



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL BOSQUE DE ENCINO
EN LA SIERRA DE ÁLVAREZ, S. L. P.

Por:

Hugo Magdaleno Ramírez Tobias

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agroecólogo

EX LIBRIS

Asesores:

M.C. Andrés Delgadillo Pasquali
Ing. José Carmen Soria Colunga
M.C. Carlos Villar Morales

Asesores externos:

M.C. Agustín Hernández Reyna
M.C. Juan Antonio Reyes Agüero



SISTEMA DE
BIBLIOTECAS
U.A.S.L.P.
Nº DE REG.

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Octubre del 2000

El presente trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP) del Campo Experimental Palma de La Cruz, como parte del proyecto "Análisis de Calidad y Estructura de Bosques de Encino en San Luis Potosí".

PÁGINA DE APROBACIÓN

El trabajo titulado "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL BOSQUE DE ENCINO EN LA SIERRA DE ÁLVAREZ, S. L. P.", fue realizado por HUGO MAGDALENO RAMIREZ TOBIAS como requisito parcial para obtener el título de "Ingeniero Agroecólogo", fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

M. C. Andrés Delgadillo Pasquali
Asesor

Handwritten signature of Andrés Delgadillo Pasquali, written in black ink over a horizontal line. The signature is stylized and includes the name 'Andrés Delgadillo Pasquali'.

Ing. José Carmen Seria Colunga
Asesor

Handwritten signature of José Carmen Seria Colunga, written in black ink over a horizontal line. The signature is stylized and includes the name 'José Carmen Seria Colunga'.

M. C. Carlos Villar Morales
Asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. a los doce días del mes de octubre del año 2000

DEDICATORIAS

A Ti Dios, que sabiamente planteas ante el ser humano el reto de conocer y regocijarse con la magnificencia de la creación

A mis padres, por el maravilloso regalo de la vida, su gran confianza y amor en todo momento.

A mis hermanos por su apoyo y comprensión

A todas aquellas lindas personas que aprecio y que creen en mí

AGRADECIMIENTOS

Al llegar a este momento en la carrera de mi vida deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias, por abrirme sus puertas, facilitarme apoyo infraestructural y académico necesario para el desarrollo del presente trabajo.

Al Sistema Regional de Investigación Miguel Hidalgo (SIHGO-CONACYT) por el financiamiento parcial de éste trabajo.

Al M.C. Agustín Hernández Reyna por su apoyo.

A los miembros del comité de tesis, al M.C. Andrés Delgadillo Pasquali, por sus valiosas sugerencias y aportaciones, a los M.C. Carlos Villar Morales y J. Carmen Soria Colunga, por su paciencia y revisión del escrito final.

Al M.C. Juan Antonio Reyes Agüero por todo el apoyo proporcionado, necesario para la culminación del trabajo, su camaradería, la revisión minuciosa del anteproyecto, el escrito final y valiosas sugerencias.

Al Dr. Javier Fortanelli Martínez, por su disposición siempre amable y desinteresada.

Al Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera, por la orientación que ayudó a mejorar la calidad del presente trabajo.

Al M.C. José Luis Flores Flores por su disposición a compartir sus conocimientos.

Al M.C. Hilario Charcas Zalazar por compartir sus ánimos hacia la superación.

A la M.C. Felicidad García Sánchez y al taxónomo José García Pérez por su amable apoyo en la identificación de especies.

Al M.C. Jesús Antonio Flores Reyes por su disposición en la aclaración de dudas surgidas en la etapa de muestreo.

Al M.C. Gabriel Vázquez Ulloa por sus oportunos comentarios y facilitarme material bibliográfico.

A las Ing. Raquel Tovar y Socorro Alvarado por facilitarme material bibliográfico.

Al Dr. José Villanueva Díaz por prestarme sus libros.

A la P de Ing. Ana Elena Albarrán por su gran apoyo, comprensión y confianza

A mis compañeros de carrera: Aurelio, Omar y Filiberto y al señor Don Cluy, por acompañarme a la sierra a la toma de datos

A mis familiares, amigos y aquellas lindas personas que creen en mí y que son un constante aliciente que me mueve a la culminación de mis metas

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| ÍNDICE DE CUADROS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| RESUMEN | ix |
| SUMMARY | x |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivo | 2 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| Los encinares en México | 3 |
| Los encinares en San Luis Potosí | 6 |
| Utilización del encino | 7 |
| Estudio de la vegetación | 10 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| Localización | 12 |
| Geología | 13 |
| Clima | 16 |
| Suelos | 16 |
| Métodos | 17 |
| Elección de las Localidades y Tamaño de Muestra | 17 |
| Registro de Información | 17 |
| Análisis de la Información | 18 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 19 |
| Bosques de <i>Q. mexicana</i> | 21 |
| Localidad Puerto La Hiena | 21 |
| Características generales de la comunidad | 21 |
| Estructura | 21 |
| Localidad Las Rusias | 24 |
| Características generales de la comunidad | 24 |
| Estructura | 24 |

| | |
|---|----|
| Localidad Los Hoyos | 27 |
| Características generales de la comunidad | 27 |
| Estructura | 27 |
| Localidad El Gorgollón | 28 |
| Características generales de la comunidad | 28 |
| Estructura | 28 |
| Bosque de <i>Q. affinis</i> | 34 |
| Localidad El Arrastradero | 34 |
| Características generales de la comunidad | 34 |
| Estructura | 34 |
| Bosque de <i>Q. crassipes</i> | 37 |
| Localidad Álvarez | 37 |
| Características generales de la comunidad | 37 |
| Estructura | 37 |
| CONCLUSIONES | 42 |
| BIBLIOGRAFÍA | 43 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|--------|--|
| 1 | Valores de importancia de las especies arbóreas en seis localidades en la Sierra de Álvarez, S L P 20 |
| 2 | Atributos estructurales en la localidad Puerto La Huerta de la Sierra de Álvarez, S L P 22 |
| 3 | Atributos estructurales en la localidad Las Rusias de la Sierra de Álvarez, S L P 25 |
| 4 | Atributos estructurales en la localidad Los Hoyos de la Sierra de Álvarez, S L P 28 |
| 5 | Atributos estructurales en la localidad El Gorgollón de la sierra Álvarez, S L P 30 |
| 6 | Atributos estructurales en la localidad El Arrastradero de la Sierra de Álvarez, S L P 35 |
| 7 | Atributos estructurales en la localidad Álvarez de la Sierra de Álvarez, S L P 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Localización geográfica de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 12 |
| 2 | Ubicación de las localidades estudiadas | 14 |
| 3 | Distribución diamétrica de las especies arbóreas dominantes en la localidad Puerto La Huerta de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 23 |
| 4 | Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Puerto La Huerta de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 23 |
| 5 | Distribución diamétrica de las especies arbóreas dominantes en la localidad Las Rusias de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 26 |
| 6 | Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Las Rusias de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 26 |
| 7 | Distribución diamétrica de las especies arbóreas dominantes en la localidad Los Hoyos de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 29 |
| 8 | Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Los Hoyos de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 29 |
| 9 | Distribución diamétrica de las especies arbóreas dominantes en la localidad El Gorgollón de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 32 |
| 10 | Relación clases de altura-número de individuos de la especie arbórea dominante en la localidad El Arrastradero de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 32 |
| 11 | Distribución diamétrica de la especie arbórea dominante en la localidad El Arrastradero de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 36 |
| 12 | Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Álvarez de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 36 |
| 13 | Distribución diamétrica de las especies arbóreas dominantes en la localidad Álvarez de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 39 |
| 14 | Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Álvarez de la Sierra de Álvarez, S. L. P. | 39 |

RESUMEN

El conocimiento estructural del bosque de encino es necesario para conocer sus características y potencialidades. En la zona templada seca, en las partes altas de las sierras en San Luis Potosí, los encinares son las comunidades vegetales dominantes con alrededor de 322,000 ha. Sin embargo, la información ecológica de estas comunidades es escasa. El objetivo del presente trabajo es analizar la estructura del encinar en seis localidades de la Sierra de Álvarez. Se utilizó el método de cuadrantes centrados en un punto y se realizó un muestreo preliminar para determinar un tamaño de muestra con 10 % de error; se consideraron los estratos arbóreo y arbustivo, de cada individuo se midieron altura y diámetros. Se obtuvieron valores de densidad, área basal y frecuencia absolutas y relativas por especie y el índice de valor de importancia. Los muestreos confirmaron la dominancia de los encinos en Sierra de Álvarez. En cada localidad, en el estrato arbóreo hay dominancia de una a tres especies de *Quercus*, además, el estrato se enriquece con otras nueve especies diferentes a los encinos. *Quercus mexicana* obtuvo el mayor valor de importancia (VI) en cuatro localidades; la mayoría de sus individuos se colocan dentro de la clase altura-número de individuos 5-10 y con diámetros de 10 a 30 cm. Los bosques dominados por *Q. crassipes* y *Q. affinis* se encontraron en sitios más húmedos, éstas dos especies presentaron diámetros y alturas mayores que *Q. mexicana*. En el estrato arbustivo se encontraron individuos de 26 géneros. Los VI de los arbustos fueron mayores que los de los árboles debido a sus altas densidades. *Senecio aschembornianus* se presentó en todas las variantes del encinar, dominó el estrato arbustivo en dos localidades dominadas por *Q. mexicana* y en el encinar de *Q. crassipes*, se registró con alturas desde 0.2 hasta 2 m. *Eupatorium pazcuareuse* domina en una variante del encinar de *Q. mexicana*, presentó alturas desde 0.15 hasta 1.1 m, también se presentó en el bosque de *Q. crassipes*. *Rhus trilobata* fue el arbusto más importante en el bosque de *Q. affinis*, se encontró con un intervalo vertical de 0.2 a 2.8 m.

SUMMARY

The structural knowledge of the oak woodland is necessary to know its characteristics and potentialities. In the temperate dry zone of San Luis Potosi the oak woodland are communities that cover 322 000 ha. Therefore, the ecological information about this communities is scarce. The objective of this project is to analyze the structure of the oak forest in six localities in Álvarez mountain chain, San Luis Potosi state, México. The localities were selected taking account maps, field travels and the selections of different physiognomies. The sampling technique used was point-quarter. A preliminary sampling was realized in order to determinate sampling size of 90 %. Were considered arboreal and shrub layer, to each member, height and diameters was measured. The values of total absolute density, relative density by specie and the importance value by specie index were recorder. The outputs confirm the dominance of oaks on the mentioned communities; also, in each locality in arboreal layer exists dominance of one to three *Quercus* spp., in addition, the layer gets rich with another nine species different to oaks. *Quercus mexicana* gets the highest importance value (IV) in four localities, the most of their members are into height-member number 5 to 10 and the diametric categories 10-20 and 20-30. The forest dominated with *Q. crassipes* and *Q. affinis* were found in humid places, those species have more members with diameters and height over *Q. mexicana*. The shrub layer were found members of 26 genus. Shrub species present a IV greater arboreal species by their high densities. *Senecio aschembornianus* were found in all variants of oak woodland, and was the most important in two locations in *Q. mexicana* and *Q. crassipes* forest, it was registered with height from 0.2 to 2 m. *Eupatorium pazcuarensis* got the higher IV in *Q. mexicana* woodland, and it registered 0.15 to 1.1 m high, and also it can be found in *Q. crassipes* forest. *Rhus trilobata* was the most important shrub in *Q. affinis* woodland with a vertical range of 0.2 to 2.8 m high and it is in *Q. mexicana* forest, too.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los 14 países con mayor riqueza biológica del mundo (Rammamoorthy *et al.*, 1998) pero esa riqueza se aprovecha en forma deficiente debido entre otras causas, al poco conocimiento científico que existe sobre los recursos naturales; si bien el análisis florístico de dicha riqueza ya está avanzado (Rzedowski, 1991) aun falta mucho por conocer la estructura ecológica de los ecosistemas

Un caso particular en México es el que se refiere a los bosques de encino (*Quercus* spp.), ya que por mucho tiempo se consideró a los encinos como especies con características "no adecuadas" desde el punto de vista forestal, pues se consideraba que su utilidad comercial maderable era baja (Zavala, 1990), lo que causó que este género fuera relegado de la atención de la mayoría de los investigadores mexicanos. Paralelamente a esto, el impacto de las actividades humanas continúa siendo un fenómeno importante que por supuesto incluye a los encinos, los cuales son aprovechados para autoconsumo, con fines comerciales o eliminados para utilizar el suelo en actividades agrícolas o pecuarias.

Los encinos representan un gran potencial de aprovechamiento en la actualidad, son uno de los componentes con mayor distribución geográfica, junto con *Pinus*, de la vegetación forestal de zonas templadas de México, son fuente de celulosa y papel, madera aserrada y para construcción y chapa, las raíces, frutos y fibras son usados como alimento y medicina (Bello y Labat, 1987), además, son útiles como recursos recreativos y escénicos.

En los encinares mexicanos, la flora arbustiva y herbácea es rica (Dirzo, 1994). El número de especies endémicas de los bosques de coníferas y encinos se estima en unas 70, lo cual en relación con el porcentaje de territorio que ocupan en México, los hace tan importantes en endemismos a nivel de especie como es en el caso de la vegetación xerófila (Rzedowski, 1991). Los encinares son desde el punto de vista

ecológico, poco conocidos en México, pero aún son abundantes y existe interés por su aprovechamiento (Zavala, 1996) El conocimiento estructural del bosque de encino es necesario para conocer las características del mismo; qué especies lo componen, cómo lo integran y cuáles son las más importantes cuantitativamente, las condiciones ambientales en que se desarrollan, entre otras características. Esta información permite conocer la potencialidad de estas áreas y sirve de base para futuras investigaciones dirigidas al aprovechamiento de los recursos.

