

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



**ANÁLISIS DE LAS FITOCENOSIS EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL
CENTRO-SUR DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

Por

ING. RAFAEL CRUZ ALONSO

Como requisito parcial para obtener Grado de

MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES

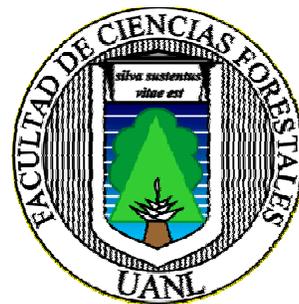
LINARES, NUEVO LEON.

AGOSTO DE 2011



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES**



SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

**ANÁLISIS DE LAS FITOCENOSIS EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL
CENTRO-SUR DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

Comité de tesis:

Eduardo Estrada C.

Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón
Director

César M. Cantú Ayala

Dr. César M. Cantú Ayala
Secretario

Mauricio Cotera Correa

Dr. Mauricio Cotera Correa
Vocal

José A. Villarreal Quintanilla

Dr. José A. Villarreal Quintanilla
Asesor Externo

Linares, Nuevo León

Agosto de 2011

DEDICATORIA

A Dios por permitirme vivir y darme la fuerza para lograr las metas que me he propuesto en la vida y rodearme de buenos amigos.

A Mis padres. Cornelio Cruz González y Guadalupe Alonso Antonio, por darme la vida, por sus incansables sacrificios y valeroso esfuerzos para hacer de mi lo que ahora soy, por enseñarme hacer un hombre de bien, por su comprensión y confianza en todo momento.

A Mis Hermanos. José Manuel, Sergio Arturo y Manuela por su comprensión y apoyo en todo momento de mi carrera y por darme la fuerza de siempre seguir adelante frente a cualquier adversidad de mi vida.

A Mi tía Estela Antonio Antonio, por haber confiado en mí y que me dieron la oportunidad de seguir estudio y poder lograr esta meta importante en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por otorgar las facilidades para la obtención de beca durante el periodo de estudios de la Maestría.

Al Dr. Eduardo Estrada por aceptarme como tesista, ayudarme a discutir el tema de este trabajo, por el apoyo en los seminarios y demás presentaciones, por su ayuda en campo; además de ser un excelente profesor y un extraordinario amigo.

Al Dr. Cesar Cantú Ayala por su asesoría en los seminarios y elaboración de los escritos, además de mostrar gran interés e ideas en los tema y por su contribución a mi formación profesional.

Al Dr. Mauricio Cotera Correa por su asesoría en los seminarios y elaboración de los escritos, además de mostrar gran interés e ideas en el tema y por su contribución con sus conocimientos a mí desarrollo profesional.

Al Dr. Javier Jiménez Pérez, actual director de la Facultad de Ciencias Forestales por su importante apoyo en la etapa final de mi Maestría.

Al Dr. Oscar A. Aguirre Calderón, Subdirector de Posgrado de la Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo en darle trámite al manuscrito de la tesis.

Al M. C. Antonio Conde Vázquez por ayudarme en el levantamiento de los datos de campo y por su amistad.

Al M. C. Yendi Nayelli Lumbreras Fernández por a poyo incondicional durante periodo de estudio de la maestría y por brindarme su amistad.

Al Dr. José A. Villarreal Quintanilla, por aceptar ser parte del comité de tesis.

A todos los compañeros de Licenciatura y Posgrado de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Al demás personal académico y administrativo de la Facultad, para todos ustedes muchas gracias.

Contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. HIPOTESIS	8
3. OBJETIVOS:.....	8
3.1 Objetivo General.	8
3.2 Objetivos Específicos.	8
4. REVISIÓN DE LITERATURA	9
4.1 Valor de la biodiversidad.....	9
4.2 Caracterización ecológica.....	11
4.3 Uso de técnicas multivariadas	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1 Localización y Descripción del Área de Estudio	14
5.1.1 Vegetación y uso de suelo	15
5.1.2 Geología.....	16
5.1.3 Clima.....	16
5.1.4 Precipitación	16
5.1.5 Temperatura	16
5.2 METODOLOGÍA.....	17
5.2.1 Tipo de muestreos utilizados	17
5.2.2 Parámetros evaluados	18
5.2.3 Variables de la vegetación	19
5.2.4 Variables ambientales edáficas.....	20
5.2.5 Variables físicas.....	21
5.3 Análisis estadístico	21
5.3.1 Clasificación de la Vegetación.....	21
6. RESULTADOS.....	23
6.1 Familias con mayor número de géneros presentes a través del gradiente altitudinal	23
6.2 Géneros con mayor número de especies a través del gradiente altitudinal.	24
6.3 Diversidad florística.....	24
6.4 Especies con mayor rango de distribución en las comunidades vegetales localizadas a través del gradiente altitudinal.....	25
6.5 Distribución de las Formas biológicas encontradas en las fitocenosis a través del gradiente altitudinal.	26
6.6 Clasificación de las comunidades vegetales a través del gradiente altitudinal.	27
6.6.1 Agrupación de las comunidades vegetales.....	29
6.7 Resultados de las variables ambientales edáficas.....	36
7. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	36
8. RECOMENDACIONES.....	39

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

9.	LITERATURA CITADA	40
10.	APENDICE I TABLAS	44
11.	Apéndice II	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Área de Estudio	14
Figura 2. Cuadrantes de muestreos para comunidades de matorrales.....	17
Figura 3. Cuadrantes de muestreo para comunidades arbóreas	18
Figura 4. Cuadro de muestreo para comunidades de pastizal halófito.....	18
Figura 5. Familias con mayor número de géneros.....	23
Figura 6. Géneros con mayor número de especies	24
Figura 7. Diversidad florística en los gradiente altitudinales.....	25
Figura 8. Especies con mayor rango de distribución a través del gradiente altitudinal	26
Figura 9. Clasificación de la vegetación en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León.	29

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Formas biológicas predominantes en las comunidades vegetales.....	27
--	----

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es determinar las diferentes asociaciones vegetales que ocurren en el centro-sur del estado de Nuevo León en un gradiente altitudinal. La elevación, la posición en el terreno, precipitación, suelo y temperatura son los principales factores que influyen en la distribución de las diferentes asociaciones vegetales. Se muestrearon 130 parcelas de 400 m² en 27 sitios a lo largo de una gradiente ambiental separados 100 m altitudinalmente. En ellos se cuantificó cobertura, densidad, frecuencia, altura y diversidad de la vegetación presente. Se registraron, 53 familias, 101 géneros y 151 especies de las cuales la mayoría corresponden a arbustos inermes, seguidas por árboles, arbustos espinosos, herbáceas, rosetófilas, crassicaules, esferocaulales y liana. Mediante análisis multivariados (cluster analysis) se reconocen 8 asociaciones vegetales a través del gradiente altitudinal correspondientes a: matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano; matorral submontano-bosques de encino-pino; bosques de coníferas; chaparral-matorral micrófilo; coníferas gipsófilas, matorral micrófilo-rosetófilo y pastizal halófito. Conforme aumenta la altitud, cambia la textura, humedad en el suelo y temperatura, factores ambientales determinantes en la distribución de las diferentes asociaciones vegetales.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the different vegetal associations occurring in the center of the state Nuevo León in a altitudinal gradient. The rain average, soil and temperature are the main factors that influence in the distribution of the different vegetal associations. 27 altitudinal gradients (separated altitudinally each 100 m) were sampled; 5 quadrats per altitudinal gradient were sampled, each quadrat had a surface of 400 square meters; in total, 135 quadrats were sampled. In each quadrat canopy cover, density, frequency, height and diversity of the present vegetation was quantified and recorded. 53 families, 101 genera, and 151 species, were quantified. Most of them corresponds to non-thorny-shrubs, followed by trees, thorny-shrubs, herbaceous, rosetophyllous, fleshy-stems and lianas. By means of multivaried analyses (cluster analysis) 8 vegetal associations through altitudinal gradient are recognized: Tamaulipan thorn-scrub, Piedmont scrub; spiedmont-crub/oak-pine forest; pine forest; chaparral-microphyllous scrubland; gypsophilous pine forest; microphyllous-rosetophyllous scrubland; halophytic grassland. As altitudinal gradient changes, soil texture, and temperature also changes, both of them are environmental factors which determines vegetal distribution and plant associations.

