

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y MANEJO FORESTAL



**CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL MATORRAL
ESPINOSO TAMAULIPECO, LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

TESIS DE MAESTRÍA

COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA:

ING. JUAN LUIS RUIZ GONZÁLEZ

Linares, Nuevo León, México

Julio de 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y MANEJO FORESTAL
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL MATORRAL
ESPINOSO TAMAULIPECO, LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

**TESIS
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO
DE:
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA:
ING. JUAN LUIS RUIZ GONZÁLEZ**

COMISIÓN DE TESIS


Dr. Javier Jiménez Pérez
Director


Dr. Oscar A. Aguirre Calderón
Secretario


Dr. Eduardo J. Treviño Garza
Vocal

Linares, Nuevo León, México

Julio de 2005

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 Estructura de ecosistemas forestales	3
2.2 Estructura vertical y horizontal	5
2.3 Distribución espacial	7
3. HIPÓTESIS	12
4. OBJETIVO GENERAL	12
4.1 OBJETIVOS PARTICULARES	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1 Área de estudio	13
5.1.1 Localización	13
5.2 Clima	14
5.3 Geología	14
5.4 Suelos	15
5.5 Uso de Suelo	15
5.6 Vegetación	16
5.6.1 Descripción de las especies	17
6. METODOLOGÍA	26
6.1 Localización general del área de estudio	26
6.2 Muestreo por parcelas	26
6.3 Metodología de la investigación	28
6.3.1 Muestreo por parcelas	28
6.3.1.1 Determinación del tamaño de muestra óptimo	28
6.3.1.2 Grupo estructural de los cuatro árboles	29

6.4 Estimación de la diferenciación dimensional	30
6.5 Índice de diferenciación diamétrica (TD)	31
6.6 Índice de diferenciación en altura (TH)	32
6.7 Índice de distribución vertical de especies (<i>A</i>)	33
6.8 Índice de mezcla de especies (\overline{DM})	34
6.9 Índices de distribución espacial	35
6.9.1 Índice de Dispersión (ID)	35
6.9.2 Índice de Agrupamiento (IC)	36
6.9.3 Índice de Green (IG)	36
7. RESULTADOS	
MATORRAL - ÁREA AGRICULTURA	37
7.1 Valoración cuantitativa	37
7.2 Índice de diferenciación diamétrica (<i>TD</i>)	38
7.3 Índice de diferenciación en altura (<i>TH</i>)	40
7.4 Índice de distribución vertical de especies (<i>A</i>)	42
7.5 Índice de Mezcla de especies (<i>DM</i>)	45
7.6 Distribución Espacial	47
8. MATORRAL - ÁREA GANADERÍA EXTENSIVA	50
8.1 Valoración cuantitativa	50
8.2 Índice de diferenciación diamétrica (TD)	51
8.3 Índice de diferenciación en altura	53
8.4 Distribución Vertical de especies.	54
8.5 Índice de Mezcla de Especies (<i>DM</i>)	57
8.6 Distribución Espacial	59
9. MATORRAL - ÁREA GANADERÍA INTENSIVA	62
9.1 Valoración cuantitativa	62
9.2 Índice de diferenciación diamétrica (<i>TD</i>)	63
9.3 Índice de diferenciación en altura (<i>TH</i>)	64

9.4 Distribución Vertical de especies	66
9.5 Índice de Mezcla de especies (<i>DM</i>)	68
9.6 Distribución Espacial	70
10. MATORRAL - ÁREA MATARASA	72
10.1 Valoración cuantitativa	72
10.2 Índice de Diferenciación diamétrica (<i>TD</i>)	73
10.3 Índice de diferenciación en altura (<i>TH</i>)	75
10.4 Distribución vertical de especies.	77
10.5 Índice de Mezcla de especies (<i>DM</i>)	79
10.6 Distribución Espacial	81
11. Comparaciones entre las áreas Agricultura, Ganadería Extensiva, Ganadería Intensiva y Matarasa.	84
12. CONCLUSIONES	90
13. BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución Aleatoria	9
Figura 2: Distribución Uniforme	9
Figura 3: Distribución Agrupada	10
Figura 4: Localización del área de estudio	13
Figura 5: Establecimiento de un sitio de muestreo	27
Figura 6: Medición del diámetro con vernier digital	28
Figura 7: Tamaños de muestra para el muestreo por parcelas	29
Figura 8: Muestreo de los cuatro árboles	30
Figura 9: Tamaño de muestra para el muestreo estructural	30
Figura 10: Distribución vertical de especies	34
Figura 11: Índice de mezcla de especies	35
Figura 12: Valores de diferenciación diamétrica	39
Figura 13: Valores de diferenciación diamétrica por especie	40
Figura 14: Valores de diferenciación en altura	41
Figura 15: Distribución Vertical por especies	44
Figura 16: Índice de Mezcla de especies	45
Figura 17: Grado de asociación del índice de mezcla de especies.	46
Figura 18: Valor relativo de las especies	47
Figura 19: Valores de diferenciación diamétrica	52
Figura 20: Valores de diferenciación diamétrica por especies	52
Figura 21: Valores de diferenciación en altura	53
Figura 25: Valor relativo de las especies	56
Figura 23: Índice de mezcla de especies	57
Figura 24: Grado de asociación del índice de mezcla de especies	58
Figura 22: Distribución Vertical por especies	59
Figura 26: Valores de diferenciación diamétrica	63
Figura 27: Valores de diferenciación diamétrica por especie	64
Figura 28: Valores de diferenciación en altura	65

Figura 29: Distribución Vertical por especie	68
Figura 30: Índice de Mezcla de especies por grupos	68
Figura 31: Grado de asociación del índice de mezcla de especies	69
Figura 32: Valor relativo de especies	70
Figura 33: Valores de diferenciación diamétrica	74
Figura 34: Índice de diferenciación diamétrica	75
Figura 35: Valores de diferenciación en altura	75
Figura 36: Distribución Vertical de especies	79
Figura 37: Índice de mezcla de especies	80
Figura 38: Valor relativo de las especies	81
Figura 39: Valorización cuantitativa para el muestreo por parcelas	84
Figura 40: Valorización cuantitativa para el muestreo estructural	85
Figura 41: Comparación de la diferenciación diamétrica para las áreas de estudio	85
Figura 42: Comparación de la diferenciación en altura para las áreas de estudio	86
Figura 43: Comparación de la mezcla de especies para las áreas de estudio	87
Figura 44: Comparación de la distribución vertical por estratos para las áreas de estudio	87
Figura 45: Distribución vertical de las áreas de estudio por estrato para muestreo por parcelas y muestreo estructural	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros cuantitativos del muestreo por parcelas	37
Tabla 2: Parámetros cuantitativos del muestreo estructural	38
Tabla 3: Diferenciación en altura	41
Tabla 4: Distribución vertical de especies	43
Tabla 5: Valores de varianza y media aritmética de las especies	47
Tabla 6: Valores de x^2	48
Tabla 7: Rangos establecidos para los índices de distribución espacial	48
Tabla 8: Valor de los índices por especie	49
Tabla 9: Parámetros dasométricos del muestreo por parcelas	50
Tabla 10: Parámetros dasométricos del muestreo estructural	51
Tabla 11: Diferenciación en altura	53
Tabla 12: Distribución Vertical de especies	55
Tabla 13: Valores de varianza y media aritmética de las especies	60
Tabla 14: Valores de x^2	60
Tabla 15: Valor de los índices por especie	61
Tabla 16: Parámetros cuantitativos del muestreo por parcelas	62
Tabla 17: Parámetros cuantitativos del muestreo estructural	63
Tabla 18: Índice de diferenciación en altura	65
Tabla 19: Distribución Vertical de especies	66
Tabla 20: Valores de varianza y media aritmética de las especies	70
Tabla 21: Valores de x^2	71
Tabla 22: Valor de los índices por especie	71
Tabla 23: Parámetros dasométricos para muestreo por parcelas	72
Tabla 24: Parámetros dasométricos para muestreo estructural	73
Tabla 25: Índice de diferenciación en altura	76
Tabla 26: Distribución Vertical por especies	77
Tabla 30: Valor de los índices por especie	80
Tabla 28: Valores de varianza y media aritmética de las especies	82
Tabla 29: Valores de x^2	82
Tabla 27: Índice de mezcla de especies	83

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro país la superficie ocupada por vegetación secundaria ha ido en constante aumento en los últimos 30 años, además de carecer de estudios científicos que indiquen la situación actual, debido a que el conocimiento que se tienen sobre este tipo de vegetación se considera escaso para ciertas regiones.

El matorral espinoso tamaulipeco cubre una extensión de 125,000 km² de la Planicie Costera del Golfo de México en el noreste del país y al extremo sur de Texas, U. S. A. (Reid *et al.*, 1987; Medina-Cotés, 1995). Rzedowski (1981) ubica la región de Linares en el Reino Neotropical, región xerofítica mexicana y provincia de la planicie costera del noreste la cual coincide en extensión con la zona fisiográfica correspondiente e incluye una porción adyacente del Estado de Texas. La vegetación en esta provincia la constituye en su mayor parte el bosque espinoso y el matorral xerófilo.

Los estudios sobre el matorral espinoso tamaulipeco indican que hay una baja productividad bajo el precepto de ecosistemas forestales, los cuales deberían de estar orientados a evaluar en una forma real las relaciones sucesionales y dinámica de los recursos naturales renovables. Esto ha influido que una fracción de la superficie forestal mexicana se encuentre en un proceso de degradación, sin que aún se logre conocer la forma de mitigar este proceso que presenta de una forma acelerada en la desertificación. Jiménez *et al* (1996) menciona que el conocimiento de la dinámica y procesos de sucesión de los diferentes ecosistemas en México son de importancia relevante para la toma de decisiones en el manejo sustentable de los recursos naturales renovables.

La importancia de estudiar el matorral espinoso tamaulipeco radica en el interés de conocer la potencialidad que presentan las especies que componen a este tipo de comunidad, por lo que se desprende la necesidad de entender las relaciones entre vegetación y las variables del ambiente, por lo que es conveniente considerar técnicas de correlación o asociación que involucre datos en relación a la clasificación y ordenación (Greig-Smith, 1983).

Por este motivo, en el presente trabajo se determina la composición, estructura y dinámica de este tipo de vegetación, para entender los procesos donde la intervención del ser humano esta en condiciones de diseñar un sistema de manejo y aprovechamiento sostenido.

2. ANTECEDENTES

La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León a través de sus departamentos desarrolla proyectos de investigación relacionados con el matorral característico de la región. Dichos proyectos van desde encontrar estrategias óptimas de manejo cuyo objetivo es documentar los cambios que el ecosistema ha experimentado en los últimos 25 años, hasta entender la estructura y dinámica del matorral y sus procesos ecológicos. En el matorral espinoso tamaulipeco se han realizado múltiples estudios científicos con relación a las especies arbóreas y arbustivas: estudios acerca del análisis y medición de biomasa (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Reyes 1989; Villalón 1989), daños por factores meteorológicos (Synnott, 1986), relaciones entre la vegetación y factores físicos (Jurado, 1986), composición y estructura (Jurado y Reid, 1988; Reid *et al.*, 1990; Tamayo, 1996; González *et al.*, 1997), estudios fenológicos (Castañeda, 1988; Alvarado, 1997; Alvarado, 2003), uso de especies maderables (Reid *et al.*, 1989), inventarios florísticos (García, 1982; Estrada, 1987; Villalón, 1989; Villalón, 2003), inventarios forestales (Martínez, 1992; Adame, 1994; Gómez, 2000), medición del crecimiento (Foroughbakhch & Heiseke, 1990), producción de madera (Carrillo, 1991), análisis de fitodiversidad (Rodríguez, 1994; Medina-Cortés 1995; González, 1996; González *et al.*, 1997), cambios de uso de suelo (Treviño, 1996), caracterización ecológica (Romero, 1999), análisis de potencial forrajero (Villarreal, 1973; Pando y Villalón, 2000), estudios ecofisiológicos (Rodríguez, 1996), dinámica estacional (Moya *et al.*, 2002) y perfiles nutricionales (Castillo, 1997).

Por otro lado, dentro de este tipo de vegetación se han desarrollado investigaciones con énfasis a la relación existente entre la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco, su potencial hídrico, y la disponibilidad de agua en el suelo (González, 2000, 2004), así

como por intercepción de la precipitación (Cantú y González, 2005). Otros estudios han destacado la importancia de las especies del matorral en aspectos nutricionales (Rámirez, *et. al.*, 1999) y su tolerancia a factores abióticos como la sequía y las altas temperaturas (Sánchez *et al.*, 2005).

2.1 Estructura de ecosistemas forestales

La estructura de ecosistemas forestales se ha convertido en un factor determinante en el análisis y manejo de los mismos. Zenner *et. al.* (2000) mencionan que las características estructurales son de una gran utilidad para definir los requerimientos de nicho de las especies, examinar la heterogeneidad espacial y la dinámica temporal de la vegetación

La estructura de una masa forestal esta relacionada con el hábitat de la fauna silvestre y la flora, siendo esta determinante como indicador de la biodiversidad. Por otra parte, se encuentra estrechamente relacionada a distintos factores bióticos y abióticos, beneficios directos (productos) e indirectos como fijación de carbono, paisaje, protección del suelo (Del Río, *et al.* 2003)

La caracterización de la estructura de ecosistemas forestales constituye una condición para la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos en áreas naturales protegidas, donde se observan procesos de selección natural que permiten el establecimiento de ecosistemas tipo como norma de conducción de acciones de manejo. Tales áreas son especiales para la investigación de la estructura y el desarrollo de diferentes ecosistemas (Gadow, 1999).

Aguirre (2002) menciona que los métodos para la caracterización estructural pueden ser distintos en función de los objetivos, incluyendo índices de diversidad, mezcla de especies, perfil de especies, distribución espacial, diferenciación dimensional, coeficiente de homogeneidad que permiten reproducir con distinta precisión la condición de los ecosistemas objeto de estudio (Jiménez *et. al.* 1998; Aguirre *et. al.* 1998; Kramer *et al.* 1999)

Pérez (2004) destaca que actualmente los estudios enfocados a la conservación implican el análisis de las comunidades con la finalidad de lograr un mejor entendimiento de las interacciones biológicas. En este marco interesa particularmente la estructura de especies, estructura espacial y estructura dimensional de los ecosistemas, caracterizados mediante procesos cuantitativos que permitan su evaluación y monitoreo en diferentes etapas de desarrollo de los ecosistemas (Aguirre, 2002).

En general, los bosques jóvenes tienen una estructura simple y presentan una baja riqueza en especies que los bosques primarios del mismo ambiente. Tanto la composición y la estructura de un bosque secundario se modifican con el paso del tiempo (Finegan, 1997).

El estudio de la estructura de una comunidad, es una descripción de sus variables cuantitativas en sus dimensiones vertical y horizontal, las cuales comprenden tamaño, ubicación relativa y tipos de formas de vida, sin considerar las especies individuales (Bourgeron, 1983; Delgado & Finegan, 1999; Wadsworth, 2000). Entre las variables que se manejan para determinar la estructura de una comunidad están el diámetro a 1.3 m ($d_{1.3}$) y la altura, las cuales pueden ser representadas a partir de funciones matemáticas que son de gran apoyo en el conocimiento de la estructura del bosque (Finegan, 1997).

Kurth y Sloboda (2001) mencionan que los diferentes tipos de ecosistemas pueden ser caracterizados por el grado de heterogeneidad espacial y complejidad estructural. Por otra parte, el cambio de la estructura espacial es el principal método utilizado por los manejadores del recurso forestal para determinar el desarrollo de los rodales o individuos.

Minchinton (2001) menciona que las variaciones en la estructura del ecosistema tienen gran influencia en los procesos ecológicos tales como dispersión, sobrevivencia y establecimiento de las especies, los cuales determinan la distribución y abundancia de las poblaciones en espacio y tiempo.

Jiménez *et al.* (1999), Gadow (1999) y Aguirre (2002) definen la estructura como el ordenamiento específico de los elementos que se encuentran dentro de un sistema, o bien como un conjunto de elementos agrupados por características de diversidad, distribución espacial y diferenciación dimensional de las variables cuantitativas (Jiménez *et al.*, 1998).

La estructura arbórea se refiere a la distribución de las características de un individuo dentro de un rodal forestal y señalan que la estructura de un ecosistema se define por el tipo, número, ordenamiento espacial y temporal de los elementos que lo constituyen y que deben considerarse para una correcta planificación de los recursos naturales (Jiménez *et al.*, 1996; Aguirre *et al.*, 1997; Gadow y Hui, 1998).

La estructura de ecosistemas forestales se refiere a la distribución temporal y física de los árboles en un rodal, en donde se incluye una descripción de la distribución horizontal y vertical, patrones espaciales, el tamaño de los árboles y la edad respectiva (Oliver & Larson, 1990).

Franklin *et al.* (1981) describen a los ecosistemas forestales por su composición, función y estructura. La composición es un conjunto de organismos que existen dentro de un ecosistema. Es frecuente describirlo por la presencia y/o dominancia de las especies y a menudo por descripciones relativas como índices de diversidad (Stone *et al.* 1998). La función se refiere a los tipos de procesos que desempeña el ecosistema forestal como captura de carbono e interacciones de los componentes forestales tanto bióticos como abióticos; y la estructura se refiere al arreglo físico y a las características del bosque Franklin *et al.* (1981).

2.2 Estructura vertical y horizontal

O'Hara *et al.* (1995) mencionan que la distribución vertical es un atributo de la estructura forestal, la cual es necesaria para el manejo de los recursos forestales. Thomas

(1996) señala que en la determinación de la distribución horizontal se requiere de la utilización del diámetro como un sustituto de la edad de los árboles y la interpretación de la relación estática de diámetro-altura. A su vez es necesario tomar en cuenta que los cambios en las condiciones de crecimiento a través del tiempo en un sitio no modifiquen dicha relación.

Los patrones de crecimiento en altura determinan la distribución de las especies en su desarrollo vertical y son definidas por los patrones de crecimiento de altura (Spies, 1998). En sentido vertical, la vegetación está organizada en un complejo de patrones desde el suelo hasta lo alto del dosel, en los cuales algunos ecólogos identifican estratos de plantas, ramas, en relación al dosel superior, considerando diferentes niveles de altura. En cuanto a la estructura horizontal, esta describe todo el complejo que se encuentra a lo largo del gradiente horizontal (Bourgeron, 1983).

Baca (2000) llevó a cabo un estudio sobre la caracterización de la estructura vertical y horizontal en los bosques de pino-encino, encontrando que los valores obtenidos presentan similitud entre la distribución vertical de la población y la distribución vertical para el muestreo y concluyendo que el rodal esta conformado por varias especies y éstas se distribuyen en tres distintos estratos.

Zenner *et. al.* (2000) menciona que es necesario estudiar los patrones espaciales de los individuos, la distribución diamétrica y de altura y la densidad de éstos cuando se requiere comparar dos rodales forestales.

Jiménez *et. al.* (2001) definió un procedimiento de análisis para la estructura horizontal y vertical en especies de tipo arbóreo de un ecosistema multicohortal de *Pinus-Quercus* en el norte de México, utilizando la combinación de la medición global en el ecosistema forestal y el análisis muestral denominado “grupo estructural de los 4 árboles”. Pérez (2004) realizó un análisis de la estructura de dos ecosistemas multicohortales del norte de México: Cerro El Potosí y Sierra La Marta, en donde el mayor porcentaje de

individuos para la distribución vertical ocurre en el estrato II, donde Sierra La Marta muestra los valores más altos.

2.3 Distribución espacial

El estudio de la distribución espacial en los ecosistemas forestales es de gran interés en lo correspondiente al manejo sostenible de los recursos naturales. Dicha distribución esta condicionada por las relaciones entre individuos (competencia y asociación), así como por las estrategias de regeneración de las diferentes especies y las intervenciones silvícolas que se realizan en el rodal (Del Río, 2003). La inclusión en la toma de datos de la posición de los individuos en los inventarios forestales ha servido como punto de partida para las investigaciones sobre las distribuciones espaciales de las masas forestales (Füldner & Gadow., 1994).

Arroyo (1994) menciona que la sucesión de plantas es uno de los factores que está implicado en los patrones de distribución de especies en el bosque y que sin embargo todavía no se le ha dado la atención que se merece. Para la distribución de las especies es esencial reconocer las etapas de la sucesión, lográndose por medio de registros de composición florística, fisonomía y estructuras determinantes, las cuales serán clave para clasificar las etapas de la sucesión. Estas etapas pueden denominarse pioneras, secundaria temprana, secundaria tardía y climax.

Brower *et al.* (1990) mencionan que ciertas especies presentan una distribución espacial de manera aleatoria, por lo que la posición de un individuo es completamente independiente de cualquier otro en la población y en ocasiones determinado por estrategias de las especies y los disturbios en los rodales. A su vez, destaca que dos poblaciones pueden tener la misma densidad pero presentar diferente arreglo espacial, ya que la distribución de los miembros de una población dentro de un hábitat es referido como dispersión de patrones de una población. Las poblaciones poseen una estructura concreta y un funcionamiento ordenado de todos y cada uno de los organismos que lo

componen y éstos a su vez en concordancia con otros grupos de individuos de la misma especie viven en un espacio determinado (García, 2002).

Thomas (1975) menciona que existen tres tipos de patrones de organización en las comunidades: al azar, por grupos (conglomerados) y sistemático. Por otro lado, Ludwig y Reynolds (1988) destacan la presencia de diversos factores causales que pueden llevar a patrones de distribución espacial: (1) factores vectoriales, resultado de la acción de los factores ambientales extremos; (2) factores reproductivos de las especies (sexual y asexual); (3) factores sociales (comportamiento territorial); (4) factor coactivo, resultado de interacciones intraespecíficas (competencia); (5) factores aleatorios, resultado de la variación de los factores antes reflejados. Sin embargo, se debe tener en consideración que la naturaleza es multifactorial y algunos procesos de interacción (bióticos y abióticos) contribuyen a la existencia de patrones espaciales (Thomas, 1975).

Los tres tipos de patrones de organización son (Thomas, 1975; Broker *et al.* 1990; Jiménez, 1999):

Aleatoria: los individuos están distribuidos al azar dentro del espacio disponible (figura 1). No existe ningún tipo de interacción entre los mismos. Se deben cumplir dos condiciones para aceptar este tipo de distribución espacial:

1. Los puntos en el espacio tienen la misma probabilidad de ser ocupados.
2. La presencia de un individuo en cierto punto, no afecta a la ubicación de otro organismo.

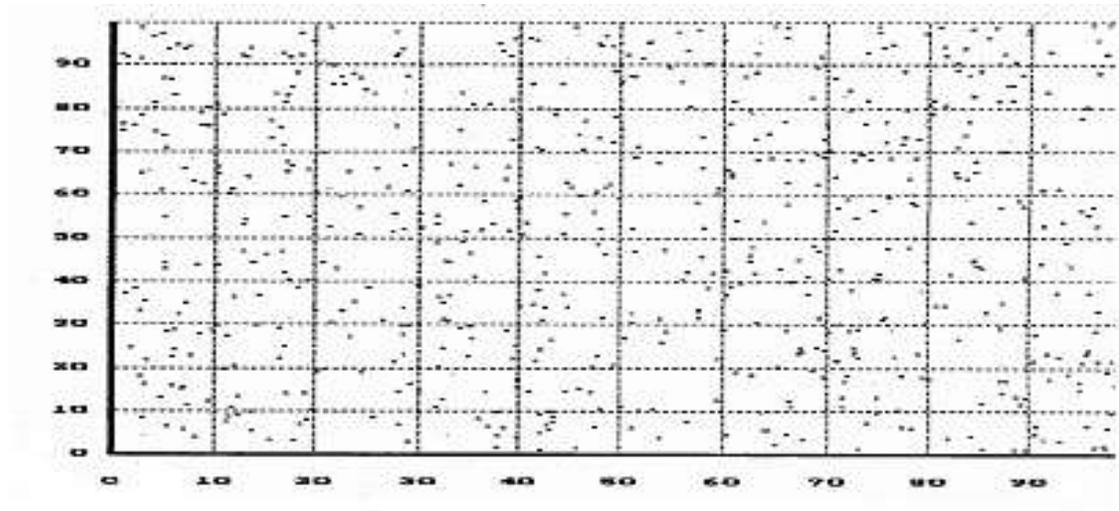


Figura 1: Distribución Aleatoria (Gleichmar y Gerold, 1998)

Regular: este tipo de distribución ocurre cuando los individuos presentan cierta tendencia a mantener entre sí una distancia próxima a la similitud. Surge como consecuencia de una repoblación o como respuesta a una fuerte competencia por alimento o espacio.

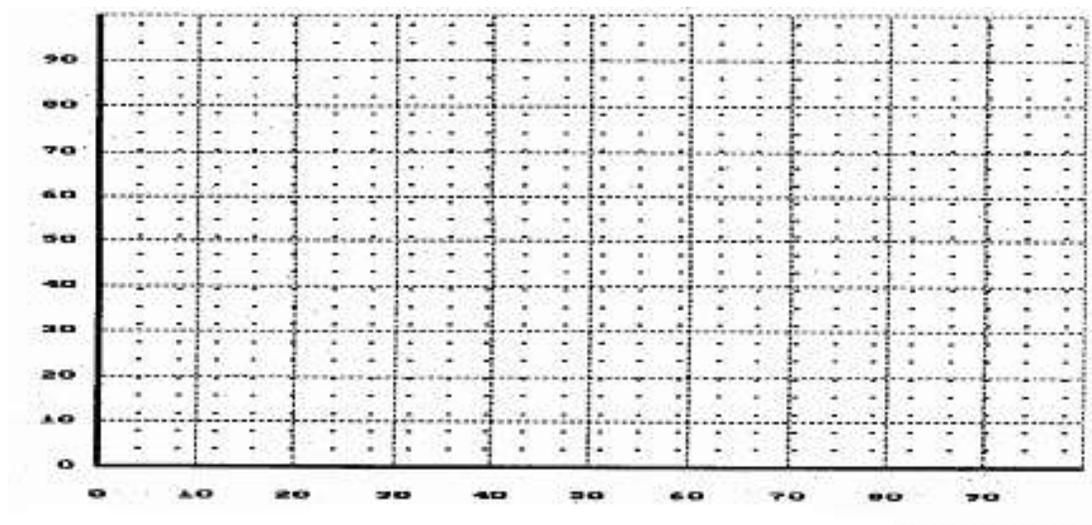


Figura 2: Distribución Uniforme (Gleichmar y Gerold, 1998)

Agrupada: esta distribución está conformada por grupos de organismos, alternándose con espacios abiertos. Tal proceso ocurre como consecuencia de la interacción entre los individuos que componen una masa forestal o bien como resultado de la ausencia de

homogeneidad en el sitio, comportamiento gregario y modo reproductivo (Ludwig y Reynolds, 1988).

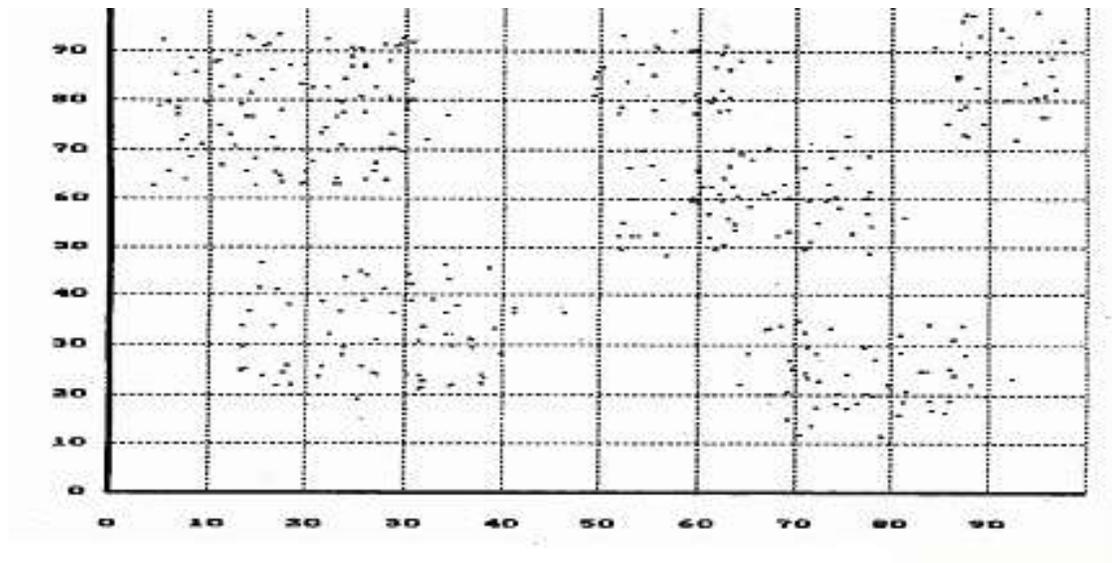


Figura 3: Distribución Agrupada (Gleichmar y Gerold, 1998)

García (2002) llevó a cabo un estudio sobre la distribución espacial de dos ecosistemas multicohortales en la Sierra Madre Oriental, en la que concluye que la mayoría de las especies muestreadas en ambos sitios de estudio, mostraron una distribución espacial del tipo aleatorio con la aplicación de los distintos indicadores ecológicos. Solo *Pinus ayacahuite* mostró tendencia al agrupamiento en Cerro El Potosí y *Pinus hatwegii* en Sierra La Marta.

Alanís (2004) realizó un estudio sobre la distribución espacial de bosques mixtos en la Sierra Madre Occidental empleando una combinación de muestreo total y el grupo estructural “4 árboles”, encontrando que los resultados obtenidos muestran que los distintos índices de distribución espacial proyectaron la misma tendencia aleatoria.

Quintana *et al.* (2004) llevó a cabo una distribución espacial de las comunidades de vegetación en un área bajo protección ecológica en la Sierra Madre Occidental empleando una imagen Landsat-TM, concluyendo que el uso de tecnología espacial es

útil para determinar la estructura de dichas comunidades y de esta manera planear un manejo adecuado de las áreas bajo protección.

De los muchos índices que se han utilizado para describir la distribución espacial de los árboles. Ripley (1977) citado por Del Río (2003) distingue cuatro tipos: **a)** basado en el muestreo del número de (PIES) individuos por parcelas; **b)** método del vecino más cercano; **c)** método del momento de segundo orden; **d)** método que utilizan datos simulados.

Gadow (1999) menciona que las variables expresadas para describir los atributos estructurales dentro de un tipo de vegetación, pueden ser evaluadas en la práctica con la información del muestreo del vecino más cercano. Estas pueden ser utilizadas para caracterizar modificaciones de estructuras de bosques, resultantes de actividades silvícolas, para medir diferencias de bosques en tiempo y espacio y para analizar las estructuras arbóreas observadas y esperadas.

Albert *et al.* (1995) destaca que los índices estructurales son sumamente versátiles y útiles debido a que pueden determinarse tanto para la totalidad de los individuos de un ecosistema como para una especie, dada una clase dimensional establecida. En este sentido, existe la necesidad de generar metodologías cuantitativas que permitan desarrollar el análisis estructural en el estrato arbóreo a través de la integración de diversos índices estructurales recientemente desarrollados (Gadow y Fuldner, 1992), parámetros dasométricos convencionalmente empleados para la evaluación de tales ecosistemas y finalmente, factores físicos de las localidades como objeto de estudio (Aguirre *et al.*, 1997).

3. HIPOTESIS

La estructura de las diferentes áreas de manejo son homogéneas, así como en la distribución de especies en el matorral espinoso tamaulipeco, de acuerdo al diferente uso del suelo.

4. OBJETIVO GENERAL

Aplicar y desarrollar una metodología que permita definir la estructura del matorral espinoso tamaulipeco en áreas con distinto historial de uso de suelo, para generar conocimiento sobre aspectos estructurales en especies del tipo arbóreo y arbustivo

4.1 OBJETIVOS PARTICULARES

4.1.1 Caracterización de la estructura dimensional del matorral espinoso tamaulipeco en áreas con distinto historial de uso de suelo:

4.1.1.1 Índice de mezcla de especies (DM)

4.1.1.2 Diferenciación diamétrica (TD)

4.1.1.3 Diferenciación en altura (TH)

4.1.1.4 Índice de distribución vertical de especies (A)

4.1.2 Determinación de la distribución espacial en especies de tipo arbóreo y arbustivo

4.1.2.1 Índice de dispersión (ID)

4.1.2.2 Índice de agrupamiento (IC)

4.1.2.3 Índice de Green (IG)

4.1.3 Comparación de la estructura entre las áreas con distinto historial de uso del suelo.

4.1.4 Comparación entre muestreo por parcelas y muestreo estructural para obtención de información dasométrica.

4.1.5 Comparación de parámetros dasométricos entre las áreas con distinto historial de uso antropogénico.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

5.1.1 Localización

Las áreas seleccionadas para esta investigación se ubican en una fracción del matorral espinoso tamaulipeco al sur del municipio de Linares, Nuevo León, en el extremo oeste de la Planicie Costera del Golfo en el noreste de México. El municipio de Linares, N. L. se encuentra situado entre las coordenadas 25° 09' y 24° 33' de la latitud norte, y 99° 54' y 99° 07' de longitud oeste, abarca una superficie total de 2445.3 Km², y una altura promedio de 350 msnm (Estrada y Marroquín, 1988).