Con base en lo anterior, en el presente trabajo se analizaron estructuralmente seis localidades de bosque de encino en la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, la mayor parte de la sierra está declarada como Área Natural Protegida (ANP), con prioridad de media a alta, por decreto del 7 de abril de 1981, se le considera zona de protección forestal y refugio de fauna silvestre, con una superficie de 16,900 ha en su porción perteneciente a los municipios de Armadillo de los Infante y Zaragoza (Martínez, 1994) Lo mencionado anteriormente, conllevó a definir el siguiente objetivo:

Objetivo

Caracterizar estructuralmente los bosques de encino *Quercus* spp. de la parte media de la Sierra de Álvarez, S.L.P., con base en los parámetros: densidad, área basal, frecuencia e índice de valor de importancia

REVISIÓN DE LITERATURA

Los Encinares en México

Los encinares junto con los bosques de pino, son las asociaciones vegetales más características de las zonas templadas en la república mexicana, se encuentran preferentemente en las serranías con un clima predominante templado y semi-húmedo, desde al nivel del mar hasta elevaciones de 3100 m, aunque el 95% se distribuyen entre 1200 a 2800 m de altitud, se les encuentra prácticamente en todo el territorio nacional excepto en los estados de Yucatán y Quintana Roo (Rzedowski, 1965, 1978, Brown, 1994, Dirzo, 1994).

La distribución de los encinares en México es bastante amplia aunque no se conoce de manera precisa. Desde el punto de vista ecológico los encinares se desarrollan en las áreas montañosas templadas húmedas, secas (regiones semiáridas en vecindad con el matorral xerófilo), y en las tropicales secas y húmedas, en colindancia con el bosque tropical caducifolio, y con el bosque tropical perennifolio (González, 1986, Zavala, 1995b). Así, Bello (1987) clasificó a las comunidades de encino del estado de Michoacán en a) Comunidades xerófilas que se desarrollan al norte del estado entre 2000 y 2600 msnm, b) comunidades mesófilas de la Cordillera Neovolcánica y de la Sierra Madre del Sur entre 2000 y 2500 m de altitud y c) comunidades termomesófilas de baja altitud, entre 1000 y 2000 m, en el sur de la Cordillera Neovolcánica y en la Sierra Madre del Sur.

El encinar es uno de los tipos de vegetación que concentra mayor número de especies de encino en México (Zavala, 1995a), de tal manera que en algunas regiones del país son frecuentes los encinares con varias especies de encino aparentemente codominantes que frecuentemente presentan una o a veces dos especies con importancia relativamente alta (Zavala, 1996).

Uno de los estudios más recientes sobre estructura de encinares es el que realizó

Zavala (1995a) en el parque nacional El Chico, en el estado de Hidalgo, en donde se describe la estructura en diversos tipos de vegetación presentes en el área, los cuales se mencionan a continuación: a) bosque de oyamel, en donde se localizó a *Quercus laurina* y *Q. glabrescens* como las especies semidominantes, b) bosque de oyamel-encino, en esta asociación, la suma de los valores de importancia de los encinos es igual al valor de importancia de *Abies religiosa*, siendo *Q. rugosa*, *Q. laurina* y *Q. glabrescens* las que más contribuyen en dicho parámetro, c) bosque de pino-encino, en esta asociación vegetal, los encinos en conjunto mostraron mayor valor de importancia que los pinos, la especie más importante fue *Q. crassifolia*, d) por último, el bosque de encino, el cuál se divide en tres subtipos que se denominan de acuerdo con la especie o especies dominantes, así, se encuentra el bosque de *Q. rugosa-Q. mexicana* en zonas relativamente secas, con temperaturas más bajas, suelos de tipo feozem húmico o cambisol húmico con textura de mediana a gruesa y rocas ígneas extrusivas ácidas, el bosque de *Q. affinis* localizado en los lugares más húmedos, característica que lo define como "encinar húmedo de *Q. affinis*" con suelos del tipo regosol eutrúfico de textura fina y rocas ígneas andesíticas y el bosque de *Q. crassifolia-Q. obtusata* que muestra características ambientales intermedias de los dos subtipos mencionados y de sustrato similares al primer subtipo. Menciona el autor de manera general a *Q. crassifolia* como la especie del género *Quercus* más importante en el área, seguida por *Q. affinis*, *Q. laurina* y *Q. mexicana*. Zavala (1996) realizó otro estudio estructural en la Sierra de Pachuca, Hidalgo y encuentra coincidencia con los resultados obtenidos para el área del parque nacional El Chico, corroborando la similitud en cuanto a la estructura de la vegetación de las áreas evaluadas.

En el municipio de Huixquilucan de Degollado, Estado de México, Sánchez y González (1995), utilizaron el método de cuadrantes centrados en un punto para evaluar la estructura de tres comunidades de bosque de encino, cuyos suelos son profundos, ricos en hojarasca y de pendientes pronunciadas, los autores consideraron los estratos arbustivo y arbóreo, señalan en el estrato arbustivo a *Eupatorium glabratum*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Cestrum thyrsoideum* y *Senecio barba-johannis* como las especies principales, por su alto valor de importancia. Se registraron 11 especies

arbóreas como constituyentes de la estructura, incluyendo los encinos. Los autores denominaron las comunidades con los nombres de las especies que obtuvieron los mayores valores de importancia. la comunidad de *Q. laeta-rugosa* con valores de importancia de 104.8 y 63.59 y un índice de diversidad de Shannon igual a 2.69, comunidad de *Q. laurina-rugosa* con valores de importancia de 128.62 y 83.56 y un índice de diversidad de Shannon de 3.35 y la comunidad dominada por *Q. laurina* cuyo valor de importancia es 209.91 un índice de diversidad de 3.22 de acuerdo con Shannon. También reportan datos de clasificación de diámetros y alturas de las especies arbóreas dominantes mostrando que la mayoría de los individuos se presentan en intervalos de verticales de 5-20 m y en clases diamétricas de 10-20 y 20-30 cm.

Martínez (1995), describió aspectos ecológicos de una comunidad de *Quercus* en la Sierra de Zacualtipán, utilizando un método de muestreo en rectángulos ubicados a lo largo de transectos con dirección a un gradiente altitudinal, indicó que las especies arbóreas dominantes distribuidas en distintas áreas de la sierra son *Q. crassifolia*, *Q. affinis*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, *Q. mexicana* y *Pinus patula* y las arbustivas *Vaccinium leucantum*, *Eupatorium ligustrum* y *Crataegus pubescens*. El autor mencionó, que existe una predilección de *Q. affinis* y *Pinus patula* por las pendientes suaves y climas más húmedos, además indicó que el encinar de *Q. crassifolia* y *Q. obtusata* se ubica en las partes altas y húmedas, pero con menor frecuencia que las anteriores y *Q. mexicana*, *Q. castanea* y *Q. opaca* se encontraron en la parte menos húmeda y con pendientes poco severas.

Con un enfoque silvícola, Figueroa y Olvera (2000) analizaron la estructura de un bosque de *Q. crassipes* en Cerro Grande, ubicado en la Sierra de Manantlán, entre los estados de Colima y Jalisco, en un lapso de tres años, los autores determinaron que existen cambios en la estructura del rodal, específicamente en densidad, y que los cambios en la composición de especies son mínimos. Señalan el método de cortas de selección como alternativa de manejo de dicho bosque.

Los Encinares en San Luis Potosí

En San Luis Potosí, el encinar cubre a) gran parte de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental, en altitudes superiores a los 600 m, b) serranías del extremo sur del estado, sobre altitudes generalmente superiores a 1300 m, entre los municipios de Santa Catarina y de Santa María del Río, c) en la Sierra de Álvarez y sus prolongaciones al este de la capital de estado, en altitudes superiores a 1600 m, d) en la porción sureste (SE) de la sierra de Catorce, situada en la parte septentrional del estado, y e) algunas sierras o ciertos aislados, se trata de extensiones pequeñas que generalmente no llegan a 1 km² en los municipios de Guadalcázar, Cerritos, Villa Juárez, Villa Hidalgo y Charcas. La zona continua más extensa del encinar es la correspondiente al de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental. Se trata de un bosque de 10 a 25 m de alto, con árboles cuyo diámetro generalmente rebasa los 40 cm, que se desarrollan sobre suelo arcilloso rojo. El estrato arbóreo es denso y cubre 80 a 100% de la superficie, las tres especies más abundantes son *Q. prinops*, *Q. polymorpha* y *Q. sartorii*. En lugares protegidos, particularmente húmedos, puede presentarse también *Q. germana*. Otras especies más o menos abundantes son *Q. xalapensis*, *Q. rysophylla*, *Q. castanea*, *Q. affinis*. Las condiciones climáticas para el desarrollo de los encinos aparentemente se caracterizan por una precipitación entre 700 a 800 mm anuales con un máximo de seis meses secos, las temperaturas medias anuales varían entre ± 8 y ± 21 °C; las heladas son poco frecuentes en lugares más bajos (600-1000 m) pero ocurren con regularidad a altitudes superiores. Estos tipos de clima corresponden a las categorías Cw y Cwbg. El suelo característicamente ácido, cubierto casi todo el año por una gruesa capa de hojarasca y con horizonte A₀ y rico en materia orgánica, su profundidad y textura dependen de la topografía y de la roca madre (Rzedowski, 1965). Por su parte, la SARH (1994), reportó que en la zona templada de San Luis Potosí los bosques de encino o encinares son las comunidades vegetales dominantes, con la existencia de alrededor de 322,000 ha de vegetación donde se presenta encino.

Los encinares fueron considerados por Puig (1991) como bosques esclerófilos, dado que la especie dominante es el encino y el término esclerófilo se refiere a plantas de hojas rígidas, duras, coriáceas, con esclerenquima muy desarrollado (Font Quer,

1953), el autor mencionó que estas comunidades están presentes en hábitats muy diversos y que su estructura, fisonomía, composición florística y la dinámica de estos bosques son muy variadas y hasta diferentes. Se señala la presencia de bosque esclerófilo tropical o encinar tropical de baja altitud dominado por *Q. oleoides*, en el sur del estado, en los municipios de Tamazunchale, Tamasopo y Aquismón, dichos bosques son discontinuos y se encuentran en condiciones ecológicas muy diversas. El bosque esclerófilo, que corresponde a condiciones de menor humedad y mayor altitud que el bosque esclerófilo tropical, cubre las dos vertientes de la Sierra Madre, se localizó en climas muy variados, desde secos hasta muy húmedos, desde cálidos hasta frescos y de temporada seca intermedia; por tal razón el bosque esclerófilo lo clasificó el autor en cinco agrupaciones: agrupación higrófila en el municipio de Xilitla, agrupación mesohigrófila en los municipios de Tamasopo, Rioverde, Rayón y Cárdenas, agrupación mesófila en Ciudad del Maíz, Alaquines Tamasopo, Cárdenas y Rioverde, agrupación mesófila de montaña en Zaragoza, Santa Catarina, Tierra Nueva y Santa María del Río y por último, agrupación xerófila en los municipios de Zaragoza, Santa María del Río, Matehuala y Guadalcázar. Los encinares, de acuerdo a la agrupación a la que pertenecen muestran características estructurales que van desde la presencia de dos estratos arbóreos, donde el estrato superior presenta alturas alrededor de 25 m en la agrupación higrófila, hasta los encinares arbustivos en la agrupación xerófila, con sólo un estrato arbustivo, en ocasiones de 40 cm de alto.

En la Sierra de Álvarez, los bosques ocupan exclusivamente las laderas de los cerros, a altitudes superiores a 1500 m, en sustrato calizo, suele dominar *Q. polymorpha* y a veces *Q. furfuracea*, constituyen bosques de 8 a 15 m de alto. A altitudes mayores, prevalecen *Q. mexicana*, *Q. diversifolia*, *Q. obtusata*, en ocasiones con *Q. castanea* y *Q. crassifolia*, en forma de bosques más bajos (4 a 7 m), de densidad variable, cuyos árboles presentan troncos delgados y comúnmente con numerosos fustes provenientes de un sólo sistema radical (Rzedowski, 1965). El mismo autor mencionó que la estructura y composición florística de los estratos arbustivos y herbáceo en los encinares varían de un lugar a otro, tanto en función de la densidad y de la naturaleza del estrato superior, como también de la altitud, del sustrato geológico y de la utilización de la vegetación.

Para Calderón (1957), el encinar es el tipo de vegetación más mesofítico en las partes elevadas de la Sierra de Álvarez, se desarrolla sobre suelos rojizos, arenosos y algo profundos, las especies *Q. mexicana* y *Q. obtusata* son las dominantes, aunque también hay *Q. crassifolia*, *Q. diversifolia* y *Q. castanea*, que a menudo se acompañan de *Arbutus xalapensis* y *Juniperus flaccida*, sigue altitudinalmente al zacatal, condición que no siempre se presenta, pues puede ser sustituido por el encinar arbustivo y en algunas ocasiones, entre el encinar y el zacatal se encuentra una zona de *Juniperus flaccida*. García (1995) consignó la dominancia, en la parte oeste de la sierra que vierte hacia el valle de San Luis Potosí, de *Q. obtusata*, *Q. mexicana*, *Q. affinis*, *Q. castanea*, *Q. coccolobifolia*, *Q. crassifolia*, *Q. diversifolia*, *Q. laeta* y *Q. resinosa*.

