región como: *Helietta parvifolia*, *Amyris texana*, *Citharexylum berlandieri* y *Diospyros palmeri*. Otras especies como *Bernardia myricaefolia*, *Xylosma flexuosa* y *Schaefferia cuneifolia* se registraron en los sitios de muestreo en muy bajas densidades y en el estrato bajo (juveniles). Dicha ausencia, sugiere que tales especies se relacionan con vegetación primaria, clímax o sin disturbio, o bien, que su estatus sucesional corresponde a especies tardías.

Estudios recientes encontraron que *Bernardia myricaefolia* está correlacionada negativamente con disturbio (Jurado, 1986). *Helietta parvifolia*, por otra parte, es de lento crecimiento con respecto a otras especies del matorral (ej. *Pithecellobium pallens*, *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia berlandieri* e incluso *Pithecellobium ebano*), además manifiesta cierta tolerancia a la sombra (Foroughbakhch y Heiseke, 1990) y su producción de semillas viables es menor que en otras especies (Flores, 1993).

Reid et al. (1990) señalan a *Helietta parvifolia* como la especie multipropósito mas utilizada en la región; y la misma especie junto con *Bernardia myricaefolia*, *Amyris texana*, y *Citharexylum berlandieri* como las especies mas ramoneadas.

Otra ausencia notable en los predios de vegetación secundaria estudiados, la constituye *Parkinsonia aculeata*, especie que comúnmente se establece en terrenos baldíos. Durante este estudio se observaron algunos individuos a la orilla de los caminos y de las cercas de los predios estudiados. Una pequeña población de esta especie se observó en un área recientemente redismontada con drenaje deficiente.

5.2.1.2. *Familias*

Las 64 especies leñosas registradas en este trabajo corresponden a 30 familias (Tabla No. 5).

La familia más importante entre las arbustivo - arbóreas es Leguminosae con 11 de las 33 especies (33%) y 1458 de 2725 individuos (53.5%). Las Leguminosae contribuyen con un 60.2% de la cobertura aérea total registrada. La gran importancia de esta familia en áreas con vegetación secundaria, relativamente joven, puede relacionarse con varios factores: disponibilidad de nutrientes, tolerancia a la sombra y mecanismos relacionados con la reproducción (dispersión, germinación, establecimiento).

La disponibilidad de nitrógeno en el suelo se relaciona íntimamente con el contenido total de materia orgánica y su reciclado (Woerner, 1989). Los predios que han sido despojados de su cobertura vegetal natural y posteriormente sometidos a diversos usos agrícolas y pecuarios requieren de la adición de nutrientes, al ser abandonados es muy probable que presenten una baja disponibilidad de nitrógeno. Stevens y Walker, 1970 mencionan que las especies de plantas capaces de fijar el nitrógeno atmosférico (característica común en las leguminosas), frecuentemente están presentes en las primeras fases de la sucesión.

La intolerancia a la sombra es otro factor que se relaciona con el establecimiento de las primeras especies de plantas en los predios abandonados. Bush y Van Auken (1986), mediante estudios de invernadero, determinaron que *Acacia smallii* (= *A. farnesiana*) presenta la tasa mas alta de crecimiento con la mayor exposición a la luz solar, y decrece a medida que la irradiación se reduce.

FAMILIA	AA	SA
Agavaceae	x	
Boraginaceae	x	
Cactaceae	x	
Celastraceae	x	
Compositae		x
Ebenaceae	x	
Euphorbiaceae	x	x
Flacourtiaceae	x	
Krameriaceae		x
Labiatae	x	
Leguminosae	x	x
Lythraceae		x
Malpighiaceae		x
Malvaceae		x
Oleaceae	x	
Rhamnaceae	x	
Rubiaceae	x	
Rutaceae	x	
Sapotaceae	x	
Scrophulariaceae	x	
Simaroubaceae	x	
Solanaceae		x
Sterculiaceae		x
Turneraceae		x
Ulmaceae	x	
Verbenaceae		x
Zygophyllaceae	x	
Fam. 1	x	
Fam. 2		x
Fam. 3		x

Tabla No. 5. Familias a las que pertenecen las especies arbustivas - arbóreas (AA) y las especies subarbustivas (SA) registradas en la vegetación secundaria del área de estudio.

Flores, 1993, en un estudio comparativo de la biología de establecimiento de plantulas de varias especies del matorral espinoso tamaulipeco, encontró que la mayoría de las leguminosas consideradas tuvieron una rápida velocidad de germinación en contraste con el resto de las especies.

Después de Leguminosae, otras familias botánicas representadas en el estrato arbustivo - arbóreo de la vegetación secundaria estudiada, en orden decreciente de importancia por la cantidad de individuos presentes son: Boraginaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Rutaceae, Ulmaceae y Rhamnaceae.

En el estrato subarbustivo, por la densidad y frecuencia de individuos, las familias más importantes son Verbenaceae, Compositae y Euphorbiaceae, seguidas de Leguminosae y Malvaceae. Por cantidad de especies presentes la familia más importante entre las subarbustivas es Compositae con 10 de las 31 especies, seguida de Leguminosae con 5 especies.

5.2.2. Diversidad

Para realizar el análisis de la diversidad de las comunidades pertenecientes a los diferentes historiales de uso de suelo reconocidos, se graficaron los valores medios y las desviaciones estándar de el índice de Equitatividad de Shannon (E), el complemento del índice de Simpson (1 - D) y el índice de riqueza de Margalef (Dmg). (Figuras No. 6, 7, y 8 respectivamente)

Se determinaron tres valores para cada índice: el primero considera todas las especies, el segundo incluye únicamente las especies arbustivas y arbóreas, y el tercero toma en cuenta únicamente las especies subarbustivas (Tabla 6).

INDICE:	HISTORIAL				
	RePriAg	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb
TOTAL DE ESPECIES MUESTREADAS					
N	1414	1930	2810	264	375
S	48	50	42	20	21
E	0.80	0.79	0.77	0.80	0.75
1 - D	0.85	0.84	0.85	0.80	0.74
DMg	88.64	86.58	99.89	37.64	41.30
ESPECIES ARBUSTIVO-ARBOREAS					
N	629	656	1072	121	247
S	22	28	26	11	13
E	0.75	0.76	0.79	0.73	0.55
1 - D	0.72	0.74	0.79	0.62	0.49
DMg	38.15	34.86	47.66	16.33	22.84
ESPECIES SUBARBUSTIVAS					
N	785	1274	1738	143	128
S	26	22	16	9	8
E	0.76	0.76	0.70	0.85	0.72
1 - D	0.72	0.71	0.67	0.66	0.60
DMg	33.80	34.46	33.14	11.84	8.89

Tabla No. 6. Índices de diversidad por historial: N = número de individuos muestreados; S = número de especies; E = índice de equitatividad de Shannon; 1 - D = complemento del índice de Simpson (diversidad) y Dmg = Índice de riqueza de Margalef. Historial: RePriAg = Desmonte reciente de veg. primaria para uso agrícola; ReSecAg = Desmonte reciente de veg. secundaria para uso agrícola; ReSecPa = Desmonte reciente de veg. sec. para cultivo de pastizales; AnPaAb = Antiguo pastizal abandonado; y AnAgAb = Antiguo campo agrícola abandonado.

INDICE DE EQUITATIVIDAD DE SHANNON

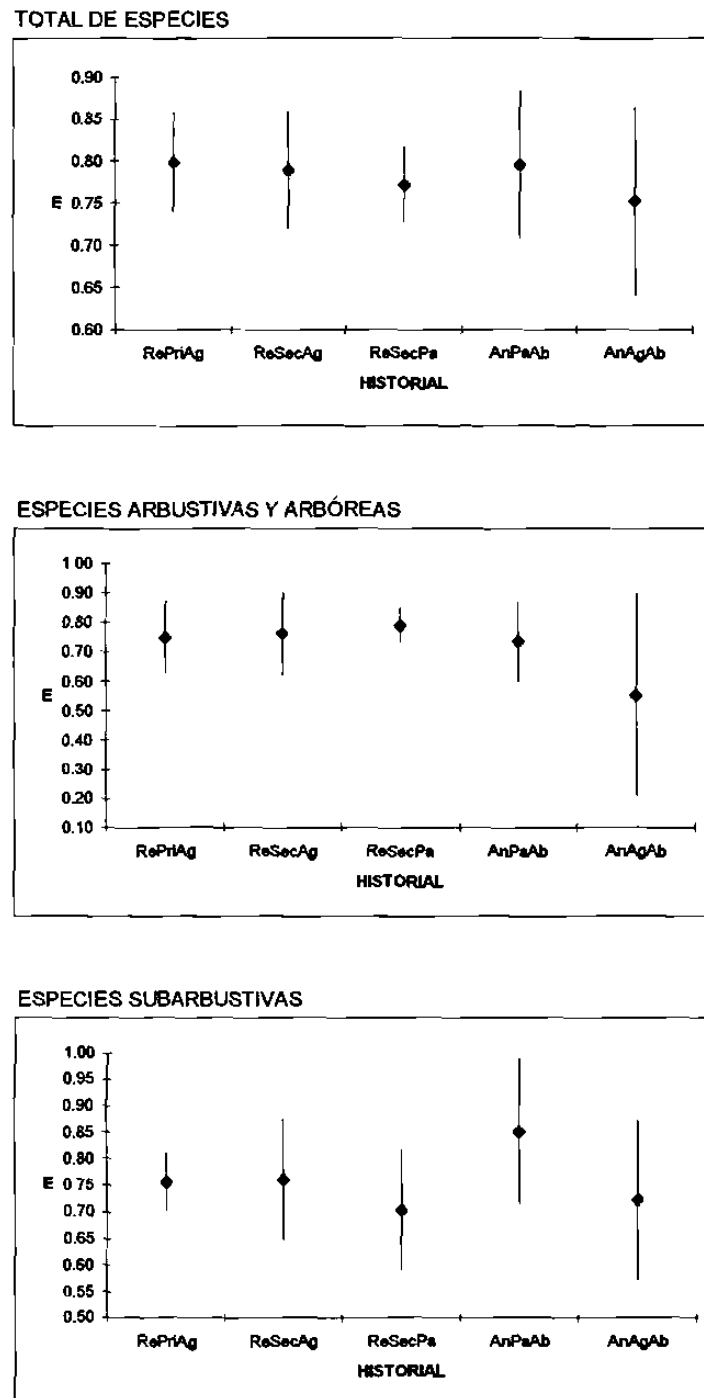


Fig. No. 6. Media \pm desviación estándar de el Índice de equitatividad de Shannon (E) para los 5 tipos de historiales reconocidos.

INDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON

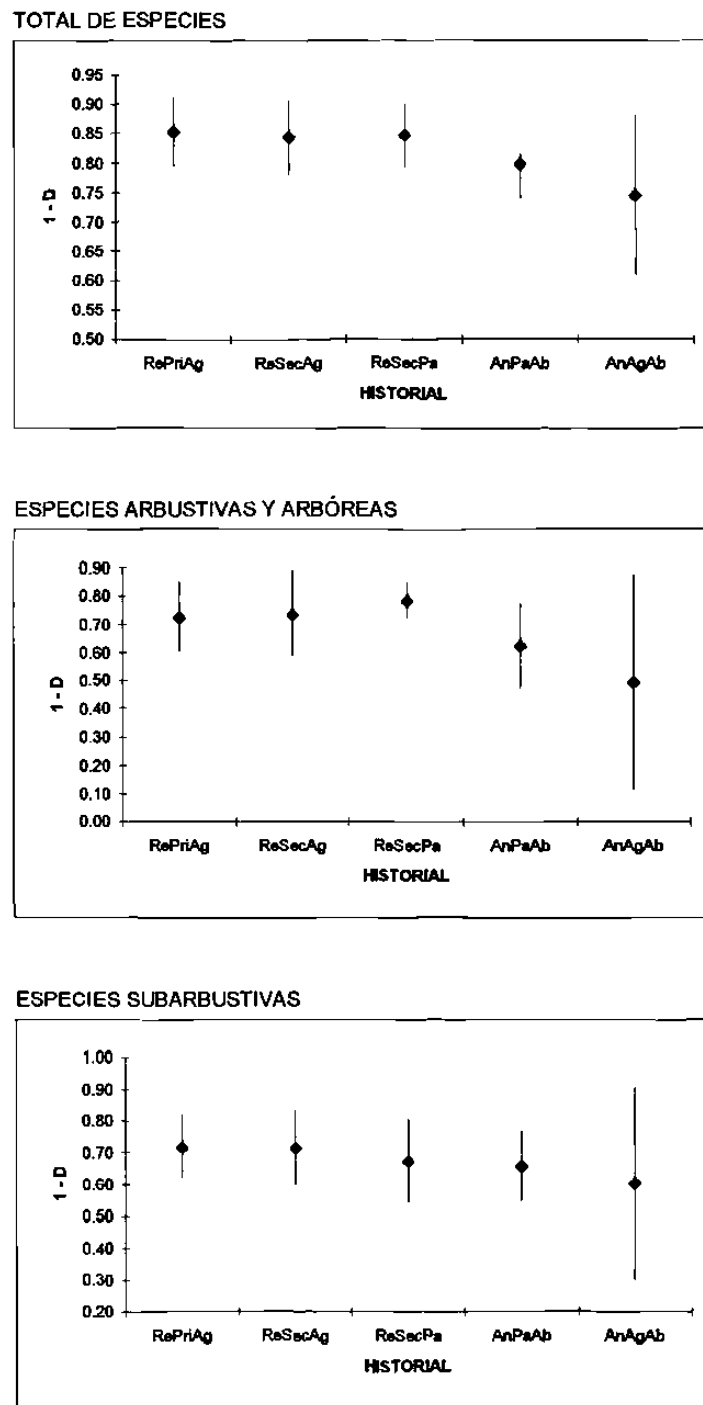
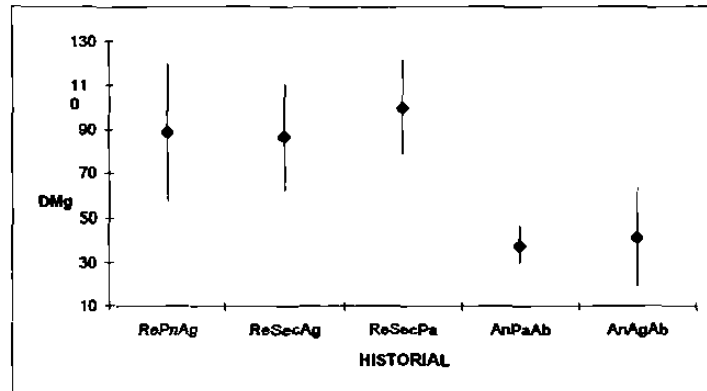


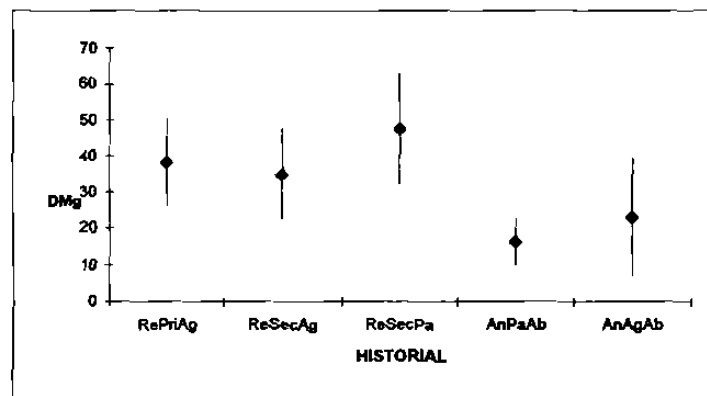
Fig. No. 7. Media \pm desviación estándar de el Índice de diversidad de Simpson ($1 - D$) para los 5 tipos de historiales reconocidos.

INDICE DE RIQUEZA DE MARGALEF

TOTAL DE ESPECIES



ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS



ESPECIES SUBARBUSTIVAS

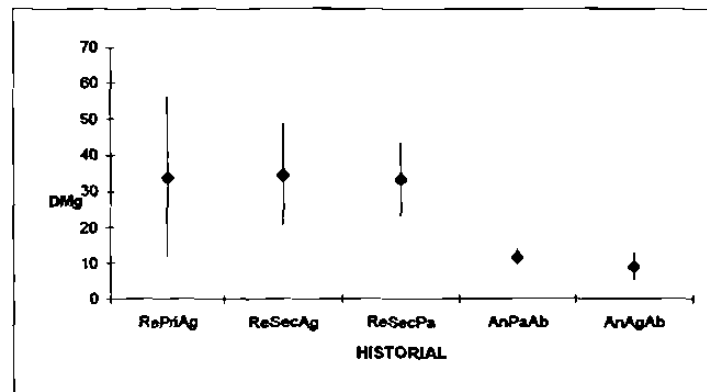


Fig. No. 8. Media \pm desviación estándar de el Índice de riqueza de Margalef (DMg) para los 5 tipos de historiales reconocidos.

Un análisis preliminar de los datos indica cierta diferencia entre los valores obtenidos para los historiales RePriAg, ReSecAg y ReSecPa por un lado, y los historiales AnPaAb y AnAgAb por otro lado (Tabla No. 6), siendo más alta la diversidad y la riqueza en los primeros que en los segundos. Es decir, los predios que presentaban vegetación natural (primaria o secundaria) entre 1975 y 1977; y que posteriormente fueron desmontados, brevemente utilizados y después abandonados, actualmente presentan una cubierta vegetal con mayor diversidad (menor dominancia específica) y mayor riqueza, en relación a los predios que en 1975 - 1977, y durante tiempo no definido anteriormente, estaban ocupados por pastizales inducidos y por agricultura, y que posteriormente fueron abandonados.

Al comparar E, medida que considera el número de especies ($E=H/LnS$, complemento del índice de Shannon cargado a favor de especies raras), con $1-D$ (complemento del índice de Simpson cargado a favor de las especies comunes o dominantes), se observa que la tendencia de uno y otro índice no es la misma, lo que sugiere que existen diferencias en cuanto al peso de la dominancia y la equitatividad que determinan la diversidad de los predios. En el predio AnPaAb, por ejemplo, la diversidad ($1 - D$) es ligeramente menor en comparación con los tres tipos de historial con desmonte reciente, sin embargo su valor de equitatividad (E) es mayor que en éstos.

Los valores calculados para el índice de Simpson sugieren que la dominancia de una o pocas especies está relacionada directamente con el tipo de historial de uso de suelo considerados. Los valores de diversidad ($1 - D$) más bajos se presentan en los predios cuyo historial de uso implica mayor disturbio.

Los valores calculados para E (equitatividad), indican que el historial AnAgAb (antiguo terreno agrícola en desuso) es en términos generales, el menos equitativo, mientras

que el tipo de historial con mayor equitatividad en cuanto a subarbusivas es el AnPaAb (Antiguo pastizal inducido en desuso), y en cuanto a arbustivas y arbóreas el historial mas equitativo es el ReSecPa (desmonte reciente de vegetación secundaria para cultivo de pastizal).

La amplia desviación estándar de los valores de equitatividad (E) y diversidad (1 - D), que se observa en el caso de el historial AnAgAb se debe a que las parcelas muestreadas representan dos tipos de campos de cultivo abandonados: áreas que albergaron cultivos anuales, y huertas de frutales; en las primeras la diversidad es muy baja, mientras que en las segundas, alcanza valores similares a los de los historiales que involucran menor disturbio.

Con respecto a la variación en los valores de riqueza y diversidad para los predios con diferente historial de uso, Magurran (1988) menciona que los efectos adversos del estrés pueden reflejarse en una reducción de la diversidad o en un cambio en la forma de la distribución de abundancias de las especies. Sugiere que la diversidad se puede manejar como un índice del "bienestar" del ecosistema, aunque advierte que juicios basados únicamente en índices de diversidad, sin considerar otra información ecológica, pueden llevar a conclusiones erróneas. En tal sentido, en este trabajo se consideraron, además de las medidas de diversidad, información sobre historial de uso de suelo y sobre estructura y composición de las comunidades.

Magurran (1988) menciona, además, que el incremento en diversidad puede también ser el costo de un cambio en la composición de la comunidad; lo que resulta lógico suponer en el caso de los predios con vegetación secundaria estudiados en este trabajo.

Los valores de diversidad no se pueden comparar con los obtenidos en otros trabajos ya que dichos valores están fuertemente influidos por las características particulares de la metodología utilizada como son el tamaño de la parcela y el límite inferior para incluir plantas en el muestreo (Meave et al. 1992).