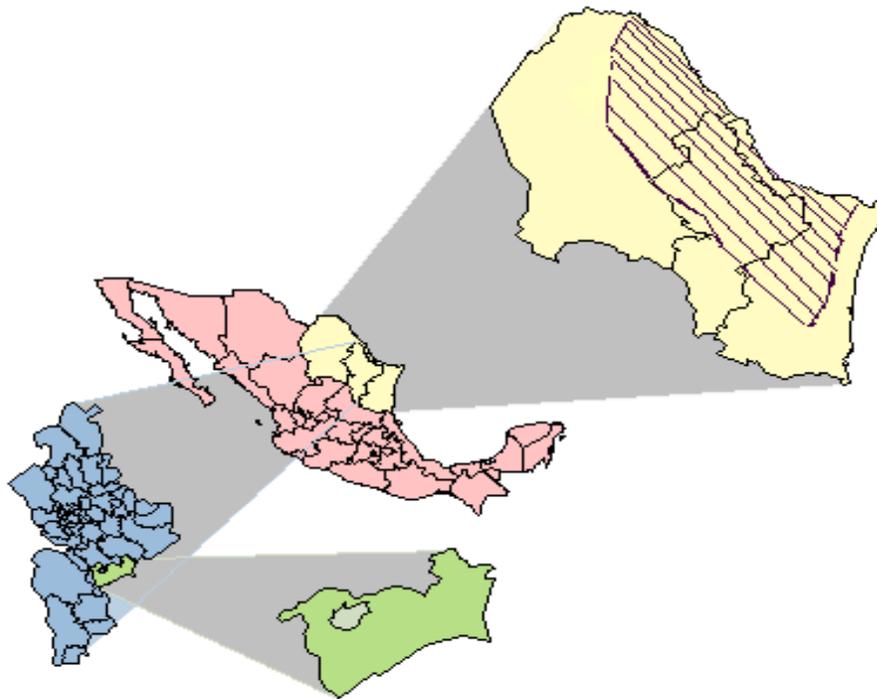


Figura 4: Localización del área de estudio y distribución del matorral espinoso tamaulipeco para México.

5.2 Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988) para la Republica Mexicana, el clima de la región es del tipo (A) C (x') (w'') a (e) correspondiente a un extremoso semicálido-subhúmedo básicamente, debido a la posición geográfica en la zona subtropical de altas presiones, con influencia de los vientos alisios húmedos y vientos fríos del norte durante el invierno (Cavazos & Molina, 1992; Medina-Cortés, 1995). La precipitación pluvial ocurre principalmente en verano (20% de lluvia entre Noviembre y Abril) oscilante entre los 400 y 1850 mm, y con un valor promedio (1935-1988) de 805 mm; desviación estándar de 260 mm (Navar *et al.*, 1994). Dicha precipitación se concentra en dos períodos de lluvias estivales (marzo-junio y septiembre-octubre) con un promedio de 560 mm totales. Un período menos lluvioso y extremadamente cálido, llamado canícula o sequía de medio verano, se presenta con frecuencia en los meses de julio y agosto. La mayor pluviosidad acontece en el mes de septiembre con un promedio de 170 mm/mes y la menor se presenta en los meses de diciembre y enero con valores de 20-25 mm/mes. El promedio anual de la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%. (Woerner, 1991; González *et al.*, 1997)

La temperatura promedio anual es de 22.4° C. Las temperaturas máximas registradas acontecen en los meses de julio y agosto alcanzando un promedio de 28-29 °C y valores absolutos de 40-45 °C. El período más frío se presenta en los meses de diciembre, enero y febrero con temperaturas promedio de 14-15 °C y mínimas extremas de -7 °C (SARH, 1984).

5.3 Geología

El material parental de los suelos de la región está conformado principalmente por lutitas originadas en el Cretácico Superior desplazadas y perturbadas por movimientos aluviales y coluviales del Pleistoceno y Holoceno, encontrando en la base de los lomeríos gravas de caliche con débil cementación, en la parte media de las mismas, se encuentran lutitas del Cretácico Superior y en las partes altas de las mismas gravas con caliche del Pleistoceno con cementación fuerte (Medina-Cortés, 1995).

5.4 Suelos

Los suelos de la zona corresponden a un típico vertisol de origen aluvio-columial. Este tipo de suelos son arcillosos, medianamente profundos (25-50cm) o muy profundos (> 50 cm), con drenaje interno medianamente lento y una pedregosidad de 2 a 25%; rocosidad de 0-10% y se encuentran fuertemente agrietados en estado seco; color oscuro en la parte más plana y rendzina de origen lutita calichosa de profundidad mediana en los lomeríos; estructura prismática y caracterizados por una uniformidad de color y estructura (Woerner, 1991; Medina-Cortés, 1995). Ambos tipos de suelo se caracterizan por el alto contenido de arcilla y relativo bajo contenido en materia orgánica, con Ph moderadamente alcalino (6.8-7.6). Existen deficiencias en nutrientes de nitrógeno y potasio (Foroughbakhch y Heiseke, 1990). Presentan en ocasiones un estrato de induración (caliche) de textura arcillosa o franco-arenosa. Contienen más de 30% de arcilla a lo largo del perfil, compuesta principalmente de minerales arcillosos expandibles del tipo smectita, la cual provoca una capacidad de intercambio catiónico muy elevada con una capacidad muy alta de almacenamiento de nutrientes disponibles como potasio, calcio, magnesio y ácido nítrico. Se componen de cuatro a cinco diferentes unidades equivalentes a horizontes según su estado de evolución pedogenética.

5.5 Uso de Suelo

El uso de suelo actual en la región corresponde a un mosaico de áreas agrícolas, pastizales inducidos, vegetación secundaria y áreas cubiertas de vegetación natural aparentemente primaria en donde no existen evidencias de desmonte (González *et al.*, 1997). Entre los fragmentos de vegetación aparentemente primaria predominan los matorrales altos espinosos y subinermes, caracterizados por arbustos altos y árboles bajos. Este tipo de vegetación se podría ubicar, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1981) como una transición entre el Matorral Xerófilo y el Bosque Espinoso.

5.6 Vegetación

El matorral espinoso tamaulipeco se caracteriza por la predominancia natural de arbustos altos y árboles bajos de dos a seis metros de altura, deciduos por un período breve, con especies principalmente inermes pero con la participación de algunas especies espinosas, siendo también común la presencia de algunas gramíneas y de algunas suculentas (Foroughbakhch y Heiseke, 1990; Reyes, 1989)

La superficie de Linares cuenta con tres tipos de matorral: 1) matorral alto subinermes; 2) matorral mediano subinermes; 3) matorral alto espinoso con espinas laterales (Treviño, 1996); los cuales se presentan particularmente en áreas planas y zonas de escasos lomeríos; están caracterizados por especies arbustivas y arbóreas principalmente, espinosas o inermes y por lo general micrófilas, entre las que destacan por abundancia y cobertura: mezquite (*Prosopis laevigata.*), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), chaparro amargoso (*Castela texana*), granjeno (*Celtis palida*), palo verde (*Cercidium macrum*), anacahuita (*Cordia boissieri*), guayacán (*Porlieria angustifolia*), coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*), huizache (*Acacia farnesiana*), tenaza (*Havardia pallens*), colima (*Zanthoxylum fagara*), huajillo (*Acacia berlandieri*), coma (*Bumelia celastrina*), yuca (*Yucca filifera*) entre otras (Villegas, 1972; COTECOCA-SARH, 1973; Estrada & Marroquín, 1988; Villalón, 1989; Foroughbakhch y Heiseke, 1990; Alanís *et al*, 1996). La densidad de individuos es muy alta, presentando de 14,000 a 21,000 árboles y arbustos por ha. según las condiciones edafoclimáticas de la zona. La edad de estos individuos se estima alrededor de 20 a 50 años (Foroughbakhch y Heiseke, 1990). De acuerdo a los autores anteriormente señalados, las principales especies que componen el matorral espinoso tamaulipeco son:

5.6.1 Descripción de las especies

Acacia berlandieri Benth.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Huajillo

Arbusto de hasta 4 m de altura, generalmente con varias ramas principales que parten a poca altura del suelo; escasamente ramificado, con espinas dispersas de 1-3 mm de largo. Hojas bipinadas, de 10-12 pares aproximadamente; folíolos de 30-50 pares por pina, lineares, de 4 mm de largo. Flores blanco-cremoso, dispuestas en capítulos esféricos de cerca de 1 cm de diámetro. El fruto es una legumbre robusta, de valvas gruesas, de 8-15 cm de largo y 15-25 mm de ancho; usualmente con una pubescencia aterciopelada en la madurez. Tardíamente dehiscente. El follaje es consumido por el ganado, mas sin embargo puede causar intoxicación si la cantidad consumida es excesiva. Excelente fuente de néctar para las abejas.

Acacia farnesiana (L.) Willd.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Huizache

Arbusto o árbol pequeño de 2-4 m de altura; ramificaciones armadas con espinas rectas, en pares, que representan las estípulas de las hojas modificadas. Las hojas son de 3-8 cm de largo; pinas de dos a seis pares; folíolos numerosos linear-oblongos de 3-5 mm de largo. Flores en cabezuelas amarillas globosas de 1 cm de diámetro aproximadamente y muy aromáticas; pedúnculos delgados de 1-4 cm de largo, pubescentes. El fruto es una vaina de 3-8 cm de longitud, casi cilíndrica, adelgazándose en ambos extremos, negruzca y lisa con las vainas coriáceas; semillas en dos hileras. Posee usos muy variados. Es utilizada como ornamental debido a sus fragantes flores. De la corteza y frutos se obtienen taninos y los exudados gomosos del tronco son usados para obtener pegamento. El follaje posee gran valor forrajero, además de que se le atribuyen propiedades medicinales.

Acacia rigidula Benth.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Chaparro prieto, Gavia.

Arbusto de 1-3 m de altura, de corteza grisácea con ramas muy numerosas y cortas; espinas estipulares en pares, rectas y grisáceas. Hojas con un par de pinas y con pocos pares de folíolos de 6-15 mm de largo cada uno, glabros de color verde oscuro, lustrosos, de ápice redondeado, asimétricos y de forma obovada. Flores blanquecinas, en espigas de 1 cm de grueso aproximadamente y de dos a seis veces más largas que anchas. El fruto es una vaina curva, redondeada, de 6-8 cm de largo y menos de 7 mm de ancho, ligeramente constreñida entre las semillas. El follaje es consumido por el ganado y la madera utilizada como leña.

Bumelia celastrina H. B. K.

Familia: Sapotaceae

Nombre común: Coma

Arbusto o pequeño árbol de 2-9 m de altura, espinoso. Hojas con los pecíolos hasta de 1 cm de largo, generalmente fasciculadas, excepto en las ramas jóvenes. De tres a quince flores por grupo, aromáticas; corola de 3-4.5 mm de largo. Fruto elipsoidal a cilíndrico de 7-13 mm de largo; azul oscuro; presenta latex abundante en estado inmaduro. Se le utiliza como árbol de sombra debido a su denso follaje. Su fruto es comestible.

Castela texana (T. & G.) Rose.

Familia: Simaroubaceae

Nombre común: Chaparro amargoso

Arbusto de hasta 2 m de altura, con espinas axilares y ramificaciones terminadas en punta, densamente ramificado; las ramas tiernas de color grisáceo, la corteza de sabor muy amargo. Hojas alternas de 2.5 cm de largo y 7 mm de ancho, aproximadamente. Las

flores solitarias o fasciculadas miden de 3-4 mm de largo, dispuestas en las axilas de las hojas. Fruto drupáceo, formado por cuatro mericarpos de color rojo brillante de 6-10 mm de longitud, ligeramente comprimido.

La corteza se utiliza en medicina popular como remedio para fiebres y disturbios intestinales y ha demostrado completa eficacia en el tratamiento contra amibas.

Celtis pallida Torr.

Familia: Ulmaceae

Nombre común: Granjeno

Arbusto hasta de 3 m de altura con ramas espinosas blanco-puberulentas; espinas en pares hasta de 2.5 cm de longitud. Hojas ovadas o elípticas hasta de 3 cm de longitud y 2 cm de ancho, usualmente más pequeñas; ápice agudo a redondeado; margen entero o ligeramente crenado-dentado; el limbo es grueso y escabroso. Flores pequeñas, blancas y agrupadas en cimas de tres a cinco flores; estilos gruesos partidos cerca de la mitad de su longitud. El fruto es una drupa ovoide y glabra, aproximadamente de 6 mm de longitud, color naranja o tojo con pulpa jugosa. Su madera se utiliza como leña y para postes como cercas. El fruto es comestible pero algo astringente.

Cercidium macrum I. M. Johnst.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Palo verde

Árbol pequeño de 2-4 m de altura con copa algo densa; ramas y corteza de color verde y ramificaciones en zig-zag, armadas en cada nudo con una espina corta y casi recta. Hojas de uno a tres pares de pinas y pocos folíolos de 4-6 mm de longitud aproximadamente. Flores de 1 cm de diámetro, color amarillo brillante con sépalos y pétalos en número de cinco; el ovario y la base de la vaina glabra o casi glabra. El fruto es una vaina de 2-6 cm de longitud, con varias semillas. El follaje y los brotes tiernos son consumidos por el ganado. La madera posee poca importancia.

Condalia hookeri M. C. Johnst.

Familia: Rhamnaceae

Nombre común: Brasil

Arbusto o árbol pequeño hasta de 6 m de altura. Hojas obovadas de 15-20 mm de largo y 9-12 mm de ancho; el ápice es mucronato o redondeado y algunas veces truncado o emarginado. Flores verdes, solitarias. El fruto es una drupa globosa de 5-6 mm de diámetro, color azul oscuro, casi negra, de pericarpio carnoso y dulce. La madera se utiliza principalmente como leña y su fruto es comestible.

Cordia boissieri A. DC.

Familia: Boraginaceae

Nombre común : Anacahuita

Arbusto o árbol pequeño hasta de 8 m de altura y con un fuste de hasta 20 cm de diámetro. Hojas gruesas de hasta 20 cm de largo y 15 cm de ancho; el pecíolo es de hasta 4 cm de largo. Inflorescencia en cimas de seis a ocho flores; corola en forma de embudo. Fruto ovoide de 2-3 cm de largo ligeramente café brillante, de pulpa dulce. Su madera es utilizada para la construcción de corrales. El follaje y el fruto son consumidos por el ganado. Las hojas, flores y tallos se utilizan en medicina popular contra afecciones bronquiales y reumatismo. También es usado con fines ornamentales.

Croton torrellanus Muell. Arg.

Familia: Euphorbiaceae

Nombre común: Salvia

Arbusto de 1-2.5 m de altura. Flores estaminadas de cinco sépalos, oblongo-lanceoladas; cinco pétalos. El fruto es una cápsula oblonga a elíptico-oblonga de 6-7.1 mm de largo; semillas oblongas a elíptico-oblongas de 4.5-5.6 mm de largo y de 3-3.5 mm de ancho, carúncula de forma semilunar, de aproximadamente 0.5 mm de largo. Se utiliza como té para los lactantes.

Disparos texana Scheele.

Familia: Ebenaceae

Nombre común: Chapote

Arbusto o árbol pequeño hasta de 10 m de altura; la madera es dura y de color oscuro; la corteza es lisa de color gris-rojizo y delgada, separándose del tallo y ramas. Las hojas de hasta 5 cm de longitud. La corola es blanca, de 8-12 mm de longitud. El fruto es de color negro en la madurez, globoso, de 2 cm de diámetro aproximadamente, con 3-8 semillas. Se utiliza en trabajos de ebanistería debido a la fineza de su madera. El fruto es dulce y comestible en estado maduro, pero astringente en estado inmaduro.

Ehretia anacua (Teran & Berl.) I. M. Johnst.

Familia: Boraginaceae

Nombre común : Anacua

Árbol hasta de 15 m de altura, de follaje verde oscuro. Hojas elípticas de 3-12 cm de largo y 1.5-8 cm de ancho; margen entero o dentado. Inflorescencia terminal en las ramas jóvenes, flores fragantes. El fruto es una drupa carnosa de color naranja o amarillo oscuro, de 5-8 mm de ancho y el cual contiene dos pirenos hemisféricos con dos semillas cada uno. Su madera es utilizada para la construcción de mangos para herramienta; también como árbol ornamental debido a su denso follaje para sombra y aromáticas flores. Su fruto es comestible y dulce.

Eysenhardtia texana Scheele.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Vara dulce

Arbusto inerme de abundantes ramas delgadas, hasta de 3 m de altura. Las hojas son alternas, imparipinadas con puntos glandulosos de 3-9 cm de longitud; de 15-47 folíolos por hoja de aproximadamente 5-12 mm de largo, oblongos y finamente puberulentos. Flores en racimos de 3-11 cm de longitud; pétalos de 4-5 mm de largo de color blanco o

amarillo pálido. El fruto es una vaina de 7-10 mm de longitud y de 2-2.5 mm de ancho, curva, con puntos glandulosos y con una semilla. Dentro de sus usos, el follaje es consumido por el ganado. Las flores producen abundante néctar y en medicina tradicional se le utiliza como diurético y preventivo de enfermedades de vía urinaria.

Forestiera angustifolia Torr.

Familia: Oleaceae

Nombre común: Panalero

Arbusto redondeado densamente ramificado, de 1.5 a 4.5 m de altura. Hojas lineares de 1-3 cm de largo y 3-6 mm de ancho, de color verde brillante. Las flores nacen al comenzar la primavera; carecen de corola. El fruto es de color negro, aproximadamente de 6 mm de largo. Muy comestible, pero poco palatable.

Guaiacum angustifolium (Englem.) Gray.

Familia: Zygophyllaceae

Nombre común: Guayacán

Arbusto siempre verde de hasta 4 m de altura, muy ramificado, nudoso, espiniscente. Las hojas son opuestas o agrupadas en fascículos en los nudos; pinadas, de 1-3 cm de longitud, folíolos de cuatro a ocho pares, sésiles de color verde oscuro. Flores de 12-20 mm de diámetro, aromáticas, El fruto es una cápsula de dos a cuatro lóbulos, aplanada, reticulada, coriácea de 1-2 cm de diámetro. Una semilla por lóbulo, de color café-amarillenta, reniforme, encerrada por un grueso y carnosos arilo. La corteza de la raíz es usada como fuente de jabón; posee propiedades medicinales en la madera y la corteza para tratamiento de reumatismo y enfermedades venéreas.

Havardia pallens Benth.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Tenaza

Arbusto usualmente de 3-4 m de altura; follaje poco denso y de color verde pálido; corteza pálido grisáceo y algo lisa. Folíolos de 7-20 por pina; flores en cabezas esféricas, usualmente de 1 cm de diámetro. El fruto es una legumbre linear de paredes delgadas y margen redondeado, de 10 cm de largo y 1 cm de ancho aproximadamente; la vaina es mas gruesa donde se encuentran las semillas negruzcas, lo que origina que la vaina se pandee en el sitio de cada semilla. Su madera es utilizada para fabricación de mangos para herramienta y de silla y otros objetos. Planta de importante valor forrajero.

Helietta parvifolia (Gray) Benth.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Barreta

Arbusto de 2-4 m de altura, inerme; las hojas son opuestas, trifoliadas de 3.5-5 cm de largo; los folíolos son sésiles de forma oblonga obovada, de ápice redondeado. Flores en panículas terminales, perfectas, pequeñas; cáliz de tres o cuatro sépalos de 2 mm de ancho; corola de tres o cuatro pétalos ovados a ampliamente elípticos de 2.5-3 mm de largo; tres o cuatro estambres. Fruto formado por tres o cuatro carpelos parecidos a sámaras. Las semillas miden aproximadamente 6 mm de largo; abundante en los lomeríos. De la madera se obtienen postes para construcción de cercas

Karwinskia humboldtiana (R. & S.) Zucc.

Familia: Rhamnaceae

Nombre común: Coyotillo

Arbusto inerme, de 1-2 m de altura. Hojas opuestas, corto pecioladas, de 3-7 cm de largo. El envés de la hoja con numerosas nervaduras secundarias paralelas, a menudo con coloraciones blanco-oscuro, alternándose. Flores en cimas axilares; pétalos presentes. El

fruto es una drupa globosa de color negro al madurar. El pericarpio es comestible, sin embargo la semilla posee una sustancia tóxica que actúa sobre el sistema nervioso de vertebrados causando parálisis y llegando a ocasionar la muerte. La cocción de las hojas y la raíz se utiliza contra la fiebre.

Leucophyllum texanum (Berl.) I. M. Johnst.

Familia: Scrophulariaceae

Nombre común: Cenizo

Arbusto de hasta 2.5 cm de altura. Hojas sésiles hasta de 2.5 cm de longitud, redondeadas en el ápice. Flores vistosas, solitarias en las axilas de las hojas. Corola campanulada de color púrpura de aproximadamente 2.5 cm de ancho, con una suave vellosidad en el interior. El fruto es una cápsula café con numerosas y pequeñas semillas. Se le utiliza como planta de ornato y esta reportada como medicinal contra la fiebre y males del hígado.

Mimosa monansistra Benth.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Raspadillo, Uña de gato.

Arbusto de 0.6-1.5 m de altura; armado con espinas cortas y curvas. Folíolos de 3-5 mm de longitud, de color verde, con escasos tricomas largos y sedosos; caquis de la hoja sin espinas. Las flores en pequeñas cabezuelas globosas de color rosa. El fruto es una vaina de 3-4 cm de largo y de 4-5 mm de ancho; algo constreñida entre las semillas; densamente cubierta con espinitas amarillas; las valvas en la madurez se separan del margen espinoso y se dividen en tres a cuatro partes, de una semilla cada una.

Prosopis leavigata Torr.

Familia: Leguminosae

Nombre común: Mezquite

Arbusto o árbol hasta de 10 m de altura. Hojas bipinadas, con folíolos de 6-20 pares por pina; de 10-62 mm de longitud. Flores en espigas de color amarillo pálido. El fruto es una vaina recta, casi cilíndrica, de 7-20 cm de longitud. Su madera se utiliza en la fabricación de carretas, puertas, muebles, barriles y mangos para herramienta y como combustible en forma de carbón o leña. La corteza contiene taninos y su tallo segrega una goma. La vaina es rica en azúcar, por lo que representa buen forraje para el ganado.

Ziziphus obtusifolia (T. & G.) Gray.

Familia: Rhamnaceae

Nombre común: Abrojo

Arbusto espinoso de aproximadamente 1-2 m de altura; las ramas a menudo cubiertas con una capa cerosa de color grisáceo y terminado en rectas y puntiagudas espinas. Las hojas son alternas, de color verde grisáceo. Las flores agrupadas en climas axilares, pétalos presentes. El fruto es una drupa carnosa de color negrozco y de aproximadamente 9 mm de diámetro.

Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.

Familia: Rutaceae

Nombre común: Colima

Arbustos con numerosas espinas curvas a lo largo de las ramas. Las hojas son glandulares, alternadas, aromáticas, de 2-9 cm de largo; de 5-13 folíolos de 7-20 mm de largo. Inflouescencias laterales, inconspicuas; flores de color verde-amarillento. El fruto es un folículo seco, usualmente con una semilla negra y lustrosa. La madera es de color amarillo y muy dura. Se utiliza como condimento debido al aroma de la corteza y de las hojas. También actúa como estimulante arterial y nervioso.

6. METODOLOGIA

6.1 Localización general del área de estudio

Para seleccionar los sitios de muestreo dentro de la fitocenosis, se realizaron visitas preliminares a las distintas áreas de interés en el matorral espinoso tamaulipeco observando las condiciones generales de la comunidad, con la finalidad de obtener una preselección de las áreas para establecer las parcelas de muestreo. Se delimitó el área de la comunidad, ubicando sus vértices perimetrales. Los datos de azimut y distancia de cada estación, permitieron la construcción del plano en cada área.

El estudio se realizó en la reserva ecológica del matorral escuela de la Facultad de Ciencias Forestales y en áreas contiguas, en las cuáles se seleccionaron cuatro áreas con distinto historial de actividad antropogénica:

- 1) Agricultura tradicional
- 2) Ganadería extensiva
- 3) Ganadería intensiva
- 4) Mata rasa

Dichas áreas comparten similares características físicas (clima, suelo, altitud y pendiente) y actualmente se encuentran en abandono. A su vez, conllevan una edad de 23 años de cese de aprovechamiento.

6.2 Muestreo por parcelas

Para determinar la diversidad de las especies arbóreas en los distintos tratamientos, se establecieron cuatro parcelas rectangulares de 10 x 25 m en cada historial de actividad antropogénica, por ser la superficie mínima requerida para la obtención de información representativa proveniente de las especies del matorral espinoso tamaulipeco (Romero 1999), teniendo un total de 16 sitios en el estudio.



Figura 5: Establecimiento de un sitio de muestreo

La utilización de la forma rectangular fué por la facilidad de su limitación y medición en vegetación densa, respecto a la forma circular (Jurado & Reid, 1989). La distancia mínima entre ellas es de 50 m, con la finalidad de evitar los bordes e impedir que existan variantes topográficas, edáficas o altitudinales. La ubicación exacta de los sitios de muestreo se obtuvo con un receptor del Sistema Global de Posicionamiento (GPS).

En los sitios de muestreo se realizó un censo total de las especies arbóreas y arbustivas, entendiéndose como **árbol** aquella planta leñosa perenne que tiene un fuste y una copa bien diferenciada y que se ramifica aproximadamente a partir de los tres metros de altura. Los **arbustos** al igual que los árboles son perennes, leñosos, no presentan un fuste diferenciado porque se ramifican cerca a la base (Harold y Hocker, 1984; Arroyo, 1994).

Para la medición total se determinó para cada individuo su especie, diámetro mayor a un centímetro y altura total, la cual se tomó desde la base del tocón hasta la extensión máxima de la copa (Harold y Hocker, 1984; Jiménez, 2005). El diámetro se tomó a .10 m sobre la base, dado que es la medida estándar empleada para las especies arbóreas y arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco (Villalón, 1989; Adáme, 1994; Romero, 1999; Gómez, 2000; Alanís, 2005). Para su medición se utilizó vernier digital y

forcípula. Dada la forma irregular y las ramificaciones existentes en los tocones de algunas especies, se tomó el diámetro promedio.



Figura 6: Medición del diámetro con vernier digital

6.3 Metodología de la investigación

La metodología propuesta para realizar esta investigación fue una combinación de parcelas rectangulares y el análisis muestral (Köhler, 1951) desarrollado por Fuldner & Gadow (1994). La información proveniente de las parcelas se utilizó para determinar la valorización cuantitativa de las áreas (densidad de individuos por hectárea y su área basal) y la distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas. Mediante el análisis muestral se logró establecer la diferenciación horizontal y vertical, así como la mezcla de especies y la distribución espacial correspondiente a cada área.

6.3.1 Muestreo por parcelas

6.3.1.1 Determinación del tamaño de muestra óptimo

Para la determinación del tamaño de muestra del muestreo por parcelas, se elaboró una curva especie-área para cada área de estudio, siguiendo el criterio de Mueller y Ellenberg (1974) citado por Rodríguez (1994). El registro de la densidad total de especies en cada unidad muestral y su acumulación se usó para la construcción de esta curva. El área mínima fue definida como el área muestral donde el incremento inicial de

la curva especie-área observa la asíntota, llegando a ser horizontal. Las curvas especie-área de las 4 comunidades se encuentran en la figura 7.

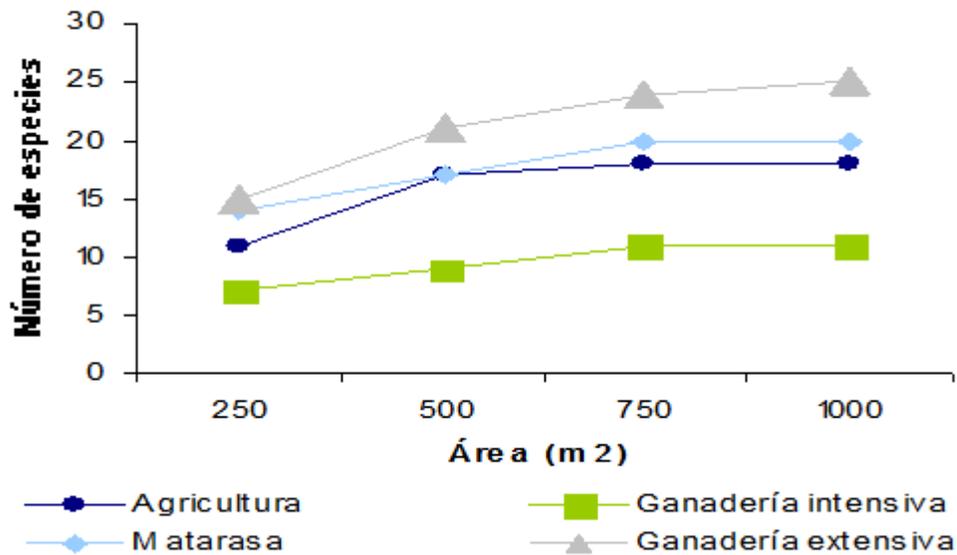


Figura 7: Tamaños de muestra de las comunidades de estudio para el muestreo por parcelas

6.3.1.2 Grupo estructural de los cuatro árboles

Posterior al inventario realizado se empleó un muestreo sistemático para la estimación de los parámetros estructurales, denominado grupo estructural de los cuatro árboles (Füldner y Gadow, 1994). Este muestreo parte de un punto inicial al azar, instalando sitios de muestreo en una red de puntos y estableciendo una distancia entre sitios. El árbol más próximo a los puntos de intersección de la red se le denomina árbol-muestra o árbol cero y partiendo de éste, se determina la distancia de los tres árboles más cercanos, conformando de ésta manera el grupo estructural de los cuatro árboles (Alanís, 2004; Pérez, 2004.).

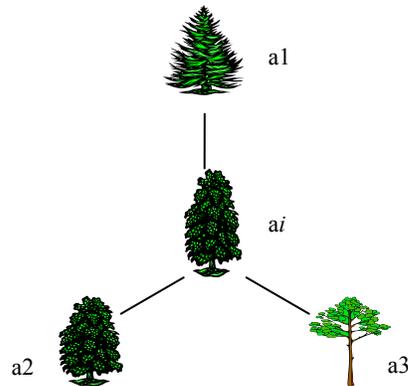


Figura 8: Muestreo de los cuatro árboles (Fuldner y Gadow, 1994)

Para la determinación del tamaño de muestra óptimo del muestreo estructural, se elaboró de manera análoga a la de muestreo por parcelas una curva especie-área para cada comunidad de interés.

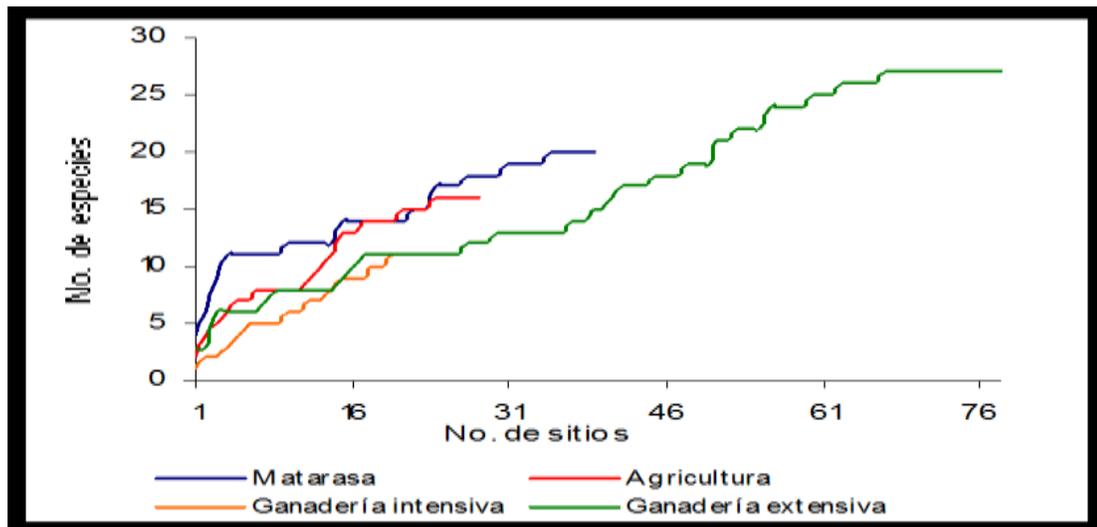


Figura 9: Tamaño de muestra de las comunidades de estudio para el muestreo estructural.

6.4 Estimación de la diferenciación dimensional

Para evaluar la variabilidad de los parámetros estructurales en los individuos vecinos, se empleó la variable diferenciación dimensional (Fuldner & Gadow, 1994) la cual permite

describir la estructura del ecosistema, estableciendo como base las relaciones próximas existentes de las especies arbóreas y arbustivas.

6.5 Índice de diferenciación diamétrica (TD)

Este índice se refiere a la relación existente entre el diámetro ($d_{1,3}$) para un árbol dado i ($i = 1 \dots N$) y sus n próximos vecinos cercanos j ($j = 1 \dots n$) y se define por el cociente entre una variable dimensional del árbol más pequeño y la correspondiente de árbol mayor, sustraído de 1 (Gadow y Fuldner, 1992; Fuldner y Gadow, 1994; Fuldner, 1995; Jiménez, 1998).

$$TD = 1 - \frac{D - menor}{D - mayor}$$

Donde = D -menor y D -mayor son los diámetros a 1.3 m del árbol muestra o árbol centro y su primer vecino.

El valor promedio del índice de diferenciación diamétrica entre el i –ésimo árbol ($i = 1 \dots N$) y sus próximos vecinos j ($j = 1, \dots, n$) y se determina bajo la siguiente relación:

$$\overline{TD}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

el índice de diferenciación diamétrica promedio se expresa entonces:

$$\overline{TD} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N TD_i$$

donde:

N = número de árboles en la unidad de muestreo

El valor medio de TD proporciona información sobre la estructura global del ecosistema. Mediante la clasificación del rango de valores de TD de 0 a 1 y la representación de la

distribución porcentual de los valores de TD de los sitios de muestreo en estas clases, se obtiene la información detallada sobre la estructura del ecosistema (Aguirre *et al.*, 1998).

Poomering, *et.al.*(1997) mencionan que dicho índice posee puntos de referencia interpretables y que es apropiado para su uso en el manejo del recurso forestal, donde se requiere de una descripción de la estructura de las comunidades.

6.6 Índice de diferenciación en altura (TH)

De manera análoga al índice de diferenciación diamétrica (TD) se determino la variable diferenciación en altura (TH). Considerando los datos del árbol cero y su vecino más cercano, Aguirre *et al.* (1998) y Jiménez *et al.* (1998) desarrollan esta metodología estableciendo una diferenciación seccionada en cinco categorías y cuyo valor oscila entre 0 y 1. Tales categorías se denominan: baja: 0.0 – 0.20; moderada: 0.21 – 0.40; media: 0.41 – 0.60; fuerte: 0.61 – 0.80 y muy fuerte: 0.81 – 1.0. Este índice permite calcular la disimilitud promedio de manera vertical para el estrato arbóreo y arbustivo de una comunidad forestal.