Estudios publicados sobre la estructura de los encinares del estado son prácticamente inexistentes; en los que respecta a Sierra de Álvarez, sólo se conocen las investigaciones de Hernández y Ramírez (1995) quienes observaron el efecto de tratamientos de sotobosque sobre la repoblación natural de encino, en la localidad Piedra Alta, en una comunidad de *Q. mexicana* y *Q. obtusata* con y sin dosel arbóreo. Con base en dos años de observación, los autores indicaron que la repoblación de encino por semilla puede favorecerse con tratamientos mecánicos al suelo y con control del sotobosque en áreas bajo dosel arbóreo, pero roedores e insectos limitan esta forma de repoblación. Los mismos autores estudiaron la repoblación vegetativa en encinos en las localidades Piedra Alta y La Pendencia donde los renuevos de encino tuvieron un crecimiento promedio de 14 cm por año, señalan que la tala selectiva, la calidad de sitio y la competencia entre individuos regulan la densidad y altura de los rebrotes (Ramírez y Hernández 1995). García *et al.*, (1999) realizó un análisis florístico en la Sierra de Álvarez, y mencionó que los encinares conforman la vegetación característica en la sierra, indicó que se observan diferencias florísticas, fisonómicas y ecológicas que van de acuerdo con la fisiografía, variaciones climáticas y la alteración debida a actividades humanas.

Utilización del Encino

El aprovechamiento que se le ha dado al encino a través de la historia es muy variado, según Aguilera (1985) los indígenas hacían las coas, que utilizaban para la siembra, de ramas de encino, y después de la conquista su uso para hacer ruedas de carretas fue frecuente; Jiménez (1993) narra que los indígenas de California elaboraban harina de bellota, que constituía el alimento fundamental de la mayoría de la población que se dedicaba a la recolección.

En la actualidad, en dependencia de las características anatómicas y morfológicas de las especies de *Quercus*, que les confieren particularidades para su aprovechamiento tecnológico, los encinos pueden ser utilizados como leña, fabricación de carbón, raja para celulosa, durmientes para ferrocarril, postes para cercos, tonelería, decoración de interiores y de muebles finos, etc. (Valdés T. y Aguilar E., 1983, Ávalos, 1985).

Sánchez (1968), mencionó que las agallas que se forman en las hojas contienen un 26% de taninos y la corteza un 30%. Esta característica ha conllevado a que se empleen en la industria del curtido de cueros.

En la medicina popular se bebe el líquido de la cocción de la corteza como remedios para la diarrea, para fortalecer las encías y para el tratamiento de úlceras. El cocimiento de los amentos (flores masculinas del encino) se utilizan como antiespasmódico, contra los vértigos, epilepsia y la excitación nerviosa (Reyes y Gama-Castro, 1995).

Otros usos consisten en el aprovechamiento del fruto o bellota así como de su follaje que son consumidos por el ganado, fauna silvestre y, en algunas regiones de México, el fruto de ciertas especies como *Quercus emoryi* y *Q. arizonica* es consumido por el humano (Zavala, 1990, Martínez, 1992).

Además, los encinares son el hábitat de plantas de alta importancia medicinal, como el estafiate (*Artemisia ludoviciana*) (Pérez et al., 1996) y el chilcuague (*Helopsis*

longipes) (Zalazar, 1996) entre otras

Estudio de la Vegetación

El estudio cuidadoso de la vegetación proporciona información acerca de los principales componentes del ecosistema, lo cual al permitir entender cómo funciona y se relaciona la vegetación, constituye la base para lograr un mejor aprovechamiento y manejo de los recursos naturales en beneficio de las comunidades humanas (Goldsmith *et al.* 1986)

Muller-Dombois y Ellenberg (1974), definieron a la estructura como la organización en el espacio de los individuos que forman un plantel vegetal, y por extensión en un tipo dado de vegetación o asociación vegetal. El plantel vegetal difiere de otros tipos de vegetación tanto por sus características cuantitativas como cualitativas.

Por su parte, Doubenmire (1968), consideró que los atributos estructurales de una comunidad se dividen en dos categorías: los analíticos y los sintéticos. Los primeros se registran en campo, mientras que los segundos se derivan de los primeros. A su vez, los atributos analíticos se dividen en cualitativos y cuantitativos, los cualitativos son la fisonomía, estratificación, fenología y sociabilidad y los cuantitativos son densidad, frecuencia y dominancia. Los atributos sintéticos son: presencia, constancia, fidelidad y el índice de valor de importancia, este último, junto con los atributos analítico-cuantitativos son fundamentales para caracterizar a las comunidades vegetales.

Existen varios criterios para definir los componentes de la estructura de la vegetación, los cuales varían de acuerdo a diversos autores o el enfoque empleado, básicamente son fisonomía, estratificación y cobertura, formas de vida, abundancia, clases diamétricas, composición florística y edad (Daubenmire, 1968, Kershaw, 1973, Muller-Dombois y Ellenberg, 1974, Daniel *et al.*, 1982)

Smith y Smith (1998) mencionaron que la dominancia de una comunidad se puede definir con la densidad, biomasa, cobertura, contribución al flujo de energía u

otros medios de controlar e influenciar al resto de la comunidad. El criterio depende entonces, del objetivo del estudio en cuestión. El empleo de coeficientes que combinan distintas variables es propuesto para describir el comportamiento de los atributos de comunidades de manera que estos sean comparables (Matteucci y Colma, 1982). En este sentido, Durán (1999), reafirmó el uso del índice o valor de importancia propuesto originalmente por Curtis y McIntosh en 1951 y adoptado por Cain *et al* en 1956, (citados por Durán, 1999) como una expresión sencilla, resultante de la combinación de valores estructurales (suma de la densidad relativa, área basal relativa y frecuencia relativa), indicando que dicha combinación de las características o atributos de las especies es la más adecuada para determinar su importancia relativa dentro de la comunidad estudiada.

Las estructuras por su composición pueden ser puras o mezcladas de acuerdo al número de especies presentes, generalmente se considera que un rodal es puro si se encuentra dominado en más de 90% por una especie en particular (Daniel, *et al*, 1982).

Los tres tipos básicos de patrones de distribución de las especies en su espacio son: al azar, agrupados y uniformes. El objetivo fundamental de definir el patrón espacial es generar hipótesis relacionadas con la estructura ecológica de las comunidades. Los patrones de distribución al azar en una población implican homogeneidad ambiental y/o no patrones de conducta selectivos, en contraste, el patrón uniforme o agrupado indica la presencia de factores limitantes o que inciden sobre el comportamiento de la población. Un patrón agregado sugiere que los individuos se agregan en las partes del hábitat que les son más favorables y el patrón uniforme resulta de interacciones negativas entre individuos, tales como competencia por espacio o nutrientes (Ludwig y Reynolds, 1988).

Whittaker (1975), citado por Ávila (1992) mencionó que, además de la composición, los atributos que interesa conocer de una comunidad son: la contribución de las diferentes especies a la estructura de la comunidad, cómo se distribuyen los individuos en la comunidad para formarla, cuál es la importancia de cada especie y cuáles son las características que permiten que diferentes especies conformen la comunidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La Sierra de Álvarez se localiza al sureste de la ciudad de San Luis Potosí, tiene una dirección NO-SE, sus límites latitudinales son $22^{\circ}21'48''$ y $21^{\circ}45'13''$ de latitud N, su longitud es $100^{\circ}49'40''$ y $100^{\circ}24'40''$ de longitud oeste (Figura 1) Almazán, (1971) indicó que la Sierra de Álvarez y las serranías que le suceden hacia el norte, constituyen el macizo montañoso que separa el altiplano de las llanuras que forman la cuenca de Ríoverde, hacia el sur, se apoya con las derivaciones de la Sierra Gorda

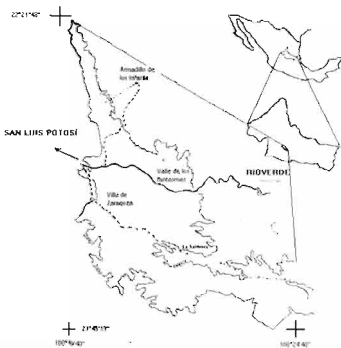


Figura 1 Localización geográfica de la Sierra de Álvarez, S.L.P

El presente trabajo se realizó en seis localidades distribuidas en la Sierra de Álvarez (Figura 2) las localidades El Gorgollón y El Arrastradero del municipio de Armadillo de los Infante, su localización geográfica es 22°05'5" LN y 100°36'40" LO, y 22°06'00" LN y 100°36'20" LO respectivamente. Las siguientes localidades pertenecen al municipio de Zaragoza y sus coordenadas son: Puerto La Huerta 22°05'40" LN y 100°39'30" LO; Las Rusias 22°03' LN y 100°03'30" LO, Los Hoyos 22°02'40" LN y 100°33'50" LO y Álvarez 22°05'50" LN y 100°36'50" LO.

Geología

La Sierra de Álvarez forma parte de dos grandes unidades paleogeográficas del mesozoico, que son la cuenca mesozoica del centro de México y la plataforma Valles-San Luis Potosi (Carrillo 1971, citado por Labarthe *et al.*, 1982)

Almazán (1971) afirmó que la edad geológica de la Sierra de Álvarez coincide con la de la Sierra Madre Oriental, como lo indican las formaciones cretácicas y del Eoceno, cuando se plegaron estos dos grandes sistemas. Cserna y Bello (1963) indicaron que las rocas que afloran son de la edad cretácica y terciaria. En la Sierra de Álvarez predominan las rocas calizas, lutitas y en menor grado dolomitas. Debido a procesos de fallamiento, se observan estratos en diferentes posiciones, desde horizontales hasta verticales. En el oeste de la sierra, predominan las riolitas que descansan sobre formaciones sedimentarias de estructura plegada (Almazán, 1971). En la parte el sur se encuentran rocas ígneas extrusivas del cuaternario, plioceno y mioceno, en el norte hay algunas rocas ígneas basálticas. Hacia el norte y noreste de la cabecera municipal de Santa María del Río se presentan en mayor grado, las tobas ácida e intermedia y en menor grado latitas, andesitas, riolitas y por último, basaltos en proporciones mucho menores (CETENAL, 1983).

La acción del agua al combinarse con el dióxido de carbono atmosférico intertemperiza fácilmente a las rocas sedimentarias, debido a esto es común encontrar rasgos fisiográficos característicos en la Sierra de Álvarez, como los fenómenos kársticos, los que por disolución de rocas calizas forman grandes salientes llamadas



Figura 2 Ubicación de las localidades estudiadas (INEGI, 1974)

lapiaz o carriers, típicos del Valle de los Fantasma, o también pequeños sumideros o dolinas (Rzedowski, 1965, Almazán, 1971). En la Sierra de Alvarez también existen valles revestidos por aluviones, de edad cuaternaria (Labarthe *et al.*, 1982)

Labarthe, *et al.* (1982) indicaron que la estratigrafía de la Sierra de Alvarez se compone de las siguientes formaciones

- 1) **Formación La Peña.** Aflora en los ejes anticlinales de la sierra, su litología se constituye de calizas criptocristalinas de color gris claro a gris amarillento en estratos de espesor mediano grueso, con delgadas laminaciones de limolita de color rojizo y amarillento, con capas lenticulares y lentes de pedernal castaño negro y en ocasiones concreciones de hematita. Es frecuente que tenga líneas estolíticas. Se estima un espesor de 225 m.
- 2) **Formación Cuesta del Cura.** Aflora en los anticlinales de la sierra, consiste en calizas de color claro, en estratos de delgados a medianos, microcristalinas, interestratificadas con bandas y lentes de pedernal negro, con estratificación ondulante. En ocasiones presenta delgadas capas de calizas arcillosas y lutitas calcáreas que adquieren tonalidades violáceas y rojizas por intemperismo. Se le estima un espesor de 200 m.
- 3) **Formación Doctor.** Aflora ampliamente en la parte oriente de la sierra, consiste de caliza criptocristalina, de color gris claro a gris crema y en ocasiones castaño, que intemperiza en crema claro, gris claro y gris oscuro. Su estratificación varía de mediana a gruesa con bancos de hasta cuatro metros de espesor. Se le estima un espesor de 1 800 m.
- 4) **Formación Indiódura.** Aflora en el sinclinal del Pintonte, se forma de calizas arcillosas, carbonosas y limolitas de color gris oscuro a negro, en estratos de delgados a medianos, con abundantes vetillas de calcita.

- 5) **Formación Soyatal** Aflora en los flancos orientales de la sierra, se divide en dos unidades: unidad inferior, consistente de calizas arcillosas color gris oscuro a negro, en estratos delgados a medianos con algunas intercalaciones de lutitas fisiles, con frecuentes vetillas de calcita y unidad superior que consiste en una alternancia de lutitas fisiles, de color gris verdoso, que intemperizan en amarillo ocre, con calizas arcillosas, gris oscuro a negro y algunas capas de calcarenitas de color gris oscuro a gris verdoso y negras. Cserna y Bello (1963) le confieren un espesor de 224 m, aunque con reservas debido a lo plegado de la formación.