5.2.3. Similitud

Para analizar la semejanza entre las comunidades estudiadas se calcularon los índices de similitud de Jaccard (IS_J) y de Sorensen (IS_S). En la tabla No. 7 se resumen los resultados de los cálculos realizados considerando tres grupos de especies diferentes: total de especies muestreadas, especies arbustivas y arbóreas, y especies subarbustivas. Los resultados de ambos índices, indican una mayor similitud florística entre los historiales RePriAg y ReSecAg (desmontes recientes, con uso agrícola durante corto tiempo) cuando se consideran todas las especies; entre ReSecAg (desmonte reciente, agricultura durante corto tiempo sobre predio con vegetación secundaria en 1975) y ReSecPa (desmonte reciente, para cultivo de pastizal durante corto tiempo) en el estrato subarbustivo. Sin embargo la mayor similitud florística se presentó entre los historiales RePriAg y ReSecPa cuando se consideran solamente las especies arbustivas y arbóreas.

El historial AnPaAb (pastas antiguas abandonadas), resulta ser el más disociado florísticamente, relacionándose, en todo caso con el AnAgAb (campo agrícola antiguo abandonado). Este último, por su parte, además de su relación con el historial AnPaAb, tiene similitud con el RePriAg; en el caso de especies arbustivas y arbóreas incluso tiene más similitud con éste que con el AnPaAb.

La similitud florística entre los predios con historiales RePriAg y ReSecAg puede estar relacionada con el hecho de que en ambos, el historial de uso después del desmonte

involucra un corto período de agricultura. En ambos predios existen sitios dominados por subarborescentes y sitios con una fisonomía de vegetación secundaria en donde domina *Caesalpinia mexicana* (hierba del potro).

En términos generales existe una mayor similitud florística entre los predios con historiales RePriAg, ReSecAg, y ReSecPa los cuales comparten la característica de haber tenido una cobertura vegetal (primaria o secundaria) hasta hace aproximadamente dos décadas en que fueron desmontados; mientras que en ese tiempo, los predios con historiales AnPaAb y AnAgAb (desmontes antiguos) ya se encontraban en uso agropecuario.

INDICE DE JACCARD					INDICE DE SORENSEN				
TOTAL DE ESPECIES MUESTREADAS									
HIST.	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb	HIST.	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb
RePriAg	63.33	58.93	30.77	40.82	RePriAg	77.55	73.33	47.06	57.97
ReSecAg		61.4	37.25	39.22	ReSecAg		76.09	54.29	56.34
ReSecPa			29.17	36.96	ReSecPa			45.16	53.97
AnPaAb				46.43	AnPaAb				63.41
ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOREAS									
HIST.	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb	HIST.	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb
RAS/Pr.	66.67	77.78	32	52.17	RAS/Pr.	80	87.5	48.48	68.57
RAS/S		63.64	34.48	46.43	RAS/S		77.78	51.28	63.41
RPS/S			32.14	44.44	RPS/S			48.65	61.54
APS				50	APS				66.67
ESPECIES SUBARBUSTIVAS									
HIST.	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb	HIST.	ReSecAg	ReSecPa	AnPaAb	AnAgAb
RAS/Pr.	60	44.83	29.63	30.77	RAS/Pr.	75	61.9	45.71	47.06
RAS/S		65.22	40.91	30.43	RAS/S		78.95	58.06	46.67
RPS/S			25	26.32	RPS/S			40	41.67
APS				45.45	APS				58.82

Tabla No. 7. Índices de similitud florística entre historiales de uso de suelo. Historial: RePriAg = Desmonte reciente de veg. primaria para uso agrícola; ReSecAg = Desmonte reciente de veg. secundaria para uso agrícola; ReSecPa = Desmonte reciente de veg. sec. para cultivo de pastizales; AnPaAb = Antiguo pastizal abandonado; y AnAgAb = Antiguo campo agrícola abandonado

5.3. ESTRUCTURA

5.3.1. Estructura vertical

En el presente estudio se describe la estratificación de individuos de las especies arbustivas y arbóreas mediante histogramas de clases de altura para el conjunto total de sitios con vegetación secundaria muestreados (Fig. No. 9) y para los diferentes historiales de uso reconocidos (Figs. No. 10 a 14). La estratificación de especies solamente se aborda mediante las observaciones de campo y mediante la obtención de las alturas máximas y alturas promedio por especie.

Estratificación de individuos

El histograma de distribución de alturas para todas las especies arbustivas y arbóreas de todos los sitios estudiados (Fig. No. 9) presenta la clásica forma piramidal con un mayor porcentaje de individuos bajos y cada vez menos individuos en las clases de altura subsiguientes.

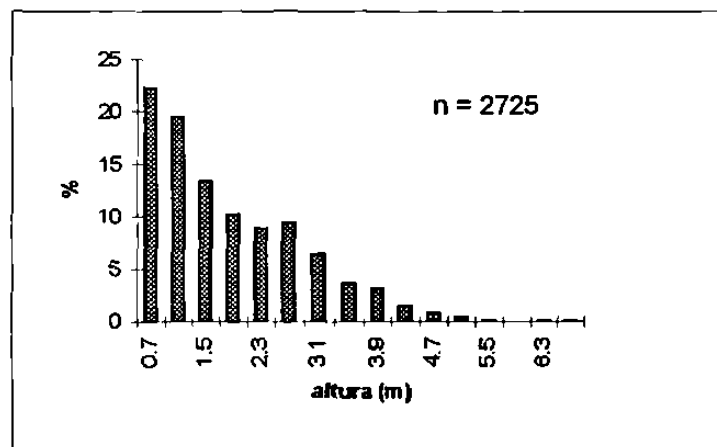


Fig. No. 9. Distribución de frecuencias de las alturas de los individuos mayores de 0.5 m de las especies arbustivas y arbóreas en todos los sitios de muestreo.

Los histogramas de distribución de alturas para los historiales de uso RePriAg (Fig. No. 10), ReSecPa (Fig. No. 12), y AnAgAb (Fig. No. 14) presentan un comportamiento similar, mientras que en el historial ReSecAg (Fig. No. 11) las alturas se presentan más o menos homogéneamente hasta la clase 2.3, con una caída para las clases mayores, lo que se puede interpretar como una estructura vertical con dos estratos poco definidos.

En el caso de las pastas abandonadas (historial AnPaAb, Fig. No. 13) se observa un pico modal que incluye casi el 50% de los individuos dentro de las clases de altura 0.7 y 1.1, definiendo un estrato bajo dentro de la comunidad y una estructura vertical continua por encima de éste. La presencia de un estrato bajo bien definido en la comunidad estudiada, no necesariamente se relaciona con individuos juveniles, sino con especies de talla baja (*Mimosa monancistra*) y con desarrollo deficiente de otras especies (*Acacia farnesiana*).

El análisis del histograma de alturas general y de los histogramas de alturas por historial de uso para las especies arbustivas y arbóreas, parece indicar que, con excepción del historial AnPaAb (Fig. No. 13), no existen estratos bien definidos en las comunidades de vegetación secundaria del área de estudio. Sin embargo un análisis de los histogramas de alturas para cada sitio revela la existencia de fuertes diferencias en la estructura vertical entre sitios.

En el caso del historial AnAgAb, terreno agrícola en desuso (Fig. No. 14), la forma piramidal aproximada, coincidente con la del histograma general, está dada principalmente por la parcela H2B; las parcelas H1B y H2A en contraste, tienen un comportamiento similar al del histograma del historial AnPaAb, antiguo pastizal abandonado (Fig. No. 13), con alrededor del 50% de los individuos en la clase de

altura de 0.7m, y el otro 50% distribuido entre las clases mayores, hasta la clase de 3.9. La parcela H1A, por otra parte, presenta el 78% de los individuos entre las clases 0.7, 1.1 y 1.5 y el otro 22% se distribuye en forma decreciente entre las 4 clases siguientes. En el caso del sitio H1 (terreno agrícola abandonado), al igual que en el sitio M1 (pastizal inducido en desuso), aparentemente el estrato bajo está conformado en su mayor parte, no por juveniles, sino por individuos adultos poco desarrollados.

En el historial ReSecAg (desmonte reciente de vegetación secundaria para uso agrícola) la estructura vertical es muy variada. En algunos sitios no se observan picos o caídas claras que indiquen presencia de estratos bien definidos. Entre los sitios donde sí parecen existir estratos se pueden apreciar dos patrones de alturas más o menos definidos. El primero que tiene entre el 60 y el 70% de los individuos en las dos primeras clases de altura, y el segundo en donde las alturas intermedias son las dominantes. El primer caso es similar al patrón observado en el historial AnPaAb (pastas abandonadas) y varias parcelas del historial AnAgAb (agricultura antigua en desuso), en este caso, sin embargo, el estrato bajo sí está conformado por juveniles de las especies presentes en el estrato alto, y por juveniles de especies en fase de establecimiento.

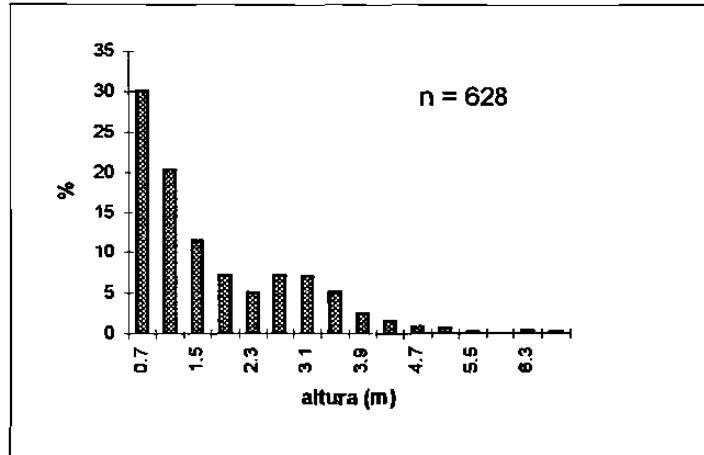


Fig. No. 10. Distribución de frecuencias de las alturas de los individuos mayores de 0.5 m de las especies arbustivas y arbóreas en los sitios de muestreo correspondientes al historial de uso RrPriAg: Desmonte reciente de vegetación primaria para uso agrícola.