Dicho índice se define por la siguiente expresión matemática:

$$\overline{THi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n rij$$

El índice de diferenciación en altura promedio se expresa por la siguiente función:

$$TH = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N THi$$

donde:

N = número de árboles en la unidad de muestreo

6.7 Índice de distribución vertical de especies (A)

Para la caracterización de la estructura vertical de las especies arbóreas, se empleó el índice de distribución vertical de especies (A) De acuerdo con Lamprecht (1986), Nagel (1994) y Pretzsch (1996) la distribución vertical de las especies se representa en tres zonas o estratos de altura, siendo éstos: estrato I: comprende sobre 80% hasta el 100% de la altura máxima del área; estrato II: sobre 50% hasta 80% y el estrato III: de 0 a 50% (figura ¿?)

El índice A se obtiene de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A = - \sum_{I=1}^S \sum_{J=1}^Z p_{ij} * \ln(P_{ij})$$

donde:

A = índice de distribución vertical

S = número de especies presentes

Z = número de zonas de altura

P_{ij} = proporción de especies en las zonas de altura

$$p_{ij} = \frac{n_{i,j}}{N}$$

n_{ij} = número de individuos de la especie i en la zona j

N = número total de individuos

A_{max} es función del número de especies (s) y de estratos (z), y se obtiene mediante:

$$A_{max} = \ln (S*Z)$$



Figura 10: Distribución vertical de especies

El valor del índice A se ubica entre 0 y el valor máximo de A (A_{max}). El valor 0 muestra que el rodal se conforma de una sola especie, el cual sólo se ubica dentro de una zona. A_{max} , que se logra cuando todas las especies se localizan en todas las zonas (Jiménez, 2001).

6.8 Índice de mezcla de especies (\overline{DM})

Este término fue descrito por Fuldner en 1995, para la determinación de la relación existente entre las especies vecinas y el árbol centro. De tal forma que si los tres vecinos corresponden a la misma especie de éste árbol el valor será igual a 0; si uno es de especie distinta = 0.33. A 0.67 será igual si se encuentran dos individuos pertenecientes a otra especie y cuando todos sean de desigual especie tomará en valor de 1 (figura ¿?)

Se obtiene a través de la siguiente función:

$$DM = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij}$$

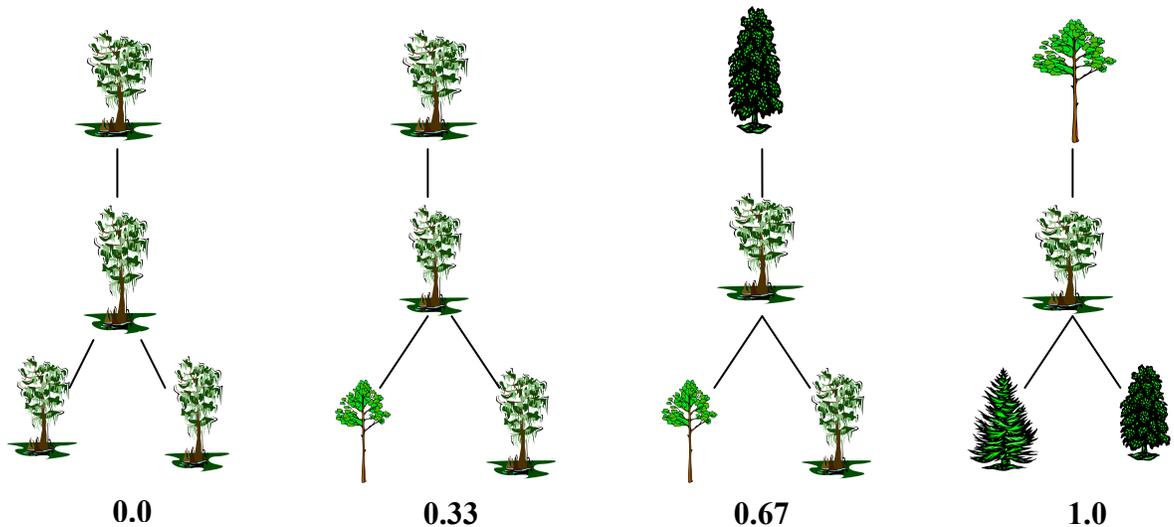


Figura 11: Índice de mezcla de especies.

6.9 Índices de distribución espacial

En el desarrollo del procedimiento analítico se establecieron indicadores (índice de Dispersión, índice de Agrupamiento, índice de Green, índice de Clark & Evans) como metodologías propuestas por Ludwig y Reynolds (1988).

6.9.1 Índice de Dispersión (ID)

Se basa en la comparación de la varianza y la media aritmética, cuando el valor de ambas es similar, se refiere a distribución Poisson. Si el valor corresponde a cero la distribución es uniforme; uno es aleatoria y agrupada cuando el valor es mayor que uno y se obtiene a través de la formula:

$$ID = \frac{\sum_{r=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{\frac{n}{\bar{x}}} \rightarrow ID = \frac{S^2}{\bar{x}}$$

6.9.2 Índice de Agrupamiento (IC)

David y Moore (1954) propusieron una modificación al índice de dispersión y lo denominan índice de agrupamiento (“index of clumping”) y se obtiene mediante la fórmula:

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{\frac{n}{\bar{x}} - 1} - 1 \quad \rightarrow \quad IC = \frac{S^2}{\bar{x}} - 1 \quad \rightarrow \quad IC = ID - 1$$

El IC es igual a 0 cuando presentan una distribución aleatoria, 1 cuando se encuentran distribuidos de manera uniforme y $n - 1$ cuando presentan el máximo agrupamiento. Como era el caso para ID el índice de agrupamiento no es muy útil como una medida comparativa del grado de agrupamiento debido a su dependencia en n .

6.9.3 Índice de Green (IG)

Es usado para comparar el muestreo con la población. Los promedios de la muestra y el número de sitios de muestreo. Sus valores oscilan entre -1 (uniforme), 0 (aleatorio) y 1 (máximo agrupamiento) (Green, 1966). la ecuación es:

$$IG = \frac{(S^2 / \bar{x}) - 1}{n - 1} \quad \rightarrow \quad IG = \frac{IC}{n - 1}$$

7. RESULTADOS

MATORRAL - ÁREA AGRICULTURA

7.1 Resultados del muestreo por parcelas (MP) y muestreo estructural (ME).

En la tabla 1 se muestra la información dasométrica del muestreo por sitio en el matorral espinoso tamaulipeco. Para el área agrícola se observa que *Diospyros texana* es la especie que presenta el mayor número de individuos por unidad de área, con un total de 660 ind. /ha y una densidad relativa de 28%. *Acacia farnesiana* es la especie que le sigue con una densidad absoluta de 350 ind. /ha y una densidad relativa de 17%. Sin embargo, en lo correspondiente al área basal por especie, es interesante observar que *D. texana* no posee la mayor proporción, debido a que las dimensiones de sus individuos son menores en comparación con *Acacia rigidula*, quien ocupa el mayor espacio sobre la superficie con el 21% del área basal total para el muestreo, seguido de *A. farnesiana* y *A. berlandieri* con 17% cada uno. Las especies restantes presentan una densidad relativa que fluctúa entre el 1 y el 5% de ind. /ha.

Tabla 1: Parámetros cuantitativos del muestreo por parcelas

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Altura (m)					Diámetro					h/d
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min	max	
Total		2370	100	15.63	100	2.48	0.52	20.31	1.73	3.28	3.22	1.12	30.62	2.06	7.41	0.84
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	70	2.95	0.64	4.06	2.45	0.64	26.21	1.64	3.5	6.14	2.41	39.16	1.70	29.70	0.40
<i>Amyris texana</i>	Barretilla China	10	0.42	0.05	0.32	1.80	0.00	0.00	1.8	1.8	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.90
<i>Condalia hookeri</i>	Brasil	10	0.42	0.02	0.14	2.81	0.00	0.00	2.8	2.8	2.60	0.00	0.00	2.60	2.60	1.08
<i>Diospyros texana</i>	Chapote	660	27.85	2.29	14.64	2.55	0.51	20.14	1.5	3.9	3.72	3.37	90.72	1.70	29.70	0.69
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima	70	2.95	0.48	3.05	2.31	0.73	31.54	1.2	3.4	2.83	1.23	43.48	1.70	5.20	0.82
<i>Bumelia celastrina</i>	Coma	20	0.84	0.12	0.76	2.52	0.86	34.23	1.91	3.1	3.50	1.13	32.32	2.70	4.30	0.72
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo	50	2.11	0.04	0.23	1.11	0.51	45.36	0.54	1.9	1.80	0.50	28.05	1.00	2.40	0.62
<i>Acacia Rigidula</i>	Gavia	270	11.39	3.30	21.09	2.83	0.67	23.81	1	3.8	3.24	0.99	30.59	1.50	5.30	0.87
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	20	0.84	0.14	0.90	2.89	0.37	12.72	2.63	3.2	2.50	0.42	16.97	2.20	2.80	1.16
<i>Guaiacum angustifolium</i>	Guayacán	10	0.42	0.09	0.60	2.23	0.00	0.00	2.23	2.2	2.23	0.00	0.00	3.30	3.30	1.00
<i>Acacia wrightii</i>	Huizache Chino	10	0.42	0.01	0.09	1.60	0.00	0.00	1.6	1.6	1.60	0.00	0.00	2.10	2.10	1.00
<i>Acacia berlandieri</i>	Huajillo	110	4.64	2.63	16.85	2.48	1.12	45.21	1	4.3	3.11	2.16	69.57	1.00	7.60	0.80
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	350	14.77	2.64	16.90	3.14	0.84	26.76	1.61	5	4.45	2.29	51.39	1.50	13.20	0.71
<i>Malpighia glabra</i>	Manzanita	20	0.84	0.06	0.36	1.47	0.05	3.38	1.43	1.5	1.40	0.00	0.00	1.40	1.40	1.05
<i>Prosopis leavigata</i>	Mezquite	20	0.84	0.61	3.93	3.97	0.26	6.60	3.78	4.2	8.25	1.63	19.71	7.10	9.40	0.48
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	60	2.53	0.91	5.81	2.43	0.24	10.08	2.18	2.9	2.58	0.57	22.23	1.70	3.40	0.94
<i>Croton torrellanus</i>	Salvia	300	12.66	0.12	0.75	2.05	0.14	7.06	1.5	2.4	2.07	0.65	31.59	1.10	3.80	0.99
<i>Havardia palens</i>	Tenaza	40	1.69	0.35	2.25	3.15	2.02	64.07	1	5.6	4.15	2.80	67.37	1.60	7.30	0.76
<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara Dulce	270	11.39	1.13	7.26	3.25	0.94	28.80	1.5	5.3	3.06	1.18	38.59	1.20	5.30	1.06

h= altura media
 sh= desviación estándar de la altura
 sh%= coeficiente de variación de la altura

đ= diámetro medio
 sd= desviación estándar del diámetro
 sd%= coeficiente de variación del diámetro

Con la finalidad de cuantificar la similitud de la información del muestreo por sitios y el muestreo estructural de los cuatro árboles y determinar si la información obtenida es semejante, se determinaron los parámetros cuantitativos para el muestreo estructural. Se observa que la densidad absoluta es de 2021 ind. /ha y el área basal absoluta es de 19.5 m²/ha, valor próximo al obtenido en el muestreo por sitios. *Diospyros texana* se muestra como la especie con mayor densidad en esta área, debido a que presenta una densidad absoluta de 542 ind. /ha y una relativa de 27%. *Acacia berlandieri* observa un área basal relativa de 24%, siendo la especie con mayor ocupación de la superficie (tabla 2).

Tabla 2: Parámetros cuantitativos del muestreo estructural

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Altura (m)					Diámetro					h/d
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min	max	
Total		2021	100	19.5	100	2.48	0.52	19.23	1.85	3.06	3.54	1.35	34.80	2.48	6.46	0.77
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	18	0.89	0.06	0.30	2.00	0.00	0.00	2	2	6.4	0.00	0.00	6.4	6.4	0.31
<i>Amyris texana</i>	Barretilla China	18	0.89	0.09	0.47	1.80	0.00	0.00	1.8	1.8	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.90
<i>Diospyros texana</i>	Chapote	542	26.78	3.71	19.03	2.46	0.49	20.01	1.8	3.48	5.09	6.78	133.24	1.70	29.70	0.48
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima	90	4.46	0.82	4.22	2.24	1.02	45.54	1.2	3.42	3.00	1.46	48.53	1.70	5.20	0.75
<i>Bumelia celastrina</i>	Coma	18	0.89	0.13	0.67	3.13	0.00	0.00	3.13	3.13	4.3	0.00	0.00	4.3	4.30	0.73
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo	36	1.79	0.02	0.09	0.77	0.33	42.24	0.54	1	1.70	0.99	58.23	1.00	2.40	0.45
<i>Acacia rigidula</i>	Gavia	361	17.85	2.54	13.05	2.67	0.68	25.44	1	3.76	2.91	0.88	30.16	1.50	5.30	0.92
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	36	1.79	0.25	1.30	2.89	0.37	12.72	2.63	3.15	2.50	0.42	16.97	2.20	2.80	1.16
<i>Acacia wrightii</i>	Huizache Chino	18	0.89	0.02	0.13	1.60	0.00	0.00	1.6	1.6	1.60	0.00	0.00	2.10	2.10	1.00
<i>Acacia berlandieri</i>	Huajillo	126	6.25	4.70	24.08	2.83	0.85	30.08	2	4.28	3.76	2.33	62.00	1.70	7.60	0.75
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	307	15.18	3.39	17.39	2.97	0.54	18.21	1.9	4	5.02	3.33	66.24	2.20	13.20	0.59
<i>Malpighia glabra</i>	Manzanita	36	1.79	0.10	0.53	1.47	0.05	3.38	1.43	1.5	1.40	0.00	0.00	1.40	1.40	1.05
<i>Prosopis leavigata</i>	Mezquite	36	1.79	1.11	5.68	3.97	0.26	6.60	3.78	4.15	8.25	1.63	19.71	7.10	9.40	0.48
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	54	2.68	0.97	4.96	2.45	0.37	15.26	2.18	2.88	2.70	0.20	7.41	2.50	2.90	0.91
<i>Crotton torrellanus</i>	Salvia	54	2.68	0.03	0.17	2.08	0.25	12.01	1.88	2.08	2.60	1.15	44.36	1.50	3.80	0.80
<i>Havardia palens</i>	Tenaza	72	3.57	0.63	3.25	3.15	2.02	64.07	1	5.6	4.15	2.80	67.37	1.60	7.30	0.76
<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara Dulce	199	9.82	0.90	4.61	3.04	0.95	31.33	1.5	4.12	2.74	1.02	37.39	1.20	4.10	1.11

h= altura media

sh= desviación estándar de la altura

sh%= coeficiente de variación de la altura

d= diámetro medio

sd= desviación estándar del diámetro

sd%= coeficiente de variación del diámetro

7.2 Índice de diferenciación diamétrica (TD)

Mediante la clasificación del rango de valores de *TD* entre 0-1 y la representación de la distribución porcentual de los valores de *TD* de los sitios de muestreo en categorías de diferenciación, se logra información detallada sobre la estructura propia del ecosistema.

Aguirre *et al.* (1998) define las categorías correspondientes a dicha diferenciación: baja (0.0-0.20); moderada (0.21-0.40); media (0.41-0.60); fuerte (0.61-0.80); muy fuerte (0.81-1.0).

La figura 12 presenta la distribución de los valores para el índice de diferenciación diamétrica (TD), separado en cinco categorías de distinción para el área y las especies en cuestión. Este tipo de índices proporciona información confiable acerca de la estructura horizontal de los ecosistemas. Dado lo anterior, el TD nos muestra que el 46.5% de los individuos se encuentran en la categoría de diferenciación “baja” y el 32.1% en la categoría moderada, es decir, el 78.6% de los individuos muestreados presentan una baja diferenciación en diámetro.

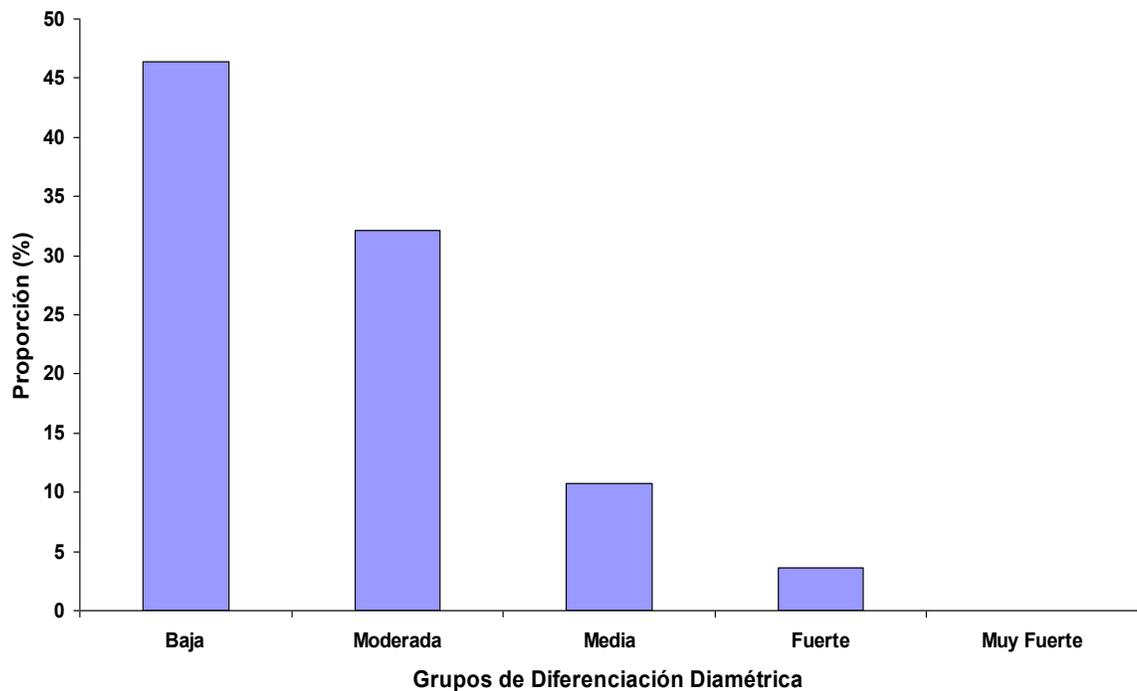


Figura 12: Valores de diferenciación diamétrica

En la figura 13 se observa que *Diospyros texana* y *Acacia rigidula* son las especies que muestran una mayor representatividad, seccionándose sus valores en las categorías “baja” y “moderada”, y solo *A. rigidula* presentándose en la categoría “media”. Por otro lado, el 50% de las especies presentes muestran el mismo grado de proporcionalidad

(7.1%). Cabe resaltar que solo *Acacia farnesiana* presenta valores en las categorías de diferenciación “baja” y “fuerte”.

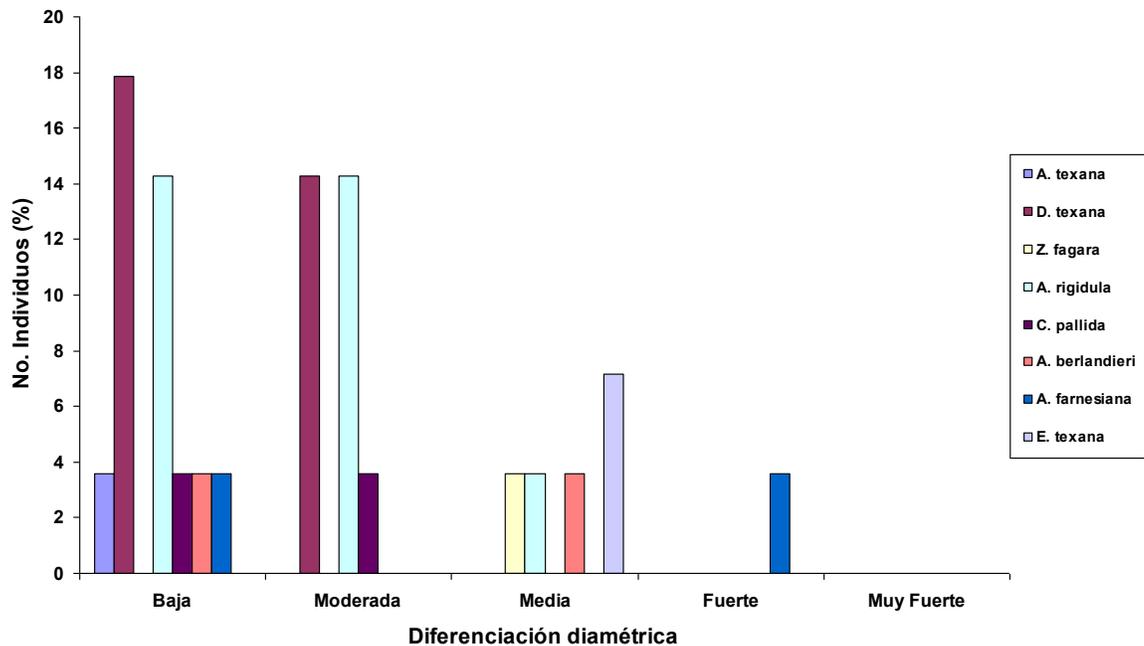


Figura 13: Valores de diferenciación diamétrica por especie

7.3 Índice de diferenciación en altura (TH)

La figura 14 muestra la manera en que se distribuyen los valores del muestreo en cada una de las categorías de diferenciación en altura, encontrando al 93% de los individuos en las categorías “baja” y “moderada”, presentando las especies una baja diferenciación en altura. El definir este índice permite conocer cuantitativamente la estructura vertical del ecosistema, logrando una mayor objetividad al complementar los resultados con los obtenidos en la diferenciación diamétrica. Asimismo se muestra la distribución de los valores de diferenciación en altura en cinco categorías para el matorral – área agricultura. En este sitio se encuentran representadas las categorías “baja”, “moderada” y “media”, y que por otro lado, no hay presencia de éstas en las categorías de mayor diferenciación

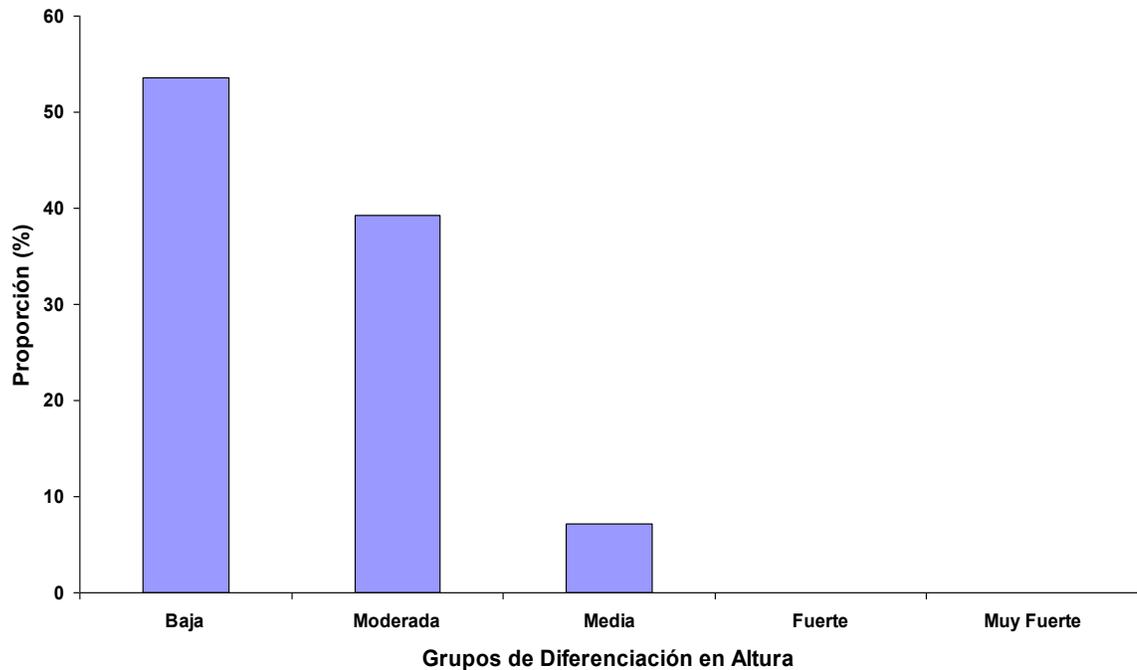


Figura 14: Valores de diferenciación en altura

Tabla 3: Diferenciación en altura

Especie	Baja 0.00 - 0.20	Moderada 0.21 - 0.40	Media 0.41 - 0.60	Fuerte 0.61 - 0.80	Muy Fuerte 0.81 - 1.0	Total
<i>Amyris texana</i>	3.57					3.57
<i>Dispyrus texana</i>	25	7.14				32.14
<i>Zanthoxylum fagara</i>		3.57				3.57
<i>Acacia rigidula</i>	14.29	14.29	3.57			32.15
<i>Celtis pallida</i>	3.57	3.57				7.14
<i>Acacia berlandieri</i>	3.57		3.57			7.14
<i>Acacia farnesiana</i>	3.57	3.57				7.14
<i>Eysenhardtia texana</i>		7.14				7.14
Total	53.57	39.28	7.14			100

La tabla 3 apoya lo expuesto en los resultados obtenidos de la figura 14. Se observa que *Diospyros texana* y *Acacia rigidula* contribuyen con el 64.2% de los individuos en las primeras tres categorías y mantienen una tendencia de superioridad al resto de las especies, confirmando la existencia de una homogeneidad vertical en esta área. Cabe destacar que conforme se avanza al rango “moderado” los valores denotan un decremento considerable hasta no aparecer en ninguna de las categorías de fuerte diferenciación en altura.

7.4 Índice de distribución vertical de especies.

De acuerdo con Lamprecht (1986), Nagel (1994) y Pretzsch (1996) se interpretó la distribución vertical de las especies en tres zonas o estratos de altura, siendo éstos: estrato I: comprende sobre 80% hasta el 100% de la altura máxima del área; estrato II: sobre 50% hasta 80% y el estrato III: de 0 a 50%. En la tabla 4 se muestra la proporción de las especies de acuerdo a su distinta estratificación en altura.

La distribución vertical de las especies muestra que solo el 2.1% de los individuos se presentan en el estrato I, 36.7% se ubica en el estrato II y el 61% en el estrato III. *Acacia berlandieri*, *Eysenhardtia texana* y *Havardia pallens* son las únicas especies que se presentan en los tres estratos, siendo en el estrato I en el que muestran 40%, 40% y 20% respectivamente. En el estrato II las especies dominantes son *Diospyros texana* con 24% de los individuos, *Acacia farnesiana* con 21%, *E. texana* con 19% y *Acacia rigidula* con 18%, sumando un total de 82%. El resto de las especies reúnen el 12% restante.

El estrato III muestra principalmente que todas las especies se encuentran distribuidas en esta zona de altura, así como el 61% del total de los individuos de esta área. *D. texana*, *Croton torrellanus* y *A. farnesiana* son las especies con mayor presencia en este estrato, ya que entre ellas alcanzan el 62% de los individuos.

Tabla 4: Distribución vertical de especies

MUESTREO POR PARCELAS					MUESTREO ESTRUCTURAL				
Especies	No. Ind	%	% Altura en población	% Zona de altura	Especies	No. Ind	%	% Altura en población	% Zona de altura
ESTRATO I					ESTRATO I				
<i>Acacia berlandieri</i>	2	18	0.84	39.99	<i>Eysenhardtia texana</i>	1	9.091	0.89	50.0
<i>Eysenhardtia texana</i>	2	7	0.84	39.99	<i>Havardia pallens</i>	1	25	0.89	50.0
<i>Havardia pallens</i>	1	25	0.42	20.00					
SUMA	5		2.11	100.00	SUMA	2		1.79	100.0
ESTRATO II					ESTRATO II				
	No. Ind	%	% Altura en población	% Zona de altura		No. Ind	%	% Altura en población	% Zona de altura
<i>Acacia berlandieri</i>	4	36	1.69	4.60	<i>Acacia berlandieri</i>	3	42.86	2.68	6.8
<i>Acacia farnesiana</i>	18	51	7.59	20.69	<i>Acacia farnesiana</i>	9	52.94	8.04	20.5
<i>Acacia rigidula</i>	16	59	6.75	18.39	<i>Acacia rigidula</i>	10	50.00	8.93	22.7
<i>Bumelia celastrina</i>	1	50	0.42	1.15	<i>Bumelia celastrina</i>	1	100.00	0.89	2.3
<i>Celtis pallida</i>	1	50	0.42	1.15	<i>Celtis pallida</i>	1	50.00	0.89	2.3
<i>Condalia hookeri</i>	1	100	0.42	1.15	<i>Diospyrus texana</i>	9	30.00	8.04	20.5
<i>Cordia boissieri</i>	2	29	0.84	2.30	<i>Eysenhardtia texana</i>	5	45.45	4.46	11.4
<i>Diospyrus texana</i>	21	32	8.86	24.14	<i>Forestiera angustifolia</i>	1	33.33	0.89	2.3
<i>Eysenhardtia texana</i>	17	63	7.17	19.54	<i>Havardia pallens</i>	1	25.00	0.89	2.3
<i>Forestiera angustifolia</i>	1	17	0.42	1.15	<i>Prosopis leavigata</i>	2	100.00	1.79	4.5
<i>Havardia pallens</i>	1	25	0.42	1.15	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	40.00	1.79	4.5
<i>Prosopis leavigata</i>	2	100	0.84	2.30					
<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	29	0.84	2.30					
SUMA	87		36.71	100.00	SUMA	44		39.29	99.99
ESTRATO III					ESTRATO III				
	No. Ind	%	% Altura en población	% Zona de altura		No. Ind	%	% Altura en población	% Zona de altura
<i>Acacia berlandieri</i>	7	64	2.95	4.83	<i>Acacia berlandieri</i>	4	57.14	3.57	6.06
<i>Acacia farnesiana</i>	15	43	6.33	10.35	<i>Acacia farnesiana</i>	8	47.06	7.14	12.12
<i>Acacia rigidula</i>	11	41	4.64	7.59	<i>Acacia rigidula</i>	10	50.00	8.93	15.15
<i>Acacia shaffneri</i>	1	100	0.42	0.69	<i>Acacia shaffneri</i>	1	100.00	0.89	1.52
<i>Amyris texana</i>	1	100	0.42	0.69	<i>Amyris texana</i>	1	100.00	0.89	1.52
<i>Bumelia celastrina</i>	1	50	0.42	0.69	<i>Celtis pallida</i>	1	50.00	0.89	1.52
<i>Celtis pallida</i>	1	50	0.42	0.69	<i>Cordia boissieri</i>	1	100.00	0.89	1.52
<i>Cordia boissieri</i>	5	3	2.11	3.45	<i>Croton torrellanus</i>	3	100.00	2.68	4.55
<i>Croton torrellanus</i>	30	100	12.66	20.69	<i>Diospyrus texana</i>	21	70.00	18.75	31.82
<i>Diospyrus texana</i>	45	68	18.99	31.04	<i>Eysenhardtia texana</i>	5	45.45	4.46	7.58
<i>Eysenhardtia texana</i>	8	30	3.38	5.52	<i>Forestiera angustifolia</i>	2	66.67	1.79	3.03
<i>Forestiera angustifolia</i>	5	83	2.11	3.45	<i>Havardia pallens</i>	2	50.00	1.79	3.03
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	1	100	0.42	0.69	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2	100.00	1.79	3.03
<i>Havardia pallens</i>	2	50	0.84	1.38	<i>Malpighia glabra</i>	2	100.00	1.79	3.03
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	5	100	2.11	3.45	<i>Zanthoxylum fagara</i>	3	60.00	2.68	4.55
<i>Malpighia glabra</i>	2	100	0.84	1.38					
<i>Zanthoxylum fagara</i>	5	71	2.11	3.45					
SUMA	145		61.18	100.00	SUMA	66		58.93	100

80% - 100% de altura máxima
 50% - 80% de altura máxima
 0% - 50% de altura máxima

*Estrato I: 4.48 – 5.6 m
 *Estrato II: 2.8 – 4.48 m
 *Estrato III: 0 – 2.8 m

**Estrato I: 4.48 – 5.6 m
 **Estrato II: 2.8 – 4.48 m
 **Estrato III: 0 – 2.8 m

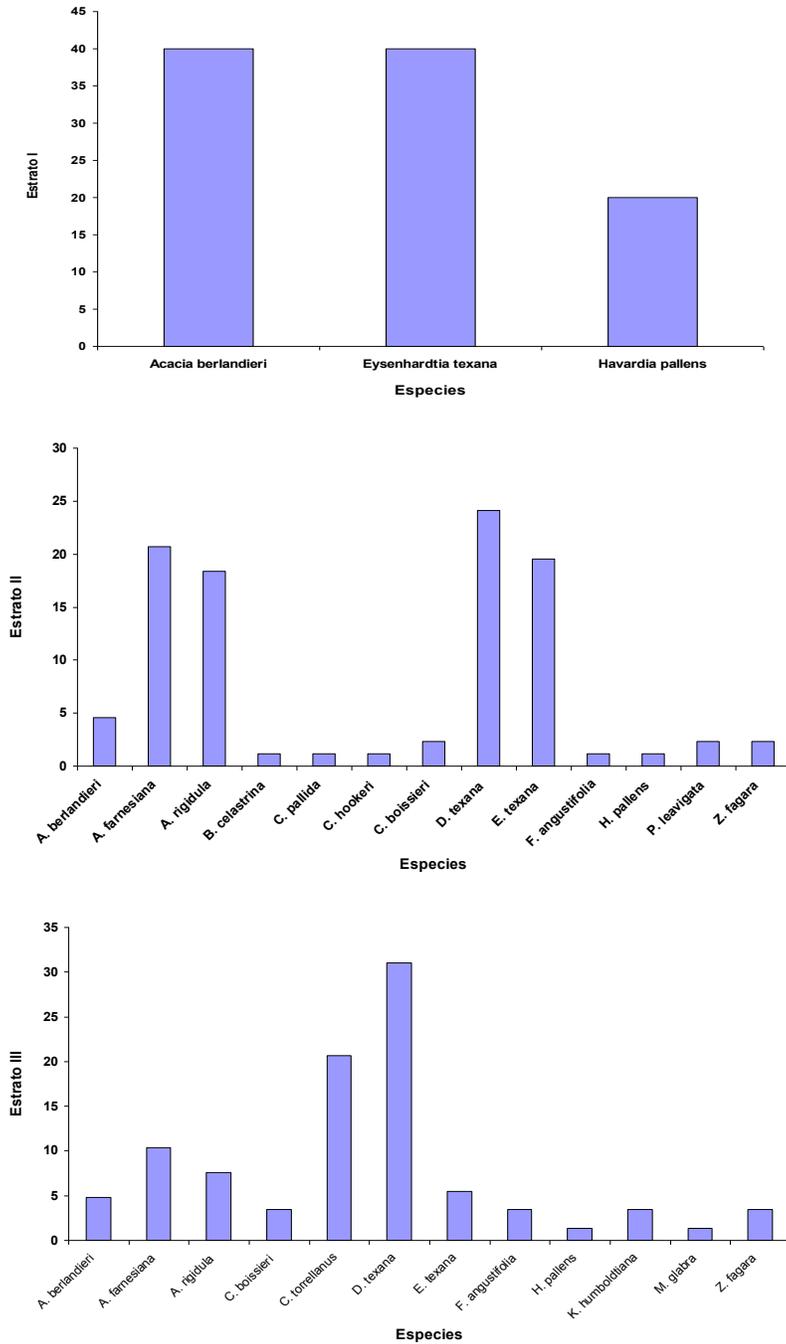


Figura 15: Distribución Vertical por especies de acuerdo a su proporcionalidad por estrato

Realizando una comparación de la información obtenida del muestreo por parcelas y del muestreo estructural, encontramos que existen resultados muy similares, ya que *Eysenhardtia texana* y *Havardia pallens* se presentan en los tres estratos con porcentajes similares en ambos tipos de muestreo. La distribución vertical del ME muestra que el

1.8% del total de los individuos se localiza en el estrato I, en comparación con 2.1% que presenta el MP. En el estrato II del ME se ubica el 39.3% de los individuos, mientras que el MP muestra el 36.7%. Finalmente el estrato III nos dice que el ME ubica al 59% de los individuos totales y en el MP encontramos al 61.1%.