- 6) **Formación Cárdenas** Aflora en el sinclinorio del Milagro en la Sierra de Alvarez, consiste en una secuencia de lutitas fisiles, de color gris verdoso, que al intemperizar se convierte en amarillo ocre, alternadas con capas delgadas de areniscas calcáreas y calcarenitas de color castaño amarillento. Su espesor tipo es 1 055 m.

Clima

En la Sierra de Alvarez predomina un clima BS₁kw, que corresponde a semiseco templado con lluvias en verano, su precipitación media anual es de 366 a 571 mm y presenta un porcentaje de lluvia invernal entre 5% y 10.2%, la cantidad de lluvia del mes más húmedo de la mitad caliente del año es por lo menos 10 veces mayor que la del mes más seco. La temperatura media es de 17-18 °C, oscila de -3°C hasta 18°C en el mes más frío y es mayor que 18 °C en el mes más caliente (INEGI, 1987, García, 1988). En la sierra se registran dos periodos al año, el seco, de noviembre a abril y el lluvioso de mayo a octubre, los meses de precipitación abundante coinciden con los de temperaturas elevadas. Las formas de condensación de vapor de agua son el rocío, sobre todo en las partes altas, escarcha con frecuencia variable y la neblina muy frecuente en la sierra, sobre todo de lado de barlovento (Cserna y Bello 1963).

Suelos

En general, los suelos que predominan en la Sierra de Alvarez son litosoles, de hasta 25 cm de profundidad, de textura fina, y en pendientes mayores de 20% se asocian con suelos del tipo luvisol eutricto y feozem lúvico. Hacia las partes bajas del noreste y

este de la sierra existen manchones de suelo donde predominan el litosol eutríco y como suelo secundario luvisol háplico de textura media. (CETENAL, 1973 y 1974)

Métodos

Elección de las Localidades y Tamaño de Muestra

Con base en acopio de información cartográfica y en recorridos preliminares se eligieron seis localidades de muestreo. Una vez seleccionadas, se procedió a hacer un muestreo preliminar, a partir del cual se determinó el número de puntos a realizar para obtener una muestra con un error de 10% (Villalón, 1994), como indica la siguiente fórmula:

$$N = t^2 (C V)^2 / E^2$$

Dónde:

t → Valores críticos de la distribución t

C.V. → Coeficiente de variación

E → Error

Registro de Información

La técnica de muestreo usada fue la de cuadrantes centrados en un punto (Müller-Dombois y Ellenberg, 1974, Matteucci y Colma, 1982), el método consiste en establecer un punto sobre una línea o transecto, en cada punto se traza un plano cartesiano, a partir del origen se mide la distancia al individuo más cercano en cada cuadrante. El registro de información se inició de la base de la ladera hacia la cima (todos los bosques presentaron pendiente), la dirección se cambió aleatoriamente después de cada punto hacia la izquierda o derecha (30° de la vertical) y se dejó una distancia aproximada de 25 m entre cada punto de muestreo. Se consideraron los estratos arbóreo y arbustivo, por lo que, en cada cuadrante se midió la distancia del origen hasta el centro de cada planta (primero arbustos y después árboles), cada individuo se registró con su nombre científico, si se conocía, y cuando no, se recolectó para su posterior identificación, se registraron datos dasométricos como diámetros normal, basal y altura con cinta métrica, la altura se estimó en los árboles con pistola AGA. Se registraron también observaciones generales del sitio como pedregosidad,

Análisis de la Información

Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo a la metodología para estudiar la estructura de la vegetación propuesta por Müller-Dombois y Ellenberg, (1974), Matteucci y Colma, (1982). Se obtuvieron valores de densidad, área basal y frecuencia, totales, absolutos y relativos para cada especie y el índice de valor de importancia para cada especie, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DAT = A / d^2$$

$$DAi = (ni / N) * DAT$$

$$DRi = (ni / N) * 100$$

$$VI = DR + ABR + FR$$

$$ABA = \sum Bi_{media} * DAT$$

$$ABR = (Bi / ABA) * 100$$

$$FR = (mi / M) * 100$$

$$Bi = (\phi_i)^2 * 0.785$$

Dónde:

DAT → Densidad absoluta total

A → Área de referencia

d → Distancia media de cada individuo al origen

DAi → Densidad absoluta por especie

DRi → Densidad relativa

ni → Individuos de la especie i

N → Individuos muestreados

ABA → Área basal absoluta

Bi → Área basal de la especie i

ABR → Área basal relativa

FR → Frecuencia relativa

mi → Puntos en que se encuentra la especie i

M → Puntos observados

VI → Valor de importancia

ϕ_i → Diámetro de la especie i

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los muestreos estructurales en las seis comunidades arbóreas de la Sierra de Álvarez indican que los encinos (*Quercus* spp.) son los dominantes fisonómicos de dicha cubierta vegetal. Se observó que en cada una de las seis localidades estudiadas, en el estrato arbóreo hay dominancia de dos a tres y en algunos casos de una especie de *Quercus*, esta información corrobora cuantitativamente lo definido de una manera cualitativa por Rzedowski (1978) y Zavala (1996) en lo referente al predominio de *Quercus* en los encinares, el estrato arbóreo se enriquece, en las diferentes comunidades, con 11 especies arbóreas, (que complementan a las ocho especies de encinos, para hacer un total de 19 especies) las cuales contribuyen en menor grado a la conformación de la estructura de la comunidad. Las plantas arbustivas que se desarrollan en el sotobosque también son importantes ecológicamente, su riqueza (23 especies) y altas densidades tienen una gran influencia en la estructura del encinar, se encontraron 14 familias representadas en 22 géneros de arbustos.

Especies arbóreas como *Quercus rugosa* ("encino hoja ancha"), *Q. mexicana* ("encino o encino rojo") y *Q. obtusata* ("encino roble") estuvieron presentes en la mayoría de las comunidades analizadas, las dos últimas, según Rzedowski (1965), son las dominantes en la Sierra de Álvarez y *Q. rugosa* se considera como especie de amplia distribución en México (Zavala *et al.*, 1999). Reyes y Gama-Castro (1995) consideran, además de *Q. rugosa*, a *Q. obtusata* como especie de amplia distribución.

Se observa de manera general (Cuadro 1) la elevada importancia que muestra *Q. mexicana* en la sierra, ya que se encuentra en cuatro localidades, en tres de ellas es dominante y en la cuarta muestra cierta tendencia a establecerse, al menos como especie de alta importancia. Ya se ha señalado la abundancia de esta especie en la Sierra de Álvarez, Hernández y Ramírez (1995) indican la existencia de bosques de *Q. mexicana* en una parcela de observación permanente en la localidad Piedra Alta y García *et al.*,

(1999) mencionan a esta especie como dominante fisonómico en seis localidades distribuidas en la sierra, en las cuales comparte la dominancia con especies que prefieren ambientes húmedos como *Q. affinis* ("palo asta"), hasta especies como *Q. pringlei* de habitats más secos, donde incluso esta en contacto con matorral de encino de *Q. tinikhami*. Los encinares dominados por *Q. affinis* y por *Q. craspedes* muestran la preferencia de estas especies por ambientes más húmedos y que visualmente se aprecian como poco o relativamente poco alterados.

Cuadro 1. Valores de importancia de las especies arbóreas en seis localidades de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

| Especie | Puerto La Huerta | Las Rusias | Los Hayos | El Gorgollon | El Arrastradero | Álvarez | Suma |
|---------------------------------|------------------|------------|-----------|--------------|-----------------|---------|-------|
| <i>Quercus affinis</i> | | | | | 259.8 | | 259.8 |
| <i>Q. craspedes</i> | | 10.1 | | | | 133.4 | 143.5 |
| <i>Q. diversifolia</i> | 56.3 | | | | | 7.7 | 64 |
| <i>Q. laeta</i> | | 64.2 | 17.9 | | | | 82.1 |
| <i>Q. mexicana</i> | 133.7 | 134.2 | 175.4 | 182.7 | | 46.6 | 672.6 |
| <i>Q. obtusata</i> | 87.9 | 49.7 | 45.7 | 86.5 | | 44.2 | 314 |
| <i>Q. rugosa</i> | | | 10.6 | 30.8 | 16 | 32.2 | 89.6 |
| <i>Q. sartorii</i> | | 26.1 | 17.6 | | | | 43.7 |
| <i>Arbutus californica</i> | 9.9 | | | | | | 9.9 |
| <i>Acacia coulteri</i> | | | 6.5 | | | | 6.5 |
| <i>Buddleia cordata</i> | | | | | 8 | 5.9 | 13.9 |
| <i>Cercocarpus macrophyllus</i> | 4.1 | | | | | | 4.1 |
| <i>Cornus excelsa</i> | 8.1 | | | | | | 8.1 |
| <i>Crotaegus pubescens</i> | | | 5 | | | 9 | 14 |
| <i>Garrya laurifolia</i> | | | | | 8 | 2.4 | 10.4 |
| <i>Juniperus flaccida</i> | | 15.7 | 9.9 | | | | 25.6 |
| <i>Persea americana</i> | | | 11.8 | | | | 11.8 |
| <i>Prunus serotina</i> | | | | | | 18.6 | 18.6 |
| <i>P. rhomboides</i> | | | | | 8.2 | | 8.2 |

Los arbustos más frecuentes en los encinares de Sierra de Álvarez fueron *Rhus trilobata* ("comidilla"), *Senecio aschembornianus* ("carstoleanda"), *Eupatorium pacificum*, *Archibaccharis serratifolia* ("hierba del carbonero") y *Mimosa aculeaticarpa* ("uña de gato o gatuno"). La composición de especies tanto de arbustos

como de árboles varía entre las seis localidades analizadas, como se precisará en la descripción detallada de los resultados.

Bosques de *Q. mexicana*

Los resultados señalan la dominancia de *Q. mexicana* en cuatro (Puerto La Huerta, Las Rusias, Los Hoyos y El Gorgollón) de las seis localidades analizadas, aunque existen diferencias en la composición dentro del propio bosque de *Q. mexicana*, por ejemplo, *Q. laeta* es codominante en la localidad Las Rusias y *Q. obtusata* lo es en las otras tres localidades, también se presenta variación entre localidades en la estructura de los arbustos, como se precisará más adelante.

Localidad Puerto La Huerta

Características generales de la comunidad.

La comunidad vegetal presenta una altitud de 2332 m, es una ladera con una exposición NE 20°, tiene una pendiente de 30 % respecto a la horizontal, la superficie del suelo está cubierta por un 80% de hojarasca, cuyo espesor es de aproximadamente de 2 cm. Se aprecia en la localidad un 50 % de la extensión con afloramiento rocoso de caliza. Se observa disturbio bajo, ocasionado por el pastoreo y en menor grado por tala de árboles, mantiene un grado intermedio de alteración entre las localidades analizadas.

Estructura

Existe una densidad absoluta total de 6 967 individuos ha⁻¹ (Cuadro 2), de 12 especies; el 8.34% de los individuos son árboles (581 individuos ha⁻¹) y el 91.7% son arbustos (6 386 individuos ha⁻¹). La forma vital arbustos en conjunto obtuvo mayor valor de importancia (228.4) que las especies arbóreas (71.6), debido a la discrepancia o diferencia entre los valores de densidad y área basal, de la que el 13% corresponde a las especies arbóreas, el resto a los arbustos. La frecuencia se distribuye de una forma equilibrada, tanto para árboles como para arbustos.

Los valores más altos de importancia para arbustos en esta comunidad, los presentan *E. pazcuarensis*, *Agave* sp. y *S. aschombornianus* respectivamente, para la

primera y tercera de estas especies, se debe a que sus densidades y frecuencias están por encima de las de otras especies que constituyen el sotobosque, sus valores de área basal no son el factor que influye en la dominancia sino la densidad; de manera opuesta *Agave* sp., presenta un valor de importancia principalmente influido por su área basal. Estas tres especies muestran alturas promedio de 36, 75 y 20 cm respectivamente, la primera se puede encontrar con alturas desde 15 hasta 70 cm y la segunda desde 15 cm hasta 13 m de alto (Cuadro 2)

Cuadro 2. Atributos estructurales en la localidad Puerto La Huerta en la Sierra de Álvarez, S.L.P. 2000.

| Especie | DA ind/ha | DR | ABA (m ² /ha) | ABR | FR | VI total | VI por estrato | Altura (m) | |
|---------------------------------|--------------|------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| | | | | | | | | Máxima | Mínima |
| ARBOLES | | | | | | | | | |
| | 581 | 8.34 | 16.7 | 13.30 | 50.0 | 71.6 | 300 | | |
| <i>Quercus mexicana</i> | 283 | 4.1 | 7.66 | 6.10 | 19.50 | 29.68 | 133.60 | 12 | 35 |
| <i>Q. diversifolia</i> | 109 | 1.6 | 3.42 | 2.72 | 8.50 | 12.82 | 56.31 | 10.5 | 5 |
| <i>Q. obtusata</i> | 153 | 2.2 | 5.01 | 3.99 | 15.90 | 22.03 | 93.04 | 42 | 3 |
| <i>Arbutus salapensis</i> | 15 | 0.2 | 0.41 | 0.33 | 2.40 | 2.98 | 9.91 | 11 | 9 |
| <i>Cornus zacchea</i> | 15 | 0.2 | 0.13 | 0.10 | 2.40 | 2.75 | 8.24 | 11 | 9 |
| <i>Cercocarpus macrophyllus</i> | 7 | 0.1 | 0.07 | 0.05 | 1.20 | 1.38 | 4.06 | 3 | 3 |
| ARBUSTOS | | | | | | | | | |
| | 6386 | 91.7 | 108.9 | 86.70 | 50.0 | 228.4 | 300 | | |
| <i>Agave</i> sp. | 259 | 3.9 | 78.91 | 62.83 | 3.70 | 70.29 | 83.83 | 13 | 0.15 |
| <i>Eupatorium pascuense</i> | 3729 | 54.3 | 19.10 | 15.21 | 22.00 | 91.66 | 120.90 | 0.7 | 0.15 |
| <i>Litsea glaucescens</i> | 345 | 5.0 | 0.61 | 0.48 | 6.10 | 11.34 | 18.16 | 1 | 0.35 |
| <i>Piperia pilosa</i> | 96 | 1.2 | 0.68 | 0.54 | 1.20 | 3.00 | 4.41 | 0.2 | 0.1 |
| <i>Senecio aschomborizianus</i> | 1640 | 23.3 | 9.29 | 7.40 | 14.60 | 45.37 | 63.48 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | 259 | 3.7 | 0.30 | 0.24 | 2.40 | 6.40 | 9.21 | 13 | 0.2 |
| TOTAL | 6967 | 100 | 125.6 | 100.0 | 100.0 | 300.0 | 600 | | |

(DA) densidad absoluta, (DR) densidad relativa, (ABA) área basal absoluta, (ABR) área basal relativa, (FR) frecuencia relativa y (VI) índice de valor de importancia.