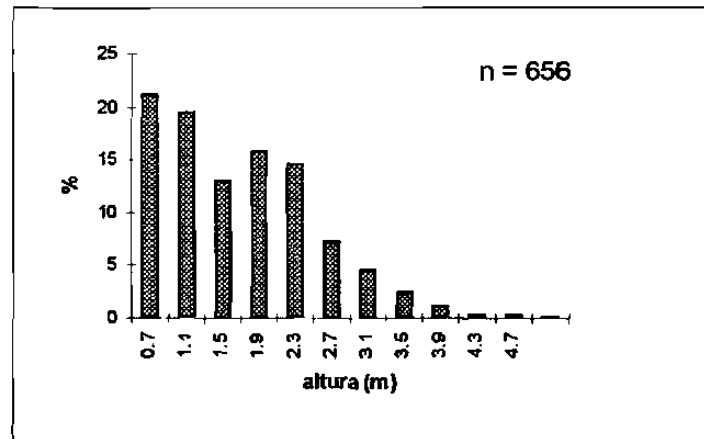


Fig. No. 11. Distribución de frecuencias de las alturas de los individuos mayores de 0.5 m de las especies arbustivas y arbóreas en los sitios de muestreo correspondientes al historial de uso ReSecAg: Desmonte reciente de vegetación secundaria para uso agrícola.

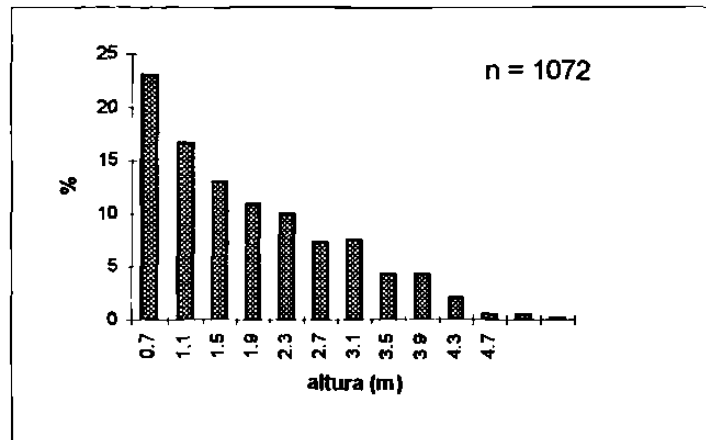


Fig. No. 12. Distribución de frecuencias de las alturas de los individuos mayores de 0.5 m de las especies arbustivas y arbóreas en los sitios de muestreo correspondientes al historial de uso ReSecPa : Desmonte reciente de vegetación secundaria para cultivo de pastos.

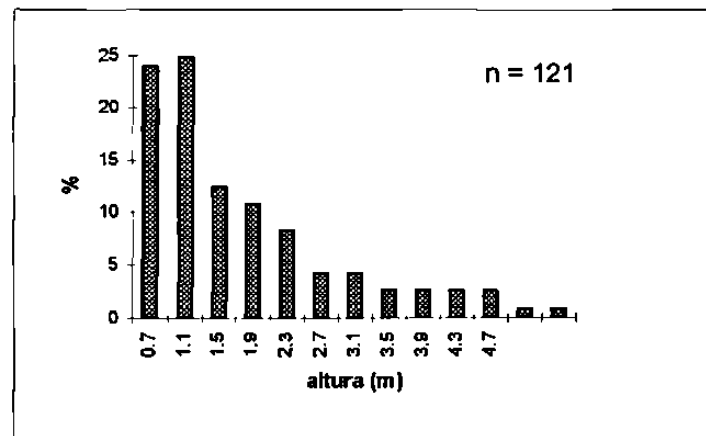


Fig. No. 13. Distribución de frecuencias de las alturas de los individuos mayores de 0.5 m de las especies arbustivas y arbóreas en los sitios de muestreo correspondientes al historial de uso AnPaAb: Antiguo Pastizal inducido abandonado.

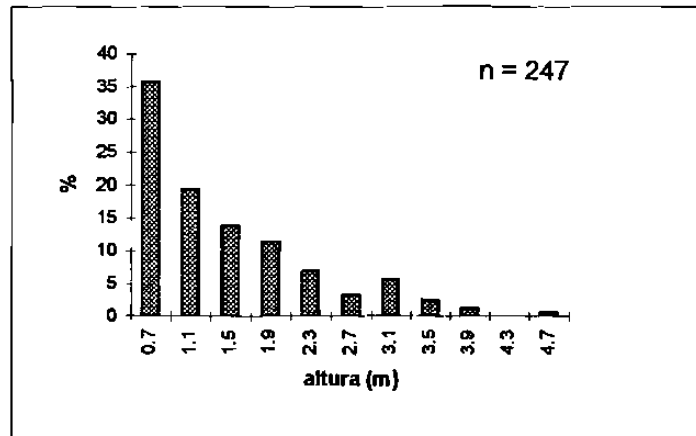


Fig. No. 14. Distribución de frecuencias de las alturas de los individuos mayores de 0.5 m de las especies arbustivas y arbóreas en los sitios de muestreo correspondientes al historial de uso AnAgAb: Antiguo campo agrícola abandonado.

Estratificación de especies

Con base en los datos de altura máxima y altura media de las especies muestreadas (Tabla No. 8. a y b), en las observaciones de campo, y en las alturas potenciales registradas en la literatura consultada para estas especies, se puede aseverar que las especies consideradas en este trabajo como subarbustivas, en términos generales conforman un estrato bajo con respecto a uno o mas estratos conformados por especies arbustivas y arbóreas.

Excluyendo a *Mimosa malacophylla*, por ser un subarbolito trepador, la altura mayor registrada entre las subarbustivas es 2.98 m para *Lantana velutina*, aunque la mayor parte de los individuos de esta especie tienen alturas entre 0.5 m y 1.1 m., con una

altura media de 0.78 ± 0.27 m (media \pm desviación estándar) *Verbesina persicifolia*, *Parthenium* spp. y otras subarborescentes alcanzan también alturas superiores a las de varias especies arbustivas del área.

Entre las especies arbustivas y arbóreas, *Caesalpinia mexicana* es la que alcanza la mayor altura máxima (6.8 m), sin embargo es *Acacia farnesiana* la que, además de alcanzar tallas altas, (hasta 5.5 m), tiene una altura media también alta (2.3 ± 1.25 m).

Al comparar las alturas máximas y promedio registradas en este trabajo, con las reportadas por otros autores para las mismas especies en la región (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Reid et al, 1990) resulta evidente que la mayoría de las especies subarborescentes presentes en la vegetación secundaria estudiada han alcanzado su altura máxima potencial, mientras que la mayoría de los individuos de las especies arbustivas y arbóreas muestran en los predios estudiados alturas por debajo de las alturas máximas reportadas para dichas especies en áreas con vegetación primaria.

Algunas especies que rompen este patrón son: entre las subarborescentes, *Gymnosperma glutinosum* y *Malpighia glabra* que en la vegetación secundaria registran alturas medias muy por arriba de las alturas registradas previamente en áreas con menos disturbio; entre las arbustivas y arbóreas *Caesalpinia mexicana*, *Castela texana*, *Cercidium macrum* y *Forestiera angustifolia* también alcanzan mayores alturas en comunidades secundarias, que las reportadas por los autores antes mencionados para áreas con menos disturbio.

ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS

CLAVE	N	MAX.	MED.	D.E.
ACBE	27	3.70	2.15	1.05
ACFA	286	5.50	2.30	1.25
ACRI	468	5.20	2.02	1.07
ACSC	6	3.00	2.18	0.74
BEMY	1	1.20	1.06	0.20
BUCE	50	3.50	1.82	0.73
CAME	252	6.80	1.66	1.06
CATE	7	2.70	2.34	0.26
CELA	20	3.10	1.56	0.62
CEMA	5	5.50	3.80	1.72
CEPA	87	4.25	2.10	1.03
COBO	268	4.20	2.02	0.79
COHO	21	3.20	2.21	0.64
CRTO	168	3.10	1.04	0.41
DITE	175	3.00	1.40	0.66
EYPO	136	4.75	1.94	1.23
FOAN	32	3.00	1.39	0.73
KAHU	63	2.60	1.04	0.48
LEFR	19	3.90	1.80	1.16
MIMO	18	1.80	1.08	0.32
OPLI	59	3.00	1.14	0.49
PIEB	9	4.25	2.46	1.25
PIPA	195	5.60	1.76	1.32
POAN	8	1.70	1.16	0.30
PRLA	56	4.00	1.28	0.86
RARH	58	3.65	1.40	0.78
SABA	68	2.60	1.20	0.48
SCCU	3	1.00	0.64	0.31
Sp. 1	1	0.90	0.90	0.00
XYFL	1	1.90	1.90	0.00
YUFI	1	0.70	0.70	0.00
ZAFA	140	4.00	1.80	0.75
ZIOB	16	2.60	1.71	0.60

SUBARBUSTIVAS

CLAVE	N	MAX.	MED.	D.E.
BRSP	7	1.56	1.35	0.25
CAAN	13	1.60	1.60	0.00
CAAT	92	0.80	0.37	0.20
CAER	6	0.30	0.28	0.03
CRCI	31	0.50	0.32	0.07
CRCO	581	0.70	0.31	0.15
DASC	183	1.70	0.86	0.37
DEVI	42	0.90	0.90	0.00
EUOD	6	1.70	1.51	0.32
EUSP	49	2.10	1.34	0.55
GYGL	778	1.76	0.97	0.40
HECR	59	0.70	0.43	0.12
HESA	1	0.80	0.80	0.00
LASP	2	1.50	1.50	0.00
LAVE	976	2.98	0.78	0.27
MAAM	29	1.35	0.71	0.31
MAFI	231	1.40	0.64	0.27
MAGL	257	2.00	0.71	0.51
MEPY	20	1.70	1.05	0.51
MIMA	343	3.80	1.92	0.80
PAIN	18	2.15	1.08	0.42
PALO	22	1.90	1.60	0.28
SOER	51	1.10	0.72	0.17
Sp. 2	34	1.60	1.12	0.40
Sp. 3	2	1.00	0.90	0.14
TUDI	4	0.30	0.27	0.05
VEPE	84	2.20	1.31	0.51
VIST	134	1.75	1.16	0.48

Tabla No. 8. Altura máxima (MAX), media (MED.), y desviación estándar (D.E.) de las especies muestreadas.

5.3.2. Estructura horizontal

No se estudió cuantitativamente la estructura horizontal, sin embargo por observaciones de campo, y dada la distribución de los individuos en las subparcelas de la unidad muestral, se puede afirmar que la distribución de los individuos de la comunidad tiende a ser agregada en la mayoría de los sitios, mientras que en los huizachales (campos de cultivo y pastizales abandonados) se observa una distribución aparentemente regular.

5.3.3. Estructura cuantitativa (arbustos y árboles)

5.3.3.1. *Por especies*

Un primer análisis se realizó con los datos de los 21 sitios de vegetación secundaria muestreados en su conjunto. Se obtuvieron los parámetros estructurales básicos: densidad, cobertura y frecuencia por especie, así como sus valores relativos. Para evaluar la importancia relativa de las diversas especies se obtuvo el índice de valor de importancia de Curtis (1959).