El número de especies presentes en cada estrato es similar solamente entre los estratos II y III para ambos muestreos. Solamente el estrato I muestra una disimilitud importante.

7.5 Índice de Mezcla de especies (DM)

El índice de mezcla de especies describe la estructura de un ecosistema teniendo como base las relaciones próximas entre las especies, siendo éstas la de los tres vecinos más cercanos al individuo en cuestión, según el muestreo estructural de los cuatro árboles (Fuldner, 1994).

La figura 16 muestra la distribución de los valores para el matorral – área agricultura por categorías. De manera general podemos observar que solo el 4% de la población los individuos tienen como vecinos más cercanos a los de su misma especie, mientras que el 60.7% crece con dos de sus tres vecinos próximos de distinta especie. Es decir, presenta una tendencia hacia la heterogeneidad, donde la mayoría de las especies presentes se desarrollan junto a individuos de otras especies.

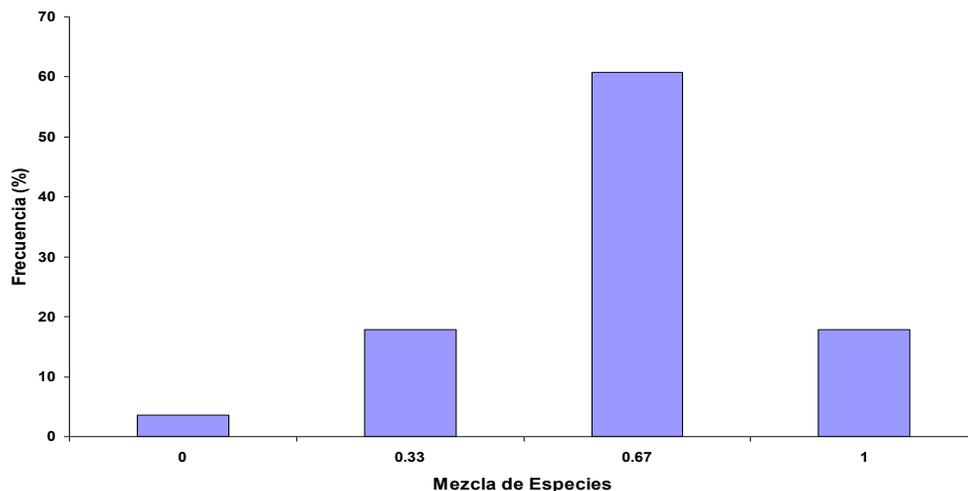


Figura 16: Índice de Mezcla de especies

De manera gráfica se puede observar la tendencia hacia la heterogeneidad que presenta la población, donde el 96% de los individuos conviven y se desenvuelven con al menos un vecino de diferente especie. La figura 17 muestra la distribución de los valores por especie, donde *Diospyros texana* y *Acacia rigidula* son las especies con mayor número de individuos en cada una de las categorías. *D. texana* y *A. rigidula* se encuentran en las tres categorías que presentan al menos a un individuo proveniente de una especie diferente; sin embargo *Eysenhardtia texana* es la única especie encontrada que se desenvuelve en presencia de sus similares

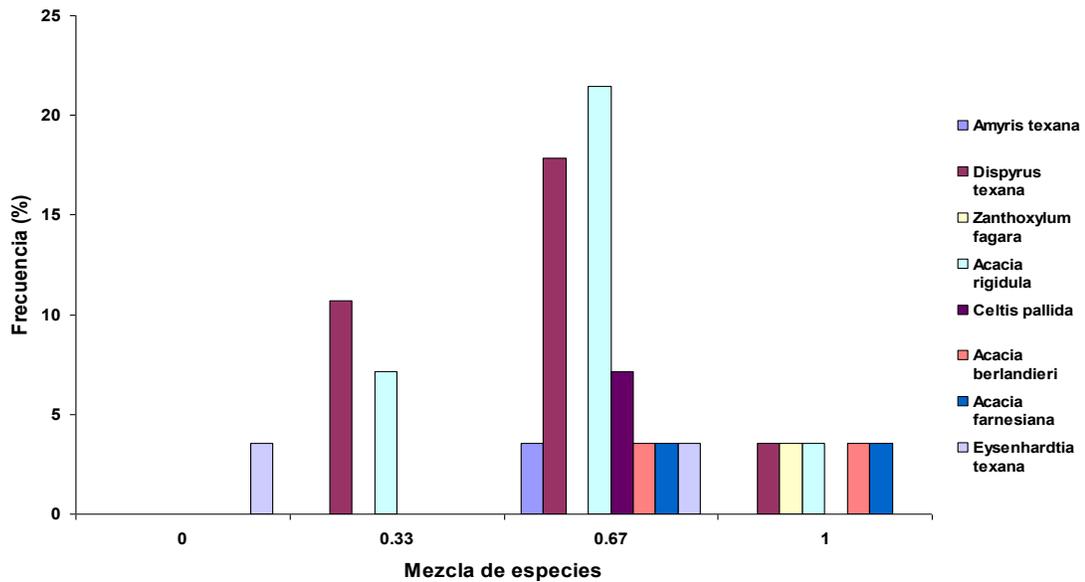


Figura 17: Grado de asociación del índice de mezcla de especies.

La figura 18 identifica la especie del árbol centro y la de su vecino más próximo, ya que de los resultados obtenidos hasta este punto no se logra aclarar la diferenciación existente sobre que especies son dichos individuos.

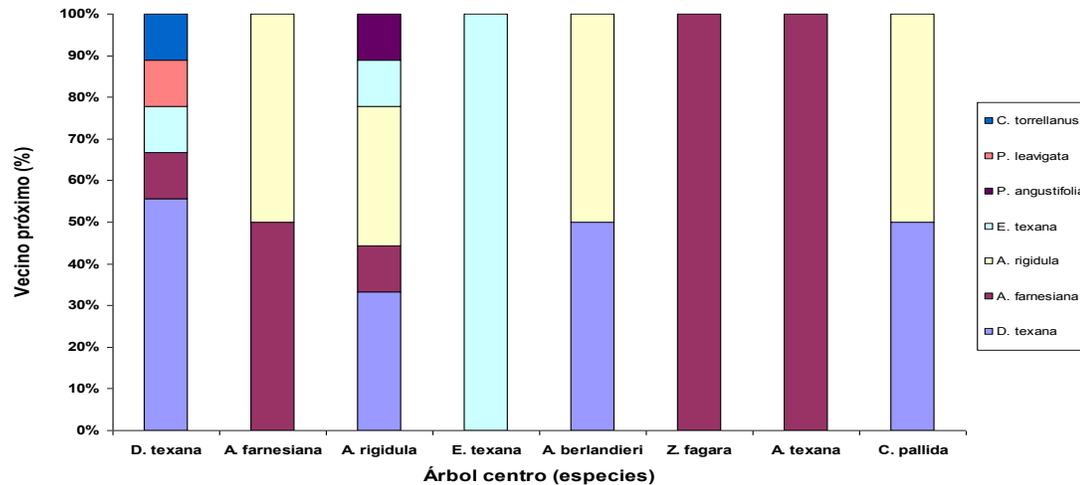


Figura 18: Valor relativo de las especies, conforme al índice porcentual de mezcla de especies.

Diospyros texana y *Acacia rigidula* son las especies que presentan una mayor variabilidad en cuanto al número de vecinos más próximos, ya que *D. texana* tiene como vecino mas cercano a su misma especie en un 55%, y a *Acacia farnesiana*, *Eysenhardtia texana*, *Prosopis leavigata* y *Croton torrellanus* en un 11% cada uno. Por otro lado, *A. rigidula* se muestra a si mismo y a *D. texana* como primer vecino con un 33.3% cada uno, siendo *A. farnesiana*, *E. texana* y *Forestiera angustifolia* vecinos mas cercanos con solo el 11% respectivamente. El 50% de *A. farnesiana* presenta como primer vecino a su misma especie, mientras que *Acacia berlandieri* y *Celtis pallida* no muestran individuos de su misma especie.

7.6 Distribución Espacial

Para la estimación de la distribución espacial con los diferentes índices de muestreo se obtuvieron la media aritmética y la varianza para las especies presentes en esta área.

Tabla 5: Valores de varianza y media aritmética de las especies.

Especie	Varianza	Media Aritmética
<i>Diospyros texana</i>	0.56617647	1.071428571
<i>Acacia rigidula</i>	0.60606061	0.714285714
<i>Acacia berlandieri</i>	0.16666667	0.25
<i>Acacia farnesiana</i>	0.18131868	0.607142857
<i>Eysenhardtia texana</i>	1.23809524	0.428571429

Tabla 6: Valores de χ^2

Especie	$\frac{S^2}{\bar{X}} * (n-1)$	χ^2	Rango de χ^2	
			0.025	0.975
<i>Diospyros texana</i>	(0.57/1.07)*27	14.6	14.57	43.19
<i>Acacia rigidula</i>	(0.61/0.71)*27	23	14.57	43.19
<i>Acacia berlandieri</i>	(0.17/0.25)*27	18	14.57	43.19
<i>Acacia farnesiana</i>	(0.18/0.61)*27	8.1	14.57	43.19
<i>Eysenhardtia texana</i>	(1.24/0.43)*27	78	14.57	43.19

Los valores de χ^2 son presentados en la tabla ¿?. Si los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido conforme los valores presentes en la tabla de χ^2 la distribución de la especie es aleatoria; si el valore resultante es mayor, presenta una tendencia a la agrupación y si es menor, la distribución espacial será uniforme.

En la tabla 9 se muestran los rangos establecidos para los distintos índices de distribución espacial. De acuerdo a los valores establecidos por los diferentes índices, se obtiene que la mayoría de las especies se distribuye de manera aleatoria.

Tabla 7: Rangos establecidos para los diferentes índices de distribución espacial.

Índice	Tipo de distribución		
	Uniforme	Aleatoria	Agrupada
ID	0	1	N
IC	-1	0	n-1
IG	-1*(n-1)	0	1

El índice de dispersión (ID) establece un valor de 0 en caso de que sea una distribución uniforme, 1 si se distribuye al azar y >1 si tiende a la agrupación. *Diospyros texana*, *Acacia rigidula* y *Acacia berlandieri* presentan una tendencia a la aleatoriedad. Por otro lado, *Acacia farnesiana* es la única especie que muestra un valor de 0.30, es decir, se distribuye de manera uniforme, mientras que *Eysenhardtia texana* posee valores cercanos a la agrupación.

Tabla 8: Valor de los índices por especie.

Especie	ID	IC	IG
<i>Diospyros texana</i>	0.53	-0.47	-0.98
<i>Acacia rigidula</i>	0.85	-0.15	-1.00
<i>Acacia berlandieri</i>	0.67	-0.33	-0.98
<i>Acacia farnesiana</i>	0.30	-0.70	-0.99
<i>Eysenhardtia texana</i>	2.89	1.89	-0.89

Para el índice de agrupamiento (IC) solo *E. texana* muestra un valor de 1.9, lo que nos dice que presenta una tendencia hacia el agrupamiento, mientras que el resto de las especies se encuentran distribuidas de manera aleatoria al mostrar valores mayores a 0, que indica uniformidad.

El índice de Green (IG) atribuye un valor de 0 cuando se presenta una distribución aleatoria, un valor de 1 al referirse al agrupamiento y un valor de $-1(n-1)$ cuando se trata de una distribución de tipo uniforme. Para el área de matorral – agricultura, todas las especies muestran valores cercanos a 0, lo que expone que se distribuyen de manera aleatoria .

8. MATORRAL - ÁREA GANADERÍA EXTENSIVA

8.1 Resultados del muestreo por parcelas (MP) y muestreo estructural (ME).

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos de la valorización cuantitativa para el muestreo por parcelas (MP), en la cual se observa un total de 17,085 individuos por hectárea, siendo la especie con mayor densidad *Bernardia myricaefolia* con 7,349 ind/ha y las que presentaron menor abundancia *Acacia farnesiana* y *Prosopis leavigata* con 11 ind/ha. En lo referente al área basal, los resultados arrojaron un total de 29.85 m²/ha, del cual se desprende el 13.7% para *B. myricaefolia*, 13.2% de *Diospyros texana*, 10.2% para *Acacia rigidula* y *Condalia hookeri* con 10%, siendo solo estas cuatro especies cerca del 50% del área basal total.

Tabla 9: Parámetros dasométricos del muestreo por parcelas

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Altura (m)					Diámetro				h/d	
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min		max
Total		17085	99	29.85	100	2.60	0.55	25.48	0.70	4.95	4.44	1.50	43.50	1.00	10.50	0.83
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Abrojo	57	0.33	0.05	0.17	1.78	0.46	25.84	1.26	2.31	1.96	0.19	9.69	1.80	2.30	0.91
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	251	1.47	1.81	6.04	2.84	0.84	29.58	2.00	5.16	7.03	4.57	65.01	1.20	22.50	0.40
<i>Amyris texana</i>	Barretilla China	229	1.34	0.13	0.42	1.67	0.64	38.32	0.85	2.12	1.61	0.62	38.51	1.15	2.25	1.04
<i>Condalia hookeri</i>	Brasil	331	1.94	3.01	10.07	2.76	0.82	29.71	1.15	4.12	5.79	3.48	60.10	1.41	14.20	0.48
<i>Leucophyllum texanum</i>	Cenizo	171	1.00	0.08	0.27	2.03	0.39	19.21	1.48	2.89	2.13	0.93	43.66	1.20	5.00	0.95
<i>Diospyros texana</i>	Chapote	731	4.28	3.95	13.22	3.32	0.78	23.49	1.48	5.00	4.81	2.48	51.56	1.00	11.97	0.69
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima	423	2.48	0.98	3.26	2.05	0.62	30.24	0.50	3.28	2.43	1.60	65.84	1.18	9.98	0.84
<i>Bumelia celastrina</i>	Coma	217	1.27	2.44	8.15	2.78	0.84	30.22	1.90	5.12	4.52	6.10	134.96	1.14	28.00	0.62
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo	91	0.54	0.03	0.08	1.58	0.36	22.78	0.90	2.00	1.35	0.33	24.44	1.00	1.90	1.17
<i>Randia rhagocarpa</i>	Crucillo	46	0.27	0.017	0.06	1.42	0.56	39.44	0.93	2.14	1.73	0.65	37.57	1.02	2.6	0.82
<i>Acacia rigidula</i>	Gavia	1909	11.17	3.05	10.21	2.63	0.77	29.28	0.80	5.18	2.52	0.89	35.32	1.10	5.60	1.04
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	80	0.47	0.07	0.23	2.00	0.57	28.50	1.20	3.00	2.65	1.13	42.64	1.80	5.10	0.75
<i>Guaiacum angustifolium</i>	Guayacan	526	3.08	0.98	3.28	1.51	0.66	43.71	0.7	4.1	2.14	1.31	61.21	1.00	6.7	0.71
<i>Acacia berlandieri</i>	Huajillo	286	1.67	0.711	2.38	2.56	0.67	26.17	1.2	4.21	1.92	0.89	46.35	1.05	4.12	1.33
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	11	0.07	0.11	0.37	3.65	0.00	0.00	3.65	3.65	11.22	0.00	0.00	11.22	11.22	0.33
<i>Prosopis leavigata</i>	Mezquite	11	0.07	0.03	0.10	4.21	0.00	0.00	4.21	4.21	5.90	0.00	0.00	5.90	5.90	0.71
<i>Bernardia myricaefolia</i>	Oreja de ratón	7349	43.01	4.094	13.70	1.92	0.32	16.67	0.7	3.12	1.55	0.35	22.58	1.00	3.1	1.24
<i>Cercidium macrum</i>	Palo Verde	46	0.27	0.05	0.18	2.75	0.89	32.36	1.63	3.47	3.42	2.03	59.36	1.50	6.30	0.80
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	823	4.82	1.55	5.19	2.13	0.55	25.82	0.70	4.17	1.99	0.59	29.65	1.08	4.20	1.07
<i>Mimosa monansistra</i>	Raspadillo	23	0.13	0.00	0.01	3.26	0.37	11.35	3.00	3.53	1.14	0.20	17.54	1.00	1.29	2.86
<i>Croton torrellanus</i>	Salvia	183	1.07	0.07	0.23	2.32	0.54	23.28	1.51	3.16	1.97	0.45	22.84	1.21	2.90	1.18
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	1634	9.57	2.58	8.62	2.68	0.73	27.24	0.40	4.21	2.67	0.95	35.58	1.22	7.10	1.00
<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara Dulce	1520	8.90	1.22	4.09	2.95	0.66	22.37	1.28	4.76	2.45	1.44	58.78	1.10	14.50	1.20
<i>Yucca filifera</i>	Yuca	34	0.20	2.847	9.52	5.51	3.01	54.63	2.15	7.96	31.76	8.57	26.98	22.30	39.4	0.17

h= altura media

sh= desviación estándar de la altura

sh%= coeficiente de variación de la altura

đ= diámetro medio

sd= desviación estándar del diámetro

sd%= coeficiente de variación del diámetro

En lo referente a la información cuantitativa obtenida para el ME, la tabla 10 muestra que *Bernardia myricaefolia* presenta una densidad relativa de 44% y un área basal de 11.2% del total obtenido, mientras que para el MP, *B. myricaefolia* se encuentra con

43% de abundancia y 13.7% del total de área basal, lo que proyecta una gran similitud entre ambos muestreos.

Tabla 10: Parámetros dasométricos del muestreo estructural

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Diámetro					Altura (m)					h/d
		abs	rel	abs	rel	D prom	Sd	Sd%	min	max	h	Sh	Sh%	min	max	
Total		12983	100	33.3	100	5.30	0.90	25.60	4.31	6.38	2.81	0.38	18.10	2.28	2.93	0.99
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Abrojo	84.03	0.65	0.10	0.29	1.90	0.00	0.00	1.90	1.90	1.79	0.74	41.59	1.26	2.31	0.94
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	252.10	1.94	3.08	9.25	9.65	7.71	79.95	1.90	22.50	3.10	1.31	42.33	1.92	5.16	0.32
<i>Helietta parvifolia</i>	Barreta	42.02	0.32	0.05	0.15	3.90	0.00	0.00	3.90	3.90	3.26	0.00	0.00	3.26	3.26	0.84
<i>Amyris texana</i>	Barretilla china	210.08	1.62	0.13	0.38	1.75	0.52	29.49	1.15	2.25	1.36	0.38	27.77	1.00	2.00	0.78
<i>Condalia hookeri</i>	Brasil	168.07	1.29	4.17	12.53	7.24	5.28	72.99	1.41	14.20	3.37	0.80	23.71	2.34	4.12	0.47
<i>Leucophyllum texanum</i>	Cenizo	294.12	2.27	0.02	0.07	1.35	0.08	5.78	1.29	1.40	1.55	0.07	4.56	1.50	1.60	1.15
<i>Castela texana</i>	Chaparro amargoso	42.02	0.32	0.10	0.29	1.67	0.37	22.31	1.20	2.20	1.86	0.36	19.48	1.46	2.21	1.11
<i>Diospyros texana</i>	Chapote	462.18	3.56	0.00	0.01	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.51	0.00	0.00	1.51	1.51	1.51
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima	210.08	1.62	2.16	6.48	3.84	1.91	49.89	1.00	7.94	3.42	0.87	25.30	1.90	4.26	0.89
<i>Bumelia celastina</i>	Coma	42.02	0.32	0.19	0.58	2.00	1.08	53.89	1.40	3.90	1.98	0.43	21.75	1.43	2.50	0.99
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo	84.03	0.65	7.76	23.32	28.00	0.00	0.00	28.00	28.00	5.12	0.00	0.00	5.12	5.12	0.18
<i>Randia rhagocarpa</i>	Crucillo	42.02	0.32	0.01	0.03	1.60	0.00	0.00	1.60	1.60	0.93	0.00	0.00	0.93	0.93	0.58
<i>Acacia rigidula</i>	Gava	1092.44	8.41	2.48	7.44	2.58	0.81	31.25	1.10	4.17	2.80	0.92	32.73	0.90	4.23	1.09
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	42.02	0.32	0.02	0.06	2.50	0.00	0.00	2.50	2.50	1.80	0.00	0.00	1.80	1.80	0.72
<i>Guaiacum angustifolium</i>	Guayacán	378.15	2.91	0.26	0.80	1.82	0.54	29.62	1.10	2.90	1.70	0.56	33.12	0.88	2.87	0.93
<i>Acacia berlandieri</i>	Huajillo	84.03	0.65	0.05	0.14	1.81	0.62	34.38	1.37	2.25	2.62	0.45	17.27	2.30	2.94	1.45
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	42.02	0.32	0.11	0.35	5.90	0.00	0.00	5.90	5.90	4.21	0.00	0.00	4.21	4.21	0.71
<i>Bernardia myricaefolia</i>	Oreja de Ratón	5714.29	44.01	3.74	11.23	1.59	0.37	23.06	1.00	2.50	1.97	0.32	16.40	0.70	3.00	1.24
<i>Cercidium macrum</i>	Palo Verde	42.02	0.32	0.03	0.09	3.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.47	0.00	0.00	3.47	3.47	1.16
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	210.08	1.62	0.43	1.29	1.91	0.53	27.44	1.44	2.70	2.32	0.43	18.64	2.00	3.00	1.21
<i>Mimosa monansistra</i>	Raspadillo	42.02	0.32	0.01	0.02	1.29	0.00	0.00	1.29	1.29	3.53	0.00	0.00	3.53	3.53	2.74
<i>Croton torrellianus</i>	Salvia	210.08	1.62	0.09	0.26	1.98	0.43	21.82	1.50	2.40	2.33	0.52	22.49	2.00	3.20	1.18
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	714.29	5.50	1.25	3.76	2.79	0.89	31.92	1.80	4.80	3.32	0.53	16.00	2.44	4.10	1.19
<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara Dulce	2436.97	18.77	2.03	6.11	2.51	1.39	55.25	1.10	7.10	3.02	0.72	24.01	1.28	4.76	1.20
<i>Yucca filifera</i>	Yuca	42.02	0.32	5.02	15.08	39.00	0.00	0.00	39.00	39.00	7.96	0.00	0.00	7.96	7.96	0.20

h= altura media

sh= desviación estándar de la altura

sh%= coeficiente de variación de la altura

đ= diámetro medio

sd= desviación estándar del diámetro

sd%= coeficiente de variación del diámetro

8.2 Índice de diferenciación diamétrica (TD)

Para el área de matorral – área ganadería extensiva, se estimó el índice de diferenciación diamétrica mediante la utilización del muestreo estructural de los cuatro árboles. La figura 19 muestra la manera en que se encuentran dispersos los valores resultantes de la población. El 43.6% del total de los individuos se concentra en la categoría “baja”, mientras que el 38.5% se ubica en el rango de diferenciación “moderada”, dando como resultado que el 82% de total de la población muestra una baja diferenciación diamétrica entre sus individuos. Por otro lado, no existe presencia de especies en la categoría “muy fuerte”, lo que muestra que existe una alta homogeneidad diamétrica.

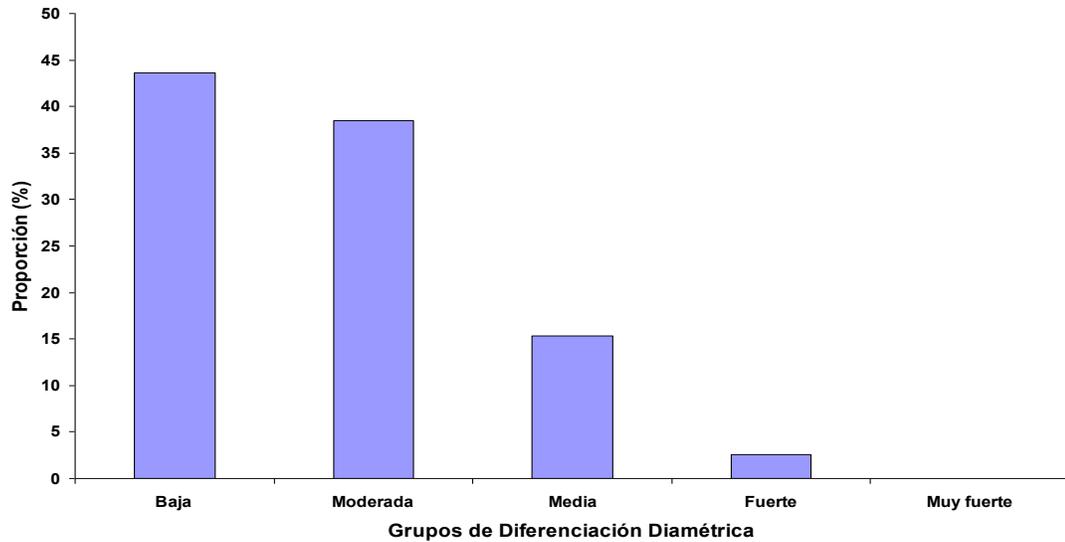


Figura 19: Valores de diferenciación diamétrica

La figura 20 presenta la distribución de las especies entre las categorías de diferenciación. *Bernardia myricaefolia* es la especie representativa de ésta área debido a que es la única que se encuentra en la mayoría de los rangos con un valor porcentual de 49% del total de los individuos, lo que muestra que posee versatilidad en su comportamiento diamétrico. El 41% de esta especie se concentra en las categorías bajas del índice y decrece conforme avanza de rango.

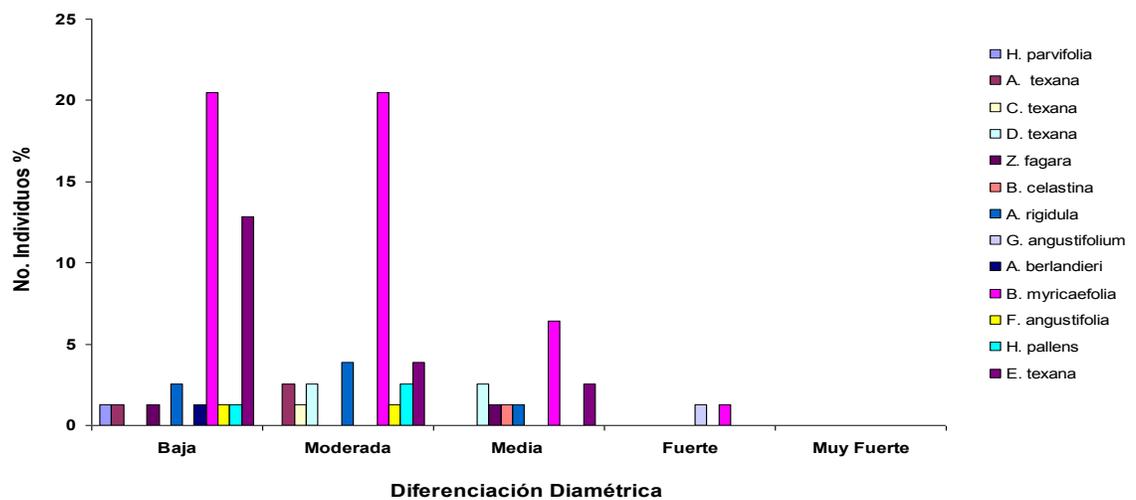


Figura 20: Valores de diferenciación diamétrica por especies

8.3 Índice de diferenciación en altura

Referente a la diferenciación en altura, la figura 21 muestra la manera en que se encuentran dispersos los valores de las especies. Las categorías de diferenciación “baja” y “moderada” son quienes poseen la mayor proporción de los individuos existentes en el área, con un total de 78% entre ambos rangos. El 16.7% muestran una media diferenciación vertical, y solo el 5% de los individuos presentan una fuerte diferenciación.

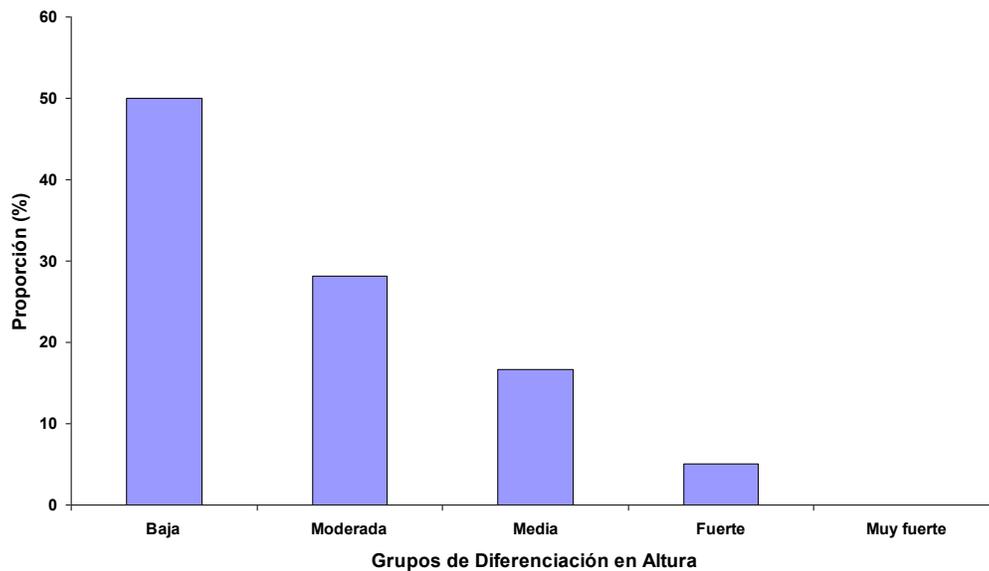


Figura 21: Valores de diferenciación en altura

Tabla 11: Diferenciación en altura

Especies	Baja 0.0 - 0.20	Moderada 0.21 - 0.40	Media 0.41 - 0.60	Fuerte 0.61 - 0.80	Muy Fuerte 0.81 - 1.0	Total
<i>Helietta parvifolia</i>	1.28					1.28
<i>Amyris texana</i>	1.28	2.56				3.84
<i>Castela texana</i>			1.28			1.28
<i>Diospyros texana</i>	2.56	1.28	1.28			5.12
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1.28			1.28		2.56
<i>Bumelia celastina</i>			1.28			1.28
<i>Acacia rigidula</i>	5.13		2.56			7.69
<i>Guaiaacum angustifolium</i>				1.28		1.28
<i>Acacia berlandieri</i>	1.28					1.28
<i>Bernardia myricaefolia</i>	30.77	11.54	3.85	2.56		48.72
<i>Forestiera angustifolia</i>		1.28	1.28			2.56
<i>Havardia pallens</i>	1.28	1.28	1.28			3.84
<i>Eysenhardtia texana</i>	5.13	10.26	3.85			19.24
Total	49.99	28.2	16.66	5.12		99.97

En la diferenciación en altura por especie, la tabla 11 presenta la distribución de los valores en cada una de las categorías. *Bernardia myricaefolia* es la especie con mayor presencia con 48.7% del total de los individuos, siendo en el rango de diferenciación “baja” donde concentra el 31% de su proporción total. Conforme asciende de categoría los valores muestran un decremento considerable. *Eysenhardtia texana* es la especie que le sigue en importancia, ya que se encuentra en tres categorías de distinción con un total de 20% del total de los individuos.

8.4 Distribución Vertical de especies.

La distribución vertical de las especies para el estrato I muestra que *Yucca filifera* es la única especie que se encuentra presente, mientras que el 84% del estrato II esta representado solo por cuatro especies, siendo éstas *Diospyros texana* (26%), *Eysenhardtia texana* (23.5%), *Havardia pallens* (18.5%) y *Acacia rigidula* (16%). Para el estrato III, *Bernardia myricaefolia* es la especie dominante con el 46% de los individuos presentes en esta zona de altura, seguido solamente por *A. rigidula* con 11%. El resto de las especies posee valores que fluctúan entre 0.5 y 8% de individuos totales (Figura 22).