1. INTRODUCCIÓN

El relieve heterogéneo del estado de Nuevo León comprende tres provincias fisiográficas (Planicie Costera del Golfo, Sierra Madre Oriental y La Gran Llanura de Norteamérica) albergando múltiples asociaciones vegetales entre las que destacan por su superficie: Matorral Espinoso Tamaulipeco, Matorral Submontano, Matorral Rosetófilo, Matorral Xerófilo, Chaparral, Comunidades Halófitas, Bosques de Encino, Bosques de Encino-Pino, Pino-Encino y otras coníferas (Muller, 1939; Rojas-Mendoza, 1965; Rzedowski, 1978).

El grado de continuidad o heterogeneidad de la cobertura vegetal está determinada en gran medida por la dinámica de agua en el suelo, al cual a su vez se ve influenciada por la textura del suelo y la topografía (Hook y Burke, 2000; Emmet 1978, Estrada 1998). La topografía así mismo, es responsable de la orientación, elevación y pendiente, variables físicas que forman parte de un complejo gradiente que presenta una influencia determinante en la composición de especies de las comunidades vegetales (Vetaas y Chaudhary, 1998).

Las variables ambientales mencionadas pueden presentar diferentes valores en áreas determinadas tales como zonas montañosas, planicies y lomeríos. Estas transiciones en los valores de las diferentes variables ambientales representarían un gradiente que favorecería un aumento o disminución en los atributos (cobertura y frecuencia) de las especies vegetales de la zona (Krebs, 1985).

Factores exógenos tales como incendios, ganadería y cortas selectivas modifican la estructura y composición de las comunidades vegetales (Lawesson, 2000).

En esta investigación plantea contribuir al conocimiento tanto descriptivo como funcional de los diferentes ecosistemas del estado de Nuevo León, se analizaron las variables bióticas mediante técnicas estadísticas multivariadas que nos permitió clasificar la vegetación, esta agrupación de los sitios nos permitió denotar

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

cuales son las variables abióticas más importantes que están incidiendo sobre los cambios en diversidad, estructura, composición y cuál es la tendencia actual y a futuro de nuestros recursos naturales.

2. HIPOTESIS.

La composición vegetal, estructura y diversidad en los diferentes niveles altitudinales varía principalmente de acuerdo con la altura, precipitación y exposición.

3. OBJETIVOS:

3.1 Objetivo General.

Determinar la distribución de las comunidades vegetales a lo largo de un gradiente altitudinal en el centro-sur del Estado de Nuevo León.

3.2 Objetivos Específicos.

- Cuantificar los cambios en diversidad, composición y estructura de la vegetación a través de gradientes altitudinales en comunidades vegetales en el centro-sur del Estado de Nuevo León.
- Determinar los factores ambientales que más influyen en los patrones de distribución de las especies a través de gradientes altitudinales en el centro-sur del Estado de Nuevo León.
- Identificar mediante estadísticas multivariadas las variables físicas que más influyen en cambios de vegetación, diversidad, estructura de especies a través gradientes altitudinales en el centro del Estado de Nuevo.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

El grado de continuidad o heterogeneidad de la cobertura vegetal está determinada en gran medida por la dinámica de agua en el suelo, al cual a su vez se ve influenciada por la textura del suelo y la topografía (Hook y Burke, 2000; Emmet 1978, citado por Estrada 1998). La topografía así mismo, es responsable de la orientación, elevación y pendiente, variables físicas que forman parte de un complejo gradiente que presenta una influencia determinante en la composición de especies de las comunidades vegetales (Vetaas y Chaudhary, 1998).

Las variables ambientales mencionadas pueden presentar diferentes valores en áreas determinadas tales como zonas montañosas, planicies y lomeríos. Estas transiciones en los valores de las diferentes variables ambientales representarían un gradiente que favorecería un aumento o disminución en los atributos (cobertura y frecuencia) de las especies vegetales de la zona Krebs, 1985).

Factores exógenos tales como incendios, ganadería y cortas selectivas modifican la estructura y composición de las comunidades vegetales (Lawesson, 2000).

4.1 Valor de la biodiversidad.

La diversidad biológica representa un tema central de la teoría ecológica y ha sido objeto de amplio debate (Magurran, 1988). La falta de definición y de parámetros adecuados para su medición hasta principios de los 70's llevó incluso a declarar la falta de validez del concepto (Hurlbert, 1971). Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerberg, 1991).

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Según el texto del Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNEP, 1992) firmado por 157 países en junio de 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, “por diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”. Otra definición de diversidad biológica o biodiversidad viene dada por la Estrategia Global para la Biodiversidad, que la considera como “la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región” (WRI, UICN, PNUMA, 1992).

Alatalo (1977) recomendó análisis multivariados en el estudio de la diversidad, ya que esta herramienta muestra la estructura de grupos de especies. Miline y Forman (1986) describieron la diversidad de especies forestales en diferentes gradientes de Maine, USA, utilizando el índice de Simpson, mostrando que la riqueza de especies cambia significativamente en los gradientes altitudinales.

Según Cervantes y Alfaro (2001), la circulación regional y local influenciada por las variaciones en la altitud diversifica los mesoclimas y microclimas, generando con ello una variedad de ecosistemas (desierto, selvas, sabanas, bosques templados, bosques boreales, páramos de altura y glaciares).

El gradiente altitudinal es el principal factor que determina las asociaciones vegetales y permite conocer su distribución espacial (González y Sosa, 2003). Los análisis multivariados, en particular el de conglomerados, permitieron agrupar las principales especies vegetales de una forma muy satisfactoria, lo cual resulta útil para conocer su distribución espacial y la estructura de la vegetación. Así como los modelos digitales de elevación son una herramienta útil para identificar los cambios de la composición botánica del desierto Chihuahuense, superficie y distribución de las distintas especies.

Según Sánchez y López (2003) las técnicas de ordenación utilizadas análisis de correspondencia rectificado y análisis de correspondencia canónica, indican que en el norte de la Sierra Nevada el patrón de distribución de las comunidades vegetales está influido principalmente por el gradiente altitudinal (precipitación y temperatura), y en menor medida por las condiciones de sitio tales como la materia orgánica, los cationes (K, Na y Mg) y el PMP del horizonte A2; los nutrimentos (P, Ca y Mg) del horizonte O; la profundidad de los horizontes O y A1; y la pendiente del terreno.

Según Hamilton y Perrott (1981) citado por Arturo y Lauro (2003), en las partes altas de las montañas la estructura y distribución de las comunidades vegetales parecen estar frecuentemente relacionadas con la temperatura u otros parámetros climáticos, mientras que en las partes bajas pueden estar determinados por otros factores bióticos o abióticos más benignos. Este patrón sugiere que los límites inferiores y superiores entre comunidades, no están necesariamente determinados por los mismos factores. Las presiones fisiológicas deben predominar cuando hay cambios bruscos en algún factor físico esencial y ahí la distinción entre comunidades debe ser más evidente.