Las especies arbóreas con los valores más elevados de importancia son *Q. mexicana* y *Q. obtusata*, seguidas por *Q. diversifolia*. La primera presenta un diámetro normal promedio de 19.68 cm, con una amplitud que va desde 10 a 35 cm (Figura 3), la mayoría de los individuos de *Q. mexicana* se sitúan principalmente en la clase diamétrica 10-20 cm con 180 individuos ha⁻¹ en esa clase, y disminuye su valor de densidad hasta 70 individuos ha⁻¹ en la clase inmediata superior, *Q. obtusata* tiene un DAP promedio ligeramente mayor que *Q. mexicana* y la distribución de individuos en las clases diamétricas es más homogénea, también presenta la mayor cantidad de

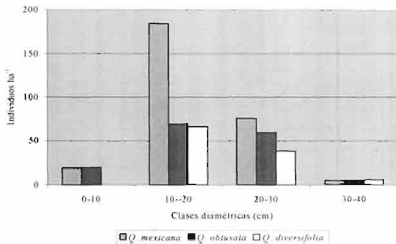


Figura 3 Distribución diamétrica de las especies dominantes en la localidad Puerto La Huerta de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 2000

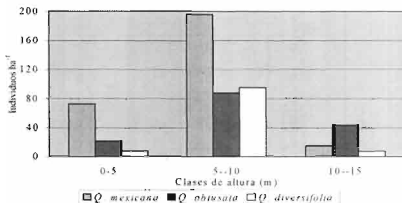


Figura 4 Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Puerto La Huerta de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 2000

individuos de 10 a 30 cm de diámetro, *Q. diversifolia* presenta un patrón similar que los anteriores respecto al diámetro. La mayoría de los individuos se concentra (Figura 4) en la clase altura-número de árboles 5-10; la distribución de los individuos en la gráfica se asemeja a una distribución normal o simétrica, lo que indica una población estable, es decir, la mayor cantidad de individuos se encuentra dentro de la clase intermedia que representa a los individuos adultos y las clases extremas representan a los individuos viejos y jóvenes según el caso. Esta condición se cumple para las tres especies dominantes de la localidad.

Localidad Las Rusias

Características generales de la comunidad

La localidad Las Rusias tiene una altitud de 1950 m. El bosque de encino está en una ladera expuesta al NE 30°, con una pendiente de 15%. El recubrimiento de hojarasca sobre la superficie del suelo es de aproximadamente 60% y el espesor de la misma fue 4 cm; así, el afloramiento rocoso cubre un 85% del terreno y es roca caliza. El principal disturbio observado es el pastoreo, seguido por la tala. Esta es la localidad que presenta el mayor grado de alteración de las seis analizadas.

Estructura

La densidad absoluta total en esta comunidad es de 5 564 individuos ha^{-1} de 16 especies; 6.4% (354 individuos ha^{-1}) son árboles y el 93.6% (5 210 individuos ha^{-1}) son arbustos. Del total del VI, poco más de 2/3 corresponde a especies arbustivas y el resto a los árboles, la frecuencia está relativamente equilibrada aunque ligeramente favorece a los arbustos, el 80% del área basal corresponde a los arbustos y el resto corresponde a los árboles, los factores densidad y área basal influyen de manera determinante en el VI.

El valor de importancia más alto de las especies arbustivas lo presentan *S. aschembornianus*, *R. trilobata*, y *Mimosa aculeaticarpa* (Cuadro 3). La amplitud de altura de estas especies es 0.2-2 m, 0.18-2.5 m y 0.2-2.2 m respectivamente. *M. aculeaticarpa* muestra valores de densidad y frecuencia mayores que *R. trilobata*, sin

embargo, no es más dominante que ésta debido a que es poco frecuente, incluso que especies poco importantes, es decir, su distribución en el área es limitada.

Cuadro 3. Atributos estructurales en la localidad Las Rusias de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000.

| Especie | DA ind/ha | DR | ABA (m ² /ha) | ABR | FR | VI total | VI por estrato | Altura (m) | |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| | | | | | | | | máxima | mínima |
| ÁRBOLES | 354 | 6.4 | 13.9 | 20.00 | 58.0 | 84.2 | 300 | | |
| <i>Juniperus flaccida</i> | 16 | 0.3 | 0.67 | 0.95 | 3.70 | 4.95 | 15.72 | 9 | 5 |
| <i>Quercus coustipes</i> | 12 | 0.2 | 0.34 | 0.49 | 2.47 | 3.17 | 10.10 | 11 | 9 |
| <i>Q. laeta</i> | 68 | 1.2 | 2.70 | 3.84 | 14.01 | 19.88 | 64.12 | 15 | 6 |
| <i>Q. mexicana</i> | 165 | 3.0 | 6.86 | 9.77 | 22.22 | 34.96 | 134.19 | 16 | 4 |
| <i>Q. obtusata</i> | 60 | 1.1 | 2.17 | 3.09 | 9.88 | 14.06 | 49.38 | 15 | 6 |
| <i>Q. sartorii</i> | 32 | 0.6 | 1.18 | 1.62 | 4.94 | 7.20 | 26.03 | 15.6 | 6 |
| ARBUSTOS | 5210 | 93.6 | 56.3 | 80.00 | 42.0 | 215.8 | 300 | | |
| <i>Amelanchier denticulata</i> | 111 | 2.0 | 0.25 | 0.36 | 2.47 | 4.82 | 8.46 | 0.6 | 0.3 |
| <i>Archibaccharis serotifolia</i> | 111 | 2.0 | 0.39 | 0.55 | 2.47 | 5.01 | 8.70 | 1.2 | 0.4 |
| <i>Eupatorium pascuarense</i> | 146 | 3.0 | 0.17 | 0.24 | 3.70 | 6.93 | 12.30 | 0.6 | 0.3 |
| <i>Lesaea glaucescens</i> | 277 | 5.0 | 2.05 | 2.91 | 3.70 | 11.60 | 17.77 | 2.7 | 0.2 |
| <i>Ptelea trifoliata</i> | 55 | 1.0 | 0.02 | 0.02 | 1.23 | 2.26 | 4.03 | 1.5 | 1.5 |
| <i>Rhus trilobata</i> | 721 | 12.9 | 7.49 | 10.66 | 11.11 | 34.72 | 53.61 | 2.5 | 0.18 |
| <i>Solanum corvantesii</i> | 111 | 2.0 | 0.04 | 0.06 | 2.47 | 4.52 | 9.09 | 2 | 0.7 |
| <i>Vauquelinia corymbosa</i> | 111 | 2.0 | 0.47 | 0.68 | 2.47 | 5.14 | 8.83 | 0.3 | 0.25 |
| <i>Mimosa aculeatocarpa</i> | 307 | 15.0 | 14.79 | 21.07 | 1.23 | 38.24 | 46.24 | 2.2 | 0.2 |
| <i>Senecio aschenbornianus</i> | 2660 | 47.8 | 30.64 | 43.60 | 11.11 | 102.55 | 131.94 | 2 | 0.2 |
| TOTAL | 5564 | 100 | 70.2 | 100.0 | 100.0 | 300.0 | 600 | | |

En especies arbóreas los valores de importancia más altos registrados corresponden *Q. mexicana*, *Q. laeta* y *Q. obtusata* en orden decreciente. Dichas especies se sitúan mayoritariamente en las categorías diamétricas 10-20 y 20-30 (Figura 5). *Q. mexicana* y *Q. obtusata* presentan mayor cantidad de individuos en la segunda categoría diamétrica, indicando fustes mayores para estas especies que para *Q. laeta*, especie que presenta aproximadamente la misma densidad en las clases diamétricas mencionadas. Verticalmente, la mayoría de los individuos de dichas especies se localiza en las clases altura-número de individuos 10-15 y 15-20 (Figura 6). *Q. mexicana* presenta una altura promedio ligeramente más baja que *Q. laeta* y *Q. obtusata*, lo que hace que su abundancia sea relativamente mayor que las segundas en la clase altura-especie 5-10, sin embargo, tiene mayor presencia en las diferentes clases altura-número de individuos.

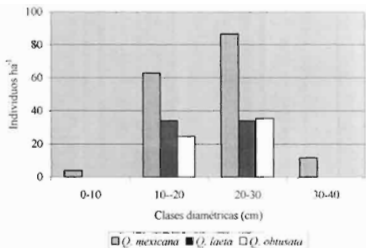


Figura 5 Distribución diamétrica de las especies dominantes en localidad Las Rusias de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

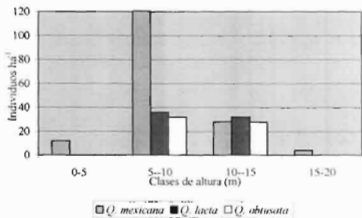


Figura 6 Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Las Rusias de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

Localidad Los Hoyos

Características generales de la comunidad

El bosque de encino en esta localidad está situado a una altitud de 1900 m. La geoforma es una ladera con una exposición NO 60° y de una pendiente de 35 %. El afloramiento rocoso de calizo cubre un 80%. El pastoreo es el principal factor de disturbio en el bosque. Es la segunda localidad en cuanto a grado de disturbio se refiere.

Estructura

La densidad absoluta total en la comunidad en Los Hoyos es 5 618 individuos ha⁻¹ que se distribuyen en 16 especies, donde un 8% corresponde a las especies arbóreas (440 individuos ha⁻¹) y 92% está representado por arbustos (5 178 individuos ha⁻¹) (Cuadro 4). La aportación de los árboles y arbustos al VI total es más equilibrada que en la localidad Las Rusias (localidad cercana a Los Hoyos), debido a que existe una densidad arbórea proporcionalmente mayor que en dicha localidad, los valores de frecuencia y área basal, son ligeramente mayores para las especies arbustivas, el factor determinante en la diferencia es la densidad.

Las especies arbustivas que presentan el mayor valor de importancia son *A. aschembornianus*, *R. pachyrrhachis* ("lantrisco") y *R. trilobata*, las alturas promedio de las especies mencionadas son 0.91, 0.89 y 0.66 m respectivamente, la primera se puede encontrar en una amplitud que va desde los 0.4 hasta los 2 m, la segunda de 0.3 a 1.8 m y la tercera de 0.3 a 0.66 m (Cuadro 4).

Q. mexicana es la especie arbórea con el mayor VI, como especie codominante, se presenta *Q. obtusata*. Ambas especies muestran un diámetro normal promedio de 20 cm. La mayor cantidad de individuos de estas especies están presentes en las categorías diamétricas 10-20 y 20-30, siendo en la primera categoría donde existe mayor abundancia (Figura 7). La altura promedio para *Q. mexicana* 8.42 m y para *Q. obtusata* 8.61 m. La mayor cantidad de individuos se concentra en la clase altura-número de individuos 5-10, siguiendo la distribución en orden decreciente hacia las clases 10-15 y 0-5 (Figura 8).