Tabla 12: Distribución Vertical de especies

MUESTREO POR PARCELAS					MUESTREO ESTRUCTURAL				
Especie	No. Ind	% especie	% H en Muestreo	% Zona H	Especies	No. Ind	% especie	% H en Muestreo	% Zona H
Estrato I					Estrato I				
<i>Yucca filifera</i>	2	66.67	0.13	100.00	<i>Yucca filifera</i>	1	100.00	0.32	100.00
SUMA	2		0.13	100.00	SUMA	1		0.32	100.00
Estrato II					Estrato II				
Especie	No. Ind	% especie	% H en Muestreo	% Zona H	Especies	No. Ind	% especie	% H en Muestreo	% Zona H
<i>A. berlandieri</i>	1	4.00	0.07	1.24	<i>Acacia rigidula</i>	3	11.54	0.97	10.82
<i>A. rigidula</i>	13	7.78	0.87	16.15	<i>Bumelia celastina</i>	1	100.00	0.32	3.61
<i>B. myricaefolia</i>	1	0.16	0.07	1.24	<i>Condalia hookeri</i>	1	25.00	0.32	3.61
<i>B. celastina</i>	2	10.53	0.13	2.48	<i>Cordia boissieri</i>	2	33.33	0.65	7.22
<i>C. hookeri</i>	2	6.90	0.13	2.48	<i>Diospyros texana</i>	5	45.45	1.62	18.04
<i>C. boissieri</i>	3	13.64	0.20	3.73	<i>Eysenhardtia texana</i>	10	17.24	3.24	36.08
<i>D. texana</i>	21	32.81	1.41	26.08	<i>Havardia pallens</i>	5	33.33	1.62	18.04
<i>E. texana</i>	19	14.29	1.27	23.60	<i>Prosopis laevigata</i>	1	100.00	0.32	3.61
<i>F. angustifolia</i>	1	50.00	0.07	1.24					
<i>G. angustifolium</i>	1	2.17	0.07	1.24					
<i>H. pallens</i>	15	10.34	1.01	18.63					
<i>P. laevigata</i>	1	100.00	0.07	1.24					
<i>Y. filifera</i>	1	33.33	0.07	1.24					
SUMA	81		5.43	100.00	SUMA	28		9.06	100.00
Estrato III					Estrato III				
Especie	No. Ind	% especie	% H en Muestreo	% Zona H	Especies	No. Ind	% especie	% H en Muestreo	% Zona H
<i>A. berlandieri</i>	24	96.00	1.61	1.70	<i>Acacia berlandieri</i>	2	100.00	0.65	0.71
<i>A. farnechiana</i>	1	100.00	0.07	0.07	<i>Acacia rigidula</i>	23	88.46	7.44	8.21
<i>A. rigidula</i>	154	92.22	10.33	10.93	<i>Amyris texana</i>	5	100.00	1.62	1.78
<i>A. texana</i>	19	100.00	1.27	1.35	<i>Bernardia myricaefolia</i>	136	100.00	44.01	48.52
<i>B. myricaefolia</i>	642	99.84	43.06	45.58	<i>Castela texana</i>	1	100.00	0.32	0.36
<i>B. celastina</i>	18	94.74	1.21	1.28	<i>Celtis pallida</i>	1	100.00	0.32	0.36
<i>C. texana</i>	2	100.00	0.13	0.14	<i>Cercidium macrum</i>	1	100.00	0.32	0.36
<i>C. pallida</i>	7	100.00	0.47	0.50	<i>Condalia hookeri</i>	3	75.00	0.97	1.07
<i>C. macrum</i>	4	100.00	0.27	0.28	<i>Cordia boissieri</i>	4	66.67	1.29	1.43
<i>C. hookeri</i>	27	93.10	1.81	1.92	<i>Croton torrellanus</i>	5	100.00	1.62	1.78
<i>C. boissieri</i>	19	86.36	1.27	1.35	<i>Diospyros texana</i>	6	54.55	1.94	2.14
<i>C. torrellanus</i>	17	100.00	1.14	1.21	<i>Eysenhardtia texana</i>	48	82.76	15.53	17.12
<i>D. texana</i>	43	67.19	2.88	3.05	<i>Forestiera angustifolia</i>	5	100.00	1.62	1.78
<i>E. texana</i>	114	85.71	7.65	8.09	<i>Guaiacum angustifolium</i>	9	100.00	2.91	3.21
<i>F. angustifolia</i>	71	98.61	4.76	5.04	<i>Havardia pallens</i>	12	80.00	3.88	4.28
<i>G. angustifolium</i>	45	97.83	3.02	3.19	<i>Helietta parvifolia</i>	1	100.00	0.32	0.36
<i>H. pallens</i>	130	89.66	8.72	9.23	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2	100.00	0.65	0.71
<i>H. parvifolia</i>	1	100.00	0.07	0.07	<i>Leucophyllum texanum</i>	7	100.00	2.27	2.50
<i>K. humboldtiana</i>	8	100.00	0.54	0.57	<i>Mimosa monansistra</i>	1	100.00	0.32	0.36
<i>L. texanum</i>	15	100.00	1.01	1.06	<i>Randia rhagocarpa</i>	1	100.00	0.32	0.36
<i>M. monansistra</i>	2	100.00	0.13	0.14	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5	100.00	1.62	1.78
<i>R. rhagocarpa</i>	4	100.00	0.27	0.28	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2	100.00	0.65	0.71
<i>Z. fagara</i>	37	100.00	2.48	2.63					
<i>Z. obtusifolia</i>	5	100.00	0.34	0.35					
SUMA	1409		94.50	100.00	SUMA	280		91.21	100.00

80% - 100% de altura máxima
 50% - 80% de altura máxima
 0% - 50% de altura máxima

*Estrato I: 6.36 – 7.96 m
 *Estrato II: 3.98 – 6.35 m
 *Estrato III: 0 – 3.97 m

**Estrato I: 6.36 – 7.96 m
 **Estrato II: 3.98 – 6.35 m
 **Estrato III: 0 – 3.97 m

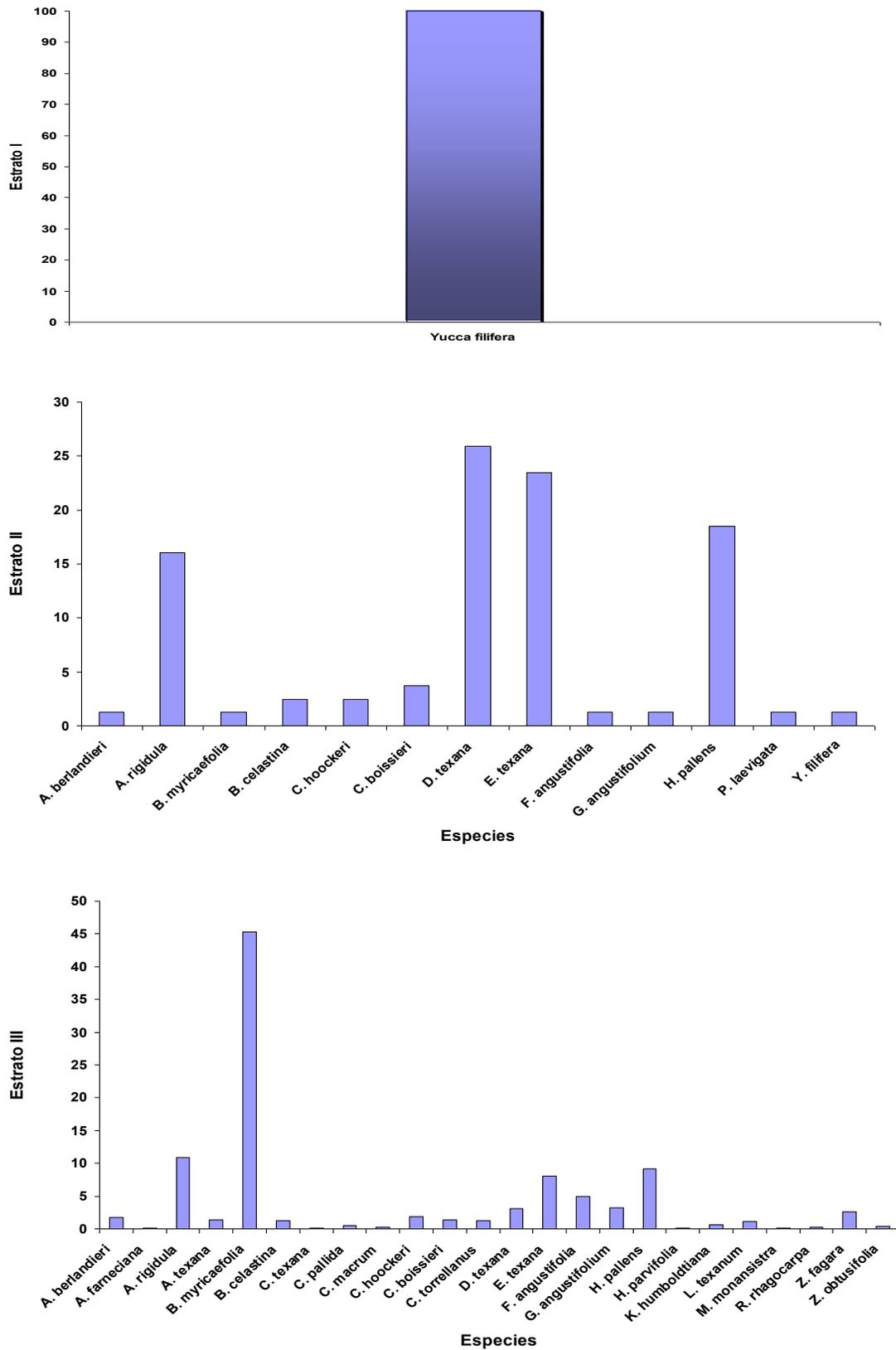


Figura 22: Distribución Vertical por especies de acuerdo a su proporcionalidad por estrato.

Los valores obtenidos en la distribución vertical del ME muestran similitud con los resultantes del MP. El estrato I muestra para ambos muestreos a *Yucca filifera* como la única especie encontrada en esta zona, con 0.1% y 0.3% respectivamente, mientras que para el estrato II en el MP se encontró al 5.4% de los individuos totales, por 9% de los mismos para el ME; el estrato III fue el que presentó el mayor número de especies en ambos muestreos y con resultados muy similares, ya que el MP posee el 94% de los individuos y el ME el 91%.

8.5 Índice de Mezcla de Especies (*DM*)

Para la mezcla de especies existente en el matorral – área ganadería extensiva, la figura 23 muestra que el 96% de la población se desarrolla en presencia de al menos un individuo de distinta especie, encontrándose la mayor proporción del total de individuos en la categoría 0.67; es decir, el 47.43% de los individuos presentes en el área de estudio coexisten con dos de sus tres vecinos de especie distinta; el 20.5% se desenvuelve con sus tres vecinos de diferente especie, mientras que solo el 4% de los árboles crece con individuos de su misma especie, por lo que presenta una tendencia hacia la heterogeneidad.

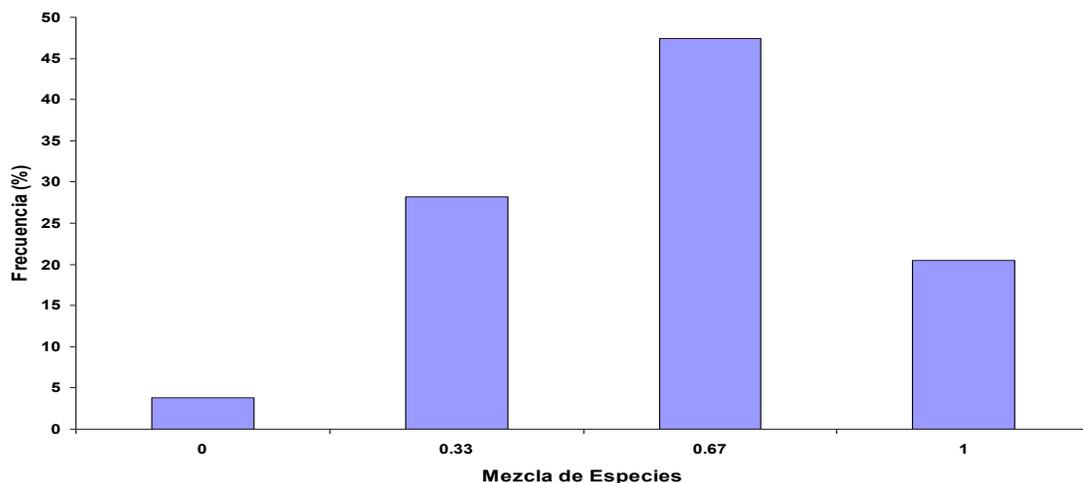


Gráfico 23: Índice de mezcla de especies.

La figura 24 presenta de manera específica la distribución de los valores obtenidos para el índice de mezcla de especies. Se puede observar que *Bernardia myricaefolia* aparece en cada una de las categorías dando como total el 48.7% del total de los individuos, donde en 0.33 muestra la mayor proporción con 21.8%, seguido de 20.5% en el rango 0.67; es decir que posee la capacidad de desarrollarse con individuos de su misma y de distinta especie. *Eysenhardtia texana* también aparece en los cuatro rangos, sin embargo destaca solo en la categoría de 0.67 con 11.5% de los individuos.

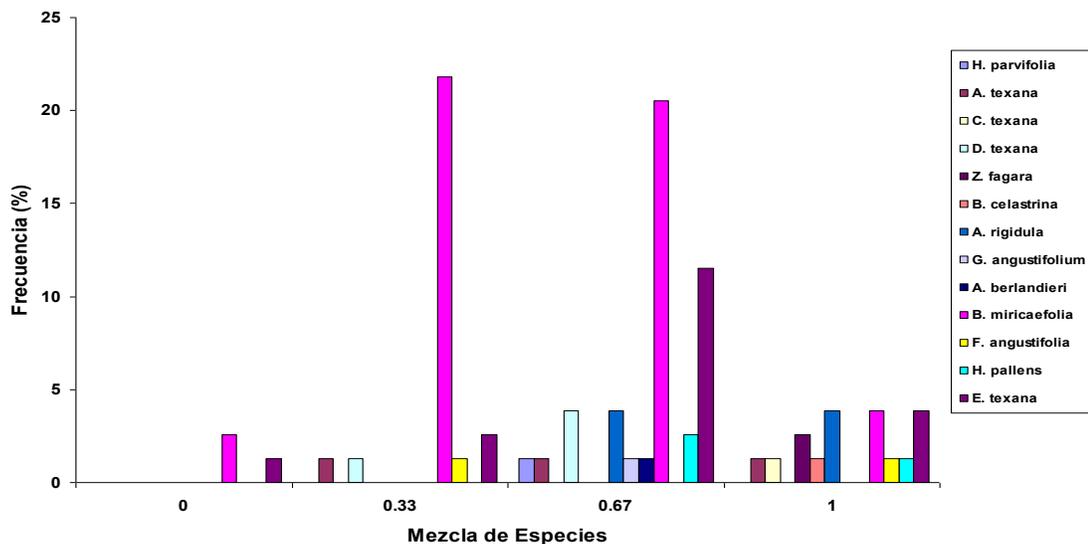


Figura 24: Grado de asociación del índice de mezcla de especies.

La información obtenida, analizada y descrita anteriormente, presenta los valores de DM de manera global sin permitir la definición de que especies son las que conviven de manera directa a cada árbol centro. La figura 25 presenta las especies y en que grado coexisten con cada especie del árbol objeto.

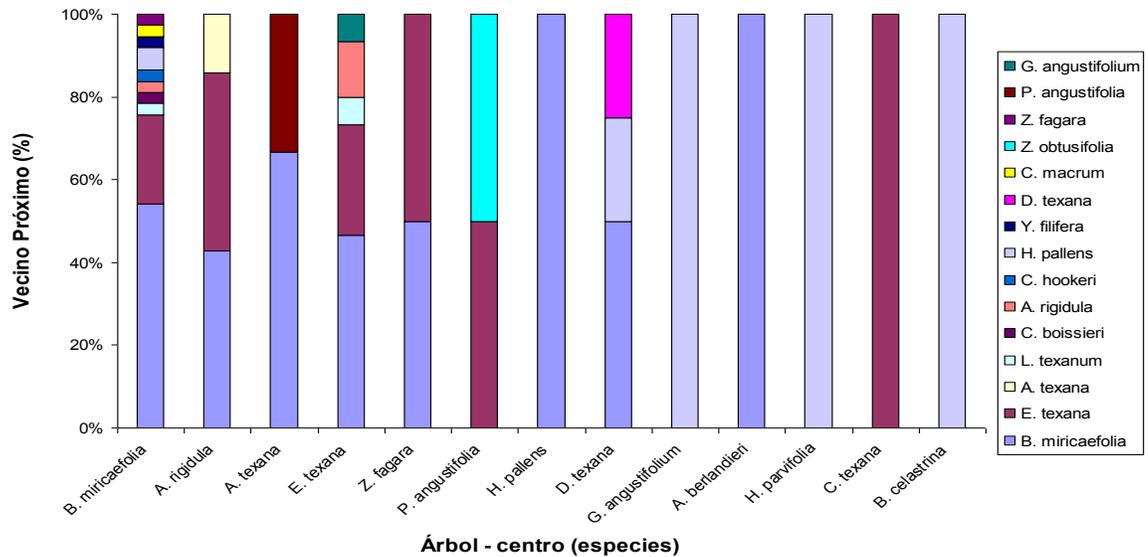


Figura 25: Valor relativo de las especies, conforme al índice porcentual de mezcla de especies.

Se puede observar que *Bernardia myricaefolia* y *Eysenhardtia texana* son las especies que muestran mayor coexistencia con otras especies. *B. myricaefolia* presenta en un 54% a su misma especie como vecino más próximo, 21.6% a *E. texana*, 5.4% a *Havardia pallens* y 16% a las especies restantes. Por otro lado, *E. texana* muestra a *B. myricaefolia* como primer vecino el 46.6% y a sí misma el 26.7%. Es importante destacar que *B. myricaefolia* se presenta como primer vecino de la mayoría de las especies.

8.6 Distribución Espacial

Para la estimación de la distribución espacial con los diferentes índices de muestreo se obtuvieron la media aritmética y la varianza para las especies presentes en esta área (tabla 13).

Tabla 13: Valores de varianza y media aritmética de las especies.

Especie	Varianza	Promedio
<i>Diospyros texana</i>	0.19	0.14
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.25	0.06
<i>Acacia rigidula</i>	0.08	0.35
<i>Bernardia myricaefolia</i>	0.77	1.76
<i>Havardia pallens</i>	0.13	0.21
<i>Eysenhardtia texana</i>	0.58	0.74

Eysenhardtia texana es la especie que presenta una mayor similitud en sus valores de varianza y media, por lo que tiende a presentar una distribución de tipo aleatorio. Por otro lado, *Acacia rigidula*, *Bernardia myricaefolia* y *Havardia pallens* presentan una varianza menor que la media aritmética, por lo que presenta una tendencia a la uniformidad, mientras que *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara* muestran una varianza muy alta en relación al promedio, por lo que se distribuyen de manera agrupada. Los valores obtenidos para la prueba de χ^2 corroboran lo anterior.

Tabla 14: Valores de χ^2

Especie	$\frac{S^2}{\bar{X}} * (n-1)$	χ^2	Rango de χ^2	
			0.025	0.975
<i>Disparos texana</i>	(0.19/0.14)*77	106.17	103.72	55.04
<i>Zanthoxylum fagara</i>	(0.25/0.06)*77	300.30	103.72	55.04
<i>Acacia rigidula</i>	(0.08/0.35)*77	17.05	103.72	55.04
<i>Bernardia myricaefolia</i>	(0.77/1.76)*77	33.59	103.72	55.04
<i>Havardia pallens</i>	(0.13/0.21)*77	49.50	103.72	55.04
<i>Eysenhardtia texana</i>	(0.58/0.74)*77	60.10	103.72	55.04

Los valores de χ^2 son presentados en la tabla 14. Si los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido conforme los valores presentes en la tabla de χ^2 la distribución de la especie es aleatoria; si el valore resultante es mayor, presenta una tendencia a la agrupación y si es menor, la distribución espacial será uniforme. Se puede observar que *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara* se distribuyen de manera agrupada, mientras que *Eysenhardtia texana* muestra una tendencia a la aleatoriedad. El resto de las especies se organizan espacialmente de tipo uniforme.

Tabla 15: Valor de los índices por especie.

Especie	ID	IC	IG
<i>Diospyros texana</i>	1.38	0.38	-0.98
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3.90	2.90	-0.95
<i>Acacia rigidula</i>	0.22	-0.78	-1.00
<i>Bernardia myricaefolia</i>	0.44	-0.56	-1.00
<i>Havardia pallens</i>	0.64	-0.36	-0.99
<i>Eysenhardtia texana</i>	0.78	-0.22	-0.99

El índice de dispersión (ID) establece un valor de 0 en caso de que sea una distribución uniforme, 1 si se distribuye al azar y >1 si tiende a la agrupación. *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara* presentan una tendencia al agrupamiento al obtener valores mayores a uno (>1); por otro lado *Acacia rigidula* y *Bernardia myricaefolia* muestran valores cercanos a 0, por lo que se distribuyen de manera uniforme, mientras que *Havardia pallens* y *Eysenhardtia texana* presentan valores que se encuentran cerca de 1, por lo que su distribución es aleatoria.

Para el índice de agrupamiento (IC) *D. texana* muestra un valor de 0.38, *H. pallens* de -0.36 y *E. texana* de -0.22, lo que nos dice que se distribuyen de manera aleatoria, mientras que *Z. fagara* presenta un valor de 2.9, indicando que la tendencia se dirige al agrupamiento. *A. rigidula* y *B. myricaefolia* se encuentran distribuidas de manera uniforme

El índice de Green (IG) atribuye un valor de 0 cuando se presenta una distribución aleatoria, un valor de 1 al referirse al agrupamiento y un valor de $-1(n-1)$ cuando se trata de una distribución de tipo uniforme. Para el área de matorral – ganadería extensiva, todas las especies muestran valores cercanos a 0, por lo que se distribuyen de manera aleatoria.

9. MATORRAL - ÁREA GANADERÍA INTENSIVA

9.1 Resultados del muestreo por parcelas (MP) y muestreo estructural (ME).

En la tabla 16 se observa la información dasométrica proveniente del MP para el matorral – área ganadería extensiva. Los datos se despliegan de manera en que las especies presentes, su número y valores den la posibilidad de deducir la densidad y porcentajes de las especies arbóreas y arbustivas. La abundancia total presente en el área es de 1750 ind/ha con un área basal total de 6.76 m²/ha, donde *Acacia farnesiana* aparece como la especie dominante, presentando el 41% de los individuos existentes y un área basal de 55.5%, seguida por *Mimosa monansistra* con 35% del total de los individuos y 14.5% de área basal; es decir, el 76% de la densidad total y el 70% del área basal total son cubiertas por estas dos especies.

Tabla 16: Parámetros cuantitativos del muestreo por parcelas

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Altura (m)					Diámetro					h/d
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min	max	
Total		1750	100	6.76	100	2.21	0.74	30.18	1.58	2.80	4.31	1.12	26.69	3.02	6.45	0.67
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Albrojo	20	1.14	0.03	0.38	1.33	0.71	53.90	0.82	1.83	2.35	0.07	3.01	2.30	2.40	0.56
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	10	0.57	0.00	0.04	0.86	0.00	0.00	0.86	0.86	1.10	0.00	0.00	1.10	1.10	0.78
<i>Erethia anacua</i>	Anacua	10	0.57	0.05	0.67	1.58	0.00	0.00	1.58	1.58	3.10	0.00	0.00	3.10	3.10	0.51
<i>Zantoxylum fagara</i>	Colima	30	1.71	0.12	1.79	2.43	1.02	41.98	1.70	3.60	3.50	2.04	58.34	1.90	5.80	0.70
<i>Bumelia celastrina</i>	Coma	20	1.14	0.04	0.57	1.61	0.69	43.04	1.12	2.10	1.55	0.64	41.06	1.10	2.00	1.04
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	720	41.1	3.76	55.55	3.25	0.98	30.13	1.00	5.21	6.11	3.76	61.54	1.10	16.40	0.53
<i>Acacia shaffneri</i>	Huizache Chino	30	1.71	0.41	6.09	3.50	3.61	103.14	3.50	3.70	7.67	2.86	37.27	4.40	9.70	0.46
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	280	16	0.52	7.67	2.16	0.73	33.90	0.07	3.61	3.73	2.41	64.64	1.00	10.50	0.58
<i>Cercidium macrum</i>	Palo Verde	10	0.57	0.85	12.55	4.28	0.00	0.00	4.28	4.28	14.70	0.00	0.00	14.70	14.70	0.29
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	10	0.57	0.01	0.18	1.93	0.00	0.00	1.93	1.93	1.50	0.00	0.00	1.50	1.50	1.29
<i>Mimosa monansistra</i>	Raspadillo	610	34.9	0.98	14.51	1.33	0.34	25.88	0.51	2.08	2.16	0.60	27.69	1.00	3.70	0.61

h= altura media

sh= desviación estándar de la altura

sh%= coeficiente de variación de la altura

d= diámetro medio

sd= desviación estándar del diámetro

sd%= coeficiente de variación del diámetro

En lo referente a la información dasométrica que muestra el ME, se puede observar que la densidad total es de 1195 ind/ha y el área basal total de 5.61 m²/ha, mostrando gran similitud con los valores obtenidos para MP (tabla 17). *A. farnesiana* presenta 43% del total de árboles y 56% del área basal total, mientras que para el MP fueron 41% y 55.5%, lo que muestra gran similitud entre los muestreos. Por otro lado, *Cercidium macrum* muestra en ME un incremento importante de 40% en su área basal, comparando con el obtenido en el MP.

Tabla 17: Parámetros cuantitativos del muestreo estructural

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Altura (m)					Diámetro					h/d
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min	max	
Total		1195	100	5.61	100	2.32	0.30	16.75	1.76	2.79	4.66	0.71	18.62	3.80	6.37	0.65
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Albrojo	25	2.09	0.03	0.57	1.33	0.71	53.90	0.82	1.83	2.35	0.07	3.01	2.30	2.40	0.56
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuíta	12	1.04	0.00	0.06	0.86	0.00	0.00	0.86	0.86	1.1	0.00	0.00	1.10	1.10	0.78
<i>Erethia anacua</i>	Anacua	12	1.04	0.06	1.01	1.58	0.00	0.00	1.58	1.58	3.1	0.00	0.00	3.10	3.10	0.51
<i>Zantoxylum fagara</i>	Colima	12	1.04	0.13	2.35	3.60	0.00	0.00	3.60	3.60	5.8	0.00	0.00	5.80	5.80	0.62
<i>Bumelia celastrina</i>	Coma	25	2.09	0.05	0.85	1.61	0.69	43.04	1.12	2.10	1.55	0.64	41.06	1.10	2.00	1.04
<i>Acacia famesiana</i>	Huizache	549	46	3.15	56.08	3.28	0.92	27.86	1.00	5.21	6.60	3.88	58.77	1.20	16.40	0.50
<i>Acacia shaffneri</i>	Huizache Chino	12	1.04	0.31	5.54	3.63	0.00	0.00	3.63	3.63	8.90	0.00	0.00	8.90	8.90	0.41
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	212	17.8	0.41	7.33	2.17	0.66	30.40	0.07	3.61	3.64	2.55	70.13	1.10	10.50	0.60
<i>Cercidium macrum</i>	Palo Verde	12	1.04	1.06	18.89	4.28	0.00	0.00	4.28	4.28	14.70	0.00	0.00	14.70	14.70	0.29
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	12	1.04	0.02	0.28	1.93	0.00	0.00	1.93	1.93	1.50	0.00	0.00	1.50	1.50	1.29
<i>Mimosa monansistra</i>	Raspadillo	312	26.1	0.39	7.04	1.22	0.36	29.10	0.51	2.08	2.08	0.66	31.88	1.00	3.70	0.59

h= altura media

sh= desviación estándar de la altura

sh%= coeficiente de variación de la altura

d̄= diámetro medio

sd= desviación estándar del diámetro

sd%= coeficiente de variación del diámetro

9.2 Índice de diferenciación diamétrica (TD)

La figura 26 presenta la distribución de los valores en las distintas categorías de diferenciación y en la cual se observa que existe una nivelada proporción de las especies en cada uno de los rangos. La categoría “media” muestra a la mayor proporción de la población con 33%, seguida del 25% encontrado en el rango “fuerte” y el 12,5% en “muy fuerte”; es decir, el 70% de los individuos totales se presentan una tendencia marcada diferenciación en diámetro.

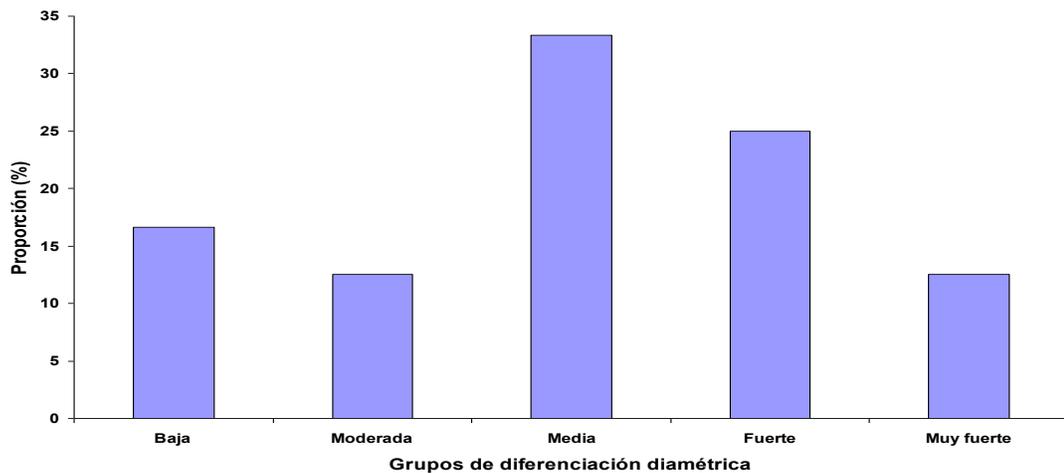


Figura 26: Valores de diferenciación diamétrica.

De manera específica, la figura 27 muestra que *Acacia farnesiana* presenta el 50% del total de los individuos encontrados en cada una de las categorías, ubicándose el 25% en los rangos “media” y “fuerte”. De manera subsecuente, se puede observar que *Mimosa monansistra* posee el 21% de los árboles presentes y *Prosopis leavigata* el 16.6%, presentando éste último el mismo comportamiento que *A. farnesiana*. Es importante mencionar que la información presentada es básica y de manera necesaria se debe realizar un análisis más específico al aporte de las especies a la diferenciación diamétrica.

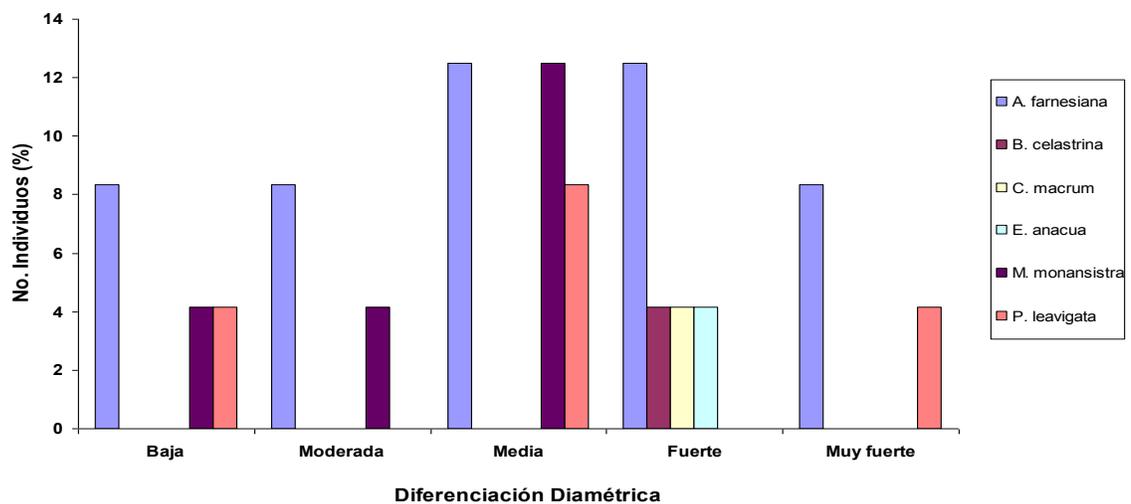


Figura 27: Valores de diferenciación diamétrica por especie

9.3 Índice de diferenciación en altura (TH)

La figura 28 despliega los valores en forma análoga al presentado de diferenciación diamétrica. Se puede observar que el 41.6% del total de los individuos se encuentra en la categoría “media”, mientras que el 46% se distribuye en los rangos “baja” y “moderada”. El 12.5% de los árboles presenta una fuerte diferenciación en altura. Es importante destacar que no existe presencia de individuos con alto grado de diferenciación vertical.

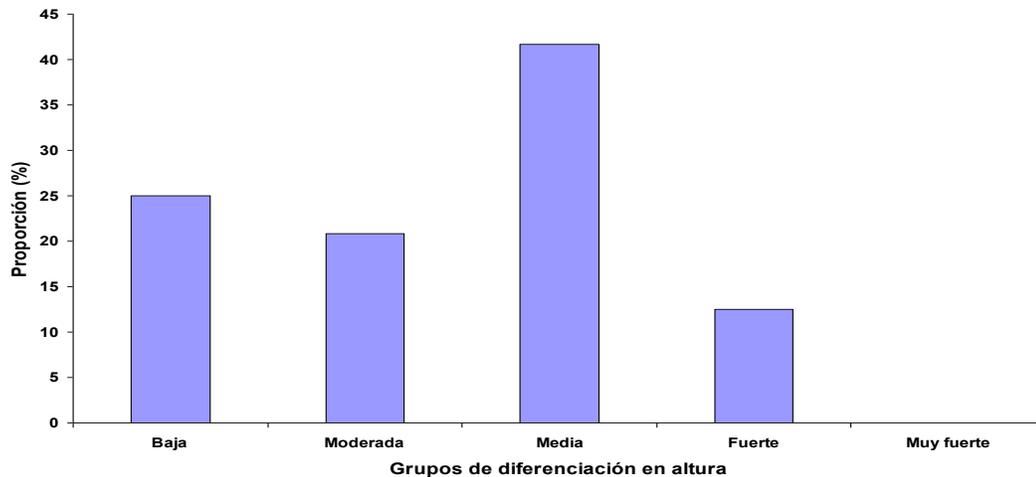


Figura 28: Valores de diferenciación en altura

En la tabla 18 se observa la diferenciación vertical entre las especies presentes en el área, donde el 50% del total de los individuos pertenece a *Acacia farnesiana*, quien se distribuye en cuatro de las cinco categorías de diferenciación, siendo en la “media” donde alcanza su mayor porcentaje (21%). *Mimosa monansistra* presenta el 16.6% del total de los individuos con tendencia a una fuerte disimilitud en altura. Cabe señalar que las especies antes mencionadas son las únicas que muestran una fuerte diferenciación en el área de estudio.