4.2 Caracterización ecológica

La caracterización de la estructura del paisaje y los tipos de vegetación de los cuales está compuesto fisonómicamente, debe ser identificada y cuantificada en forma significativa antes de la interacción entre patrones del paisaje y los procesos ecológicos que van hacer estudiados. Los patrones espaciales observados en el paisaje, resultan de la interacción compleja entre fuerzas físicas, biológicas y sociales (Turner, 1989).

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

El concepto de pristinidad, según UICN (1991), es una expresión que es referida a “bosques prístinos” indicando con esto, aquellos bosques cuyos árboles nunca han sido talados o que no han experimentado graves perturbaciones durante cientos de años, mencionado por el contrario, que se ha modificado un bosque cuando sus árboles han sido cortados por el hombre en el lapso de los últimos 250 años. Para este estudio, pristinidad se define como la ausencia de perturbaciones directa.

La mayoría de los ecosistemas han sido influenciados por la actividad humana, cuyo resultado, es una mezcla de patrones de manejo humano y natural que pueden variar en tamaño, forma y arreglo, estos patrones espaciales de la vegetación y otros elementos del medio, son fenómenos únicos que emergen a nivel del paisaje (Klopatek *et al*, 1983).

El concepto de biodiversidad, es un término que ha sido recientemente usado con amplitud, se puede definir como la variación y la variabilidad de los organismos vivientes y los complejos ecológicos en los cuales interactúan, así. El término encierra géneros, especies, ecosistemas y su relativa abundancia (Smitinand, 1994). Este mismo autor señaló que la biodiversidad puede ser dividida en tres categorías jerárquicas:

- a) Diversidad genética referida a la variación de genes dentro de una cobertura de especies de distintas poblaciones de las mismas especies o variación genética dentro de una población.
- b) Diversidad de especies referida a la variedad de organismos vivos en la tierra.
- c) Diversidad de ecosistemas referido a la variabilidad de hábitats y comunidades bióticas incluyendo la variedad de procesos ecológicos dentro de los ecosistemas.

4.3 Uso de técnicas multivariadas

Alatalo (1977) recomendó análisis multivariados en el estudio de la diversidad, ya que esta herramienta muestra la estructura de grupos de especies. Miline y Forman (1986) describieron la diversidad de especies forestales en diferentes gradientes de Maine, USA, utilizando el índice de Simpson, mostrando que la riqueza de especies cambia significativamente en los gradientes altitudinales.

Estrada (1998), Mediante la aplicación de ACC:

a) Concluyó que para el matorral submontano en el estado de Nuevo León, los contenidos de calcio, arcillas y materia orgánica en el suelo, fueron los factores químicos más relevantes porque influyen en la composición de la vegetación; mientras que el relieve, altitud, pendiente y exposición, no marcaron una diferencia significativa en la presencia y distribución de especies.

b) Con respecto a las especies, encontró que *Agave lechuguilla*, *Acacia berlandieri* y *Jatropha dioica* se presentan donde el régimen pluvial es bajo y con altos contenidos de calcio en el suelo; *Croton torreyanus*, *Pithecellobium pallens*, *Zanthoxylum fagara*, *Caesalpinia mexicana* y *Croton ciliato-glandulosus*, se asocian con mayores profundidades del suelo, por el contrario, *Schaefferia cuneifolia*, *Opuntia leptocaulis*, *Leucophyllum frutescens*, *Jatropha dioica*, *Agave lechuguilla* y *Acacia berlandieri* se asocian con suelos de escasa profundidad; *Randia rhagocarpa*, *Fraxinus greggii*, *Diospyros texana*, *Amyris madrensis* y *Acacia roemeriana* se asociaron a sitios ricos en materia orgánica.

c) Especies como *Acacia rigidula*, *Forestiera angustifolia*, *Gochnatia hypoleuca*, *Lantana macropoda*, *Bernardia myricaefolia*, *Pithecellobium pallens*, *Helietta parvifolia*, *Karwinskia humboldtiana*,

5.1.1 Vegetación y uso de suelo

La vegetación predominante en el área de estudio es: a) matorral espinoso tamaulipeco bajo (1-2.5 m), y medio (2.5-4 m) es dominado por especies armadas con espinas (Muller, 1939). Los géneros predominantes son *Acacia*, *Havardia*, *Prosopis*, *Eysenhardtia*, y *Ebenopsis*. b) matorral submontano predomina en las faldas de los cerros (Muller, 1939; Rojas-Mendoza, 1965; Rzedowski, 1978; Estrada, 1998). Aunque muy similar al matorral tamaulipeco, esta comunidad vegetal difiere en estatura (3-5 m), armamento (predominancia de especies inermes arbustivas) y en contenido de especies y diversidad. Los géneros de leñosas más comunes en el Matorral Submontano son *Acacia*, *Zanthoxylum* (Rutaceae), *Fraxinus* (Oleaceae), *Helietta* (Rutaceae) y *Forestiera* (Oleaceae) (González-Medrano, 1972). c) Bosques de encino (*Quercus* spp.), (Fagaceae). d) Bosques de pino (*Pinus* spp.), bosques mixtos, bosques de pino-encino (*Pinus* y/o *Quercus*). El matorral xerófilo domina las planicies altas (1,400-1,750 m) y sus elementos más conspicuos son *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae) *Acacia*, *Flourensia* (Asteraceae), *Parthenium* (Asteraceae), *Rhus* (Anacardiaceae), *Koeberlinia* (Koeberliniaceae), *Forestiera* (Oleaceae) y *Schaefferia* (Celastraceae).

La comunidad de Chaparral es una comunidad discontinua y fragmentada, y ocurre principalmente en áreas secas, en pendientes de montañas bajas (1,400 m) y en áreas incendiadas en los picos más altos del estado (2,700 a 3,000 m) y por último la comunidad de Izotal, sus elementos dominantes (*Yucca* spp.).

También la vegetación se encuentra fragmentada en las tres provincias fisiográficas; La Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre Oriental (S.M.O.) y La Gran Llanura de Norteamérica, se encuentran ocupadas en su mayoría con áreas agrícolas con cultivos de temporal y anuales de maíz, sorgo forrajero, papa, cultivos de frutales permanentes de manzana y de pastizales inducidos para la práctica de ganadería extensiva y intensiva, (INEGI, 1977).

5.1.2 Geología

La región está compuesta de rocas sedimentarias de origen marino, producto de depósitos clásticos del Mesozoico. Las planicies bajas (150-560m) de la Llanura Costera del Golfo y la de la de la Gran Planicie de Norteamérica derivan de lutitas del Cretácico Superior. Las planicies altas y valles intermontanos que bordean las montañas (1,400-1,959 m) en la región centro y sur están constituidos esencialmente por suelos yermosol y gípsicos, (S.P.P., 1981).

5.1.3 Clima

El principal tipo de clima es de tipo BS, en las planicies bajas del sur es de tipo semiseco (BSohx'(w)(e')), y seco en las altas planicies (BSo(h)hw(e')). Sin embargo, el tipo semicálido subhúmedo ((A)Cx'a(e)) se presenta en planicies bajas centrales, mientras que en las montañas predomina el tipo (Cb(w1)(i')w''Cw) es el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano, (García, 1973; S.P.P., 1986).

5.1.4 Precipitación

La precipitación anual en las planicies bajas y altas oscila entre 400-600 mm (S.P.P. 1981a, 1981b; García, 1973) y han sido registrada una precipitación media en la zona montañosa de la SMO que oscila entre 600-800 mm distribuido a lo largo de 7 meses.

5.1.5 Temperatura

La temperatura media anual en las planicies bajas es mayor a 22 °C. En contrastes en las zonas montañosas las temperaturas media anual más frías oscilan entre 12-18 °C. (S.P.P. 1981a, 1981b; García, 1973).