Cuadro 4 Atributos estructurales en la localidad Los Hoyos en la Sierra de Alvarez, S.L.P. 1999-2000

| Especie | DA (ind/ha) | DR | ABA (m ² /ha) | ABR | FR | VI total | VI por estrato | Altura (m) | |
|-------------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| | | | | | | | | maxima | minima |
| ARBOLES | 440 | 7.83 | 14.5 | 46.59 | 47.1 | 101.5 | 200 | | |
| <i>Acacia concolor</i> | 6 | 0.1 | 0.14 | 0.46 | 1.96 | 2.32 | 6.40 | 7 | 5 |
| <i>Crataegus pubescens</i> | 3 | 0.1 | 0.02 | 0.07 | 1.96 | 2.09 | 4.98 | 4.5 | 4.5 |
| <i>Juniperus flaccida</i> | 6 | 0.1 | 0.05 | 0.10 | 3.92 | 4.12 | 9.80 | 4 | 4 |
| <i>Persia pachypoda</i> | 9 | 0.2 | 0.22 | 0.69 | 3.92 | 4.77 | 11.90 | 10 | 6 |
| <i>Quercus laeta</i> | 23 | 0.4 | 0.62 | 1.99 | 3.92 | 6.32 | 17.87 | 14 | 7 |
| <i>Q. mexicana</i> | 289 | 5.2 | 9.84 | 31.57 | 19.61 | 56.31 | 175.35 | 42 | 5 |
| <i>Q. robusta</i> | 81 | 1.4 | 2.74 | 8.79 | 3.92 | 14.15 | 45.64 | 18 | 5 |
| <i>Q. rugosa</i> | 6 | 0.1 | 0.14 | 0.46 | 3.92 | 4.48 | 10.63 | 8 | 7 |
| <i>Q. sartorii</i> | 17 | 0.3 | 0.77 | 2.46 | 3.92 | 6.69 | 17.58 | 16 | 7 |
| ARBUSTOS | 5178 | 92.2 | 16.7 | 53.43 | 52.9 | 198.5 | 300 | | |
| <i>Acridobaccharis serratifolia</i> | 133 | 2.4 | 0.09 | 0.30 | 2.92 | 6.39 | 10.53 | 6.1 | 6.1 |
| <i>Chaptalia</i> sp. | 398 | 7.1 | 2.40 | 7.69 | 5.80 | 20.66 | 33.29 | 1.3 | 6.1 |
| <i>Mimosa aculeaticeps</i> | 133 | 2.4 | 0.01 | 0.03 | 1.96 | 4.36 | 6.33 | 6.3 | 6.5 |
| <i>Rhus pollytrichus</i> | 1062 | 18.9 | 2.43 | 7.79 | 11.76 | 38.46 | 57.33 | 1.8 | 6.5 |
| <i>R. trilobata</i> | 664 | 11.8 | 5.47 | 17.33 | 7.84 | 37.20 | 60.50 | 1.2 | 6.5 |
| <i>Salvia</i> sp. | 398 | 7.1 | 2.13 | 6.82 | 3.92 | 17.63 | 27.67 | 6.4 | 6.4 |
| <i>Senecio aschombomianus</i> | 2390 | 42.5 | 4.18 | 13.23 | 17.63 | 73.42 | 104.27 | 2 | 6.4 |
| TOTAL | 5618 | 100 | 31.2 | 100.0 | 100.0 | 300.0 | 600 | | |

Localidad El Gorgollón

Características generales de la comunidad

Esta comunidad arbórea se sitúa cerca del poblado Piedra Agujerada, su altitud es de 2115 m. Es una ladera expuesta al sur (sur franco) con una pendiente de 20%. La hojarasca cubre el suelo en un 80% del total de la superficie y su espesor es de 4 cm. No existen afloramientos de roca, ni disturbio de carácter reciente.

Estructura

La densidad absoluta total de esta comunidad es 10 388 individuos ha⁻¹ encontrándose conformada por 12 especies, un 6% (660 individuos ha⁻¹) son árboles y el 94% restante (9 728 individuos ha⁻¹) son arbustos. El valor de importancia total se distribuye de la siguiente manera: 57 árboles y 243 arbustos, los parámetros que

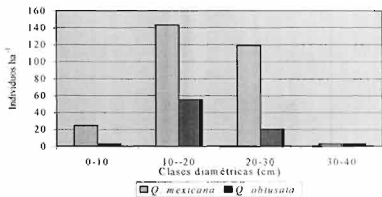


Figura 7 Distribución diamétrica de las especies dominantes en la localidad Los Hoyos de la Sierra de Alvarez, S.L.P. 1999-2000.

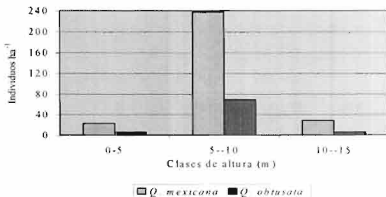


Figura 8 Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Los Hoyos de la Sierra de Alvarez, S.L.P. 1999-2000.

conforman dicho valor (densidad, área basal y frecuencia) guardan la proporción que se expresa en el mismo, es decir, son mayores los valores correspondientes a los arbustos (Cuadro 5)

Cuadro 5. Atributos estructurales de la localidad El Gorgollón en la Sierra Álvarez, S.L.P. 1999-2000

| Especie | DA ind/ha | DR | ABA (m ² /ha) | ABR | FR | VI total | VI por estrato | Altura (m) | |
|------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| | | | | | | | | máxima | mínima |
| ARBOLES | 660 | 7 | 19.9 | 17.80 | 47.9 | 72.3 | 300 | | |
| <i>Quercus mexicana</i> | 425 | 4.0 | 13.18 | 13.80 | 25.00 | 41.10 | 182.85 | 20 | 7 |
| <i>Q. obtusata</i> | 165 | 2.0 | 5.31 | 4.80 | 16.67 | 23.10 | 86.45 | 15 | 7 |
| <i>Q. rugosa</i> | 71 | 1.0 | 1.41 | 1.30 | 6.25 | 8.20 | 30.89 | 14 | 7 |
| ARBUSTOS | 9365 | 93 | 91.7 | 82.20 | 52.1 | 227.7 | 300 | | |
| <i>Eupatorium pazcuarensis</i> | 2810 | 28.0 | 49.31 | 44.20 | 14.58 | 86.80 | 111.79 | 1.1 | 0.45 |
| <i>Urtica glaucescens</i> | 312 | 3.0 | 0.22 | 0.20 | 2.08 | 5.40 | 7.57 | 0.7 | 0.7 |
| <i>Mimosa aculeatocarpa</i> | 624 | 6.0 | 0.49 | 0.40 | 4.17 | 10.80 | 15.20 | 1.4 | 0.75 |
| <i>Rhamnus serrata</i> | 1473 | 15.0 | 22.28 | 20.00 | 10.42 | 49.10 | 64.30 | 2.1 | 0.95 |
| <i>Rhus trilobata</i> | 937 | 9.0 | 41.10 | 9.90 | 6.25 | 25.50 | 34.12 | 2.5 | 1 |
| <i>Senecio aschembornianus</i> | 1249 | 12.0 | 8.09 | 7.20 | 8.33 | 28.00 | 38.16 | 1 | 0.15 |
| <i>Solanum cervantesii</i> | 1561 | 16.0 | 0.20 | 0.20 | 6.25 | 22.00 | 28.88 | 1.1 | 0.2 |
| TOTAL | 10026 | 100 | 111.6 | 100.0 | 100.0 | 300.0 | 600 | | |

Los valores de importancia de las especies arbustivas se distribuyen de forma gradual, desde las especies menos importantes hasta las más importantes, así, los arbustos dominantes son *E. pazcuarensis*, *Rhamnus serrata* ("bola de coyote"), *S. aschembornianus* y *R. trilobata*. *E. pazcuarensis* se registró con una amplitud de altura que va desde 0.45 hasta 1.1 m y presenta un promedio de 0.75 m. La amplitud de altura de *R. serrata* va desde 0.95 hasta 2.1 m y su promedio es 1.27. *S. aschembornianus* muestra una amplitud que va de 0.15 a 1 m y su promedio es 1.62 m. La altura promedio de *R. trilobata* es 1.73 y se puede encontrar desde 1 hasta 2.5 m de alto. La especie *Solanum cervantesii* muestra una elevada densidad, sin embargo, es poco frecuente y su área basal es muy baja, su amplitud vertical varía desde 0.2 hasta 1.1 m (Cuadro 5)

Los valores más altos de importancia de las especies arbóreas corresponden a *Q. mexicana* y *Q. obtusata*, el valor de importancia de la segunda, la sitúa en una condición de codominancia, respecto a la primera. Solo tres especies arbóreas están presentes en la

comunidad, las tres son del género *Quercus*. El diámetro normal promedio de *Q. mexicana* es 18.44 cm, sin embargo se registran individuos con diámetros que van desde 7 hasta 39 cm y la mayor cantidad de estos se concentran dentro de las categorías diamétricas 10-20 y seguido de la categoría 20-30 (Figura 9). Los individuos de *Q. obtusata* se distribuyen de manera más uniforme dentro de las clases diamétricas que *Q. mexicana*, su diámetro promedio es 18.71 cm y se registró con un mínimo de 6 cm y un máximo de 30 cm. Verticalmente, *Q. mexicana* domina en la clase altura-número de individuos 10-15 y presenta una altura promedio de 11.78 m, teniendo una amplitud vertical desde 7 hasta 20 m. *Q. obtusata* concentra más individuos en la clase altura-especie 0-10, su altura promedio es 10.5 m y presenta un intervalo vertical desde 7 hasta 15 m (Figura 10).

El encinar de *Q. mexicana* presente en las localidades Las Rusias y Los Hoyos muestra similitud por la dominancia en ambas, de *Q. mexicana* en el estrato arbóreo y *N. aschembornianus* en el arbustivo, sin embargo, las especies con importancia baja no son todas comunes a las dos localidades, situación que se acentúa con los arbustos. Puede aludirse dicha diferencia al grado de disturbio, puesto que en Las Rusias este es mayor, la densidad y área basal de arbustos son mayores también, lo que fisiológicamente le da la apariencia de bosque más abierto. Sobresale también en Las Rusias la dominancia de *M. aculeaticarpa* considerada por Rzedowski (1965) como planta indicadora de disturbio. Esta especie se encuentra presente en el bosque de *Q. mexicana* en las otras tres localidades, sin embargo su importancia es baja. Los resultados muestran que las condiciones ambientales en El Gorgollón son mejores que en las demás localidades, la densidad es mayor en ambos estratos y la altura de los árboles es también superior, en esta localidad, el grado de disturbio es menor con respecto a las tres restantes del encinar de *Q. mexicana*.

En otras regiones de México existen encinares de *Q. mexicana* que presentan similitudes y diferencias con las encontradas en el área, así, Zavala (1995a) considera a *Q. mexicana* como importante en el parque nacional El Chico, Hgo., en donde se asocia

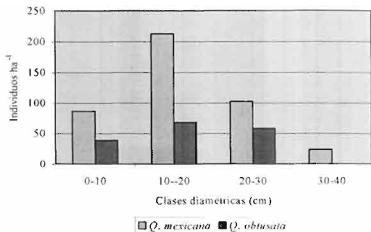


Figura 9 Distribución diamétrica de las especies dominantes en la localidad El Gorgollón de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

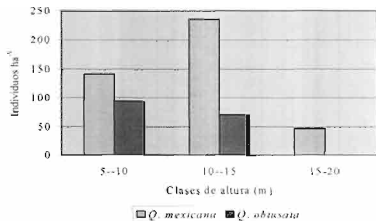


Figura 10 Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad El Gorgollón de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

con *Q. rugosa*, las características geológicas y de suelo difieren de las encontradas en la Sierra de Álvarez, solo en la localidad el Gorgollón se presenta la misma unidad de suelo (feozem lúvico) que en el parque hidalgense y el sustrato geológico en la Sierra de Álvarez es calizo, mientras que en el parque es ígneo. Estructuralmente también hay diferencias, sólo en las Rusias se presenta menor densidad de *Q. mexicana* que en El Chico, en las otras tres localidades, la densidad de esta especie es mayor. Así, Zavala (1996) cataloga a *Q. mexicana* como el encino más abundante en la Sierra de Pachuca, Hgo. y cita a Valdéz y Aguilar (1983) y a Rzedowski y McVaugh (1966) quienes indican la amplia distribución de esta especie en Santiago, N.L. y en la parte occidental del país. En el estado de Nuevo León, Rzedowski (1978) señala la dominancia, en las partes altas de los bosques templados, de *Q. mexicana* con alturas de 10 a 15 m y altas densidades, aunque no lo define cuantitativamente, de esta misma forma, señala encinares dominados por la especie en cuestión en Jacala, Hgo. con los que se comparten elementos arbóreos la Sierra de Álvarez tales como *Arbutus salapensis* ("madroño") y *Juniperus flaccida* ("cedro o nebrito") y el Valle de México donde se asocia con *Q. crassifolia*, *Q. laeta* y *Q. deserticola*. El encinar de *Q. mexicana* se presenta también en la sierra de Zacualtipán (Martínez, 1995) en donde es poco frecuente y se restringe a la parte más seca y con diferente sustrato edáfico y geológico que en la Sierra de Álvarez, en donde la especie registró valores de importancia mayores de 100 y tiene alturas que van desde 7 hasta 12 m. La amplia distribución de esta especie es indicativo de su adaptabilidad, sobre todo a zonas con condiciones más xerófilas, que es en donde domina.

La situación resultante en la localidad Puerto La Huerta es igual a la descrita por Rzedowski (1978), quien alude a la dominancia, en la Sierra de Álvarez, de *Q. mexicana*, *Q. obtusata* y *Q. diversifolia*, e indica la existencia de encinares similares en los estados de Querétaro y Guanajuato.

Bosque de *Q. affinis*

Localidad El Arrastradero

Características generales de la comunidad

Este encinar presenta una altitud de 2050 m. Es una ladera de barranca con una pendiente de 60 % y con una exposición SE 15°. El suelo está cubierto totalmente por hojarasca, la cual tiene un espesor de 6 cm, no existen afloramientos rocosos, ni disturbios.

Estructura

La densidad absoluta total de esta comunidad es 10 454 individuos ha⁻¹ que se representan en 12 especies, 7.3% de los individuos son árboles y 93.6% son arbustos (759 y 9 695 individuos ha⁻¹ respectivamente). Las especies arbóreas en conjunto suman un total de 100 del valor de importancia total, valor que es influido fuertemente por la discrepancia en la densidad de los arbustos respecto a los árboles.