Tabla 18: Índice de diferenciación en altura.

Especie	Baja 0.0 - 0.20	Moderada 0.21 - 0.40	Media 0.41 - 0.60	Fuerte 0.61 - 0.80	Muy Fuerte 0.81 - 1.0	Total
<i>Acacia farnesiana</i>	16.67	8.33	20.83	4.17		50
<i>Bumelia celastrina</i>		4.17				4.17
<i>Cercidium macrum</i>			4.17			4.17
<i>Ehretia anacua</i>		4.17				4.17
<i>Mimosa monansistra</i>	4.17		8.33	8.33		20.83
<i>Prosopis leavigata</i>	4.17	4.17	8.33			16.67
Total	25.01	20.84	41.66	12.5		100.00

9.4 Distribución Vertical de especies

La definición del índice de distribución vertical es otro de los elementos que permite llegar a realizar un análisis estructural más completo y detallado, ya que se obtiene la densidad definida para los estratos de la población. La metodología presentada anteriormente es la base para presentar la información de la tabla 19, además de determinar el número de individuos, proporción que representa en la especie y zona de altura para cada estrato, tanto para el MP como para ME

Tabla 19: Distribución Vertical de especies.

MUESTREO POR PARCELAS					MUESTREO ESTRUCTURAL				
		% H en					% H en		
	No. Ind	% Ind	Muestreo	% Zona de H	Especies	No. Ind	% Ind	Muestreo	% Zona de H
Estrato I					Estrato I				
<i>Acacia fameciana</i>	12	16.67	6.82	92.26	<i>Acacia fameciana</i>	5	11.36	5.21	83.33
<i>Cercidium macrum</i>	1	100.00	0.57	7.69	<i>Cercidium macrum</i>	1	100.00	1.04	16.67
SUMA	13		7.39	100.00	SUMA	6		6.25	100.00
Estrato II					Estrato II				
		% H en					% H en		
	No. Ind	% Ind	Muestreo	% Zona de H		No. Ind	% Ind	Muestreo	% Zona de H
<i>Acacia fameciana</i>	42	58.33	23.86	82.37	<i>Acacia fameciana</i>	29	65.91	30.21	85.29
<i>Acacia shaffneri</i>	3	100.00	1.70	5.88	<i>Acacia shaffneri</i>	1	100.00	1.04	2.94
<i>Prosopis laevigata</i>	5	17.86	2.84	9.81	<i>Prosopis laevigata</i>	3	17.65	3.13	8.82
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	33.33	0.57	1.96	<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	100.00	1.04	2.94
SUMA	51		28.98	100.00	SUMA	34		35.42	100.00
Estrato III					Estrato III				
		% H en					% H en		
	No. Ind	% Ind	Muestreo	% Zona de H		No. Ind	% Ind	Muestreo	% Zona de H
<i>Acacia fameciana</i>	18	25.00	10.23	16.07	<i>Acacia fameciana</i>	10	22.73	10.42	17.86
<i>Bumelia celastina</i>	2	100.00	1.14	1.79	<i>Bumelia celastina</i>	2	100.00	2.08	3.57
<i>Condalia hoockeri</i>	1	100.00	0.57	0.89	<i>Condalia hoockeri</i>	1	100.00	1.04	1.79
<i>Cordia boissieri</i>	1	100.00	0.57	0.89	<i>Cordia boissieri</i>	1	100.00	1.04	1.79
<i>Ehretia anacua</i>	1	100.00	0.57	0.89	<i>Ehretia anacua</i>	1	100.00	1.04	1.79
<i>Forestiera angustifolia</i>	1	100.00	0.57	0.89	<i>Forestiera angustifolia</i>	1	100.00	1.04	1.79
<i>Mimosa monansistra</i>	61	100.00	34.66	54.47	<i>Mimosa monansistra</i>	24	100.00	25.00	42.86
<i>Prosopis laevigata</i>	23	82.14	13.07	20.54	<i>Prosopis laevigata</i>	14	82.35	14.58	25.00
<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	66.67	1.14	1.79	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2	100.00	2.08	3.57
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2	100.00	1.14	1.79	SUMA	56		58.33	100.00
SUMA	112		63.64	100.00					

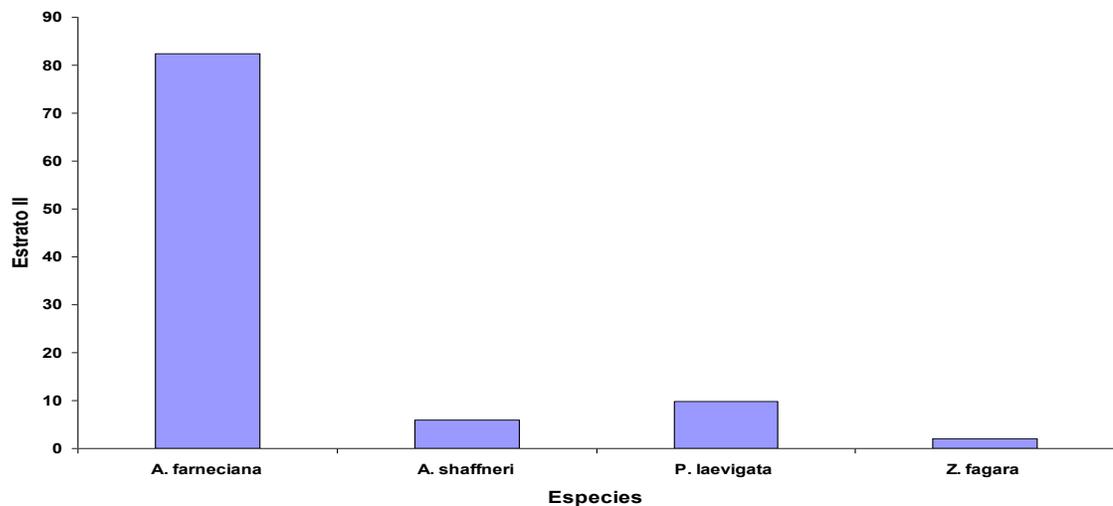
80% - 100% de altura máxima
 50% - 80% de altura máxima
 0% - 50% de altura máxima

*Estrato I: 4.16 – 5.21 m
 *Estrato II: 2.59 – 4.15 m
 *Estrato III: 0 – 2.58 m

**Estrato I: 4.16 – 5.21 m
 **Estrato II: 2.59 – 4.15 m
 **Estrato III: 0 – 2.58 m

De acuerdo a los valores presentados en la tabla 19, el estrato I se encuentra conformado por *Acacia farnesiana* y *Cercidium macrum* alcanzando un 7.4% de representatividad para el MP. El 29% se ubica en el estrato II, con *A. farnesiana* como la especie que domina dicho estrato con 82.4% de los individuos. El estrato III presenta a todas las especies existentes con el 63.6%, del cual *Mimosa monansistra* se desprende con un 54.5% del total de los individuos (figura 29).

En lo referente al ME, *Acacia farnesiana* y *Cercidium macrum* son las especies representativas del estrato I con el 6.25%, mientras que el 35.4% de los individuos presentes se encuentran en el estrato II, destacando *A. farnesiana* como la dominante con el 85.3%. El estrato III muestra el 58.3% de los árboles y arbustos existentes y a *M. monansistra* con la mayor proporción con 43%. De tal manera se puede inferir que la distribución vertical para ambos muestreos esta definida por árboles y arbustos jóvenes, y que *A. farnesiana* se localiza en los tres estratos donde sus valores máximos los alcanza en los estratos I y II .



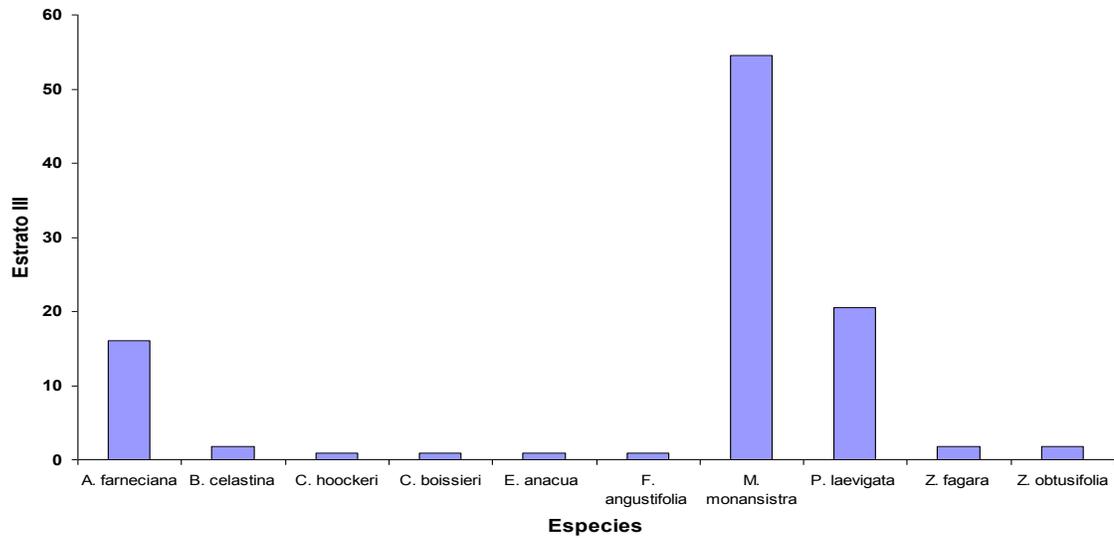


Figura 29: Distribución Vertical por especie de acuerdo a su proporcionalidad por estrato.

9.5 Índice de Mezcla de especies (*DM*)

En la figura 30 se muestra que el 58.3% de los individuos se encuentran en la categoría de mezcla de especies de 0.67, infiriendo que de cada 3 vecinos del árbol centro, dos pertenecen a una especie diferente; el 25% se ubica en el rango 0.33, en el cual de los tres vecinos mas cercanos, uno pertenece a otra especie distinta al árbol objeto. Solo el 16.7% de los individuos coexiste con individuos de su misma especie.

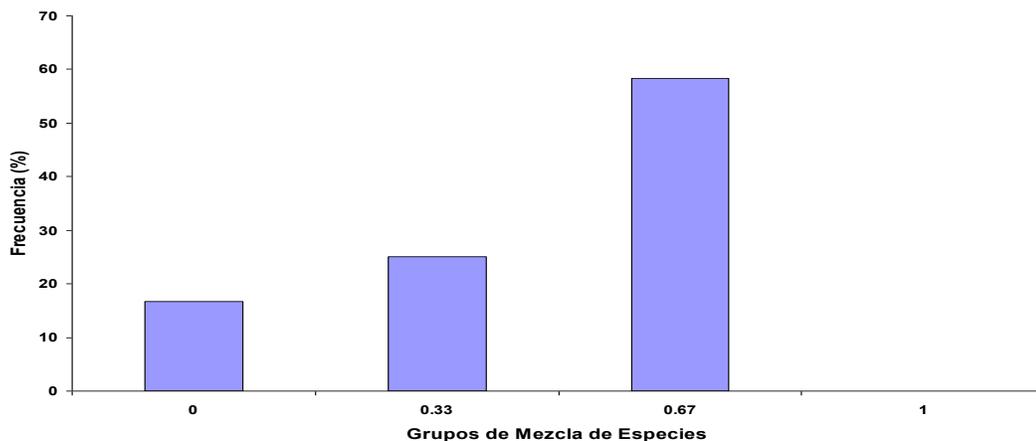


Figura 30: Índice de Mezcla de especies por grupos

La figura 31 representa la distribución y comportamiento de las especies en el matorral – área ganadería intensiva, donde se observa que *Acacia farnesiana* ocupa el 50% del total de los individuos, concentrando el 25% en la categoría 0.67. *Mimosa monansistra* muestra el 21% distribuido en los tres primeros rangos de disimilitud. La concentración de los valores de las especies en la categoría 0.67, puede inferir en que el área se encuentra indefinida en cuanto a su homogeneidad o heterogeneidad.

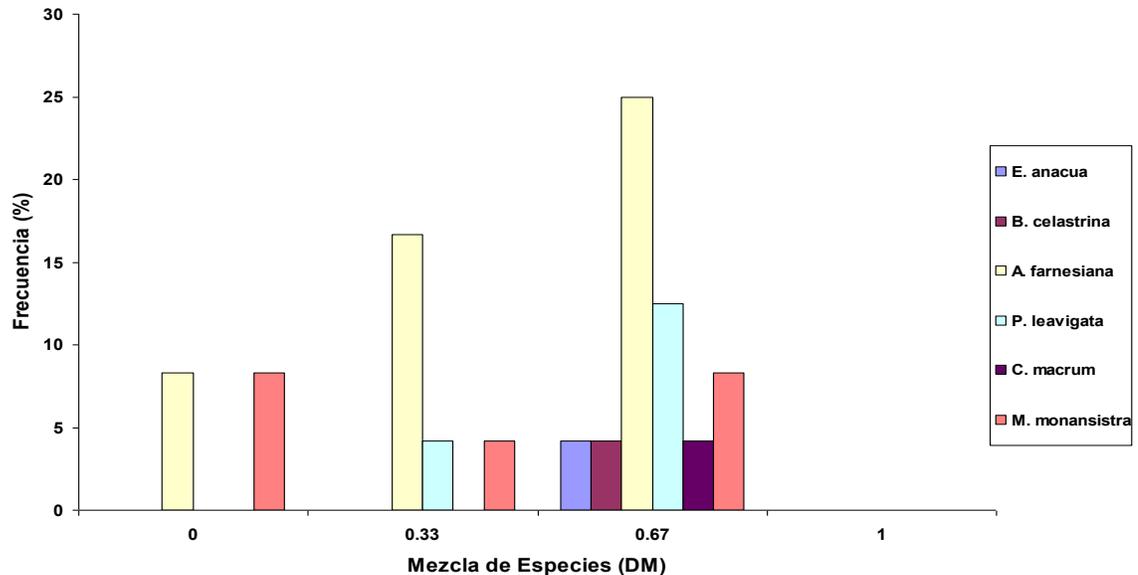


Figura 31: Grado de asociación del índice de mezcla de especies.

Con la finalidad de saber en que grado de vecindad entre el árbol centro y sus tres vecinos, la figura 32 presenta a las especies vecinas y en que grado coexisten con cada especie del árbol objeto. Se puede observar que *Acacia farnesiana* y *Mimosa monansistra* son las especies que muestran mayor coexistencia con otras especies. *A. farnesiana* presenta en un 16% a *M. monansistra* como vecino más próximo, 42% a su misma especie, *Prosopis leavigata* con 26% y 8% a *Condalia hookeri* y *Forestiera angustifolia* respectivamente. Por otro lado, *M. monansistra* muestra en un 62% a su misma especie como primer vecino, 19 % a *Ziziphus obtusifolia* y 19% a *A. farnesiana*. Cabe mencionar que *M. monansistra* aparece para la mayoría de las especies como vecino más próximo.

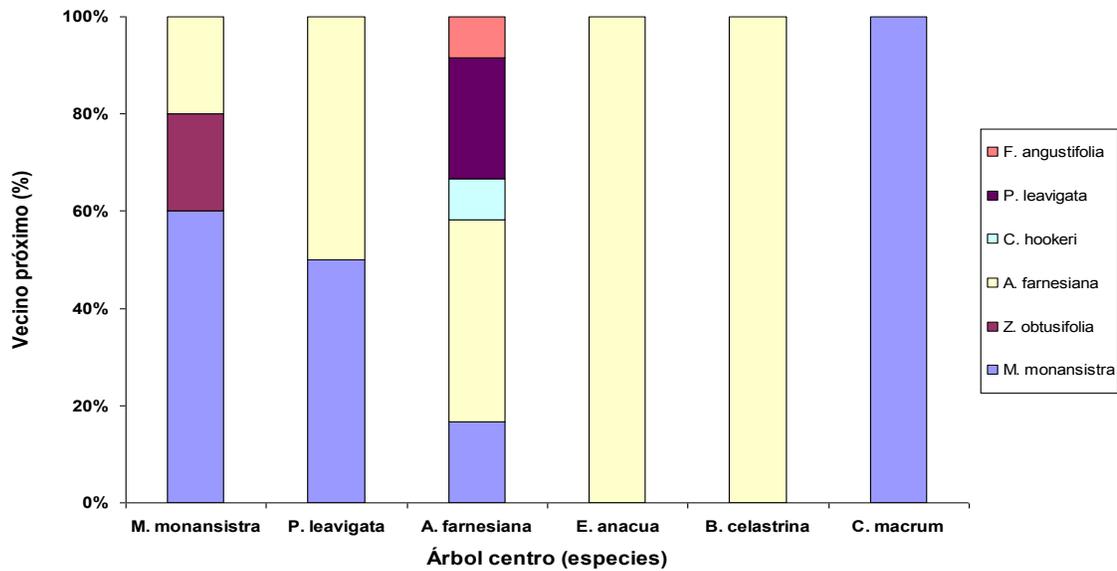


Figura 32: Valor relativo de especies, conforme al índice porcentual de mezcla de especies.

9.6 Distribución Espacial

Para la estimación de la distribución espacial en el área de matorral – ganadería intensiva con los diferentes índices de muestreo se obtuvieron la media aritmética y la varianza para las especies presentes (tabla 20).

Tabla 20: Valores de varianza y media aritmética de las especies.

Especie	Varianza	Promedio
<i>Acacia farnesiana</i>	0.78	1.83
<i>Prosopis leavigata</i>	0.23	0.71
<i>Mimosa monansistra</i>	1.27	1.00

Mimosa monansistra es la especie que presenta una mayor similitud en sus valores de varianza y media, por lo que tiende a presentar una distribución de tipo aleatorio. Por otro lado, *Acacia farnesiana* y *Prosopis leavigata* presentan una varianza menor que la media aritmética, por lo que presenta una tendencia a la uniformidad. Los valores obtenidos para la prueba de χ^2 corroboran lo anterior.

Tabla 21: Valores de χ^2

Especie	$\frac{S^2}{\bar{X}} * (n-1)$	χ^2	Rango de χ^2	
			0.025	0.975
<i>Acacia farnesiana</i>	(0.78/1.83)*23	9.83	38.07	11.68
<i>Prosopis leavigata</i>	(0.23/0.71)*23	7.49	38.07	11.68
<i>Mimosa monansistra</i>	(1.27/1.0)*23	29.27	38.07	11.68

En la tabla 21 se puede observar que *Mimosa monansistra* es la única especie que se distribuye de manera aleatoria debido a que el valor obtenido (29.3) se encuentra entre el rango expuesto por χ^2 . *Acacia farnesiana* y *Prosopis leavigata* presentan valores que se encuentran por debajo de dicho rango, por lo que se muestran una tendencia a la uniformidad

Tabla 22: Valor de los índices por especie.

Especie	ID	IC	IG
<i>Acacia farnesiana</i>	0.43	-0.57	-0.98
<i>Prosopis leavigata</i>	0.33	-0.67	-0.99
<i>Mimosa monansistra</i>	1.27	0.27	-0.94

El índice de dispersión y el índice de agrupamiento muestran a *A. farnesiana* y *P. leavigata* como las especies que tienden a la uniformidad al obtener valores cercanos a 0 para ID y de -1 para IC, mientras que *Mimosa monansistra* es la especie que presenta una distribución de tipo aleatoria para ambos índices.

Por el contrario, el índice de Green (IG) muestra que para el área de matorral - ganadería intensiva las tres especies presentes se distribuyen de manera aleatoria, debido a que obtienen valores cercanos a 0 (tabla 22).

10. MATORRAL - ÁREA MATARASA

10.1 Resultados del muestreo por parcelas (MP) y muestreo estructural (ME).

En la tabla 23 se muestra la información dasométrica para el muestreo por parcelas en el matorral – área matarasa. Se observa que la densidad total obtenida es de 6250 ind/ha, de la cual *Mimosa monansistra* se desprende con 28.6% del total de los individuos, seguido de *Acacia rigidula* con 17% y *Zanthoxylum fagara* con 16.8%, es decir, el 62.4% del total de los individuos es representado por estas especies.

Referente al área basal del muestreo por parcelas, *A. rigidula* marca una gran diferencia sobre cualquier otra especie, ya que su área basal relativa representa el 32% del total; *Z. fagara* se encuentra en segundo lugar con 20.7% y *M. monansistra* con 11%. El resto de las especies presentan un área basal relativa menor del 9%.

Tabla 23: Parámetros dasométricos para muestreo por parcelas.

Nombre científico	N. común	N/ha		G/h (m2)		Altura (m)					Diámetro					h/d
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min	max	
Total		6250	100	17.00	100	2.21	0.70	31.48	0.70	4.95	2.85	1.42	43.13	1.00	10.50	0.82
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Abrojo	140	2.24	0.14	0.83	1.79	0.24	13.41	1.43	2.13	1.84	0.81	44.02	1.26	3.90	0.97
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	210	3.36	0.40	2.38	2.21	0.59	26.70	1.23	2.94	3.54	0.95	26.84	1.80	5.39	0.62
<i>Condalia hookeri</i>	Brasil	110	1.76	0.16	0.93	2.25	0.48	21.33	1.84	3.31	3.03	1.49	49.17	2.01	6.10	0.74
<i>Diospyros texana</i>	Chapote	330	5.28	0.25	1.49	1.77	0.54	30.51	1.00	2.63	2.07	0.74	35.75	1.00	4.10	0.86
<i>Diospyros palmeri</i>	Chapote Negro	30	0.48	0.01	0.06	1.65	0.18	10.91	1.50	1.86	1.68	0.57	33.93	1.17	2.30	0.98
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima	1050	16.80	3.52	20.68	2.58	0.73	28.29	0.90	4.12	2.90	0.99	34.14	1.02	5.60	0.89
<i>Bumelia celastina</i>	Coma	150	2.40	0.30	1.78	2.71	0.69	25.46	1.89	4.25	2.73	1.38	50.55	1.62	5.40	0.99
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo	20	0.32	0.02	0.14	1.46	0.65	44.52	1.00	1.93	1.99	0.57	28.64	1.59	2.40	0.73
<i>Acacia rigidula</i>	Gavia	1060	16.96	5.41	31.80	2.56	0.66	25.78	1.40	4.70	2.86	0.88	30.77	1.19	4.80	0.90
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	310	4.96	0.61	3.58	2.71	0.91	33.58	1.50	4.80	2.28	0.62	27.19	1.30	3.40	1.19
<i>Acacia shaffneri</i>	Huizache chino	290	4.64	1.58	9.26	1.76	0.71	40.34	1.90	4.70	4.59	2.82	61.44	1.98	7.95	0.38
<i>Malpighia glabra</i>	Manzanita	140	2.24	0.11	0.63	1.14	0.47	41.23	0.60	1.63	1.84	0.75	40.76	1.00	3.30	0.62
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	0.80	0.13	0.75	3.06	1.43	46.73	2.00	4.70	4.75	3.89	81.89	1.95	9.20	0.64
<i>Cercidium macrum</i>	Palo Verde	30	0.48	0.58	3.42	2.84	2.10	73.94	1.35	4.33	5.92	6.47	109.29	1.34	10.50	0.48
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	20	0.32	0.21	1.23	1.95	0.21	10.77	1.80	2.10	2.54	1.05	41.34	1.80	3.29	0.77
<i>Randia raghocarpa</i>	Randia	30	0.48	0.01	0.08	1.11	0.58	52.25	0.70	1.53	1.20	0.14	11.67	1.10	1.30	0.93
<i>Mimosa monansistra</i>	Raspadillo	1790	28.64	1.87	11.02	1.50	0.31	20.67	0.70	2.12	1.78	0.65	36.52	1.00	4.90	0.84
<i>Croton torralanus</i>	Salvia	220	3.52	0.17	1.03	1.93	0.60	31.09	0.80	3.21	2.10	1.03	49.05	1.10	4.30	0.92
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	160	2.56	1.09	6.44	3.69	1.22	33.06	1.36	4.95	3.88	2.08	53.61	1.10	8.10	0.95
<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara Dulce	90	1.44	0.42	2.49	3.52	0.67	19.03	2.51	4.13	3.38	0.54	15.98	2.80	4.40	1.04

h= altura media
 sh= desviación estándar de la altura
 sh%= coeficiente de variación de la altura

d= diámetro medio
 sd= desviación estándar del diámetro
 sd%= coeficiente de variación del diámetro

La tabla 24 muestra la información dasométrica obtenida para el muestreo estructural, donde la densidad total es de 6567 ind/ha. *M. monansistra*, *A. rigidula* y *Z. fagara* presentan el valor superior con respecto al número de individuos por hectárea con 1390, 1305 y 1179 respectivamente, derivando en 21.2, 19.9 y 18% en abundancia relativa. Por otra parte, se observa en los resultados de área basal que *Acacia rigidula* y *Zanthoxylum fagara* ocupan mayor espacio sobre la superficie, representando más del 50% del total del muestreo, siendo para cada especie 34 y 22 % respectivamente. *Mimosa monansistra* presenta una mayor densidad, más no así área basal, debido a que las dimensiones de los individuos son pequeñas, a diferencia de los diámetros de *A. rigidula* y *Z. fagara*.

Tabla 24: Parámetros dasométricos para muestreo estructural.

Nombre científico	N. común	N/ha		G/ha (m ²)		Altura (m)					Diámetro					h/d
		abs	rel	abs	rel	h	Sh	Sh%	min	max	d	Sd	Sd%	min	max	
Total		6567	100	23	100	2.30	0.72	27.94	0.76	4.95	2.74	1.13	30.59	1.00	10.50	0.93
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Abrojo	84	1.28	0.13	0.55	1.62	0.26	16.20	1.43	1.80	1.45	0.21	14.63	1.30	1.60	1.11
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	337	5.13	0.60	2.61	2.27	0.76	33.61	1.23	3.60	3.13	0.83	26.43	1.80	4.40	0.73
<i>Condalia hockeri</i>	Brasil	168	2.56	0.20	0.88	2.17	0.11	5.25	2.00	2.26	2.69	0.83	30.99	2.01	3.90	0.81
<i>Diospyros texana</i>	Chapote	337	5.13	0.11	0.46	1.53	0.56	36.46	0.90	2.48	1.74	0.34	19.45	1.30	2.44	0.88
<i>Diospyros texana</i>	Chapote Negro	42	0.64	0.00	0.02	1.60	0.00	0.00	1.60	1.60	1.17	0.00	0.00	1.17	1.17	1.37
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima	1179	17.95	5.07	22.04	2.49	0.65	25.95	1.75	4.30	3.34	1.01	30.25	1.80	5.60	0.75
<i>Bumelia celastina</i>	Coma	126	1.92	0.04	0.19	2.37	0.65	27.25	2.00	3.12	1.88	0.25	13.33	1.62	2.12	1.26
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo	42	0.64	0.02	0.07	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.59	0.00	0.00	1.59	1.59	0.63
<i>Acaicia rigidula</i>	Gavia	1305	19.88	7.83	34.06	2.60	0.50	19.08	1.40	3.26	3.01	0.97	32.28	1.37	4.80	0.86
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	211	3.21	0.20	0.88	2.29	0.38	16.67	2.00	2.87	2.05	0.55	26.72	1.50	2.90	1.12
<i>Acacia shaffneri</i>	Huizache chino	379	5.77	1.79	7.77	2.61	0.29	11.06	2.38	3.23	4.07	1.55	38.04	2.39	7.10	0.64
<i>Malpighia glabra</i>	Manzanita	168	2.56	0.07	0.31	2.72	3.21	117.8	0.76	1.63	1.53	0.42	27.40	1.01	1.90	1.79
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	84	1.28	0.30	1.33	3.35	1.91	56.99	2.00	4.70	5.58	5.13	91.96	1.95	9.20	0.60
<i>Cercidium macrum</i>	Palo Verde	84	1.28	1.83	7.97	2.84	2.11	74.20	1.35	4.33	5.92	6.48	109.4	1.34	10.50	0.48
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panadero	42	0.64	0.57	2.49	1.80	0.00	0.00	1.80	1.80	3.29	0.00	0.00	3.29	3.29	0.55
<i>Randia raphocarpa</i>	Randia	42	0.64	0.02	0.07	1.53	0.00	0.00	1.53	1.53	1.30	0.00	0.00	1.30	1.30	1.18
<i>Mimosa monansistra</i>	Raspadillo	1390	21.16	1.44	6.25	1.50	0.62	41.11	0.90	2.12	1.65	0.62	37.41	1.02	2.87	0.91
<i>Croton torralanus</i>	Salvia	168	2.56	0.24	1.03	2.31	0.57	24.74	1.90	3.15	2.60	1.23	47.21	1.70	4.30	0.89
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	253	3.85	1.55	6.72	3.61	1.28	35.31	1.36	4.95	3.20	1.50	46.88	1.10	5.10	1.13
<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara Dulce	126	1.92	0.76	3.29	3.69	0.63	17.12	2.96	4.10	3.60	0.70	19.44	3.10	4.40	1.02

h= altura media
 sh= desviación estándar de la altura
 sh%= coeficiente de variación de la altura

d= diámetro medio
 sd= desviación estándar del diámetro
 sd%= coeficiente de variación del diámetro

10.2 Índice de Diferenciación diamétrica (TD)

La figura 33 presenta la distribución de los valores para el índice de diferenciación diamétrica (TD), separado en cinco categorías de distinción para el área y las especies en cuestión. Dado lo anterior, el TD nos muestra que el 33.3% de los individuos se

encuentran en la categoría de diferenciación “baja” y el 30.8% en la categoría moderada, es decir, el 64%. El 10.3% de los individuos muestran una fuerte disimilitud diamétrica, por lo que se puede inferir que existe una tendencia hacia la homogeneidad, dado que las mayores proporciones se encuentran en las categorías menores.

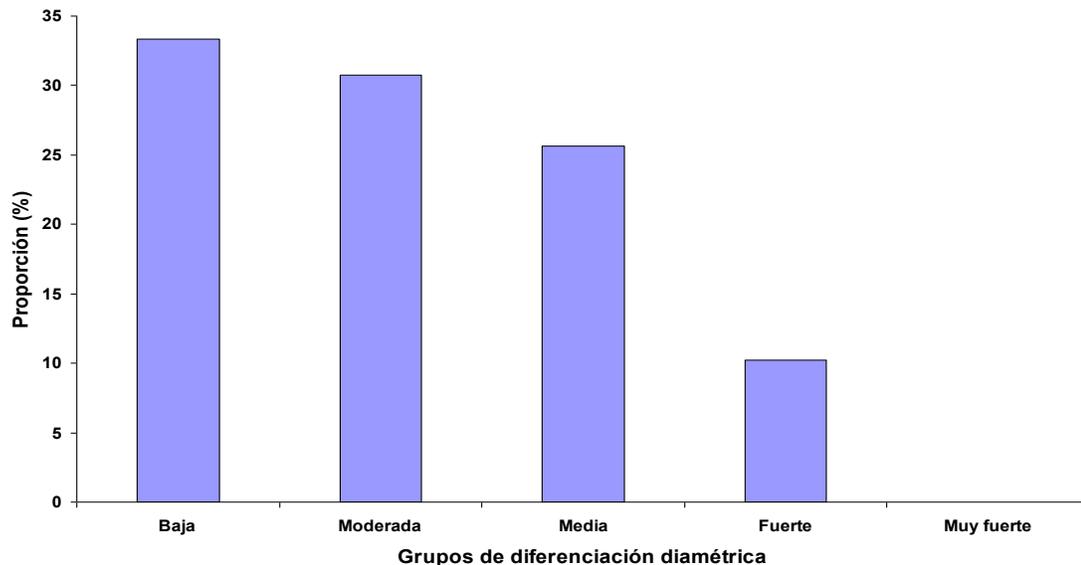


Figura 33: Valores de diferenciación diamétrica

De manera específica, en la figura 34 se observa que *Acacia rigidula* es la especie que muestra una mayor representatividad con 25.7% del total de los individuos, seccionándose en cuatro de las categorías existentes y ubicando su mayor proporción en el rango “moderada” con 10%. Cabe destacar que no existe diferencia tan marcada en los valores finales por especie. *Mimosa monansistra* se presenta en los rangos de diferenciación “baja” con 13% y “fuerte” con solo el 2.6%.