5.2 METODOLOGÍA

Con base en un modelo digital de elevación, una imagen de satélite LANDSAT ETM (4:3:2) y cartas de vegetación y uso de suelo escala 1:250,000, se ubicaron 27 sitios de muestreo orientados en sentido perpendicular a la pendiente, alejados al menos por 500 metros de áreas transitadas o lo menos perturbadas posibles (Estrada *et al* 2000). A lo largo de un gradiente altitudinal entre los 300 metros de elevación en las cercanías de la comunidad de Lucio Blanco, cruzando la Sierra Madre Oriental por los municipios de Iturbide y Galeana hasta los 2,140 metros de altitud cerca de la comunidad el rucio, con una separación equidistancia entre sitio de 100 metros de altitud.

5.2.1 Tipo de muestreos utilizados

Para comunidades de matorral se utilizaron cuadrantes de 10 x 10 metros, en cada sitio con 5 repeticiones con una separación equidistante igual a su dimensión, dentro de cada cuadrante se establecieron 5 cuadros de 1 m² para evaluar variables dependientes e independientes como se muestra en la Figura 2.

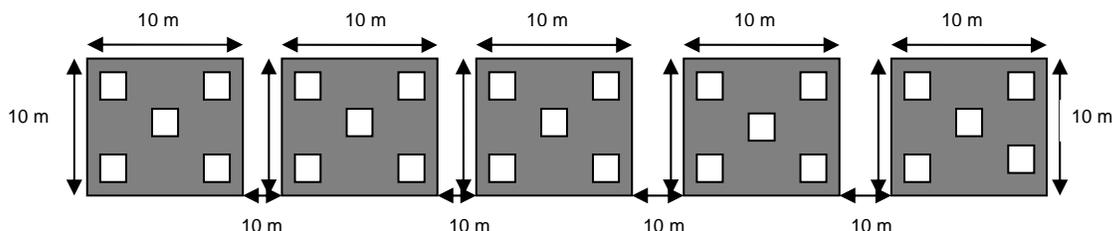


Figura 2. Cuadrantes de muestreos para comunidades de matorrales

Para comunidades arbóreas se utilizaron cuadrantes de 20 x 20 metros, en cada sitio con 5 repeticiones con una separación equidistante de 20 metros, dentro de cada cuadrante se establecieron 5 cuadros de 1 m² para evaluar variables bióticas y abióticas como se muestra en la figura 3.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

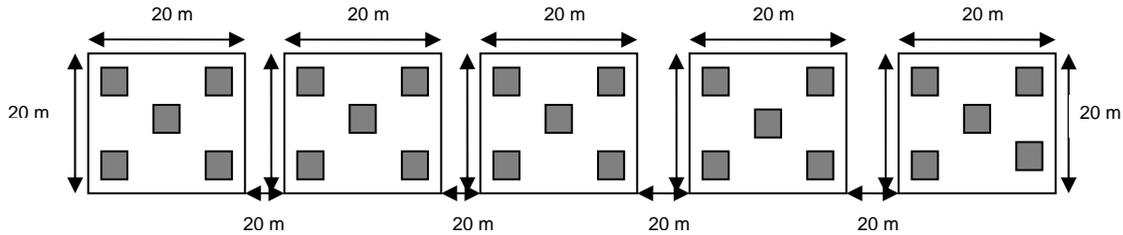


Figura 3. Cuadrantes de muestreo para comunidades arbóreas

Para comunidades de pastizal halófito se emplearon cuadros de 1 m² con 2 repeticiones a cada 10 metros de separación entre sitio, a lo largo de un transecto de 100 metros donde se evaluaron coberturas y variables físicas como se observa en la siguiente figura 4.

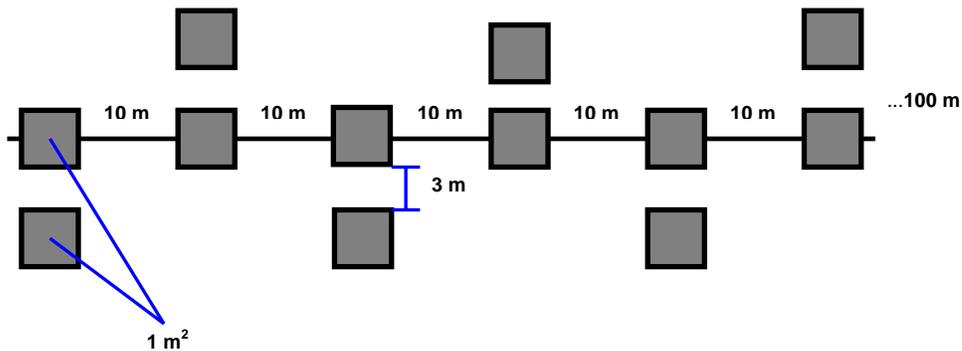


Figura 4. Cuadro de muestreo para comunidades de pastizal halófito

5.2.2 Parámetros evaluados

En esta investigación se evaluaron dos tipos de variables, dependientes (bióticas) e independientes (abióticas) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Bonham, 1980). Además se registraron el total de especies, géneros y familias, así como las formas biológicas predominantes.

5.2.3 Variables de la vegetación

Se tomaron en cuenta dentro de los cuadrantes únicamente las especies que presentaron una altura mayor o igual a 50 centímetros, a las cuales se les tomó altura total, diámetros de copa perpendicular al otro, pasando ambos por el centro, densidad, frecuencia y diversidad; la cobertura se obtuvo mediante la fórmula:

$$CC = .7854 (D^2)$$

Donde CC= cobertura de copa, $\pi/4 = .7854 * D^2$ = diámetro de copa medio.

Con los datos de cobertura de cada especie y sumados se obtuvo la cobertura total para cada sitio. Posteriormente, la cobertura total por especie de cada sitio fue transformada a cobertura relativa (Palmer, 1993) mediante la fórmula:

$$\text{Cobertura Relativa} = \frac{Cr_i * 100}{Cr_T}$$

Donde; Cr_i = cobertura de la especie i, Cr_T = cobertura de todas las especies

Así mismo, en cada sitio se evaluó el parámetro de densidad, con la fórmula:

$$\text{Densidad} = \frac{NA_i}{NAT} * 100$$

Donde; NA_i = número de individuos de la especie i

NAT = número total de las especies presentes

La densidad fue transformada a densidad relativa (Palmer, 1993) con la fórmula:

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{NA_i}{NAT} * 100$$

Donde; NA_i = número de individuos de la especie i

NAT = número total de individuos de las especies presentes

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

La frecuencia relativa fue determinada con la formula:

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Fri}}{\text{Ft}} * 100$$

Donde; Fri= número de sitios de muestreos en que aparece una especie
Ft= número total de sitios de muestreos

Los valores relativos de densidad, cobertura y frecuencia fueron utilizadas para calcular el valor de importancia (V.I.) de cada especie, y se realizo con la siguiente fórmula:

Valor de Importancia = Densidad relativa + Cobertura relativa + Frecuencia relativa

Una vez obtenidos los datos se procedió a realizar las matrices en una hoja de cálculo de (Excel,) para Densidad Relativa, Frecuencia Relativa, Cobertura Relativa y Valor de Importancia para comunidades de matorral y arbóreas y para comunidades de chaparral y pastizal halófito se utilizaron los valores de Cobertura Relativa para la formación de matrices.

5.2.4 Variables ambientales edáficas

SUELO, se colectó una muestra en el centro del cuadrante central (5 cuadrantes), en los primeros 30 cm, de profundidad para cada nivel altitudinal. Posteriormente, la muestra de suelo fue analizada en el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde se cuantifico las variables edafológica; arena (%), limo (%), arcilla (%), materia organica (%), pH.