Las especies arbustivas con el valor de importancia más alto en decreciente son *R. trilobata*, *Berberis gracilis* ("palo amarillo") y *S. aschembornianus*. El alto valor de importancia de *R. trilobata* se debe al área basal más que a su densidad y frecuencia, parámetros que determinan en gran medida la importancia de las otras especies. *S. aschembornianus* presenta una altura promedio de 0.92 m, pero se puede encontrar desde 0.35 hasta 1.2 m de altura. La altura promedio de *B. gracilis* es 1.20 m, se puede encontrar desde los 0.4 hasta los 3 m. *R. trilobata* presenta una altura promedio de 1.87, siendo este el valor más alto para arbustos, su amplitud de altura varía desde 1.3 hasta 2.8 m (Cuadro 6).

La especie arbórea dominante de esta comunidad es *Q. affinis* tiene un valor de importancia igual a 78.79 (Cuadro 6), se encontró asociada con *Q. rugosa*. *Q. affinis* se distribuye ampliamente en cuanto a diámetro se refiere (desde la categoría 0-10 hasta 40-50), pero se concentra en las categorías 20-30 y 30-40 (Figura 11). La altura promedio es 17.75 m y se registró una altura mínima de 4 m y una máxima de 33, una

cuarta parte de los individuos de esta especie se concentra en la clase altura-numero de individuos de 10-15 el resto se distribuye de una manera relativamente uniforme en las clases desde los 5 hasta los 30 m y en menor grado en las clases extremas (Figura 12)

Cuadro 6 Atributos estructurales de la localidad El Arrastradero en la Sierra de Alvarez, S.L.P. 1999-2000

| Especie | DA ind/ha | DR | ABA (m ² /ha) | ABR | FR | VI total | VI por estrato | Altura (m) | |
|-------------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| | | | | | | | | maxima | minima |
| ARBOLES | 856.6 | 7.15 | 58.4 | 39.54 | 47.2 | 93.9 | 300 | | |
| <i>Buddleia cordata</i> | 18 | 0.1 | 0.01 | 0.01 | 2.78 | 2.94 | 8.00 | 1.9 | 1.9 |
| <i>Garrisa laurifolia</i> | 18 | 0.1 | 0.01 | 0.01 | 2.78 | 2.94 | 8.00 | 1.5 | 1.5 |
| <i>Pinus rhomboides</i> | 18 | 0.1 | 0.14 | 0.09 | 2.78 | 3.02 | 8.22 | 1.9 | 1.9 |
| <i>Quercus affinis</i> | 785 | 6.6 | 56.94 | 38.58 | 33.33 | 78.46 | 250.78 | 33 | 4 |
| <i>Q. rugosa</i> | 18 | 0.1 | 1.26 | 0.85 | 5.56 | 6.56 | 16.02 | 45 | 45 |
| ARBUSTOS | 11131 | 92.9 | 89.2 | 60.46 | 52.8 | 206.1 | 300 | | |
| <i>Archibaccharis serotina</i> | 908 | 8.1 | 0.38 | 0.26 | 5.56 | 13.89 | 19.65 | 1.1 | 0.9 |
| <i>Berberis gracilis</i> | 2420 | 20.2 | 27.62 | 18.71 | 13.89 | 52.79 | 79.00 | 5 | 0.4 |
| <i>Litsea glaucescens</i> | 484 | 4.0 | 0.04 | 0.03 | 2.78 | 4.84 | 9.66 | 0.75 | 0.75 |
| <i>Neotandra</i> sp. | 908 | 8.1 | 0.99 | 0.67 | 2.78 | 11.52 | 15.07 | 0.8 | 0.7 |
| <i>Rhus trilobata</i> | 1936 | 16.1 | 51.90 | 35.56 | 8.33 | 59.64 | 91.33 | 2.8 | 1.1 |
| <i>Senecio nischambourianus</i> | 2004 | 24.2 | 5.09 | 5.48 | 11.11 | 80.82 | 56.21 | 1.2 | 0.55 |
| <i>Solanum coronata</i> | 1452 | 12.1 | 0.23 | 0.15 | 8.33 | 20.60 | 29.09 | 1.55 | 0.8 |
| TOTAL | 11988 | 100 | 147.6 | 100.0 | 100.0 | 300.0 | 600 | | |

El bosque de *Q. affinis* presentó la mayor densidad en el presente estudio, corresponde a una cañada húmeda, donde por su pronunciada pendiente el acceso es limitado, factor que lo ha protegido entre otros, de disturbios por parte del ganado o del hombre. El encinar de *Q. affinis* también se presenta, según Zavala (1995a) en El Chico Hgo, en donde, esta especie es la segunda en cuanto a valor de importancia se refiere y al igual que en la Sierra de Alvarez, se encuentra también en las partes más húmedas. También se pueden encontrar encinares dominados por *Q. affinis* en las partes altas del bosque mediano subperennifolio con *Quercus* o *Pinus* en el estado de Nuevo León (Rzedowski, 1978) y en el suroeste de Tamaulipas se encuentran a *Q. affinis* como especie más importante que los pinos, con los que se asocia, dichas comunidades son descritas por Martin (1958), citado por Rzedowski (1978) como "dry oak-pine woodland". Sobre suelos distintos a los encontrados en la localidad El Arrastradero, pero

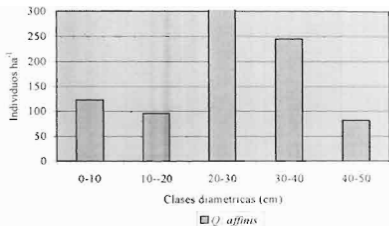


Figura 11 Distribución diamétrica de la especie dominante en la localidad El Arrastradero de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

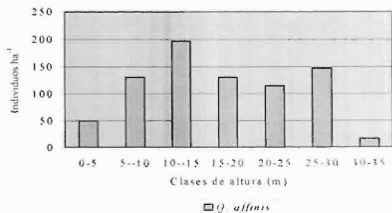


Figura 12 Relación clases de altura-número de individuos de la especie arborea dominante en la localidad El Arrastradero de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

también en lugares húmedos y sustrato geológico similar, se encuentran bosques de *Q. affinis* en la Sierra de Zacualtipán, dicha especie alturas de 12 a 25 m en ese lugar y según Martínez (1995), presenta una frecuencia en el área, de 21 %. La predilección de esta especie de afinidad mesófila por su dominar en sitios húmedos le ha valido la asignación de "encinar húmedo de *Q. affinis*" (Zavala, 1995a)

Bosque de *Q. crassipex*

Localidad Álvarez

Características generales de la comunidad

Esta comunidad arborea se encuentra al oeste del poblado de Álvarez, su altitud es 2350 m. Es una ladera expuesta al sur franco con una pendiente de 40%. La hojarasca cubre el 90% de la superficie del suelo y tiene un espesor de 3 cm. Prácticamente no existen afloramientos rocosos y los disturbios que se observan son ocasionados por pastoreo y tala de árboles, en menor medida que el observado en las localidades Las Rusias y Los Hoyos. Se observó una gran cantidad de renuevos de encinos.

Estructura

En esta localidad se registró la mayor riqueza de especies con un total de 20. La densidad absoluta total de esta comunidad es 6 099 individuos ha⁻¹, casi el 8% esta representado por especies arbóreas (483 individuos ha⁻¹) y el 92% restante corresponde a especies arbustivas (5 616 individuos ha⁻¹). El valor de importancia favorece a los arbustos con 188.5 contra 111.5, el factor determinante es la densidad, ya que los valores de área basal y frecuencia están casi equilibrados favoreciendo el primero ligeramente a los árboles el último a los arbustos.

Los valores de importancia mayores de arbustos corresponden a las especies *S. aschembornianus* y *A. serratifolia*, las cuales suman cerca de 100, el valor de importancia de la primera es ligeramente mayor debido a que es más frecuente, esto indica que su distribución es menos limitada que la segunda, los valores de densidad y área basal son iguales para las dos especies. La especie *Verbena discolorica* es la tercer especie arbustiva dominante de la comunidad, es poco frecuente y su densidad es mucho

menor que los dos arbustos dominantes, pero su valor de área basal es el mayor de todas las especies del estrato. *S. aschembornianus* registró una altura promedio de 0.84 m y una amplitud de 0.3 a 0.8 m. *A. serratifolia* registró alturas desde 0.4 hasta 2 m y muestra un promedio de 1.11 m. *V. discoides* se encontró desde 0.3 hasta 0.8 m, su promedio de altura es 1.9 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Atributos estructurales en la localidad Alvarez en la Sierra de Alvarez, S.L.P. 1999-2000.

| Especie | DA (ind/ha) | DR | ABA (m ² /ha) | ABR | FR | VI total | VI por estrato | Altura (m) | |
|------------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| | | | | | | | | maxima | minima |
| ARBOLES | 494 | 7.31 | 31.6 | 45.79 | 68.0 | 121.1 | 300 | | |
| <i>Buddleia cordata</i> | 15 | 0.2 | 0.13 | 0.19 | 1.94 | 2.33 | 3.95 | 6 | 2.5 |
| <i>Crotalaria pubescens</i> | 22 | 0.3 | 0.52 | 0.75 | 1.94 | 3.02 | 8.97 | 10 | 4 |
| <i>Careya laurifolia</i> | 4 | 0.1 | 0.01 | 0.02 | 0.97 | 1.05 | 2.36 | 2 | 1.2 |
| <i>Prinos serotina</i> | 35 | 0.5 | 0.44 | 0.65 | 6.40 | 7.98 | 18.55 | 10 | 3 |
| <i>Quercus crassipes</i> | 203 | 3.0 | 18.76 | 27.22 | 22.33 | 52.55 | 133.37 | 18 | 1 |
| <i>Q. diversifolia</i> | 13 | 0.2 | 0.24 | 0.34 | 2.91 | 3.45 | 7.70 | 12 | 3 |
| <i>Q. mexicana</i> | 84 | 1.2 | 3.95 | 5.73 | 11.65 | 18.62 | 36.64 | 12 | 3 |
| <i>Q. obtusata</i> | 62 | 0.9 | 4.61 | 6.68 | 11.65 | 19.25 | 44.24 | 12 | 2 |
| <i>Q. rugosa</i> | 57 | 0.8 | 2.91 | 4.22 | 5.77 | 12.84 | 32.26 | 10 | 4 |
| ARBUSTOS | 6262 | 92.7 | 37.4 | 54.21 | 32.0 | 178.9 | 300 | | |
| <i>Archibaccharis serratifolia</i> | 2323 | 34.4 | 9.55 | 13.86 | 9.71 | 37.95 | 92.97 | 7 | 0.3 |
| <i>Brickellia pendula</i> | 101 | 1.5 | 0.01 | 0.01 | 0.97 | 2.48 | 4.66 | 1.1 | 1.1 |
| <i>Cucumis echinoglybium</i> | 505 | 7.5 | 0.13 | 0.20 | 1.94 | 9.61 | 14.49 | 1 | 0.5 |
| <i>Dalea</i> sp. | 101 | 1.5 | 0.13 | 0.18 | 0.97 | 2.65 | 4.98 | 0.65 | 0.65 |
| <i>Equisetum patagonicum</i> | 303 | 4.5 | 1.35 | 2.64 | 1.94 | 9.11 | 15.84 | 1.2 | 0.8 |
| <i>Senecio aschembornianus</i> | 2323 | 34.4 | 9.60 | 13.95 | 13.59 | 61.91 | 101.22 | 5.4 | 0.5 |
| <i>Sida rostrifolia</i> | 101 | 1.5 | 0.79 | 1.15 | 0.97 | 3.62 | 6.77 | 1.2 | 1.2 |
| <i>Vitexina discoides</i> | 505 | 7.5 | 15.30 | 22.20 | 1.94 | 31.62 | 55.08 | 1 | 0.6 |
| TOTAL | 6756 | 100 | 68.9 | 100.0 | 100.0 | 300.0 | 600 | | |

Los árboles con los valores de importancia más elevados fueron en orden descendente *Q. crassipes*, *Q. mexicana* y *Q. obtusata*. *Q. obtusata* presenta una mayor área basal que *Q. mexicana*, sin embargo, la primera es más frecuente y su densidad es mayor, lo que la hace más importante (Cuadro 7). *Q. crassipes* presenta un diámetro normal promedio de 29.21 cm, sin embargo se pueden encontrar valores extremos máximos de hasta 100 cm y mínimos de 5 cm. La mayor cantidad de individuos de esta especie se encuentra dentro de las categorías diamétricas 10-20, 30-40 y 20-30 en orden descendente (Figura 13). *Q. mexicana* tiene un diámetro normal promedio de 21.07 cm.