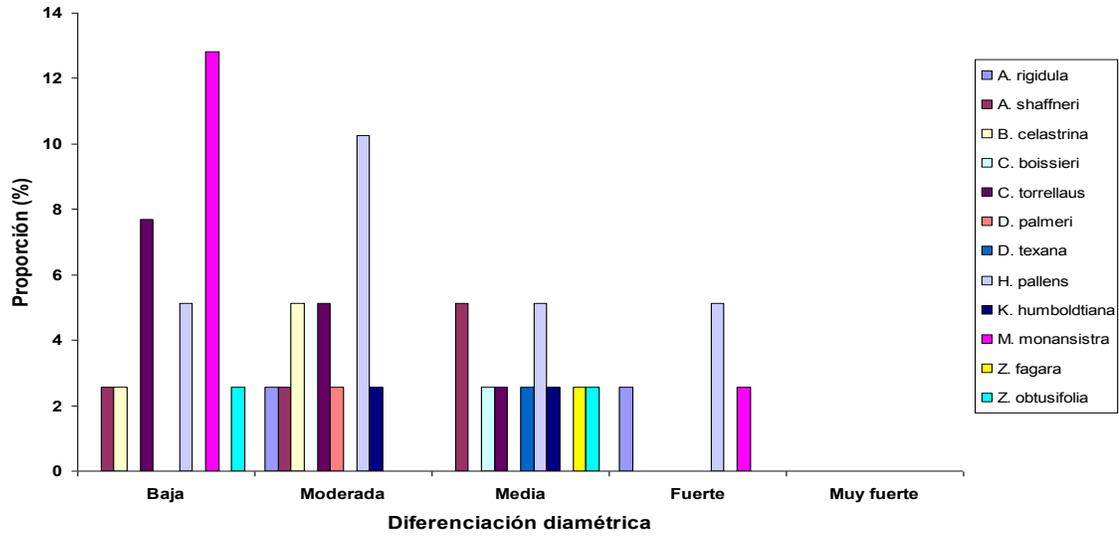


Figura 34: Índice de diferenciación diamétrica

10.3 Índice de diferenciación en altura (*TH*)

Referente a la diferenciación en altura, la figura 35 muestra la manera en que se encuentran dispersos los valores de las especies. Las categorías de diferenciación “baja” y “moderada” son quienes poseen la mayor proporción de los individuos existentes en el área, con un total de 79% entre ambos rangos. El 18% muestra una media diferenciación vertical, y solo el 2.6% de los individuos presentan una fuerte diferenciación.

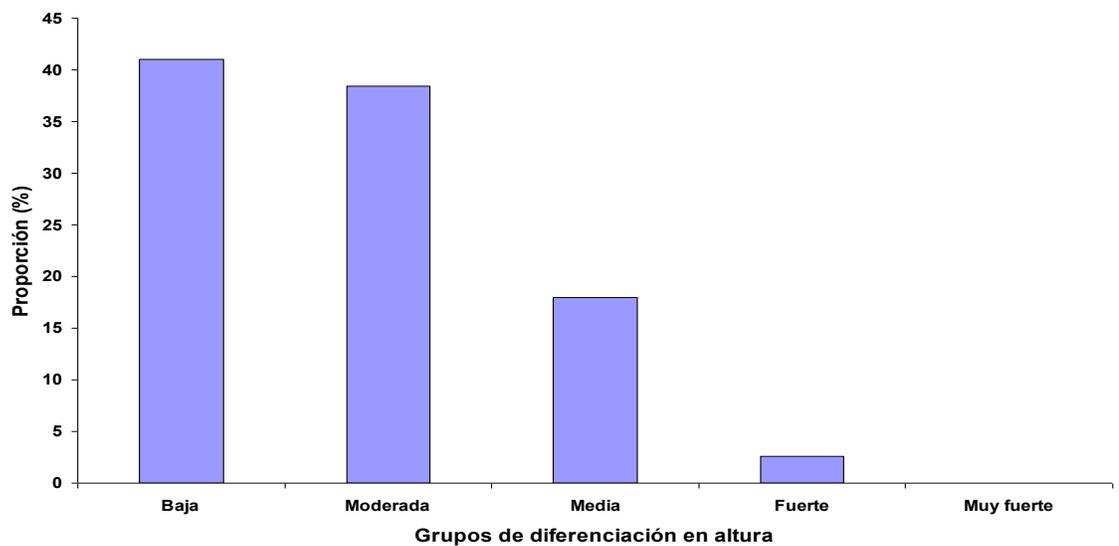


Figura 35: Valores de diferenciación en altura

En la diferenciación en altura por especie, la tabla 25 presenta la distribución de los valores en cada una de las categorías. *Acacia rigidula* es la especie con mayor presencia con 25.6% del total de los individuos, siendo en el rango de diferenciación “moderada” donde concentra el 12.8% de su proporción total. Conforme asciende de categoría los valores muestran un decremento importante. *Mimosa monansistra* y *Zanthoxylum fagara* son las especies que le siguen en importancia, ya que se encuentra en las mismas tres categorías que *A. rigidula* aunque con un porcentaje de individuos de 15.3% cada uno, es decir, existe poca heterogeneidad en la variable altura.

Tabla 25: Índice de diferenciación en altura

Especie	Baja 0.0 - 0.20	Moderada 0.21 - 0.40	Media 0.41 - 0.60	Fuerte 0.61 - 0.80	Muy Fuerte 0.81 - 1.0	Total
<i>A. rigidula</i>	10.26	12.82	2.56			25.64
<i>A. shaffneri</i>	2.56	2.56				5.12
<i>B. celastrina</i>	2.56					2.56
<i>C. boissieri</i>	5.13	2.56		2.56		10.25
<i>C. torrellaus</i>	2.56					2.56
<i>D. palmeri</i>		2.56				2.56
<i>D. texana</i>		5.13	2.56			7.69
<i>H. pallens</i>	2.56		2.56			5.12
<i>K. humboldtiana</i>		2.56				2.56
<i>M. monansistra</i>	10.26	2.56	2.56			15.38
<i>Z. fagara</i>	5.13	5.13	5.13			15.39
<i>Z. obtusifolia</i>		2.56	2.56			5.12
Total	41.02	38.44	17.93	2.56		100.00

10.4 Distribución vertical de especies.

Tabla 26: Distribución Vertical por especies

MUESTREO POR PARCELAS					MUESTREO ESTRUCTURAL				
Estrato I	No. Ind	% Especie	% Altura en población	% Zona de altura	Estrato I	No. Ind	% Especie	% Altura en población	% Zona de altura
<i>Acacia rigidula</i>	4	5.06	0.86	3.81	<i>Cercidium macrum</i>	1	50.00	0.64	12.50
<i>Acacia shaffneri</i>	2	9.09	0.43	6.90	<i>Eysenhardtia texana</i>	2	66.67	128	24.99
<i>Bumelia celastina</i>	1	9.09	0.22	3.45	<i>Havardia pallens</i>	3	50.00	192	37.49
<i>Celtis pallida</i>	4	17.39	0.86	13.81	<i>Prosopis laevigata</i>	1	50.00	0.64	12.50
<i>Cercidium macrum</i>	1	50.00	0.22	3.45	<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	3.57	0.64	12.50
<i>Eysenhardtia texana</i>	4	57.14	0.86	13.81					
<i>Havardia pallens</i>	7	58.33	151	24.16					
<i>Prosopis laevigata</i>	1	33.33	0.22	3.45					
<i>Zanthoxylum fagara</i>	5	6.33	108	17.26					
SUM A	29		6.24	100.00	SUM A	8		5.13	100.00
Estrato II					Estrato II				
No. Ind	% Especie	% Altura en población	% Zona de altura	No. Ind	% Especie	% Altura en población	% Zona de altura		
<i>Acacia rigidula</i>	39	49.37	8.39	3146	<i>Acacia rigidula</i>	19	61.29	12.18	4130
<i>Acacia shaffneri</i>	13	59.09	2.80	10.49	<i>Acacia shaffneri</i>	6	66.67	3.85	13.04
<i>Bumelia celastina</i>	5	45.45	108	4.03	<i>Bumelia celastina</i>	1	33.33	0.64	2.17
<i>Celtis pallida</i>	9	39.13	194	7.26	<i>Celtis pallida</i>	2	40.00	128	4.35
<i>Condalia hoockeri</i>	1	14.29	0.22	0.81	<i>Cordia boissieri</i>	2	25.00	128	4.35
<i>Cordia boissieri</i>	5	31.25	108	4.03	<i>Crotton torrellanus</i>	1	25.00	0.64	2.17
<i>Crotton torrellanus</i>	2	11.76	0.43	1.61	<i>Diospyros texana</i>	1	12.50	0.64	2.17
<i>Diospyros texana</i>	4	22.22	0.86	3.23	<i>Eysenhardtia texana</i>	1	33.33	0.64	2.17
<i>Eysenhardtia texana</i>	3	42.86	0.65	2.42	<i>Havardia pallens</i>	2	33.33	128	4.35
<i>Havardia pallens</i>	3	25.00	0.65	2.42	<i>Leucophyllum texanum</i>	1	100.00	0.64	2.17
<i>Leucophyllum texanum</i>	1	100.00	0.22	0.81	<i>Zanthoxylum fagara</i>	10	35.71	6.41	2174
<i>Prosopis laevigata</i>	1	33.33	0.22	0.81					
<i>Zanthoxylum fagara</i>	38	48.10	8.17	30.65					
SUM A	124		26.67	100.00	SUM A	46		29.49	100.00
Estrato III					Estrato III				
No. Ind	% Especie	% Altura en población	% Zona de altura	No. Ind	% Especie	% Altura en población	% Zona de altura		
<i>Acacia rigidula</i>	37	46.84	7.96	1186	<i>Acacia rigidula</i>	12	38.71	7.69	1177
<i>Acacia shaffneri</i>	7	31.82	151	2.24	<i>Acacia shaffneri</i>	3	33.33	192	2.94
<i>Bumelia celastina</i>	5	45.45	108	1.60	<i>Bumelia celastina</i>	2	66.67	128	1.96
<i>Castela texana</i>	1	100.00	0.22	0.32	<i>Celtis pallida</i>	3	60.00	192	2.94
<i>Celtis pallida</i>	10	43.48	2.15	3.21	<i>Cercidium macrum</i>	1	50.00	0.64	0.98
<i>Cercidium macrum</i>	1	50.00	0.22	0.32	<i>Condalia hoockeri</i>	4	100.00	2.56	3.92
<i>Condalia hoockeri</i>	6	85.71	129	1.92	<i>Cordia boissieri</i>	6	75.00	3.85	5.88
<i>Cordia boissieri</i>	11	68.75	2.37	3.53	<i>Crotton torrellanus</i>	3	75.00	192	2.94
<i>Crotton torrellanus</i>	15	88.24	3.23	4.81	<i>Diospyros texana</i>	7	87.50	4.49	6.86
<i>Diospyros texana</i>	14	77.78	3.01	4.49	<i>Diospyros palmeri</i>	1	100.00	0.64	0.98
<i>Diospyros palmeri</i>	8	100.00	1.72	2.56	<i>Forestiera angustifolia</i>	1	100.00	0.64	0.98
<i>Forestiera angustifolia</i>	2	100.00	0.43	0.64	<i>Havardia pallens</i>	1	16.67	0.64	0.98
<i>Havardia pallens</i>	2	16.67	0.43	0.64	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1	100.00	0.64	0.98
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2	100.00	0.43	0.64	<i>Malpighia glabra</i>	4	100.00	2.56	3.92
<i>Malpighia glabra</i>	10	100.00	2.15	3.21	<i>Mimosa monansistra</i>	32	100.00	20.51	31.37
<i>Mimosa monansistra</i>	131	100.00	28.17	41.99	<i>Prosopis laevigata</i>	1	50.00	0.64	0.98
<i>Neopringlea integrifolia</i>	2	100.00	0.43	0.64	<i>Randia rhagocarpa</i>	1	100.00	0.64	0.98
<i>Prosopis laevigata</i>	1	33.33	0.22	0.32	<i>Zanthoxylum fagara</i>	17	60.71	10.90	16.67
<i>Randia rhagocarpa</i>	2	100.00	0.43	0.64	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2	100.00	128	1.96
<i>Zanthoxylum fagara</i>	36	45.57	7.74	11.54					
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	9	100.00	1.94	2.88					
SUM A	312		67.10	100.00	SUM A	102		65.38	100.00

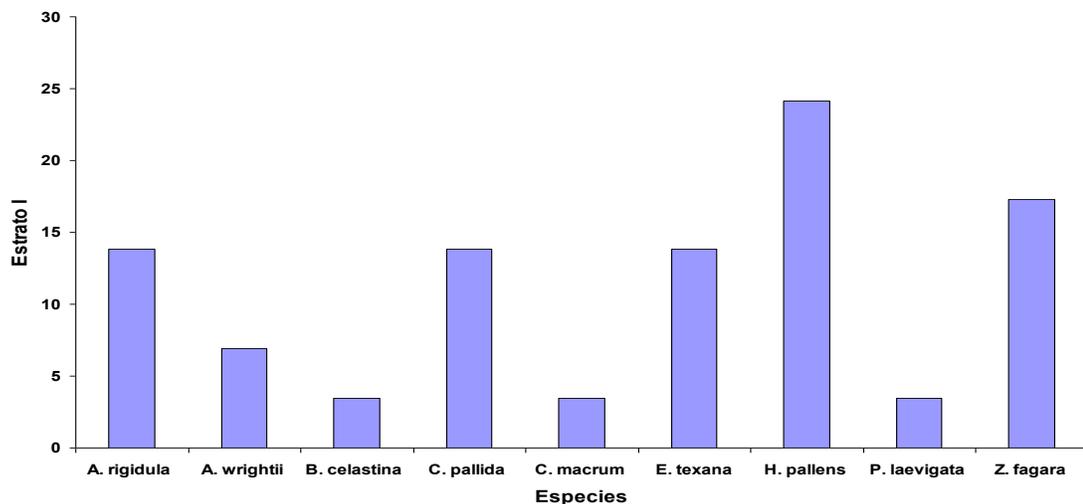
80% - 100% de altura máxima
 50% - 80% de altura máxima
 0% - 50% de altura máxima

*Estrato I: 3.96 – 4.95 m
 *Estrato II: 2.47 – 3.95 m
 *Estrato III: 0 – 2.46 m

**Estrato I: 3.96 – 4.95 m
 **Estrato II: 2.47 – 3.95 m
 **Estrato III: 0 – 2.46 m

De acuerdo a los valores presentados en la tabla 26, el estrato I muestra el 6.2% de representatividad del total en los estratos para el MP. El 26.7% se ubica en el estrato II, con *A. rigidula* y *Z. fagara* como las especies que dominan dicho estrato con 31.5 y 30.7% de los individuos. El estrato III presenta a todas las especies existentes con el 67.1%, del cual *Mimosa monansistra* se desprende con 42% del total de los individuos (figura 36).

En lo referente al ME, *Havardia pallens* y *Eysenhardtia texana* son las especies representativas del estrato I con el 5.13%, mientras que el 28.5% de los individuos presentes se encuentran en el estrato II, destacando *A. rigidula* como la dominante con el 41.3%. El estrato III muestra el 65.4% de los árboles y arbustos existentes y a *M. monansistra* con la mayor proporción con 31.4%.



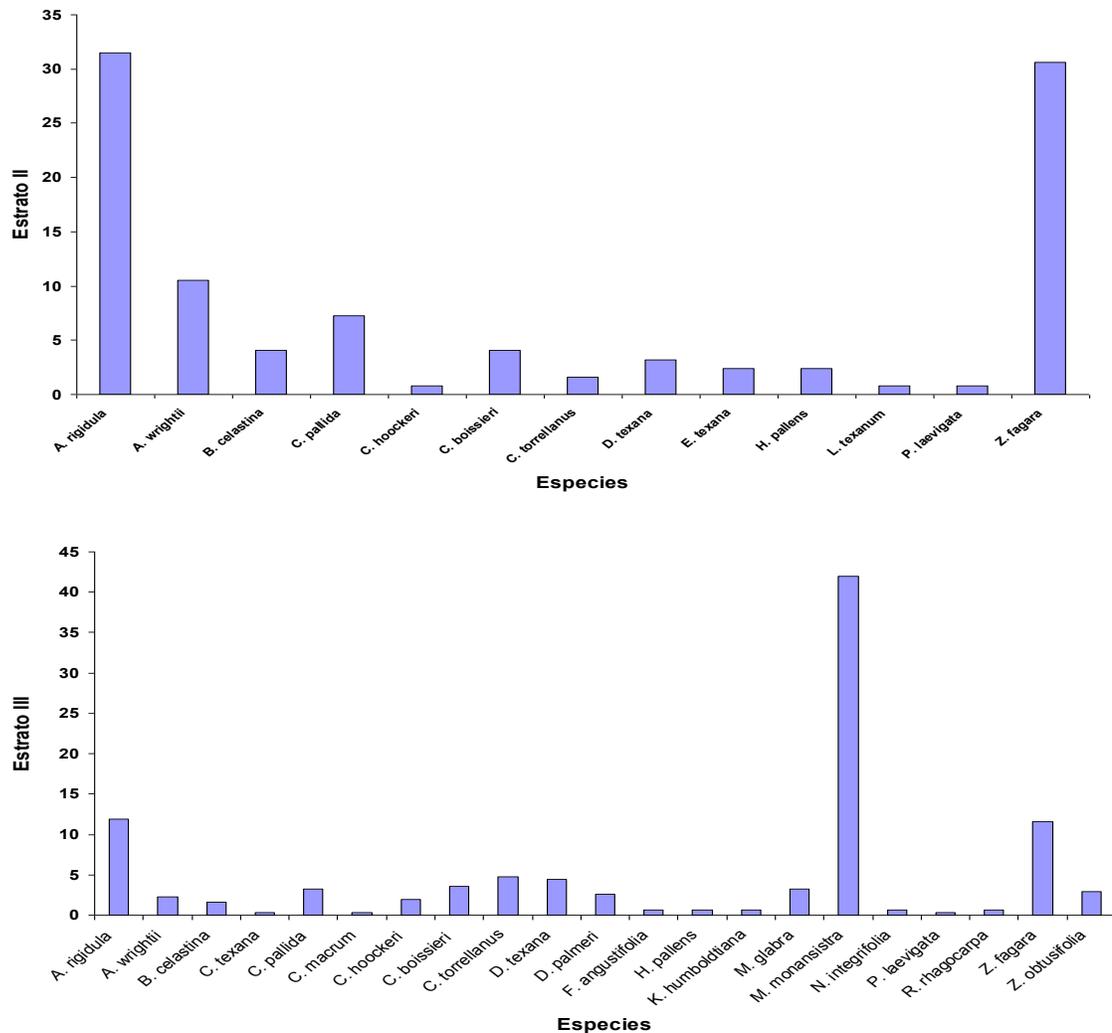


Figura 36: Distribución Vertical de especies de acuerdo a su proporcionalidad por estrato

10.5 Índice de Mezcla de especies (*DM*)

Para la mezcla de especies existente en el matorral – área matarasa, la figura 37 muestra que el 94.8% de la población se desarrolla en presencia de al menos un individuo de distinta especie, encontrándose la mayor proporción del total de individuos en la categoría 0.67; es decir, el 56.4% de los individuos presentes en el área de estudio coexisten con dos de sus tres vecinos de especie distinta; el 17.93% se desenvuelve con sus tres vecinos de diferente especie, mientras que solo el 5.1% de los árboles crece con individuos de su misma especie, por lo que presenta una tendencia hacia la heterogeneidad.

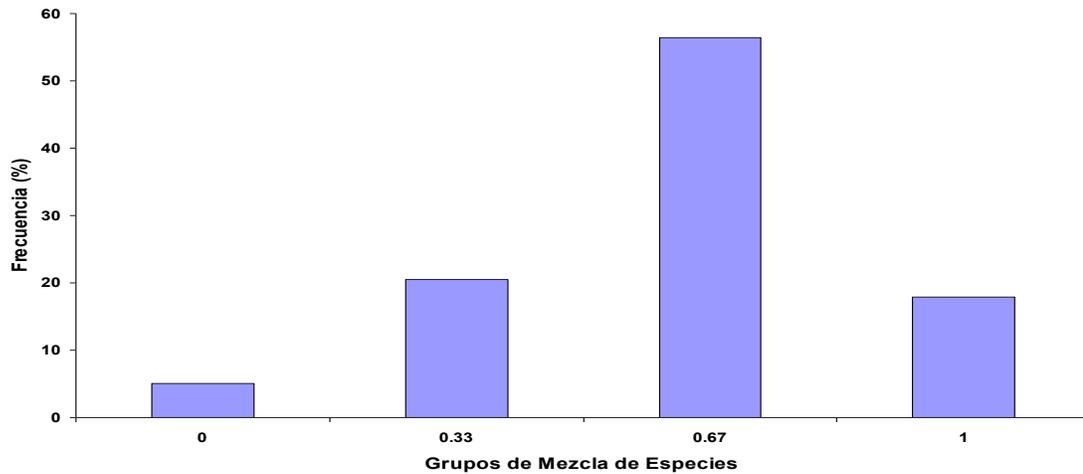


Figura 37: Índice de mezcla de especies

La tabla 27 presenta de manera específica la distribución de los valores obtenidos para el índice de mezcla de especies. Se observa que *Acacia rigidula* aparece en cada una de las categorías con el 25.6% del total de los individuos, donde en 0.67 muestra la mayor proporción con 12.8%, seguido de 5% en el rango 0.33 y 1.0 respectivamente; es decir que posee la capacidad de desarrollarse con individuos de su misma y de distinta especie. *Mimosa monansistra* también aparece en los cuatro rangos, sin embargo destaca solo en la categoría de 0.67 con 7.7% de los individuos. La tendencia en esta área se encuentra dirigida hacia la heterogeneidad. Es importante mencionar que solo excepción de *Ziziphus obtusifolia*, todas las especies presentan valores en la categoría de 0.67

Tabla 27: Índice de mezcla de especies

Especie	0	0.33	0.67	1	Total
<i>Acacia rigidula</i>	2.56	5.13	12.82	5.13	25.64
<i>Acacia shaffneri</i>			5.13		5.13
<i>Bumelia celastrina</i>			2.56		2.56
<i>Cordia boissieri</i>			7.69	2.56	10.25
<i>Croton torrellaus</i>			2.56		2.56
<i>Diospyros palmeri</i>			2.56		2.56
<i>Diospyros texana</i>		2.56	2.56	2.56	7.68
<i>Havardia pallens</i>			2.56	2.56	5.12
<i>Karwinskia humboldtiana</i>			2.56		2.56
<i>Mimosa monansistra</i>	2.56	2.56	7.69	2.56	15.37
<i>Zanthoxylum fagara</i>		7.69	7.69		15.38
<i>Ziziphus obtusifolia</i>		2.56		2.56	5.12
Total	5.12	20.5	56.38	17.93	100.00

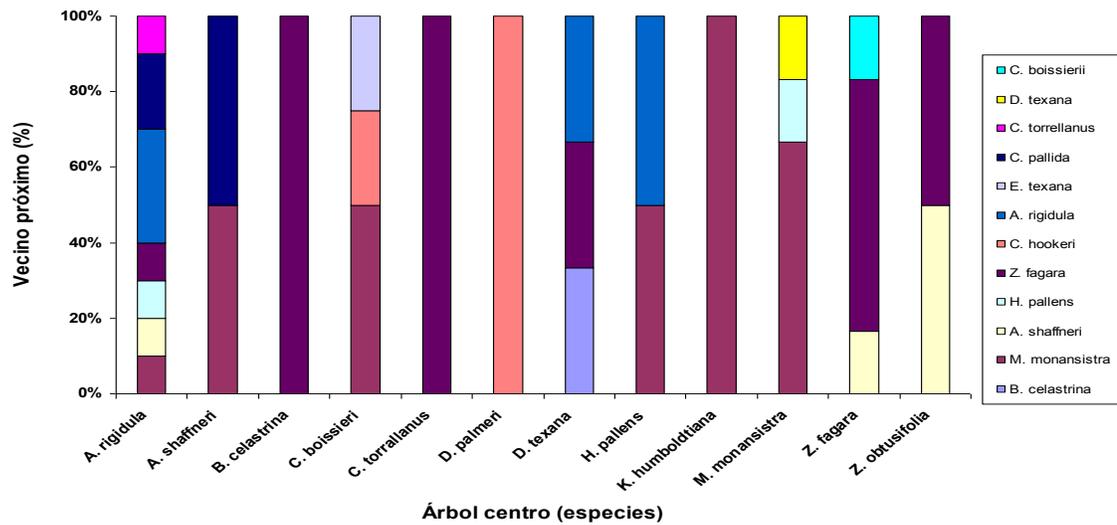


Figura 38: Valor relativo de las especies, conforme al índice porcentual de mezcla de especies

En la figura 38 se observa que *Acacia farnesiana* es la especie que muestra mayor coexistencia con otras especies, siendo 30% su misma especie como vecino más próximo y *Celtis pallida* con 20%. *Acacia shaffneri*, *Mimosa monansistra*, *Havardia pallens*, *Cortón torrellanus* y *Zanthoxylum fagara* representan el 50% restante. Es de suma importancia destacar que el 50% de los árboles centro presentan a *M. monansistra* como vecino más cercano.

10.6 Distribución Espacial

Para la estimación de la distribución espacial en el área de matorral – matarasa con los diferentes índices de muestreo se obtuvieron la media aritmética y la varianza para las especies presentes (tabla 28).

Tabla 28: Valores de varianza y media aritmética de las especies.

Especie	Varianza	Promedio
<i>Cordia boissieri</i>	0.67	0.21
<i>Condalia hookeri</i>	0.33	0.10
<i>Diospyros texana</i>	0.14	0.21
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.69	0.69
<i>Bumelia celastrina</i>	0.25	0.13
<i>Acacia rigidula</i>	0.78	0.79
<i>Acacia shaffneri</i>	0.24	0.23
<i>Malphigia glabra</i>	0.33	0.10
<i>Mimosa monansistra</i>	0.67	0.82
<i>Eysenhardtia texana</i>	0.50	0.08

Zanthoxylum fagara fue la única especie que obtuvo el mismo valor para el promedio y la varianza presentando una distribución totalmente aleatoria. *Disopyros texana*, *Acacia rigidula*, *Acacia shaffneri* y *Mimosa monansistra* también presentan una distribución de tipo aleatoria, solo que sus valores de varianza y promedio presentan disimilitud. Las especies que muestran una tendencia aleatoria son *Cordia boissieri*, *Condalia hookeri*, *Bumelia celastrina*, *Malphigia glabra* y *Eysenhardtia texana* debido a que los valores obtenidos son mayores al rango presentado por la prueba de χ^2 (tabla 29)

Tabla 29: Valores de χ^2

Especie	$\frac{S^2}{\bar{X}} * (n-1)$	χ^2	Rango de χ^2	
			0.025	0.975
<i>Cordia boissieri</i>	(0.67/0.21)*38	123.5	56.27	22.5
<i>Condalia hookeri</i>	(0.33/0.10)*38	123.5	56.27	22.5
<i>Diospyros texana</i>	(0.14/0.21)*38	26.46	56.27	22.5
<i>Zanthoxylum fagara</i>	(0.69/0.69)*38	37.7	56.27	22.5
<i>Bumelia celastrina</i>	(0.25/0.13)*38	74.1	56.27	22.5
<i>Acacia rigidula</i>	(0.78/0.79)*38	37.26	56.27	22.5
<i>Acacia shaffneri</i>	(0.24/0.23)*38	39.21	56.27	22.5
<i>Malphigia glabra</i>	(0.33/0.10)*38	123.5	56.27	22.5
<i>Mimosa monansistra</i>	(0.67/0.82)*38	31.15	56.27	22.5
<i>Eysenhardtia texana</i>	(0.50/0.08)*38	247	56.27	22.5

Tabla 30: Valor de los índices por especie.

Especie	ID	IC	IG
<i>Cordia boissieri</i>	3.25	2.25	-0.91
<i>Condalia hookeri</i>	3.25	2.25	-0.91
<i>Diospyros texana</i>	0.70	-0.30	-0.98
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.99	-0.01	-0.97
<i>Bumelia celastrina</i>	1.95	0.95	-0.95
<i>Acacia rigidula</i>	0.98	-0.02	-0.97
<i>Acacia shaffneri</i>	1.03	0.03	-0.97
<i>Malphigia glabra</i>	3.25	2.25	-0.91
<i>Mimosa monansistra</i>	0.82	-0.18	-0.98
<i>Eysenhardtia texana</i>	6.50	5.50	-0.83

El índice de dispersión (ID) presenta a *Eysenhardtia texana* con el valor de ID mas alto (6.5), seguido de *Cordia boissieri*, *Condalia hookeri* y *Malphigia glabra* con 3.25 de ID y *Bumelia celastrina* con 1.95. Es importante mencionar que debido a los valores obtenidos por dichas especies, se consideran con una distribución agrupada. El resto de las especies presentes muestran valores que se encuentran cerca de 1, es decir, la tendencia es aleatoria. *Diospyros texana* es al especie que posee el valor de ID más bajo, con 0.70.

Para el índice de agrupamiento (IC) la especie con el valor (IC) más bajo (-0.3) es nuevamente *D. texana*; *E. texana*, *C. boissieri*, *C. hookeri*, *M. glabra* y *B. celastrina* de nuevo son las especies que presentan una distribución agrupada, al igual que las especies restantes se encuentran distribuidas al azar.

Para el índice de Green (IG) se establece un valor de 0 cuando se presenta una distribución de tipo aleatoria, un valor de 1 al referirse a un agrupamiento y un valor de -38 cuando se trata de una distribución de tipo uniforme. Todas las especies obtuvieron valores (IG) próximas a cero, es decir, todos los valores del índice de Green están dentro del rango establecido para una distribución de tipo aleatorio (tabla 30).

11. Comparaciones entre las áreas Agricultura, Ganadería Extensiva, Ganadería Intensiva y Matarasa.

La figura 39 presenta la comparación de la valoración cuantitativa en las distintas áreas de estudio para el muestreo por parcelas, la cual muestra que el matorral -área ganadería extensiva- obtuvo los promedios superiores en relación al número de especies encontradas (24), área basal ($29.8 \text{ m}^2/\text{ha}$), diámetro promedio (2.6 cm) y altura promedio (4.4 cm). Por otro lado, el matorral -área agricultura y matarasa- alcanzan valores muy similares entre ellos para cada uno de los aspectos antes mencionados. El área de ganadería intensiva se ubica como la que menor proporción posee de los cuatro sitios.

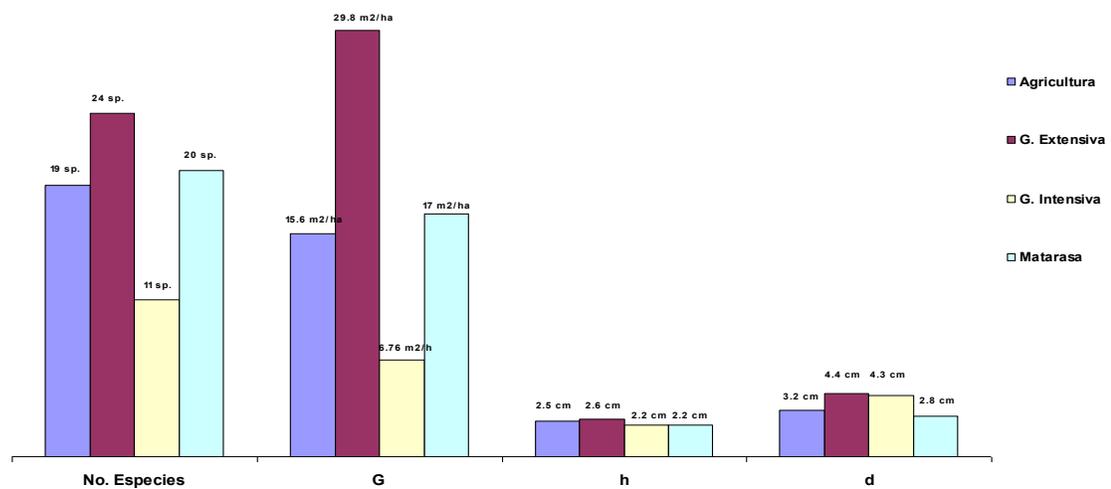


Figura 39: Valorización cuantitativa de las áreas de estudio para el muestreo por parcelas.

La valoración cuantitativa de la información dasométrica para el muestreo estructural muestra resultados semejantes a los antes mencionados para el MP. El número de especies presentes y la altura promedio presentan poca variación, no así para el área basal y el diámetro promedio, ya que el matorral - área agricultura presenta un incremento considerable de área basal alcanzando $61.7 \text{ m}^2/\text{ha}$ en comparación con el $15.6 \text{ m}^2/\text{ha}$ obtenido en el MP, mientras que el área de ganadería intensiva es la que muestra valores superiores en cuanto al diámetro promedio (figura 40).

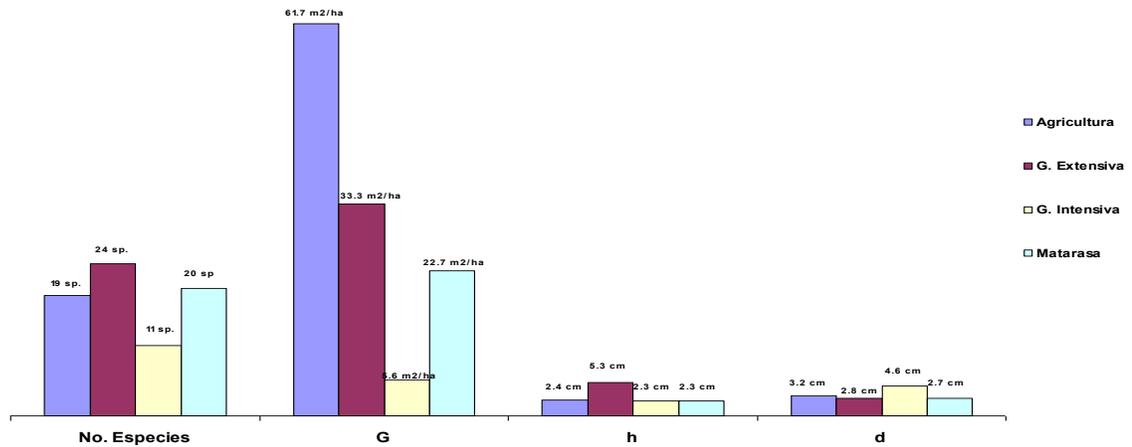


Figura 40: Valorización cuantitativa de las áreas de estudio para el muestreo estructural.

Referente a la comparación de las distintas áreas en diferenciación diamétrica, se encontró que el área de ganadería intensiva se distribuye en cada una de las categorías de disimilitud y presentando una tendencia dirigida hacia la heterogeneidad en grosor diamétrico. Por otra parte, las áreas restantes muestran una disminución considerable en sus valores conforme se ubican en categorías de mayor diferenciación en diámetro, por lo que se puede inferir que concentran una baja disimilitud y, por consecuencia, alta homogeneidad (figura 41).