5.2.5 Variables físicas

Los porcentajes de suelo desnudo, roca, gravas y piedras se estimó en cuadros de 1 m² con cinco repeticiones distribuidos dentro de cada cuadrante muestreados para cada nivel altitudinal, las rocas se consideraron todas aquellas que fueran más grande que el puño de una mano o mayor o igual a 100 cm² (10 x 10 cm) y las piedras que fueran menor a 100 cm². Profundidad de suelo en (cm), se evaluó con la ayuda de una varilla de un metro de longitud y un mazo, el cual se introdujo la varilla en el suelo hasta que topara y ya no pudiera penetrar, presentándose profundidades de 15 cm hasta mayores de 80 cm. Pendiente en (%) se determinó con la ayuda de un clinómetro. Espesor de mantillo en (cm) se midió con una regla graduada la cual se introdujo hasta que topara con el suelo. Exposición se determinó con una brújula (N, S, E, W, etc). Altitud en (m.s.n.m.), se midió con la ayuda de un receptor de posicionamiento global (GPS) Magellan, posteriormente se corroboraron con un modelo digital de elevación de 30 x 30 metros y con cartas topográficas escala 1:250,000 INEGI. Fisiografía se determinó visualmente si era (valle, ladera, meseta, terraza, lomerío o planicie), se presentan los valores de las variables físicas en la (Tabla 3, Apéndice I.)

5.3 Análisis estadístico

5.3.1 Clasificación de la Vegetación

Se utilizó un análisis de conglomerados para clasificar la vegetación a lo largo del gradiente altitudinal, a través del método de (Ward, 1963) o de varianza mínima, mediante la técnica politética jerárquica aglomerativa (Manly, 1986; Digby y Kempton, 1987; Estrada, 1998), para este procedimiento se utilizó el programa computacional estadístico Multi-Variate Statistical Package (MVSP) Ver. 3.13 m (Copyright © 1985-2004 Kovach Computing Services). Para obtener la

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

clasificación de la vegetación se utilizó como base el índice de similitud de Motyka (Muller-Dombois y Elleberg, 1974; Estrada, 1998).

Índice de Similitud de Motyka

El índice de similitud de Sorensen cuando se aplica mediciones cuantitativas se le denomina IS Motyka, solo que aquí hay variante en la toma de datos. Si se mide cobertura, densidad, etc., se toma el valor menor de cada una las especies en común en “a” y “b”, se suman todas, se multiplican por 2 y se divide entre el total de todas las especies de los sitios en comparación y se multiplica por 100, así se obtiene el coeficiente de similitud para dos sitios.

6. RESULTADOS

6.1 Familias con mayor número de géneros presentes a través del gradiente altitudinal

Se registró un total de 151 especies, 101 géneros y 53 familias de plantas vasculares a través de veintisiete gradientes altitudinales (Apéndice II).

La figura 5 muestra las 10 familias con mayor número de géneros a través del gradiente altitudinal. Destacando por su número Asteraceae (13 géneros), Leguminosae (10) y Rosaceae (5).

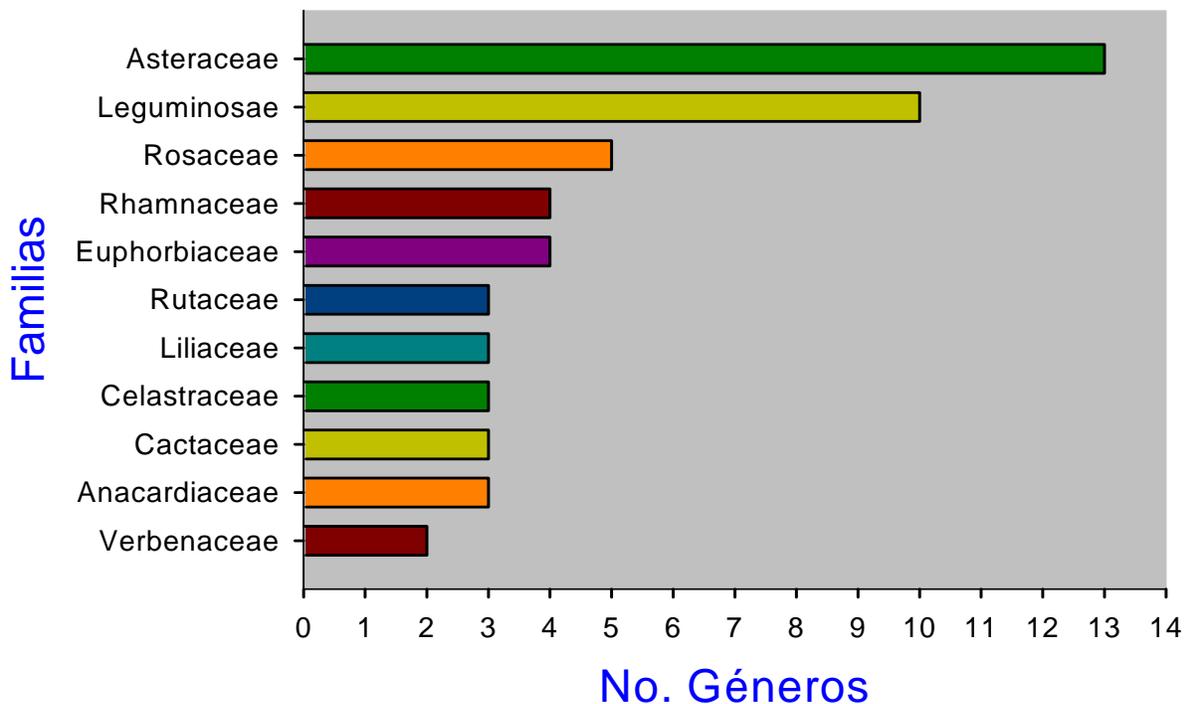


Figura 5. Familias con mayor número de géneros

6.2 Géneros con mayor número de especies a través del gradiente altitudinal.

La Figura 6 muestra los géneros con mayor número de especies, resaltan por su diversidad *Quercus* (11 especies), *Agave* (6), además de *Pinus*, *Opuntia*, *Croton* y *Acacia*, cada uno con 4 especies.