En la tabla No. 9 se resumen los rasgos estructurales generales que caracterizan a las comunidades de vegetación secundaria estudiadas en su conjunto. La figura No. 15 ilustra los valores de importancia de las principales especies. Las especies más importantes en la vegetación secundaria son *Acacia rigidula*, *A. farnesiana* y *Cordia boissieri*. De éstas, la segunda es la especie reportada más frecuentemente como "invasora de pastizales" y como una de las primeras especies en establecerse en

campos de cultivo en desuso (Peñaloza y Reid, 1989; Bush y Van Auken, 1986, 1987), mientras que *Acacia rigidula* y *Cordia boissieri*, junto con *Pithecellobium pallens*, especie que sigue en valor de importancia en la vegetación secundaria estudiada, fueron registradas por Jurado (1986) como especies con amplio espectro de tolerancia a factores físicos.

En la figura No. 15 destaca también que las tres variables involucradas en el valor de importancia: densidad relativa, cobertura relativa y frecuencia relativa, contribuyen en diferente proporción al valor de importancia, rasgo que debe considerarse en el análisis de la vegetación para seleccionar el, o los parámetros más importantes según el tipo de estudio y tipo de vegetación.

Acacia rigidula, por ejemplo, es la especie más importante debido a su mayor densidad, ya que en cuanto a cobertura y frecuencia comparte valores similares a los de *A. farnesiana* y *Cordia boissieri*, que le siguen en importancia. *Caesalpinia mexicana*, por otra parte, tiene una densidad relativa muy parecida a la de *Cordia boissieri*, pero su valor de importancia es mucho menor debido a su baja cobertura y frecuencia. En este caso cabe hacer la aclaración de que debido a las fechas de muestreo en dos de los sitios con abundante *Caesalpinia mexicana*, su cobertura resultó subestimada.

ESPECIE	N	C.A. m ²	F.A. %	D.R. %	C.R. %	F.R. %	V.I.
ACRI	468	1011.50	83.33	17.17	20.69	8.58	46.44
ACFA	286	896.34	88.10	10.50	18.33	9.07	37.90
COBO	268	944.57	76.19	9.83	19.32	7.84	37.00
PIPA	195	325.87	64.29	7.16	6.66	6.62	20.44
CAME	252	286.35	21.43	9.25	5.86	2.21	17.31
ZAFA	140	206.09	66.67	5.14	4.21	6.86	16.22
DITE	175	115.80	64.29	6.42	2.37	6.62	15.41
CEPA	87	213.77	66.67	3.19	4.37	6.86	14.43
EYPO	136	122.28	33.33	4.99	2.50	3.43	10.92
CRTO	168	44.56	30.95	6.17	0.91	3.19	10.26
KAHU	63	43.12	50.00	2.31	0.88	5.15	8.34
PRLA	56	78.56	38.10	2.06	1.61	3.92	7.58
OPLI	59	58.90	38.10	2.17	1.20	3.92	7.29
RARH	58	28.56	35.71	2.13	0.58	3.68	6.39
ACBE	27	117.21	21.43	0.99	2.40	2.21	5.59
BUCÉ	50	56.94	23.81	1.83	1.16	2.45	5.45
SABA	68	27.40	21.43	2.50	0.56	2.21	5.26
FOAN	32	39.63	28.57	1.17	0.81	2.94	4.93
ZIOB	16	34.79	14.29	0.59	0.71	1.47	2.77
CEMA	5	59.63	11.90	0.18	1.22	1.23	2.63
COHO	21	28.32	11.90	0.77	0.58	1.23	2.58
LEFR	19	35.63	7.14	0.70	0.73	0.74	2.16
POAN	8	5.21	16.67	0.29	0.11	1.72	2.12
CELA	20	10.99	9.52	0.73	0.22	0.98	1.94
MIMO	18	21.25	7.14	0.66	0.43	0.74	1.83
PIEB	9	25.33	9.52	0.33	0.52	0.98	1.83
ACSC	6	26.36	9.52	0.22	0.54	0.98	1.74
CATE	7	20.06	2.38	0.26	0.41	0.25	0.91
SCCU	3	0.88	7.14	0.11	0.02	0.74	0.86
BEMY	2	0.64	4.76	0.07	0.01	0.49	0.58
XYFL	1	2.27	2.38	0.04	0.05	0.25	0.33
YUFI	1	0.45	2.38	0.04	0.01	0.25	0.29
Sp. 1	1	0.24	2.38	0.04	0.00	0.25	0.29
TOTAL	2725			100	100	100	300

Tabla No. 9. Valores absolutos y relativos, así como valores de importancia (en orden de mayor a menor) para las especies arbustivas y arbóreas presentes en los predios con vegetación secundaria estudiados.

Pithecellobium pallens y *Diospyros texana* comparten el mismo valor de frecuencia y similar densidad, sin embargo difieren considerablemente en cuanto a cobertura, resultando por ende un mayor valor de importancia para el primero. *Zanthoxylum fagara*, *Diospyros texana* y *Celtis pallida* tienen valores de importancia y frecuencias muy cercanos, pero varían en cuanto a densidad y cobertura; *Celtis pallida* tiene la densidad más baja de las tres y la cobertura más baja.

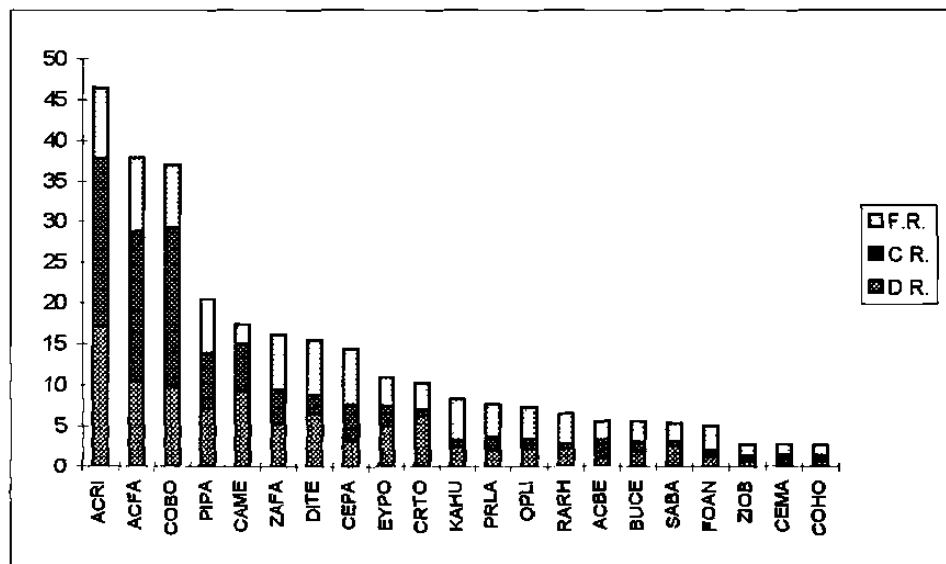


Fig. No. 15. Valor de importancia y parámetros estructurales (ordenadas) de las principales 21 especies arbustivas y arbóreas muestreadas.

5.3.3.2. *Por historial de uso*

Un segundo análisis se realizó con los datos de cada historial de uso por separado; en este caso no se consideran valores de frecuencia dado el reducido número de parcelas por historial. Las tablas 10, 11, 12, 13, y 14 resumen los rasgos estructurales que caracterizan a las comunidades de los diferentes historiales de uso considerados.

En el historial RePriAg (desmonte reciente de predio con vegetación primaria para uso agrícola), *Caesalpinia mexicana* es la especie más importante. Presenta aproximadamente la misma cobertura que *A. farnesiana*, sin embargo su densidad es mucho mas alta y está dada por un gran número de individuos juveniles. Cabe destacar que la importancia relativa de esta especie en el predio en cuestión podría haber resultado aún mayor si se considera que su cobertura aérea resultó subevaluada debido a que en las fechas (noviembre) en que se levantaron los muestreos en dicho predio, esta especie carecía de follaje.

Por otra parte, en el mismo tipo de historial, *Eysenhardtia polystachya* ocupa, por su densidad, el tercer lugar en importancia, sin embargo, su valor de importancia es el sexto por su baja cobertura (0.6m/individuo aprox.). *Zanthoxylum fagara* y *Diospyros texana* comparten la misma densidad pero varían considerablemente en cuanto a cobertura (5.56% y 0.59% respectivamente) lo que indica que los individuos de *Diospyros* registrados tienen menos cobertura que los de *Zanthoxylum*.

En el historial ReSecAg (desmonte reciente en predio con vegetación secundaria para uso agrícola), la especie mas importante es *A. rigidula*; le siguen *Diospyros texana*, que a diferencia de su comportamiento en los demás predios, en este alcanza un alto valor de importancia debido a su densidad, ya que por lo menos *A. farnesiana*, *C. mexicana*, *A. berlandieri* y *C. pallida*, tienen una mayor cobertura. Es decir, existen una gran cantidad de individuos de pequeña talla de *Diospyros* (cobertura de 0.75m²/individuo) y pocos individuos grandes (2.5 a 5.5 m²/individuo) de las tres especies con las que se compara). *Croton torreyanus*, ocupa el tercer lugar en valor de importancia en este predio; al igual que *D. texana*, alcanza dicho valor por su densidad, ya que su cobertura es mucho menor que la de varias especies con valores de importancia menores.