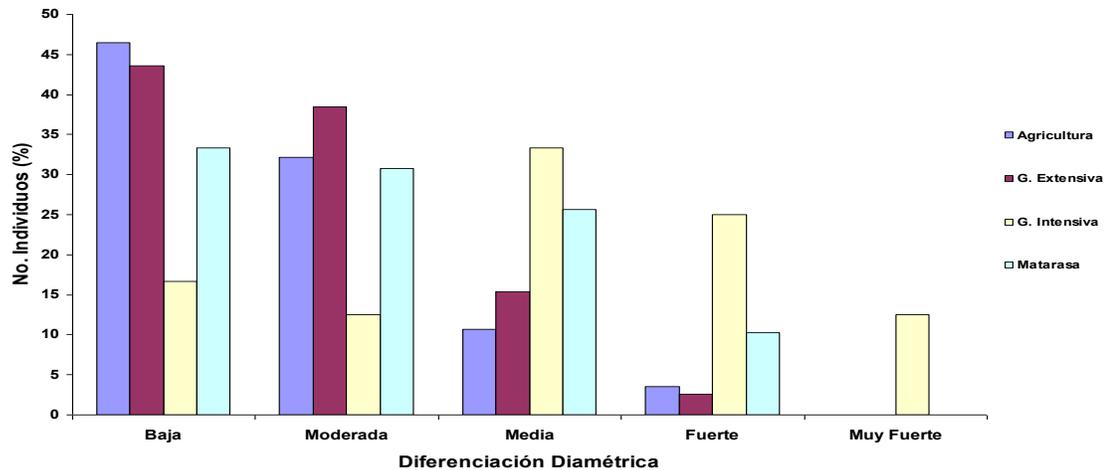


Figura 41: Comparación de la diferenciación diamétrica para las áreas de estudio.

La comparación de la diferenciación en altura muestra una tendencia similar a la obtenida en la *TD*. Mientras el área de ganadería intensiva presenta una posible

heterogeneidad vertical, el resto de de los sitios de estudio se concentran en las categorías de baja disimilitud en altura y por consecuencia, se dirigen a la homogeneidad. Los valores obtenidos de las distintas especies presentes marcan una disminución conforme aumenta la categoría de diferenciación vertical (figura 42).

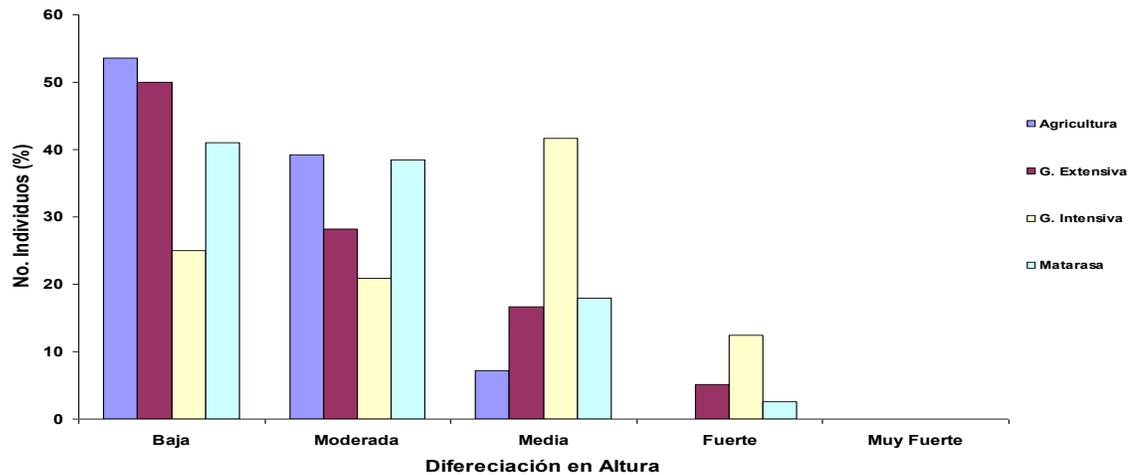


Figura 42: Comparación de la diferenciación en altura para las áreas de estudio.

Referente a la mezcla de especies existente en cada una de las áreas de estudio, se observa que todas presentan una alta concentración en la categoría 0.67; es decir, de sus tres vecinos más cercanos coexisten con dos pertenecientes a distinta especie, lo que muestra una tendencia dirigida hacia la heterogeneidad en los sitios. El área de ganadería intensiva presenta el mayor porcentaje de individuos por sobre los demás sitios en el rango 0, mas no así en la categoría 1, donde no aparece. La mayor proporción de individuos para cada área se localiza en el rango 0.67 (figura 43).

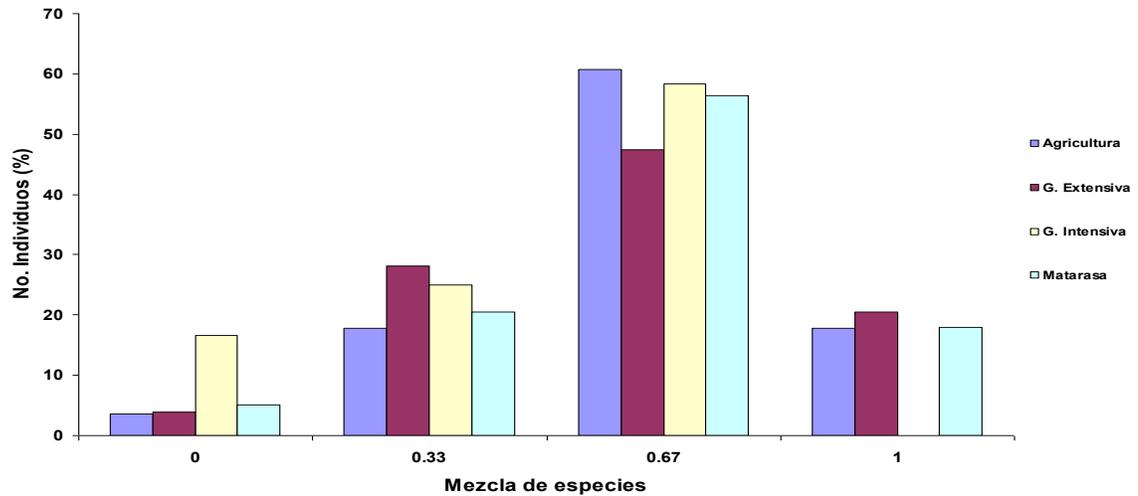


Figura 43: Comparación de la mezcla de especies para las áreas de estudio.

La distribución vertical presente en cada una de las áreas se muestra a continuación en la figura 44, donde se observa que todas las áreas concentran más del 60% de los individuos en el estrato III, presentando una diferencia considerable con los otros estratos. El área de ganadería extensiva muestra el 94% de los individuos localizados en el estrato III, siendo el sitio más dominante en este estrato. En el estrato II el área de agricultura representa el 38% de los individuos y ganadería intensiva el 6% en el estrato I, lo que permite inferir que existen solo dos pisos verticales en todas las áreas de estudio.

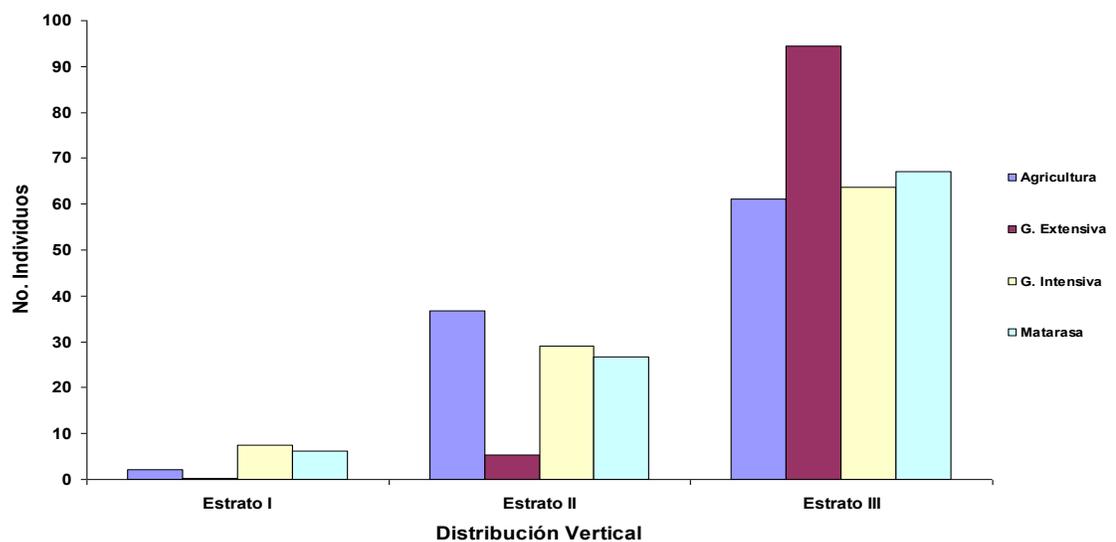


Figura 44: Comparación de la distribución vertical por estratos para las áreas de estudio.

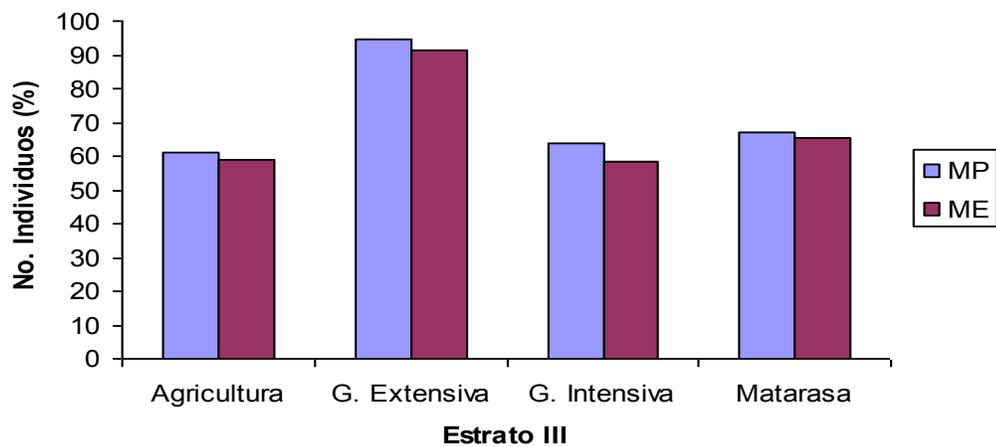
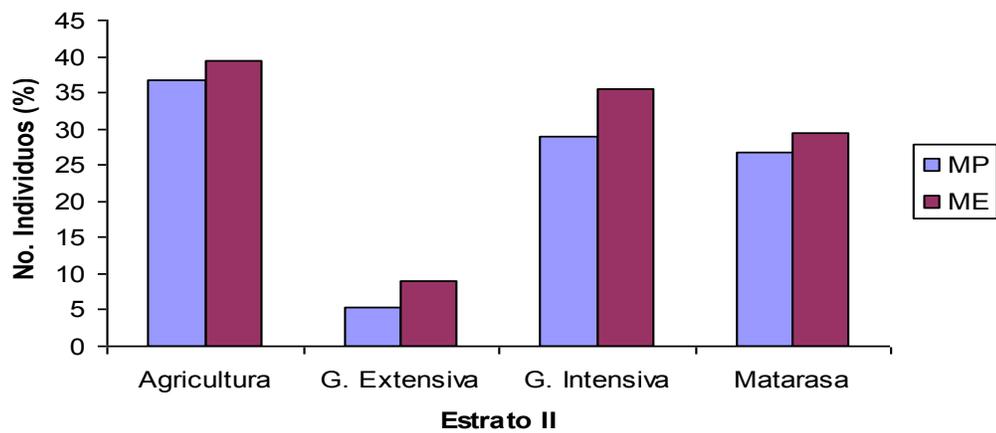
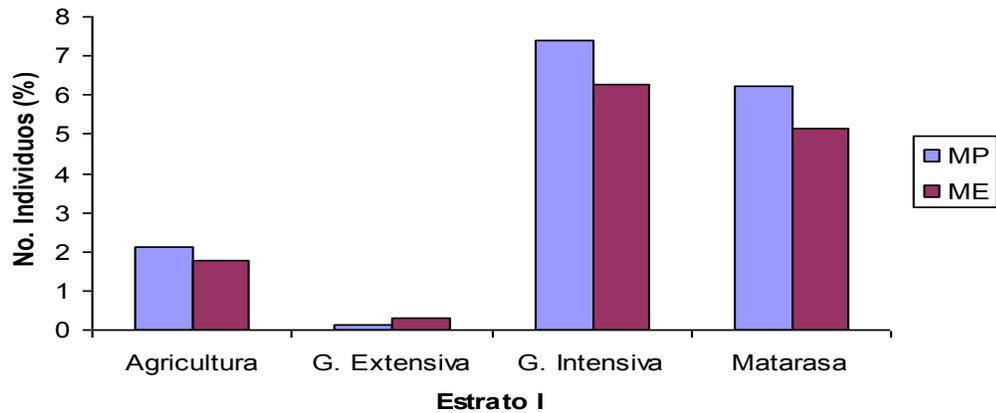


Figura 45: Distribución vertical de las áreas de estudio por estrato para muestreo por parcelas y muestreo estructural

En lo correspondiente a la comparación de la distribución vertical por muestreos, la figura 45 muestra la distribución de los individuos por estrato para el MP como para el ME. Se observa que la información obtenida para ME presenta pocas variaciones de consideración, localizándose las mas marcadas en el área de ganadería extensiva para los estratos I y II con un porcentaje no mayor al 5% de diferencia.

12. CONCLUSIONES

El llevar a cabo esta investigación permitió conocer la estructura y distribución espacial de las especies del matorral espinoso tamaulipeco en áreas con abandono de dos décadas y que estuvieron bajo distintos manejos antropogénicos, mediante la aplicación y desarrollo de indicadores ecológicos y con la finalidad de generar conocimiento de este ecosistema.

Mediante la aplicación de los parámetros dasométricos como densidad, área basal y desviación estándar del diámetro y la altura, se obtuvo la valorización cuantitativa para cada uno de los sitios de interés. El área de ganadería extensiva muestra los valores más altos en cada uno de dichos parámetros, debido probablemente a la influencia ejercida por el número de individuos presentes. La comparación del muestreo por parcelas y el muestreo estructural presenta una diferencia notable: el área de agricultura para el ME presenta la mayor área basal, contrario al MP.

La diferenciación dimensional en diámetro y altura de los árboles vecinos y su árbol centro, permite analizar de manera mas completa la estructura horizontal y vertical de cada una de las áreas. El índice de diferenciación diamétrica muestra de manera general que las áreas de agricultura, ganadería extensiva y matarasa concentran a los porcentajes mas elevados en las categorías baja y moderada, es decir, las dimensiones diamétricas de los individuos son similares. Por otro lado, en el área de ganadería intensiva se observa que la distribución de los valores se encuentra en las categorías de mayor diferenciación en diámetro, con lo que en esta área la estructura horizontal se presenta más heterogénea. Asimismo, la diferenciación en altura muestra una tendencia similar a la de TD, con la excepción de que los individuos presentes en cada área no se encuentran en la categoría de muy fuerte diferenciación vertical.

La distribución vertical de las especies para cada área muestra una elevada dominancia en el estrato III, ya que más del 60% de los individuos se encuentran localizados en este piso y el 30% en el estrato II. Las especies de las áreas de agricultura, ganadería

intensiva y matarasa prácticamente se distribuyen en dos pisos, mientras que ganadería extensiva solo en uno. Por otra parte, los resultados obtenidos para la distribución vertical en el muestreo por parcelas y muestreo estructural muestran gran similitud, por lo que recomienda la utilización del muestreo estructural para la obtención de la distribución en altura de las especies del matorral tamaulipeco.

Referente al índice porcentual de mezcla de especies, se encontró que cada una de las áreas de estudio bajo distinto historial de uso coexisten y se desarrollan con vecinos de distinta especie, alcanzando valores que fluctúan entre 50-70% de los individuos totales. Lo anterior marca una tendencia dirigida a una mayor diversidad en la estructura específica de la comunidad.

La distribución espacial fue caracterizada para cada una de las áreas, encontrando resultados diversos en los índices aplicados. El índice de dispersión (ID) para el área de agricultura presenta a *Diospyros texana*, *Acacia rigidula* y *Acacia berlandieri* con una tendencia a la aleatoriedad; *Acacia farnesiana* se distribuye de manera uniforme y los individuos pertenecientes a *Eysenhardtia texana* tienden a la agrupación. Para el área de ganadería extensiva el ID muestra a *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara* con una tendencia al agrupamiento, mientras que *Acacia rigidula* y *Bernardia myricaefolia* se distribuyen de manera uniforme, y *Havardia pallens* y *Eysenhardtia texana* tienden a la aleatoriedad. Referente al área de ganadería intensiva, *A. farnesiana* y *P. leavigata* muestran una tendencia a la uniformidad. Por el contrario, *Mimosa monansistra* se distribuye de manera aleatoria. En el área de matarasa se observó que *Eysenhardtia texana*, *Bumelia celastrina*, *Cordia boissieri*, *Condalia hookeri* y *Malphigia glabra* se distribuyen de manera agrupada.

El índice de agrupamiento(IC) muestra para el sitio de agricultura a *E. texana* como la especie que se distribuyen agrupadamente, mientras que el resto de las especies lo hacen de manera aleatoria. El área de ganadería extensiva presenta a *D. texana*, *H. pallens* y *E. texana* distribuidos aleatoriamente, mientras que *Z. fagara* se distribuye de manera agrupada y *A. rigidula* y *B. myricaefolia* tiende a la uniformidad. Las especies

A. farnesiana y *P. leavigata* pertenecientes al sitio de ganadería intensiva muestran una distribución uniforme. Solo *Mimosa monansistra* se encuentra aleatoriamente. Finalmente, para el área de matarasa, *D. texana*, *E. texana*, *C. boissieri*, *C. hookeri*, *M. glabra* y *B. celastrina* se distribuyen de manera agrupada. Las especies restantes se encuentran distribuidas al azar.

Respecto al índice de Green (IG) se observó que todas las especies presentes en las áreas de agricultura, ganadería extensiva, ganadería intensiva y matarasa se distribuyen de manera aleatoria.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Adame W., Gerardo. 1994. Determinación de un método óptimo de inventario para *Prosopis laevigata* en el sur de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, N. L. 21-34, 54-55 pp.
2. Aguirre, O., Jiménez, J., Vargas, B. 1997: Análisis estructural del estrato arbóreo de ecosistemas forestales multicohortales. III Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resúmenes de Ponencias
3. Aguirre, O; Kramer, H; Jiménez, J. 1998. Análisis de la estructura de ecosistemas forestales: Un caso de estudio en Durango, México. Memoria del I Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia, Chile, Pp 11.
4. Aguirre C., O. 2002. Índices para la caracterización de la estructura del estrato arbóreo de ecosistemas forestales. Revista Ciencia Forestal en México. En Prensa.
5. Alanís, G., Cano, G., Rovalo, M. 1996. Vegetación y flora de Nuevo León: Una guía botánico-ecológica. Edición y publicación CEMEX. Monterrey, México. 23 p.
6. Alanís R., E. 2004. Distribución espacial de bosques mixtos en la Sierra Madre Occidental, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, N. L. 1, 7-15, 22-24 pp.
7. Albert, M., Gadow, K., Kramer, H. 1995. Zur Strukturuntersuchungen in einem Kiefern – Durchforstungsversuch Nordmexikos. Allegemeine Forst und Jagd Zeitung.
8. Alvarado, M. A. 1997. Morfología y Anatomía de la hoja de 10 especies de plantas de diferentes estratos del matorral xerófilo en el municipio de China, Nuevo Leon,

- Mexico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon. Pp. 200.
9. Alvarado, M. A. 2003. Analisis fenologico y algunos aspectos reproductivos en especies selectas del matorral xerofilo del norte de Mexico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon. 1-2 pp.
10. Arroyo P., L. 1994. Estructura y composición de una isla de bosque y un bosque de galería en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Tesis de Licenciatura. <http://www.museonoelkempff.org/informacionDis/pdf/tesis/botanica/TesisLuzmilaArroyo.pdf>
11. Baca V., M 2000. Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Linares N. L., México. 21-24, 33 pp.
12. Bourgeron, P. 1983. Spatial Aspects of Vegetation Structure. *In* Tropical Rain Forest Ecosystems: Structure and Function. Elsevier Science Publishing Company. Ámsterdam, Netherlands. 29-47 pp.
13. Brower, E., Zar, H., Von Ende N. 1990: General Ecology : Field and Laboratory Methods. Ed. C. Brown Publisher. Third Edition.
14. Cantu, I., Gonzalez, H. 2005. Perdidas por intercepcion de la lluvia en tres especies de Matorral Submontano. Revista Ciencia UANL. 8: 80-85 pp.
15. Castañeda, A. 1988. Producción de frutos, dispersión y germinación de semillas en el matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste. Tamaulipas, México.

16. Castillo, M. E. 1997. Perfil Nutricional de 10 especies arbustivas de zonas semiáridas del sureste de Nuevo Leon. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo Leon. 1-2, 47-48 pp.
17. COTECOCA-SARH, 1973. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana, Edo de N.L. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero, México.
18. Delgado, D; Finegan, B. 1999. Biodiversidad Vegetal en Bosques Manejados. Revista Forestal Centroamericana 25: 14-20.
19. Estrada, A. E. 1987. Las Leguminosas del municipio de Linares, Nuevo Leon, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Pp. 20
20. Estrada, C., Marroquín, F. 1988. Leguminosas de Nuevo León: Sinopsis de las especies de Linares. Reporte Científico No. 9, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México. Pp. 2-3.
21. Finegan, B. 1997. Comunidades de Bosques Tropicales: Historia, Perturbación y el Efecto del Ambiente Físico. *In* Bases Ecológicas Para el Manejo de Bosques Tropicales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 1-16 pp.
22. Foroughbakhch, R., Heiseke, D. 1990. Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. Reporte Científico No. 19, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México. 1 pp.
23. Franklin, J. F., Cromack, K., Denison, W., Mckee, A., Masel, C., Sedell, J., Sanson, F., Juday, G. 1981. Ecological Characteristics for old growth Douglas fir forest. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. 48 p.

24. Földner, K.; Gadow, K. 1994. How to Define a Thinning in a Mixed Deciduous Beech Forest. In: Mixed Stands. Proceeding from the Symposium of the IUFRO Working Group S4.01-03 and S4.01-04. Lousa & Coimbra, Portugal, 31-42.
25. Gadow, K. y Földner, K. 1992: Bestandesbeschreibung in der Forsteinrichtung. Tagungsbericht der Arbeitsgruppe Forsteinrichtung, Klieken bei Dessau.
26. Gadow, K; Hui, G. 1998. Modeling Forest Development. Faculty of Sciences and Woodland Ecology. Göttingen, Germany. 242 pp.
27. Gadow, K. V. 1999. Waldstruktur und Diversität. Allgemeine Forst u. Jagdzeitung. 117-122 pp.
28. Gadow, K. V. 1999. Waldwachstum. Beilage zur Vorlesung. Manuskript. Göttingen. 197 pp.
29. García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
30. García, G. D., 2002. Distribución Espacial de Bosques Mixtos en la Sierra Madre Oriental, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L., Linares, N. L. México. 4-18, 32-42 pp.
31. Garcia, M. L. 1982. Tipos de Vegetación y algunos datos ecologicos de los Ejidos Nuevo Anahuac, Nuevo Camaron y Nuevo Rodríguez, Municipio de Anahuac, Nuevo Leon, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon. 1-3 pp.

32. Gonzalez R, H., Cantu S, I., Gomez M, M., Jordan, W. 2000. Seasonal plant water relationships in *Acacia berlandieri*. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 14: 343-357.
33. Gonzalez R, H., Cantu S, I., Gomez M, M., Ramirez L, R. 2004. Plant water relations of thornscrub shrub species, north-eastern Mexico. *Journal of Arid Environments*. 58: 483-503 pp.
34. Gómez, A. 2000. Evaluación de áreas forestales de matorral utilizando un inventario multifásico. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L., Linares, N. L. México. 1-4 pp.
35. González E., M. 1996. Análisis de la vegetación secundaria de Linares, N. L., México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. 4-16 pp.
36. González, M., Treviño, E., Jurado, E. 1997. Diversidad florística de la vegetación secundaria en un área de matorral del noreste de México. *Journal Internacional of Phytologia*. Vol 83. No 4. 280-281 pp.
37. González, M., Treviño, E., Aguirre, O. 1997. Fisonomía y composición de la vegetación secundaria en un área de matorral del noreste de México. *Journal Internacional of Phytologia*. Vol 83. No 4. 257-258 pp.
38. Harold, W; Hocker J. 1984. *Introducción a la Biología Forestal*. AGT editor, S. A. Primera edición en español. México. 125-142 pp.
39. Heiseke, D., Foroughbakhch, R. 1985. El matorral como recurso forestal. Reporte Científico No. 1, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México. 31 pp.

40. Jiménez, J., Aguirre, O., Kramer, H. 1996. *Pinus culminicola*. Zur Entdeckung und Erhaltung einer mexikanischer Zwergkiefer. Forst und Holz, 664.667.
41. Jiménez, J; Aguirre, O; Kramer, H. 1998. Bestandesstrukturanalyse in ungleichaltrigen Kiefern Wacholder Eichen Mischwald Nordostenmexikos. Forstachiv 69 (6), 227-234.
42. Jiménez, J., Torres, L., Baca, J. 1999. Descripción estructural de un ecosistema de *Pinus – Quercus* en la Sierra Madre Oriental. IV Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales, Durango, Dg., México.
43. Jiménez, J., Aguirre, O., Kramer, H. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales. Vol. 10 (2), 355-366. Madrid, España.
44. Jiménez, J. 2005. Manual de Dendrometría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
45. Jurado Y., E. 1986. Asociación entre especies, factores edáficos, topográficos y perturbación en la vegetación remanente del terreno universitario U. A. N. L.- Linares, N. L. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas, universidad del Noreste. Tampico, Tamps. 93 pp.
46. Jurado, E., Reid, N. 1988. Influencia de factores edáficos, topográficos y perturbaciones sobre el matorral espinoso tamaulipeco en Linares N.L. Reporte Científico No. 10, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México. 4-5 pp.

47. Kart, W., Sloboda, B. 2001. Sensitive grown grammars specifying models of forest structure, competition and plant-herbivore interaction. Proceedings of the IUFRO. Congress "Forestry Biometry, Modeling and Information Science. In Press.
48. Kramer, H; Jiménez, J; Aguirre, O. 1999. Zur Durchmessier und Altersdifferenzierung in ungleichaltrigen Nadel- Laubholz-Mischwald. Forstarchiv 70, 138-142 pp.
49. Ludwig, J., Reynolds, J. 1988: Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing. John Wiles. New York . 337 p.
50. Manzano C, M. 1997. Procesos de desertificación asociados a sobrepastoreo por caprinos en el matorral espinoso de Linares, Nuevo Leon. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, Nuevo Leon. 16-21, 65-73 pp.
51. Martínez P., J. 1992. Evaluación de cuatro metodologías de inventario para *Prosopis leavigata* en el municipio de Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, N. L. 49-50 pp.
52. Medina-Córtés A., M. 1995. Fitodiversidad en relación al tamaño de fragmentos remanentes de matorral en Linares, N. L., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México.
53. Michinton, T. E. 2001. Canopo and substratum heterogeneity influence of the mangrove *Avicennia manna*. Journal of Ecology 89 (5): 888-902.
54. Moya, J. G., Foroughbakhch, R. Ramirez, R. G. 2002. Variación estacional de nutrientes y digestibilidad *in situ* de materia seca, de hojas de arbustivas del noreste de Mexico. Revista Internacional de Botanica Experimental. 121-127 pp. 2002. Argentina.

55. Muller-Dombois, D; Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology, John Wiley, New York.
56. Návar, J; Cavazos, T; Dominguez, P. 1994. Los balances hidrológicos mensuales con tres probabilidades de precipitación en el estado de Nuevo León. Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra. U.A.N.L.
57. O'Hara, K. L., Latham, P. A. Valappil, N. 1995. Parameter of describing stand structure. Recent advances in Forest mesuration and growth and yield research. Ministry of Environment and Energy. Danich Forest and Landscape Institute.134-145 pp.
58. Oliver, C. D., Larson, B. C. 1990. Forest Stand Dynamics. Editorial McGraw-Hill. New Cork. 467 p.
59. Ospina M., Román. 2001. Factores que determinan las características florísticas y estructurales de los fragmentos dominados por *Guadua angustifolia* Kunt en el eje cafetero colombiano y su relación con el aprovechamiento de *Guadua*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <http://www.fsccolombia.org/archivos/Guaduales.pdf>
60. Pando M, M., Jurado Y, E., Manzano C, M., Estrada C, E. 2004. The influence of land use on desertification procesess. Journal of Range Management. 57: 320-324.
61. Pérez D., R. 2004. Análisis estructural y foliar en ecosistemas multicohortales del Norte de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, N. L.
62. Quintana M, R., Sosa C, M., Quintana M. E. 2004. Distribución espacial de las comunidades de vegetación en el área de protección ecológica Rancho Teseachic,

- ubicado en la Sierra Madre Occidental. Memorias de IV Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México. Monterrey, N. L. 3-6 Noviembre de 2004. Pp. 6 .
63. Ramirez L, R., Gonzalez R, H., Gomez M, M., Perez R, M. 1999. Feed Value of Foliage from *Acacia rigidula*, *Acacia berlandieri* and *Acacia farnesiana*. Journal of Applied Animal Research. 16: 23-32 pp.
64. Reid, N., Stienen, H., Hempel, H. 1989. Uso de especies maderables del matorral para postes (estantes) en el noreste de México. Memorias del Simposio Agroforestal en México. Linares, N. L. 521-528 pp.
65. Reid, N., Smith, S., Beyer-Münzel, P., Marroquín, J. 1990. Floristic and structural variation in the Tamaulipan thornscrub, Northeastern México. Journal of Vegetation Science. 1:529-538.
66. Río, M del., Montes, F., Cañellas, I., Montero, G. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. Invest. Agrar. Sist. Recur. For. Madrid España. 12(1), 159-176.
67. Reyes, G. 1989. Comparación de métodos indirectos para estimar la biomasa forrajera de 10 especies arbustivas y arbóreas en un matorral de la región de Linares, N. L. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México. Pp. 54.
68. Rodríguez R., G. 1994. Análisis de la fitodiversidad (Sinusias: arbórea y arbustiva) de dos comunidades de matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 113 pp.

69. Rodríguez, M. 1996. Estudio ecofisiológico y técnicas de germinación de 9 especies nativas en Marín, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 1-2 pp.
70. Ruiz G., J. L. 2004. Caracterización estructural de especies arbóreas en una fracción de la Sierra Madre Occidental, Durango, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, N. L.
71. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432p.
72. Sanchez P, L., Gonzalez R, H., Cantu S, I. 2005. Termotolerancia del contenido de pigmentos fotosintéticos de especies arbustivas del noreste de México. XXXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, León, Gto. Universidad Autónoma de Chapingo. 1-2 pp.
73. Spies, T. A. 1998. Forest Structure. A key to the ecosystem. Northwest Science. Vol. 72. Special Issue No. 2: 34-39 pp.
74. Stone, J. N., Porter, J. L. 1998. What is forest stand structure and how to measure it?. Northwest Science. Vol. 72. Special Issue. No 2: 25-26.
75. Synott T., J. 1986. Efecto de las heladas de 1983 sobre las plantas en la región de Linares, N. L. México. Reporte Científico No 5. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. 1-13 pp.
76. Tamayo H., M. 1996. Efecto de dos tratamientos silvícolas en el incremento volumétrico maderable en un matorral mediano subinermé. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, N. L. Pp. 49.
77. Thomas, C. 1975. Ecología y Biología de Poblaciones. Ed. Nueva Editorial Internacional. S. A de C. V. México. 59-66 pp.

78. Thomas, S. C. 1996. Asymptotic height as a predictor of growth and allometric characteristics in Malasyan rain forest trees. *Journal of Botany* 83:556-566.
79. Treviño, E., E. J., Akca, J., Navar, CH., Jiménez, J., Aguirre C. 1996. Detection of land use change by satellite imagery in the municipality of Linares, Nuevo León México. *Memories of the Fifth International Conference on Desert Development the endless frontier*. Texas Tech University. Lubbock, Texas. In press.
80. Valdes, E. D. 1987. Comparación de dos métodos para determinar la distribución espacial y obtención del índice de valor de importancia de *Echinocereus stramineus* (Engelm) Rumpler (Cactaceae) en las principales comunidades vegetales del municipio de García, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
81. Villalón M., H. 1989. Ein Beitrag zur Verwertung von Biomasseproduktion und deren Qualität für die forst-und landwirtschaftliche Nutzung des Matorrals in der Gemeinde Linares, N. L., Mexiko. Tesis doctoral. Georg-August-Universität Göttingen. 106-108 pp.
82. Villalón M., H. 1989. Comparación de tres métodos para la medición de volumen verde de madera en 13 especies del matorral de la región de Linares, N. L. Simposio Agroforestal en México: Sistemas y Métodos de uso múltiple de suelo. 481-486 pp. *Memorias Tomo II*. Linares, N. L.
83. Villalón, H. M. 2003. Determinación de la vegetación en el municipio de Cadereyta Jiménez, Nuevo Leon, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon. 1, 25-27 pp.

84. Villarreal, G. 1973. Contribución al estudio de los principales arbustos forrajeros en el oriente del estado de Nuevo Leon, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon. 1-4 pp.
85. Villegas, G. 1972. Tipos de vegetación de los municipios de Linares y Hualahuises, N. L. Tesis de Licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara México. Pp 96.
86. Wadsworth, F. 2000. Producción Forestal Para América Tropical. Departamento de Agricultura de los E. U. A. Washington USA. 603p.
87. Woerner, M. 1991. Los suelos bajo vegetación de matorral del noreste de México descritos a través de ejemplos en el Campus Universitario de la U. A. N. L., Linares, N. L. Reporte Científico No. 22. Facultad de Ciencias Forestales, Linares, N. L. México. 1-15 pp.
88. Zenner, E. K., Hibbs, D. E. 2000. A new method for modeling the heterogeneity of forest structure. *Forest Ecology and Management*. 129: 75-87.