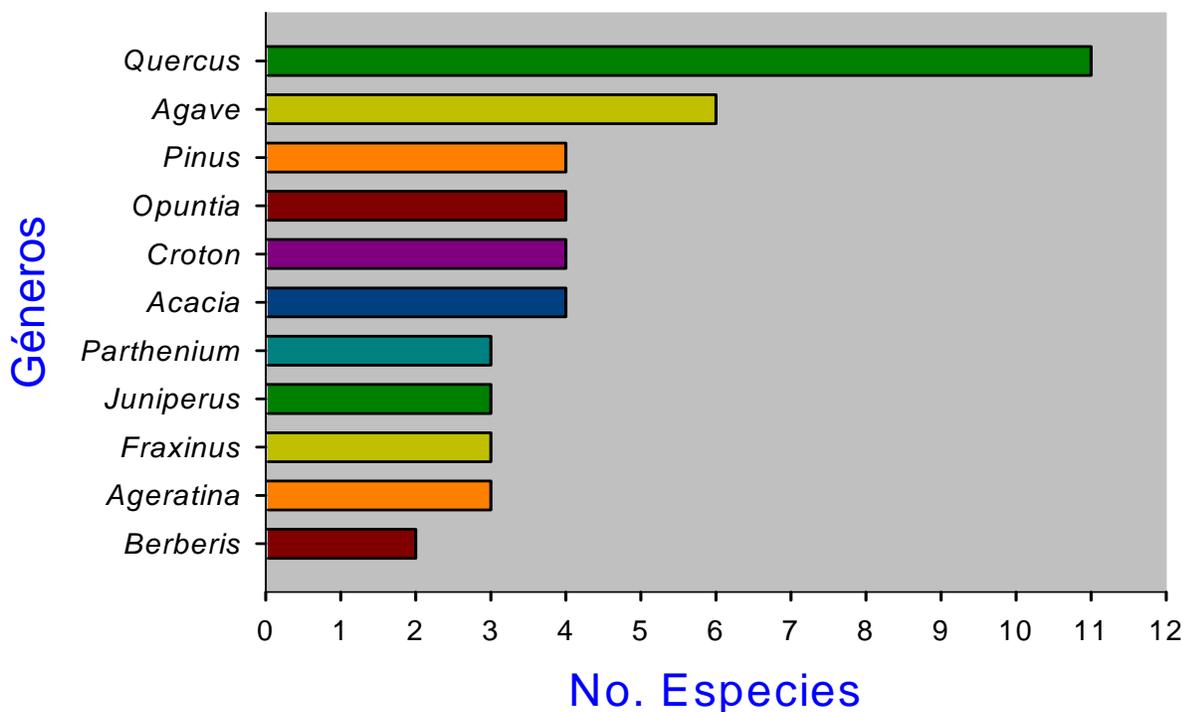


Figura 6. Géneros con mayor número de especies

6.3 Diversidad florística

En términos generales, la diversidad vegetal, incluyendo sus valores de cobertura y densidad de especies arbustivas en los matorrales de las planicies bajas y bosques de encino (300-1,600 m) (Fig. 7), estas asociaciones vegetales se localizan en las provincias fisiográficas de la Llanura Costera del Golfo y la Sierra Madre Oriental.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

En términos cuantitativos, los rangos del número de especies oscilan entre 13-30 en matorrales, mientras que en las comunidades de encinares y bosques mixtos es de 11-25. Las comunidades vegetales ubicadas en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, pero dentro del Altiplano Mexicano, entre las cotas altitudinales 1,700-1,900 m, comprenden comunidades de matorral micrófilo, rosetófilo, pastizales y chaparrales, estas comunidades albergan menor cantidad de especies que las anteriores, oscilando en rangos de 7-13 especies.

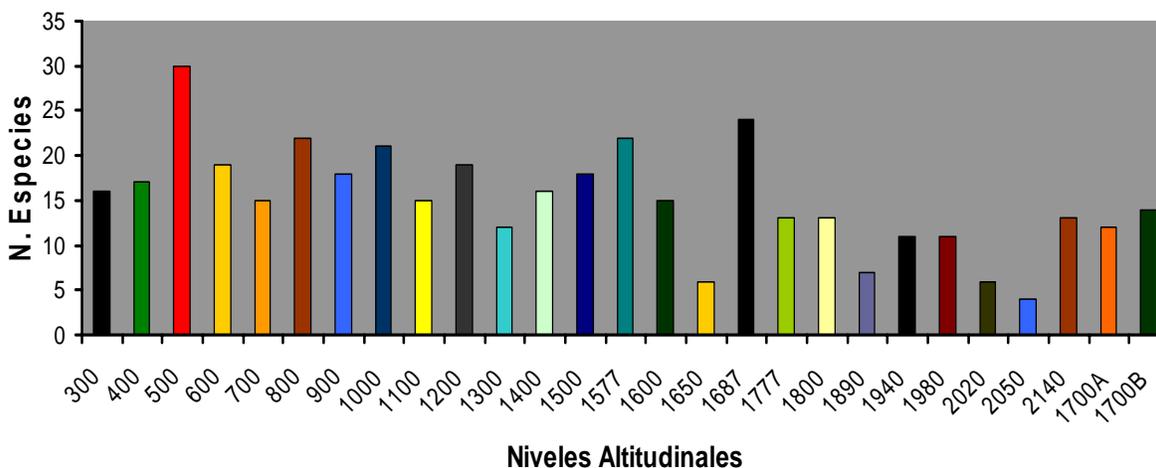


Figura 7. Diversidad florística en los gradiente altitudinales.

6.4 Especies con mayor rango de distribución en las comunidades vegetales localizadas a través del gradiente altitudinal.

La Figura 8 muestra las 10 especies que mostraron mayor rango de distribución (frecuencia relativa) a través del gradiente altitudinal. En general, las frecuencias rondan entre 25 y 48%, sobresaliendo *Quercus canbyi* (48%), cuya distribución ronda entre los 600-1,800 m.s.n.m., tanto en porciones de la cadena montañosa (áreas húmedas), así como en las porciones del altiplano mexicano (1,777 m) (áreas semiáridas).

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Las especies que alcanzaron los mayores valores de frecuencia y rangos de distribución se localizan en la cara este de la Sierra Madre Oriental, entre los 700-1,800 m, destacando *Arbutus xalapensis*, *Quercus laceyi* y *Q. rysophylla* con 37%, *Litsea pringlei* y *Pinus teocote* (33%).

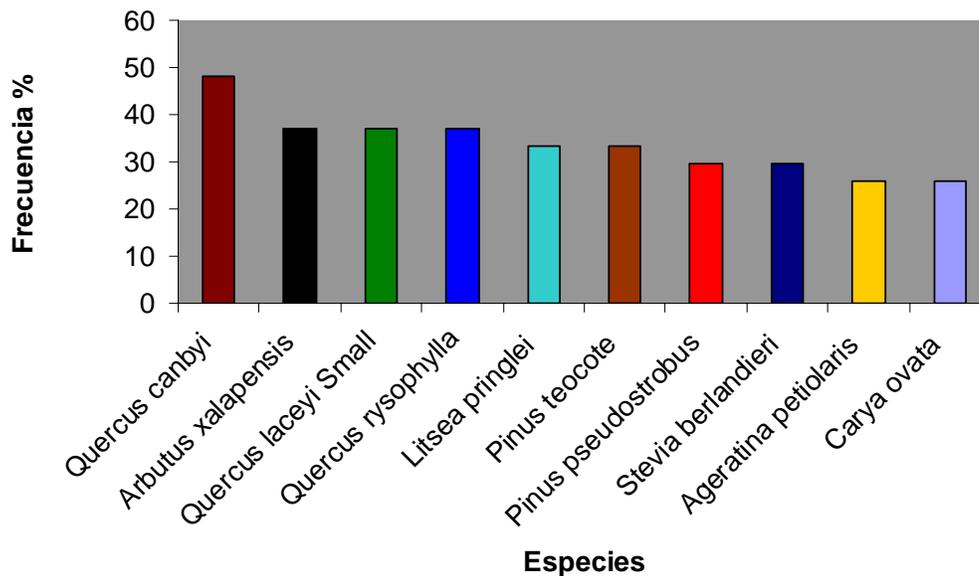


Figura 8. Especies con mayor rango de distribución a través del gradiente altitudinal

6.5 Distribución de las Formas biológicas encontradas en las fitocenosis a través del gradiente altitudinal.

Las formas biológicas predominantes en las asociaciones vegetales localizadas a través del gradiente altitudinal se muestran en la Tabla 1,

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Tabla 1. Formas biológicas predominantes en las comunidades vegetales

Formas biológicas	Num. de especies	Porcentaje (%)
Arbustos inermes	65	43
Árboles	35	23
Arbustos espinosos	16	11
Herbáceas	15	10
Rosetófilos	11	7
Crassicaules	6	4
Esferocaulas	2	1
Lianas	1	1
Total	151	100

Con excepción de las herbáceas registradas, el predominio es de arbustos inermes (43%), árboles (23%), arbustos espinosos (11%) y rosetófilas (7%). El 77% de las formas biológicas son arbustivas y arbóreas, lo que indica la alta diversidad y el predominio de ellas en estas comunidades vegetales, especialmente en planicies bajas, laderas de montañas frescas y semiáridas de la Sierra Madre Oriental. Las zonas más áridas del gradiente altitudinal albergan mayor cantidad de rosetófilas y crasicaulas en sus diversas modalidades que las zonas húmedas.