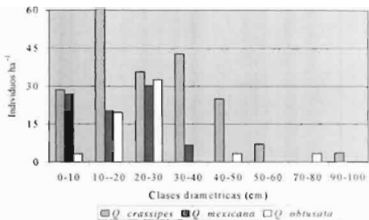


Figura 13 Distribución diamétrica de las especies dominantes en la localidad Álvarez de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

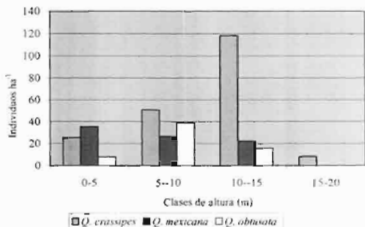


Figura 14 Relación clases de altura-número de individuos de las especies arbóreas dominantes en la localidad Álvarez de la Sierra de Álvarez, S.L.P. 1999-2000

se registró con valores desde 4 hasta 50 cm, su distribución dentro de las categorías diamétricas es en orden decreciente, como se indica: 20-30, 0-10 y 10-20. *Q. obtusata* se encontró con diámetros que van desde 5 hasta 85 cm, su diámetro normal promedio es 26.58 cm y la mayoría de sus individuos se sitúan en la categoría 20-30, seguida de la categoría 10-20. Más de la mitad de los individuos de la especie *Q. crassipes* se sitúan dentro de la clase altura-número de individuos 10-15, la altura promedio es 10.56 m y tiene una amplitud vertical que va desde 3 hasta 18 m (Figura 14). *Q. mexicana* es más abundante que *Q. crassipes* en estratos más bajos, el 42% de sus especies se sitúa en la clase altura-número de especies 0-5, su altura promedio es 7.57 m y su amplitud vertical varía de 3 a 12 m. *Q. obtusata* presenta mayor abundancia en la clase altura-diámetro 5-10, es en general más baja que *Q. crassipes* y más alta que *Q. mexicana*, su altura promedio es 8.75 y se registró desde 2 hasta 12 m de altura.

La mayor abundancia de *Q. mexicana* en las clases diamétricas menores es indicativo del establecimiento de esta especie dentro del encinar de *Q. crassipes*. *Q. crassipes* es señalada como especie dominante en encinares de la sierra de Juárez cercana a Ximiquilpan, Hgo. por González y Quintero (1968) citados por Rzedowski (1978), en dicho lugar la especie se desarrolla a mayores altitudes y comparte la dominancia con *Q. crassaefolia* y *Q. rugosa*, de las cuales solo la segunda es común con la Sierra de Álvarez, pero, para el caso de Álvarez, no es dominante. Asimismo, Rzedowski (1978) indica la presencia de bosque de *Q. crassipes* en el Eje Volcánico Transversal, por su vertiente occidental, Sánchez y González (1995) mencionan la presencia de esta especie en Huixquilucan de Degollado en el Estado de México en donde mantiene la categoría de codominante en un bosque dominado por *Q. laeta* y *Q. rugosa*, en altitudes superiores a 2600 m. También se indica la presencia de bosques de encino dominados por *Q. crassipes* en la Sierra de Manantlán (entre los estados de Jalisco y Colima), localizados en un domo calcareo, con un rango altitudinal donde se encuentra la altitud de este bosque en la Sierra de Álvarez, con la diferencia en clima, el cual es templado-subhúmedo en la Sierra de Manantlán (Figueroa y Olvera, 2000). Reyes y Gama-Castro (1995) consideran a *Q. crassipes* como especie de amplia distribución, Zavala et al (1999) reafirman tal aseveración señalando la presencia de la

especie en cuestión en diferentes tipos de vegetación como son bosque de pino, bosque de pino encino, matorral xerófilo, bosque de pino-abies, bosque de pino-juniperus con encino y vegetación secundaria.

CONCLUSIONES

La composición del bosque de encino en los estratos arbóreo y arbustivo se constituye con 19 especies arbóreas, de las cuales ocho son *Quercus* y además 23 especies arbustivas.

Se registraron tres variantes del bosque de encino: bosque de *Quercus mexicana*, bosque de *Q. affinis* y bosque de *Q. crassipes*.

El bosque de *Q. mexicana* es más frecuente en la Sierra de Álvarez, se encuentra en condiciones diversas, *Q. mexicana* es la especie arbórea con el más alto valor de importancia en las localidades Puerto La Huerta, Las Rusias, Los Hoyos y El Gorgollón, *Q. obtusata*, regularmente se presenta como codominante. En este encinar, la mayoría de los individuos arbóreos presentan diámetros de 10 a 30 cm y alturas de 5 a 10 m. *Senecio aschembornianus* y *Eupatorium pazcuarensis* son los arbustos más importantes en el sotobosque.

El bosque de *Q. affinis* dentro de la Sierra de Álvarez se presenta en las condiciones de mayor humedad, específicamente en cañadas, es un bosque puro. Es el encinar con las mayores alturas, así como los valores más altos de densidad y área basal, los individuos arbóreos presentan en su mayoría diámetros de 20 a 40 cm y alturas de 10 a 15 y 25 a 30 m. En el estrato arbustivo, la especie dominante es *Rhus trilobata*.

El bosque de *Q. crassipes* se presenta en sitios húmedos en laderas expuestas, como especies arbóreas codominantes se presentan *Q. mexicana* y *Q. obtusata*, este encinar presenta la mayor riqueza de especies. La mayoría de los individuos arbóreos tienen diámetros desde 10 hasta 40 cm y alturas de 5 a 15 m. Las especies dominantes en el sotobosque son *S. aschembornianus* y *Archibaccharis serratifolia*.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, C. 1985. Flora y Fauna Mexicana, mitología y tradiciones. Editorial Everest Mexicana, S.A. España. 137 p.
- Almazán, C.A. 1971. Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. Ateneo Nacional de Investigaciones Geográficas. San Luis Potosí, S.L.P. México. 223 p.
- Ávalos, O.I. 1985. Aprovechamiento del encino en el Estado de San Luis Potosí. II Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. SARH. Publicación especial No. 49. México, D.F. Pp. 204-213.
- Ávila, C.H. 1992. La estructura del bosque de oyamel (*Abies hickelii*, Fluos et Gausson) y su relación con efectos ambientales físicos y antropogénicos en el Pico de Orizaba, Veracruz. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 116p.
- Bello G.M.A. y J. Labat N. 1987. Los Encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. Centre D' Etudes et Centramericanes. Cuadernos de Estudios Michoacanos I. México D.F. 97 p.
- Brown, D.E. 1994. Madrean Evergreen Woodland. In Brown, D.E. (editor) Biotic Communities of the Southwestern United States and Northern Mexico. University of Utah presses. Salk Lake City, Utah. pp. 59-65.
- Calderón, G. 1960. Notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí. VII. Vegetación del valle de San Luis Potosí. Act. Cient. Potosí. IV (1): 213p.
- CETENAL. 1973. Carta edafológica (F 14 A 84) escala 1:50000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México D.F.
- CETENAL. 1974. Carta edafológica (F 14 A 85) escala 1:50000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México D.F.
- CETENAL. 1983. Carta geológica (F 14-7) Escala 1:150 000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México D.F.
- Cserna G. E., A. Bello B. 1963. Geología de la parte central de la Sierra de Álvarez, Municipio de Zaragoza, estado de San Luis Potosí. Inst. de Geología. Univ. Nat. Autón. de México. Bol. 71 (2): 23-63.
- Daniel P.W., W. Helms E., F. Baker S. 1982. Principios de Silvicultura. 2ª Edición. McGraw Hill Co. Inc USA. 492 p.
- Daubenmire, R. F. 1968. Plant Communities: a textbook of plant synecology. Harper and Row. New York.
- Dirzo, R. 1994. Diversidad de flora mexicana. CEMEX. México D.F. 191 p.

- Durán F.A. 1999. Estructura y etnobotánica de la selva alta perennifolia de Naha, Chiapas. Tesis de Maestría (Biología Vegetal) UNAM, México, D.F. 150 p
- Figueroa-Rangel B.L. y M. Olvera-Vargas. 2000. Dinámica de la composición de especies en bosques de *Quercus crassipes* H. et B. en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 34 (1) 91-98.
- Font Quer, P. 1953. Diccionario de Botánica. Labor, S.A. Barcelona, España. Pp 398
- García, M.E., 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª Edición. México, D.F.
- García, S.F. 1995. Los Encinos del Valle de San Luis Potosí. En: Marroquín, S.J. (editor). III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Linares, Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Pp. 895-930
- García, S. F.; J.R. Aguirre R., J. Villanueva D., J. García P. 1999. Contribución al conocimiento florístico de la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, México. *Polibotánica* 10: 73-103.
- Goldsmith F.B.; C. Morrison M.; A. Morton D. 1986. Description and analysis of vegetation. In: P.D. Moore y S.B. Chapman (Ed) *Methods in plant ecology* 2ª ed. Blackwell London.
- González V.L.M., 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Colección flora de Jalisco. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 240 p.
- Hernández, R., A. y G. A. Ramírez 1995. Efectos de tratamientos al manejo del sotobosque en la regeneración natural de encino, del área experimental Piedra Alta, San Luis Potosí. En: Marroquín, S.J. (editor). III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Linares, Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. P. 253-259.
- INEGI. 1974. Carta topográfica (F-14-A-85) Escala 1:50 000. Secretaría de programación y presupuesto. México, D.F.
- INEGI. 1987. Carta de climas. Hoja México. Escala 1:1,000,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- Jiménez, I. 1993. Cestería de la alta California. Museo Nacional de las Culturas. México D.F. 31 p.
- Kershaw, K.A. 1973. *Quantitative and Dynamic plant Ecology*. Edward Arnold Publishing Co. Ltd. London 2ª Ed. 297 p.
- Labarthe H.G.M., Tristán G. y J. Aranda G. 1982. Revisión estratigráfica del Cenozoico de la parte central del estado de San Luis Potosí. Instituto de Geología y Metalurgia. UASLP. Folleto Técnico 85. 208 p.
- Ludwig, J.A. y J.F. Reynolds., 1988. *Statistical Ecology a primer on methods and computing*. Wiley Interscience. U.S.A. 28 pp.

- Martínez de la V., G. (Compilador). 1994. Áreas naturales protegidas y propuestas potenciales en el Estado de San Luis Potosí, México. Encuesta para el proyecto "Áreas Protegidas de México", del Banco Mundial. IZD-UASLP. San Luis Potosí, S.L.P. 84p. (Inédito).
- Martínez, I. L. 1992. Distribution of oak (*Quercus* sp) in the State of Sonora, Mexico. Pp 49-56. In Folliott, P.F., Gottfried, G.J., Bennett, D.A., Hernández, C., Ortega Rubio, A.; Hamre, R.H. (technical coordinators) Ecology and management of oak and associated woodlands: Perspectives in the Southwestern United States and Northern Mexico. General Technical Report RM-218. Fort Collins, Colorado. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 224 p.
- Martínez, J. G. 1995. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Quercus* en la región noreste de Hidalgo. En Marroquín, S.J. (editor) III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Linares, Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. P 82-97.
- Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 168 p.
- Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims Methods of Vegetation Ecology. Willey & Sons. New York. 547 p.
- Pérez M.R., J.A. Reyes A., J.R. Aguirre R. 1996. Distribución geográfica y ecológica del estafiate (*Artemisia ludoviciana* Nutt. spp. *Mexicana* (Wild. ex Spreng.) Keck) Bol. Soc. Bot. México. 64: 111-115.
- Puig, H., 1991. Vegetación de la Huasteca, México. 1ª edición en español. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver. 626 p.
- Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa. 1998. Diversidad biológica de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 792 p.
- Ramírez G.A. y A.R. Hernández., 1995. Datos sobre la regeneración vegetativa de encinos de Sierra de Álvarez, San Luis Potosí. En Marroquín, S.J. (editor) III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Linares, Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. P 239-252.
- Reyes, J.I. y Gama-Castro, J.E., 1995. Revaloración de la importancia de los encinos. En Marroquín, S.J. (editor) III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Linares, Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. P 44-55.
- Rzedowski, J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Act. Cient. Potosí. 5: 5-291.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA, México. 432 p.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana 14: 3-21.

- Sánchez, O. 1968. *La Flora del Valle de México*. Editorial Herrero. México, D.F. Pp. 128.
- Sánchez, M. L. y González M. P., 1995. Comunidades de *Quercus* en el municipio de Huixquilucan, Edo de México. En Marroquin, S.J. (editor) III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Linares, Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. P. 57-80.
- SARH. 1994. *Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994*. México. D.F.
- Smith L. R. y T. Smith M. 1998. *Elements of ecology*. 4th Edition. Ed. Benjamin Cummings.
- Villalón, M. H., 1994. *Puntos inéditos de curso Manejo Agroforestal FCF-UANL*. Linares Nuevo León.
- Zalazar, N.N.G. 1996. *Farmacología del "chilcague" *Heliosopsis longipes* (A. Gray) Blake*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Químicas-UASLP. 72p.
- Zavala, F.C. 1990. Los Encinos Mexicanos, un Recurso Desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo (CONACYT)* Vol. XVI (95) 43-51.
- Zavala, F.C. 1995a. *Encinos Hidalguenses*. UACH. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 133 pp.
- Zavala, F.C. 1995b. *Encinos y Robles, notas fitogeográficas*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 44 p.
- Zavala, F.C. 1996. *Repoblación natural de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo*. Tesis Doctoral. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Posgraduados. Montecillo. México. 148 P.
- Zavala F.C., M. Estrada E., P. Arriola V. 1999. Los encinos del herbario de la UACH. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. de México. 116 p.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL BOSQUE DE ENCINO
EN LA SIERRA DE ÁLVAREZ, S. L. P.

Por:

Hugo Magdaleno Ramírez Tobias

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agroecólogo

Asesores:

M.C. Andrés Delgadillo Pasquali
Ing. José Carmen Soria Colunga
M.C. Carlos Villar Morales

Asesores externos:

M.C. Agustín Hernández Reyna
M.C. Juan Antonio Reyes Agüero

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

EX LIBRIS



SISTEMA DE
BIBLIOTECAS
U.A.S.L.P.
Nº DE REG.

Octubre del 2000