ESPECIE	N	C m ²	D.R. %	C.R. %	V.I.	IND/HA	COB/HA m ²
CAME	211	186.22	33.60	18.10	51.70	1318.75	1163.85
PIPA	86	116.65	13.69	11.34	25.03	537.50	729.09
ACFA	41	189.10	6.53	18.38	24.91	256.25	1181.86
COBO	42	174.72	6.69	16.98	23.67	262.50	1092.01
ACRI	39	140.70	6.21	13.68	19.89	243.75	879.39
EYPO	54	33.55	8.60	3.26	11.86	337.50	209.66
CEPA	27	48.11	4.30	4.68	8.98	168.75	300.67
ZAFA	16	57.16	2.55	5.56	8.10	100.00	357.27
OPLI	25	27.44	3.98	2.67	6.65	156.25	171.53
RARH	13	14.94	2.07	1.45	3.52	81.25	93.39
DITE	16	6.02	2.55	0.59	3.13	100.00	37.65
KAHU	10	7.39	1.59	0.72	2.31	62.50	46.19
CRTO	13	2.12	2.07	0.21	2.28	81.25	13.26
SABA	10	2.49	1.59	0.24	1.83	62.50	15.55
PRLA	6	8.71	0.96	0.85	1.80	37.50	54.47
BUCE	4	5.47	0.64	0.53	1.17	25.00	34.22
ACBE	5	0.88	0.80	0.09	0.88	31.25	5.47
PIEB	4	1.75	0.64	0.17	0.81	25.00	10.93
FOAN	3	2.28	0.48	0.22	0.70	18.75	14.27
LEFR	1	1.89	0.16	0.18	0.34	6.25	11.79
POAN	1	1.04	0.16	0.10	0.26	6.25	6.49
BEMY	1	0.16	0.16	0.02	0.17	6.25	0.99
TOT.	628	1028.80	100.00	100.00	200.00	3925.00	
% COB.		64.30					

Tabla No. 10. Valores absolutos y relativos, así como valores de importancia (en orden de mayor a menor) para las especies arbustivas y arbóreas presentes en el predio Rancherías (Historial de uso RePriAg: desmonte reciente de vegetación primaria para uso agrícola).

ESPECIE	N	C m ²	D.R. %	C.R. %	V.I.	IND/HA	COB/HA m ²
ACRI	175	467.25	26.68	36.37	63.05	911.46	2433.57
DITE	112	83.94	17.07	6.53	23.61	583.33	437.20
CRTO	95	27.73	14.48	2.16	16.64	494.79	144.45
ACFA	27	127.65	4.12	9.94	14.05	140.63	664.83
CAME	41	100.14	6.25	7.79	14.04	213.54	521.54
ACBE	21	116.34	3.20	9.06	12.26	109.38	605.93
CEPA	31	92.79	4.73	7.22	11.95	161.46	483.30
KAHU	26	19.70	3.96	1.53	5.50	135.42	102.60
ZIOB	15	34.56	2.29	2.69	4.98	78.13	179.98
ZAFA	16	27.57	2.44	2.15	4.58	83.33	143.57
COBO	13	32.64	1.98	2.54	4.52	67.71	170.02
CELA	19	9.86	2.90	0.77	3.66	98.96	51.35
BUCE	16	11.88	2.44	0.92	3.36	83.33	61.86
CATE	7	20.06	1.07	1.56	2.63	36.46	104.47
ACSC	4	22.92	0.61	1.78	2.39	20.83	119.35
CEMA	3	24.68	0.46	1.92	2.38	15.63	128.56
PRLA	4	21.51	0.61	1.67	2.28	20.83	112.01
PIPA	4	16.47	0.61	1.28	1.89	20.83	85.76
OPLI	6	5.19	0.91	0.40	1.32	31.25	27.04
FOAN	5	6.57	0.76	0.51	1.27	26.04	34.22
PIEB	2	6.44	0.30	0.50	0.81	10.42	33.55
RARH	4	1.10	0.61	0.09	0.70	20.83	5.72
POAN	3	1.53	0.46	0.12	0.58	15.63	7.99
EYPO	2	2.93	0.30	0.23	0.53	10.42	15.24
XYFL	1	2.27	0.15	0.18	0.33	5.21	11.82
SCCU	2	0.21	0.30	0.02	0.32	10.42	1.08
YUFI	1	0.45	0.15	0.04	0.19	5.21	2.36
SABA	1	0.31	0.15	0.02	0.18	5.21	1.60
TOT.	656	1284.67	100.00	100.00	200.00	3416.67	
% COB.		66.91					

Tabla No. 11. Valores absolutos y relativos, así como valores de importancia (en orden de mayor a menor) para las especies arbustivas y arbóreas presentes en el predio La Loma (Historial de uso ReSecAg: desmonte reciente de vegetación secundaria para uso agrícola).

En El Puerto (Historial ReSecPa: desmonte reciente de vegetación secundaria para cultivo de pastos), la especie con el mayor valor de importancia resultó ser *C. boissieri*, que presenta un valor muy alto de cobertura; *A. rigidula* le sigue en importancia con un valor de densidad bastante mas alto pero con mucha menos cobertura. Siguen en importancia *P. pallens*, por cobertura y *Z. fagara*, por densidad. Los lugares 5 y 6 en valor de importancia corresponden a *E. polystachya* y *A. farnesiana*, que tiene mucha menor densidad, pero mayor cobertura, en comparación de las especies que le siguen en importancia. En el predio El Puerto, y en menor grado en Rancherías se observaron una gran cantidad de individuos de *Acacia farnesiana* muertos.

Una característica que distingue al predio El Puerto del resto de los predios estudiados, es la presencia de unos cuantos árboles bien desarrollados de *Cercidium macrum*, *Prosopis laevigata* y *Pithecellobium ebano*, lo que no parece deberse a rebrote de tocones pues no se encontraron evidencias. Dos posibles factores que determinan el fuerte desarrollo de estos individuos relativamente jóvenes son los suelos profundos o un manto freático superficial.

Considerando en conjunto los datos del Predio Sta. Rosa y los del Sitio 7 de El Puerto (Historial AnPaAb: pastizal inducido en desuso), *A. farnesiana* ocupa el primer lugar en importancia con el 36.6% de la densidad total (44 de 121 individuos), y el 58.5% de la cobertura total. La segunda especie, también con un valor alto de importancia (casi el 25% de la importancia total), es *C. boissieri*; le siguen, con valores mucho menores *M. monancistra* y *P. laevigata*; este último con la misma cobertura que *P. pallens*, que le sigue con un valor de importancia mucho menor, pero con bastante mayor densidad.

ESPECIE	N	C m ²	D.R. %	C.R. %	V.I.	IND/HA	COB/HA m ²
COBO	181	645.43	16.90	34.01	50.91	942.71	3361.61
ACRI	249	390.42	23.25	20.57	43.82	1296.88	2033.42
PIPA	81	154.58	7.56	8.14	15.71	421.88	805.08
ZAFA	91	113.55	8.50	5.98	14.48	473.96	591.39
EYPO	79	85.63	7.38	4.51	11.89	411.46	445.98
ACFA	38	148.49	3.55	7.82	11.37	197.92	773.40
SABA	56	24.60	5.23	1.30	6.53	291.67	128.15
CRTO	60	14.71	5.60	0.77	6.38	312.50	76.60
CEPA	27	70.70	2.52	3.73	6.25	140.63	368.24
DITE	40	23.77	3.73	1.25	4.99	208.33	123.81
BUCE	30	39.59	2.80	2.09	4.89	156.25	206.20
RARH	37	10.85	3.45	0.57	4.03	192.71	56.49
OPLI	28	26.26	2.61	1.38	4.00	145.83	136.78
LEFR	18	33.74	1.68	1.78	3.46	93.75	175.75
COHO	21	28.32	1.96	1.49	3.45	109.38	147.50
CEMA	2	34.95	0.19	1.84	2.03	10.42	182.03
KAHU	16	8.42	1.49	0.44	1.94	83.33	43.88
PRLA	3	21.11	0.28	1.11	1.39	15.63	109.94
PIEB	3	17.14	0.28	0.90	1.18	15.63	89.27
POAN	4	2.64	0.37	0.14	0.51	20.83	13.73
FOAN	3	0.79	0.28	0.04	0.32	15.63	4.10
MIMO	1	0.83	0.09	0.04	0.14	5.21	4.34
SCCU	1	0.67	0.09	0.04	0.13	5.21	3.50
BEMY	1	0.48	0.09	0.03	0.12	5.21	2.49
Sp. 1	1	0.24	0.09	0.01	0.11	5.21	1.24
TOT.	1071	1897.90	100.00	100.00	200.00	5578.13	
% COB.		98.85					

Tabla No. 12. Valores absolutos y relativos, así como valores de importancia (en orden de mayor a menor) para las especies arbustivas y arbóreas presentes en el predio El Puerto (Historial de uso ReSecPa: desmonte reciente de vegetación secundaria para cultivo de pastizal).

ESPECIE	N	C m ²	D.R. %	C.R. %	V.L.	IND/HA	COB/HA m ²
ACFA	44	218.75	36.36	58.56	94.92	687.50	3418.02
COBO	27	88.98	22.31	23.82	46.13	421.88	1390.29
MIMO	17	20.41	14.05	5.46	19.51	265.63	318.96
PRLA	17	16.26	14.05	4.35	18.40	265.63	254.12
PIPA	4	16.18	3.31	4.33	7.64	62.50	252.77
FOAN	4	3.15	3.31	0.84	4.15	62.50	49.24
ACRI	3	4.87	2.48	1.30	3.78	46.88	76.15
ACSC	2	3.44	1.65	0.92	2.57	31.25	53.78
CEPA	1	1.13	0.83	0.30	1.13	15.63	17.67
ZIOB	1	0.23	0.83	0.06	0.89	15.63	3.58
DITE	1	0.17	0.83	0.04	0.87	15.63	2.60
TOT.	121	373.58	100.00	100.00	200.00	1890.63	
% COB.		58.37					

Tabla No. 13. Valores absolutos y relativos, así como valores de importancia (en orden de mayor a menor) para las especies arbustivas y arbóreas presentes en los sitios con historial de uso AnPaAb: antiguo pastizal abandonado.

En el predio Los Hoyos (historial AnAgAb: antiguo campo de cultivo en desuso), la especie dominante es también *A. farnesiana* con el 55% de la densidad total y casi el 70% de la cobertura total. Las especies que le siguen, con mucha menor importancia son: *F. angustifolia*, *P. pallens*, *P. laevigata* y *Z. fagara*.

En cuanto a los valores totales de cobertura (porcentaje de superficie ocupada por las proyecciones verticales de las copas), el historial ReSecPa, tiene el mayor valor (98.8%) en promedio (tabla No. 12); aunque el porcentaje de cobertura en las parcelas correspondientes se extiende en un rango desde 43.81% en la parcela P6B hasta 141.32% en la P3A (ver tabla No.15, columna % de cobertura total). Le sigue el historial ReSecAg (Tabla No. 11) con 66.9% de cobertura en promedio, pero con áreas

muy abiertas con 9.08% de cobertura arbustiva y arbórea como en la parcela L3A, y áreas en donde las copas se sobreponen como en la parcela L5A con 116.93% de cobertura. El historial RePriAg (desmonte reciente de vegetación primaria para uso agrícola) tiene una cobertura aérea promedio muy similar al ReSecAg (desmonte reciente de vegetación secundaria para uso agrícola) de 64.3%, sin embargo en este caso el rango entre parcelas es menos amplio y va de 27.65% en la parcela con matorral más abierto hasta 100.31 en la parcela con matorral más cerrado.