6.6 Clasificación de las comunidades vegetales a través del gradiente altitudinal.

De acuerdo con el dendrograma obtenido, en el presente estudio se reconocen 8 asociaciones vegetales (grupos) a través del gradiente altitudinal (Fig. 9). Los grupos quedan conformados de la siguiente manera: Grupo 1) matorrales de las Llanura Costera del Golfo, localizados en las partes más bajas del área de estudio, bajo la influencia de climas cálido-húmedos, 2) bosques de encino, pino y bosques mixtos, ubicados en las pendientes y partes altas de los macizos montañosos de

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

la Sierra Madre Oriental, con climas frescos y fríos 3) chaparrales, conforman una transición entre los climas frescos, fríos y los de tipo semiárido en algunas porciones altas de la Sierra Madre Oriental, caracterizado por especies de porte mediano a bajo y grandes coberturas, 4) matorral rosetófilo, 5) bosques de *Pinus cembroides*, 6) bosques de coníferas gipsófilas 7) matorral micrófilo y 8) pastizal halófito ubicados en la zona montañosa, valles centrales y altiplano mexicano de la Sierra Madre Oriental caracterizados por climas extremoso fríos y secos.

Las asociaciones más afines entre grupos son los matorrales de llanura con los bosques de encino, encino-pino y pino, mismos que comparten algunas especies, especialmente en las áreas de transición. Ciertos chaparrales se asocian con comunidades de bosques húmedos y otros a bosques áridos y matorrales, mientras que las comunidades de pastizal y bosque asociados a suelos yesosos son completamente disímiles de las restantes comunidades vegetales, tanto en diversidad como en composición vegetal.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

pallens, *Eysenhardtia texana* y *Zanthoxylum fagara*. La mayoría de las especies alcanzan portes entre 3-4 m, en ocasiones sobrepasan los 5 m. Tres especies predominan estas áreas, tanto en cobertura como en densidad, *Acacia amentacea*, *Zanthoxylum fagara* y *Eysenhardtia polystachya*.

En elevaciones los 600 m (**subgrupo 1b**) y 500 m (**subgrupo 1c**) se localizan elementos que constituyen el matorral submontano, con una similitud poco menor de 50% en diversidad y cobertura con respecto a los dos subgrupos anteriores, este subgrupo incluye elementos cuyas coberturas dominan la fisonomía del paisaje, destacan: *Havardia pallens*, *Fraxinus greggii*, *Zanthoxylum fagara*, *Acacia amentacea*, *Bernardia myricaefolia*, *Randia rhagocarpa* y *Helietta parvifolia*, esta asociación presenta una estructura de matorral alto subinermes. Cabe resaltar que en estas cotas altitudinales empiezan a registrarse individuos aislados de *Quercus canbyi* y *Quercus fusiformis*, especialmente en áreas húmedas en las faldas de las cadenas montañosas.

GRUPO 2. Comunidades de encino, pino y bosques mixtos

Este grupo aglutina 12 cotas altitudinales, entre los 700 a los 1,800 m, con similitudes dentro del grupo que oscilan entre rangos de 20-90%. Los subgrupos englobados comprenden comunidades arbóreas constituidas esencialmente por la predominancia en cobertura y densidad de encinos y coníferas con rangos de 10-25 m de altura, donde las asociaciones principales varían en su conformación desde bosques de *Quercus*, *Pinus*, *Quercus-Pinus* y *Quercus-Carya*.

Las diferencias en diversidad, niveles de cobertura y densidad de la vegetación en los diferentes pisos altitudinales hacen necesaria una subdivisión que permita conjuntar subgrupos más homogéneos en cuanto a estas características. **Subgrupo 2a**, aglutina 5 cotas altitudinales 700, 1,100, 1,200, 1,000 y 1,500 m.s.n.m., donde predominan tanto en diversidad como en cobertura *Quercus* y *Pinus*, constituyendo bosques de *Quercus-Pinus* o bosques mixtos; las taxa más comunes en estos rangos altitudinales son: *Quercus rysophylla*, *Q. canbyi*, *Q. laceyi*, *Q. polymorpha* *Pinus teocote* y *P. pseudostrobus*, con alturas promedio entre 10-25 m. En todas las cotas altitudinales de este subgrupo

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

predomina la cobertura de *Quercus*, alcanzando en ocasiones valores superiores a 45%. Como especies acompañantes dentro de este subgrupo se encuentran *Pinus pseudostrobus*, *Carya ovata*, *Acacia farnesiana*, *Arbutus xalapensis*. Este subgrupo representa fielmente las comunidades típicas de encinares-pinares (*Quercus-Pinus*) presentes a lo largo de la cadena montañosa de la Sierra Madre Oriental.

El subgrupo 2b queda conformado por dos gradientes, 800 y 900 m.s.n.m., muy afín al grupo subgrupo anterior (55% de similitud), clasificándose como bosque de *Quercus-Carya-Pinus*, en términos de cobertura y en conjunto, en ambas cotas altitudinales es manifiesto el predominio de *Quercus canbyi*, *Carya ovata* y *Pinus teocote*; asociadas a estas, aunque con valores de cobertura menor destacan *Quercus rysophylla*, *Q. laceyi*, *Q. polymorpha* y *Randia rhagocarpa*. En este subgrupo queda incluida la gimnosperma *Dioon edule*, presente en ambas cotas altitudinales, especie considerada en peligro de extinción (CITES y NOM 059, SEMARNAT 2001), con distribución restringida en comunidades de encinar y transiciones de matorral submontano y encinar. Otras especies comunes presentes con valores de cobertura relativamente bajos son *Havardia pallens* y *Syderoxylum lanuginosum*, que frecuentemente constituyen parte del matorral submontano, sin embargo, se alcanzan cotas altitudinales mayores. **El subgrupo 2c** engloba dos elevaciones, 1,300 y 1,400 m.s.n.m. con un coeficiente de asociación del 35% con los dos subgrupos anteriores, constituye esencialmente un bosque de *Quercus rysophylla-Pinus teocote-P. pseudostrobus*. *Quercus rysophylla* sobresale del resto de las especies en términos de cobertura (60-75%), seguido por *Pinus teocote* (7-33%) y *P. pseudostrobus* (4-11%). *Arbutus xalapensis*, *Prunus serotina* y *Vaccinium kunthianum* se asocian como acompañantes, mismas que están ausentes en los subgrupos anteriores. **Subgrupo 2d** engloba como dominantes a especies de *Pinus* y *Quercus*, sin embargo, a diferencia de los anteriores subgrupos, las especies de coníferas son ligeramente mayores en términos de cobertura que las de encino. En este subgrupo quedan inmersas dos cotas altitudinales 1,700-1,800 m.s.n.m., esta cota altitudinal queda clasificada como bosque de *Pinus pseudostrobus-Quercus canbyi*, ambas especies son

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

dominantes en términos de cobertura sobre el resto. En esta comunidad vegetal *Pinus pseudostrobus* alcanza coberturas entre 60-70% de cobertura, con alturas promedio de 25 m.; otros elemento asociados a esta comunidad vegetal son *Arbutus xalapensis*, *Quercus canbyi*, *Prunus serotina* y *Quercus laeta*, este último no registrado en los anteriores subgrupos afines.