ESPECIE	N	C	D.R.	C.R.	V.I.	IND/HA	COB/HA
		m ²	%	%			m ²
ACFA	136	212.35	55.06	69.72	124.78	2125.00	3318.01
FOAN	17	26.84	6.88	8.81	15.69	265.63	419.31
PIPA	20	22.00	8.10	7.22	15.32	312.50	343.74
PRLA	26	10.97	10.53	3.60	14.13	406.25	171.41
ZAFA	17	7.82	6.88	2.57	9.45	265.63	122.19
KAHU	11	7.60	4.45	2.50	6.95	171.88	118.82
ACRI	2	8.28	0.81	2.72	3.53	31.25	129.35
DITE	6	1.89	2.43	0.62	3.05	93.75	29.56
COBO	5	2.80	2.02	0.92	2.94	78.13	43.71
RARH	4	1.68	1.62	0.55	2.17	62.50	26.17
CELA	1	1.13	0.40	0.37	0.78	15.63	17.67
CEPA	1	1.04	0.40	0.34	0.75	15.63	16.23
EYPO	1	0.18	0.40	0.06	0.46	15.63	2.77
TOT.	247	304.57	100.00	100.00	200.00	3859.38	
% COB.		47.59					

Tabla No. 14. Valores absolutos y relativos, así como valores de importancia (en orden de mayor a menor) para las especies arbustivas y arbóreas presentes en los sitios con historial de uso AnAgAb: antiguo campo agrícola abandonado).

Los historiales con menor porcentaje de cobertura aérea son el AnPaAb (antiguos pastizales inducidos en desuso) con 58.3% de cobertura, y el AnAgAb (antiguos terrenos agrícolas en desuso) con 47.5% de cobertura. Cabe hacer notar que el historial AnPaAb incluye dos sitios en dos predios diferentes y con fisonomías,

coberturas y densidades disímiles. Se agruparon en este trabajo debido a que ambos aparecen en la carta de uso de suelo de 1975 como pastizales inducidos.

Los valores de densidad total (individuos/ha) de mayor a menor son 5578 en el historial ReSecPa (desmonte reciente de vegetación secundaria para cultivo de pastos); 3925 en el historial RePriAg (desmonte reciente de vegetación primaria para uso agrícola); 3859 en el historial AnAgAb (campo de cultivo en desuso); 3416 en el historial ReSecAg (desmonte reciente de vegetación secundaria para uso agrícola); y 1890 en el historial AnPaAb (antiguos pastizales inducidos en desuso). En este apartado resulta interesante notar la alta densidad en el predio Los Hoyos (historial AnAgAb), a pesar de su baja cobertura.

Si se comparan los valores de importancia registrados en este trabajo con los obtenidos por Heiseke y Foroughbakhch (1985), se observa que ninguna de las tres especies con los mayores valores de importancia en este estudio sobre vegetación secundaria (*Acacia rigidula*, *A. farnesiana* y *Cordia boissieri*), se cuenta entre las especies con los mayores valores de importancia registrados por los autores mencionados, en cuyo trabajo aparecen como especies más importantes algunas de las que aquí siguen en importancia a las primeras tres: *Diospyros texana*, *Pithecellobium pallens* y *Zanthoxylum fagara*; además de algunas de importancia mucho menor en la vegetación secundaria estudiada, como *Forestiera angustifolia*, *Condalia hookeri* y *Bernardia myricaefolia*. Esto podría indicar, que las especies antes mencionadas reemplazan (total o casi totalmente como en el caso del huizache, o por lo menos en importancia relativa) a las especies que ocupan durante las fases tempranas de desarrollo de los estratos leñosos del matorral los primeros lugares (ver también capítulo sobre dinámica).

Otro rasgo comparativo que podría apoyar esta hipótesis es la ausencia total de *Acacia farnesiana* tanto en el matorral alto (sin disturbio aparente) como el matorral

bajo estudiados por Rodríguez (1994), así como la frecuencia y densidad mínimas registradas por el mismo autor para *Cordia boissieri*, lo que podría indicar el reemplazo de estas especies en matorrales mas desarrollados.

Por otra parte, *Acacia rigidula*, la especie con mayor valor de importancia general en la vegetación secundaria estudiada, presenta en el área de estudio de Rodríguez (1994) 1.9 % de densidad relativa en matorral alto y 15% en matorral bajo, contra un rango según historial de uso desde 0.8% en el historial 5 hasta 26.7% en el historial 2 de este estudio². La comparación en el caso de esta especie, entre los resultados de ambos estudios tiene que ver con el hecho de que al igual que en la vegetación secundaria, analizada como un todo, también en el matorral bajo, con disturbio, estudiado por Rodríguez, *Acacia rigidula* resulta ser la especie con mayor densidad.

Tanto en los resultados de Heiseke y Foroughbakhch (1985) como en los de Rodríguez (1994) para el matorral alto (sin disturbio), los mayores valores de densidad corresponden a especies que en la vegetación secundaria estudiada, ocupan valores intermedios de importancia como *Diospyros texana*, *Pithecellobium pallens*, *Celtis pallida*; o valores bajos como *Condalia hookeri*, *Bumelia celastrina*, *Pithecellobium ebano*, *Ziziphus obtusifolia*, *Xylosoma flexuosa*; o aún más, a especies que no se registraron en la vegetación secundaria como *Amyris texana*.

Reid et al. (1990) señalan, una vez más, a *Acacia rigidula* y *Cordia boissieri* (junto con *Karwinskia humboldtiana*) como las especies con mayor frecuencia relativa (100%), seguidas por *Pithecellobium pallens*. Jurado (1986), también registra la mayor frecuencia relativa para *Acacia rigidula* y *Pithecellobium pallens*. *Acacia farnesiana*, la segunda especie en importancia relativa de la vegetación secundaria estudiada,

² Este último es uno de los casos en los que además de las limitantes de comparar resultados de estudios diferentes, los valores relativos de los parámetros estructurales no aportan ninguna información. En la vegetación secundaria estudiada la densidad relativa más baja para *Acacia rigidula* se presenta en los predios con mayor disturbio y con menor cobertura y diversidad, mientras que en el estudio de Rodríguez, un valor similar de densidad relativa para esta especie se presenta en el matorral alto, aparentemente con menos disturbio.

también en los trabajos de Reid et al (1990) y Jurado (1986) presenta frecuencias bajas: 20% y 3% respectivamente.

Medina (1996), en su estudio sobre fitodiversidad en fragmentos de matorral en el área de Linares, registra a *Acacia rigidula* como la especie más frecuente y abundante en fragmentos de vegetación mayores de 100 ha (18.88% de la densidad total), seguida por *Pithecellobium pallens* (10.9% del total de individuos), mientras que en fragmentos de 10 ha la importancia de estas dos especies se invierte. *Acacia farnesiana* es muy escasa en ambos tamaños de fragmentos, mientras que *Cordia boissieri* es medianamente o poco importante en ambos tamaños de fragmentos (5.5% y 2.96% en fragmentos de 10 ha y de 100 ha respectivamente).

5.3.3.3. *Por parcela de muestreo en dos clases de altura*

Los valores de densidad y cobertura para el total de las especies de cada parcela de muestreo, en dos clases de altura diferentes, se presentan en la tabla No. 15. En los histogramas de las figuras No. 16 y 17 se ilustra la distribución de frecuencias de los mismos datos. En la tabla No. 16 se registran los valores máximos y mínimos, así como algunas medidas de tendencia central de estos datos.

La estructura de los estratos arbustivo y arbóreo de la vegetación secundaria estudiada es muy variada, tanto en lo que se refiere a densidad (individuos/área) como en cuanto a porcentaje de cobertura aérea. En la tabla No. 15 se puede ver que incluso en las parcelas contiguas (A y B) de un mismo sitio se tienen fuertes diferencias, por lo que los rangos de densidad y de cobertura son muy amplios.

PAR- CELA	ESTRATO SUPERIOR				ESTRATO INFERIOR				TOTAL			
	N	Ind/ha	C.A.	% COB	N	Ind/ha	C.A.	% COB	N	Ind/ha	C.A.	% COB
H 1A	26	1625.0	67.90	42.44	39	2437.5	28.50	17.81	65	4062.5	96.34	60.22
H 1B	7	437.5	38.23	23.90	30	1875.0	14.00	8.75	37	2312.5	52.23	32.64
H 2A	23	1437.5	67.73	42.33	37	2312.5	11.58	7.24	60	3750.0	79.31	49.57
H 2B	42	2625.0	65.07	40.67	43	2687.5	11.62	7.26	85	5312.5	76.69	47.93
L 1A	48	3000.0	129.41	80.88	18	1125.0	2.32	1.45	66	4125.0	131.73	82.33
L 1B	39	2437.5	136.15	85.10	25	1562.5	5.50	3.44	64	4000.0	141.65	88.53
L 2A	12	750.0	33.55	20.97	22	1375.0	7.58	4.74	34	2125.0	41.13	25.71
L 2B	7	437.5	20.98	13.11	14	875.0	6.88	4.30	21	1312.5	27.86	17.41
L 3A	4	250.0	7.27	4.54	38	2375.0	7.26	4.54	42	2625.0	14.53	9.08
L 3B	19	1187.5	92.21	57.63	29	1812.5	13.64	8.53	48	3000.0	105.85	66.16
L 4A	43	2687.5	118.70	74.19	60	3750.0	27.49	17.18	103	6437.5	146.20	91.37
L 4B	39	2437.5	123.98	77.49	24	1500.0	15.26	9.54	63	3937.5	139.25	87.03
L 5A	54	3375.0	181.68	113.55	21	1312.5	5.40	3.38	75	4687.5	187.08	116.93
L 5B	55	3437.5	170.75	106.72	10	625.0	4.38	2.73	65	4062.5	175.13	109.45
L 6A	20	1250.0	62.88	39.30	14	875.0	4.30	2.69	34	2125.0	67.18	41.99
L 6B	28	1750.0	104.37	65.23	13	812.5	2.71	1.69	41	2562.5	107.08	66.93
M 1A	10	625.0	47.69	29.81	18	1125.0	13.34	8.34	28	1750.0	61.04	38.15
M 1B	10	625.0	27.72	17.32	34	2125.0	25.45	15.91	44	2750.0	53.17	33.23
P 1A	42	2625.0	137.16	85.72	55	3437.5	12.51	7.82	97	6062.5	149.67	93.54
P 1B	41	2562.5	178.69	111.68	60	3750.0	17.20	10.75	101	6312.5	195.89	122.43
P 2A	24	1500.0	106.11	66.32	27	1687.5	8.61	5.38	51	3187.5	114.72	71.70
P 2B	50	3125.0	165.74	103.59	38	2375.0	9.14	5.71	88	5500.0	174.88	109.30
P 3A	92	5750.0	212.01	132.51	71	4437.5	14.10	8.81	163	10187.5	226.11	141.32
P 3B	118	7375.0	205.21	128.25	63	3937.5	10.12	6.33	181	11312.5	215.33	134.58
P 4A	26	1625.0	93.65	58.53	32	2000.0	8.05	5.03	58	3625.0	101.70	63.56
P 4B	33	2062.5	140.93	88.08	11	687.5	2.76	1.73	44	2750.0	143.69	89.81
P 5A	47	2937.5	148.34	92.71	48	3000.0	22.61	14.13	95	5937.5	170.94	106.84
P 5B	52	3250.0	187.15	116.97	22	1375.0	7.28	4.55	74	4625.0	194.42	121.51
P 6A	32	2000.0	130.33	81.46	33	2062.5	10.11	6.32	65	4062.5	140.44	87.78
P 6B	38	2375.0	63.74	39.83	17	1062.5	6.36	3.98	55	3437.5	70.10	43.81
P 7A	11	687.5	146.27	91.42	10	625.0	7.14	4.46	21	1312.5	153.41	95.88
P 7B	23	1437.5	98.88	61.80	5	312.5	7.08	4.43	28	1750.0	105.97	66.23
R 1A	11	687.5	74.34	46.46	32	2000.0	5.47	3.42	43	2687.5	79.80	49.88
R 1B	26	1625.0	146.50	91.56	35	2187.5	7.37	4.60	61	3812.5	153.86	96.17
R 2A	20	1250.0	46.40	29.00	56	3500.0	6.81	4.25	76	4750.0	53.21	33.26
R 2B	14	875.0	38.63	24.14	21	1312.5	5.61	3.51	35	2187.5	44.24	27.65
R 3A	26	1625.0	85.77	53.61	15	937.5	5.91	3.69	41	2562.5	91.68	57.30
R 3B	25	1562.5	122.19	76.37	25	1562.5	8.21	5.13	50	3125.0	130.40	81.50
R 4A	27	1687.5	89.03	55.65	35	2187.5	8.88	5.55	62	3875.0	97.91	61.19
R 4B	28	1750.0	90.87	56.79	40	2500.0	8.96	5.61	68	4250.0	99.86	62.41
R 5A	51	3187.5	107.86	67.41	53	3312.5	9.48	5.93	104	6500.0	117.34	73.34
R 5B	57	3562.5	153.18	95.74	32	2000.0	7.32	4.57	89	5562.5	160.50	100.31
TOTAL	1400				1325				2725			

Tabla No. 15. Valores de densidad y cobertura para el total de especies arbustivas y arbóreas por parcela de muestreo en dos estratos.

	ESTRATO SUPERIOR				ESTRATO INFERIOR				TOTAL			
	N	ind/ha	C.A.	% COB	N	ind/ha	C.A.	% COB	N	ind/ha	C.A.	% COB
MEDIA	33.3333	2083.3	106.32	66.447	31.55	1971.7	10.103	6.3142	64.88	4055.1	116.42	72.761
M. ARR.	20.3408	1271.3	64.016	40.01	22.54	1408.9	7.3029	4.5643	51.79	3236.6	82.809	51.756
M. GEOM.	26.81	1675.5	89.27	55.794	27.2	1699.7	8.5847	5.3654	57.94	3621	101.92	63.698
MEDIANA	27.50	1718.8	105.24	65.776	31	1937.5	8.1281	5.0801	61.5	3843.8	110.9	69.312
D. E.	22.20	1387.4	52.662	32.913	16.3	1018.7	6.281	3.9256	33.22	2076.1	52.724	32.952
MAX.	118.00	7375	212.01	132.51	71	4437.5	28.5	17.813	181	11313	226.11	141.32
MIN.	4.00	250	7.2674	4.5421	5	312.5	2.3221	1.4513	21	1312.5	14.531	9.0821

Tabla No. 16. Medidas de tendencia central y valores máximos y mínimos sobre densidad y cobertura de las parcelas de muestreo.

Densidad.

En el estrato superior (>1.5 m) la densidad varía en un rango desde 250 individuos/hectárea, hasta 7375 individuos/hectárea con una media de 2083.3 y una desviación estándar de 1387.4. Sin embargo, el rango de densidad del 95% de los sitios (20 de 21), está entre 250 y 3562.5 individuos por hectárea con una media de 1860 individuos/hectárea. El intervalo de clase con mayor frecuencia es el de 28 individuos por parcela, es decir, 1750 individuos por hectárea (Fig. No. 16a).

En el estrato inferior (0.5 - 1.49 m), el número de individuos por hectárea varía desde 312.5 hasta 4437.5 con una media de 1971.7 ± 1018.7 (media \pm desviación estándar). El 80% de los sitios se distribuyen dentro de los intervalos de clase de 2500 individuos por hectárea o menos (Fig. No. 16b).

La densidad total por hectárea varía desde 1,312.5 hasta 11,313 individuos con una media de $4,055 \pm 2,076$ (media \pm desviación estándar). Al igual que en la densidad del estrato superior, el 95% de los sitios tiene una densidad total menor; en este caso de

entre 1,312.5 y 6,500 individuos por hectárea con una media de 3,718.7. El intervalo de clase con mayor frecuencia es el de 4,062.5 (3,812.5 a 4,375 individuos/hectárea) para 25% de los sitios; le sigue el intervalo de 2,812.5 individuos/hectárea en el 17.5% de los sitios (Fig. No. 16c).

Cobertura

El porcentaje de cobertura aérea en el estrato superior va desde 4.5% hasta 132.5% con una media de 66.4 y una desviación estándar de 32.9. El 74% de los sitios se distribuyen homogéneamente entre los intervalos de clase 30, 50, 70 y 90; es decir, tienen una cobertura de entre 20 y 100%. El 9.5% de los sitios posee una cobertura menor de 20%, y el restante 16.8% de los sitios tiene una cobertura mayor a 100% (Fig. No. 17a).

En el estrato bajo ($> 0.5 \text{ m} < 1.49 \text{ m}$), el rango de cobertura varía desde 1.45% hasta 17.81% con una media de 6.31 y una desviación estándar de 3.9. El 73.3% de los sitios posee una cobertura en el estrato bajo de 3 a 9% del área, de los cuales 35.7% corresponden a la clase de cobertura de 4% (Fig. No. 17b).

Si se considera el total de los individuos de las especies arbustivas y arbóreas mayores de 0.5 m (ambos estratos), la cobertura varía desde 9% hasta 141.3% con media de 72.7 ± 32.9 . El comportamiento de la cobertura total es similar al de la cobertura del estrato superior, con un 76% de los sitios con cobertura entre 20 y 100%, 4.8% de los sitios con cobertura menor de 20% y 19% de los sitios con cobertura mayor de 100% (Fig. No. 17c).

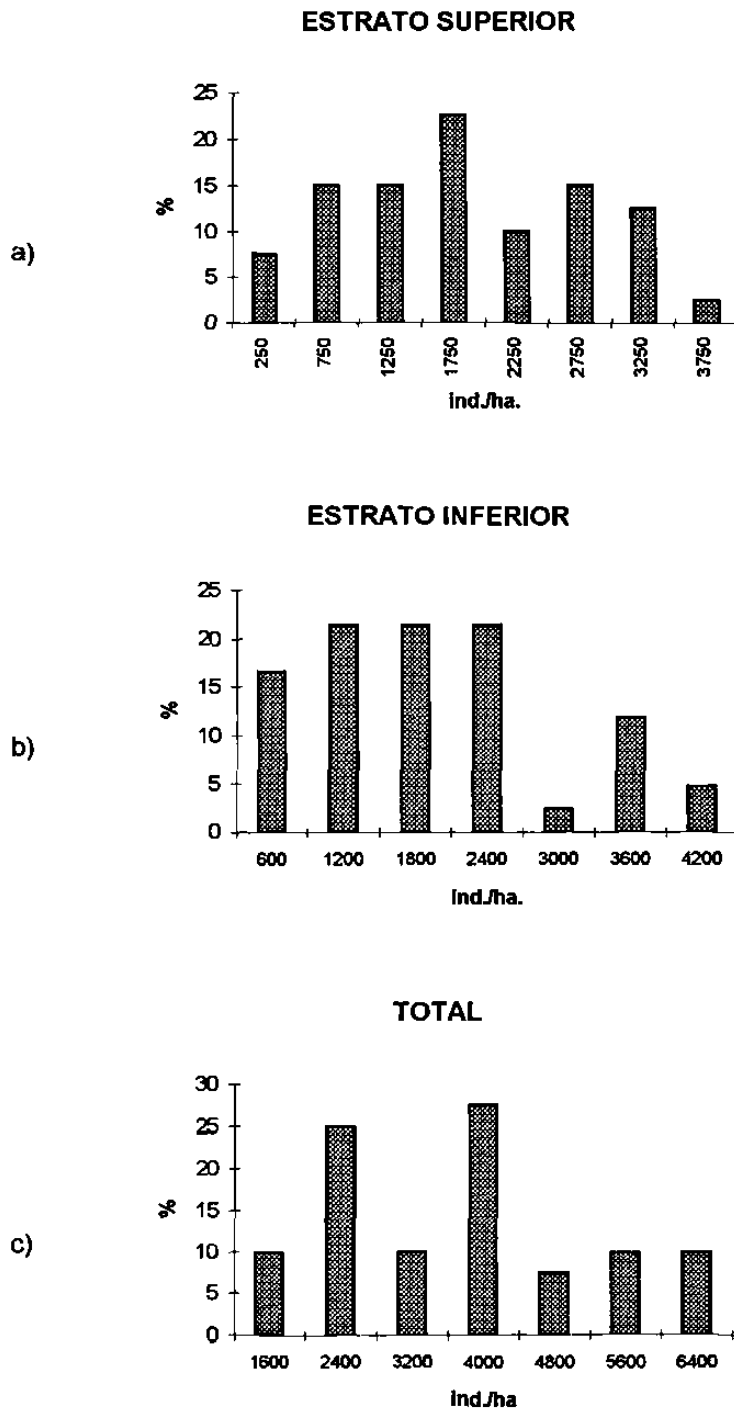


Fig. No. 16. Distribución de frecuencias de densidad (número de individuos por ha).