Los dos subgrupos restantes están constituidos cada uno, por una cota altitudinal, **subgrupo 2e** (1,600 m.s.n.m.) y **subgrupo 2f** (1,700 m.s.n.m.). La escasa diversidad (una especie) que los aglutina y el predominio de coberturas (31-88%) de *Pinus pseudostrobus* hace de ellos los subgrupos más heterogéneos, sin embargo, se pueden clasificar como comunidades de *Pinus-Quercus*. En ambas cotas, después de *Pinus*, el componente principal de cobertura lo manifiestan dos especies de *Quercus*, *Q. canbyi* (34%) y *Q. laeta* (27%). La fisonomía de estas comunidades vegetales es un bosque con cobertura densa con alturas de aproximadamente 25 m o menores. *Carya ovata* y *Quercus laurina* aparecen de manera esporádica, con valores de cobertura bajos (3% o menores), además de un estrato herbáceo dominado por coberturas de *Pteridium aquilinum* (1% o menores).

Grupo 3

Ciertos picos montañosos de la Sierra Madre Oriental de menor altitud (1,700 m.s.n.m.) localizados en la porción occidental de la cordillera y cuya humedad en menor por efecto de la barrera orográfica albergan una comunidad vegetal distintiva, caracterizada por sus formas biológicas de crecimiento, son de porte medio a bajo, alcanzando 2-3 m de altura, acompañados por un estrato de vegetación de mayor altura, 7-9 m, menos denso; esta asociación se puede categorizar como una transición de climas húmedos y frescos a semiáridos y más secos, donde se localizan elementos de ambos tipos climáticos. Las especies predominantes en cobertura en estas áreas son *Amelanchier denticulata*, *Rhus pachyrrachys* y *Fraxinus berlandierana* que constituyen el estrato bajo, mientras que el estrato alto lo conforman elementos dispersos de *Quercus canbyi* y *Q. polymorpha*, estas dos últimas especies con alturas bajas en comparación con los

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

encinares característicos de las regiones más húmedas y frescas; esta asociación de elementos se clasifica como Chaparral-encinar

Grupo 4

Los cinco sitios muestreados quedan ubicados dentro de las áreas climáticas semiáridas, se localizan en el lado occidental de la región montañosa de la Sierra Madre Oriental, adyacentes al Altiplano Mexicano entre las cotas altitudinales 1,577-2,140 m.s.n.m. Las formas biológicas dominantes son de tipo arbustivo medio (1.6-3 m altura) o raras veces alto (4.5-5 m altura), rosetófilas y coníferas bajas (3.5-6 m altura). Con base en sus componentes, estructura y fisonomía se reconocen dos subgrupos. **Subgrupo 4a**, incluye dos cotas altitudinales (1,577 y 1,687 m.s.n.m.), localizados en regiones montañosas bajas, en el lado occidental de la Sierra Madre Oriental, adyacentes al Altiplano Mexicano, caracterizado por climas semiáridos. La cobertura vegetal está constituida esencialmente por arbustivas inermes y un árbol bajo (84%) y rosetófilas (5%). Algunas peculiaridades de esta asociación son los altos valores de cobertura, pues las 14 especies dominantes superan el 5%, invariablemente sus hojas son coriáceas y en algunos casos se presentan reproducción vegetativa. La fisonomía del paisaje de esta asociación vegetal es tan densa que el acceso al interior de la comunidad es bastante difícil por lo intrincado y densidad de sus elementos. Con base en las características fisonómicas de las especies dominantes, cobertura, tipo de hoja, forma de reproducción, este subgrupo se clasifica como chaparral. Las especies dominantes en este subgrupo son *Fraxinus greggii*, *Amelanchier denticulata*, *Cercocarpus fothersgilloides*, *Lindleya mespiloides*, *Cowania plicata*, *Eysenhardtia texana*, *Gochnatia hyploeuca*, *Rhus virens* y *Painteria elachistophylla*. El estrato arbóreo bajo asociado lo constituyen *Quercus laceyi* y *Q. muhlenbergii*, mientras que el estrato bajo está conformado por *Agave striata*. **Subgrupo 4b**, incluye tres cotas altitudinales (1,700b, 1,940 y 2,140 m.s.n.m.), al igual que el anterior subgrupo, estos sitios se localizan en las zonas montañosas bajas, del lado occidental de la Sierra Madre Oriental, adyacentes (cota 1,770b m.s.n.m.) y dentro del Altiplano Mexicano (cotas 1,940 y

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

2,140 m.s.n.m.), caracterizados también por climas semiáridos. El 80% de la cobertura vegetal está constituida esencialmente por arbustivas inermes y una conífera de baja estatura y rosetófilas (5%). En este subgrupo predominan especies medianas y bajas (1.5 m) y coníferas bajas (en sitios adyacentes al Altiplano Mexicano, así como rosetófilas, en sitios dentro del Altiplano (formando parte del Desierto Chihuahuense). En este subgrupo predominan 10 especies con coberturas superiores a 5%, destacando *Agave striata*, *A. lophantha*, *Mortonia gregii*, *Dasyllirion berlandieri*, *Leucophyllum zygophyllum*, *Lindleya mespilioides*, *Pinus cembroides*, *Viguiera stenoloba* y *Fraxinus greggii*. Por su composición y diversidad vegetal, así como su estructura, este subgrupo se clasifica como matorral de *Agave-Mortonia* con eminencias de *Pinus cembroides*. La presencia de *Lidleya mespilioides* frecuente en las áreas de chaparral es indicativo de las afinidades climáticas de este subgrupo con el anterior, de igual forma, la presencia de *Pinus cembroides* y *Leucophyllum zygophyllum* dentro de la composición vegetal del subgrupo destaca la transición hacia climas más áridos donde los elementos rosetófilos predominan en ciertas áreas sobre el resto de las otras formas biológicas como el matorral micrófilo, este último predominante en el Desierto Chihuahuense.

Grupo 5

Este grupo está constituido por una cota altitudinal 2,050 m donde dos especies de coníferas de porte medio (1.8-6 m altura) son las dominantes, *Pinus cembroides* y *Juniperus monosperma*, ambas engloban el 99% de la cobertura vegetal del área. Asociadas a estas se registraron dos especies rosetófilas, *Agave striata* y *Yucca carnerosana*.

Grupo 6

Incluye una cota altitudinal (1,650 m.s.n.m.) localizada en las partes más bajas del extremo occidental de la S.M.O. y cuya particularidad es la presencia de suelos con altos contenidos de yeso y pendientes muy reducidas (menores de

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

3%). Dos estratos vegetales predominan en esta área, el arbóreo, constituido por la dominancia en cobertura de *Pinus arizonica* (71%) y *Juniperus monosperma* (29%), el estrato herbáceo es dominado por gramíneas (*Bouteloua* spp.) y herbáceas perennes (*Krameria ramosissima*, *Croton dioicus* y *Brickellia veronicaefolia*). En la región centro-sur del estado de Nuevo León se localizan de manera dispersa afloramientos de yeso, esta característica edáfica aunado al clima seco permiten la existencia de una flora variada, rica en endemismos (Johnston 1941; Rzedowski, 1978; Turner, 1994; Henrickson, 1997). La presencia y dominancia de *Pinus arizonica* se restringe a estos sitios con suelos particulares.

Grupo 7

Incluye dos pisos altitudinales (2,020 y 1,980 m.s.n.m.) localizadas en el Altiplano Mexicano, formando parte de las principales comunidades vegetales del Desierto Chihuahuense. La fisonomía del paisaje es de tipo matorral bajo o mediano, con predominio de las formas biológicas inermes sobre las espinosas y rosetófilas. Al igual que en todo el Desierto Chihuahuense, en esta área de estudio, predomina *Larrea tridentata* (coberturas 50-60%), el arbusto más común de los matorrales en México, otros elementos importantes, asociados a estos matorrales de *Larrea tridentata* son *Flourensia cernua* (23% cobertura), *Schaefferia cuneifolia*, *Parthenium argentatum*, *Yucca carnerosana*, *Y. filifera*, *Opuntia imbricata* y *Celtis pallida*.

Grupo 8

Lo constituye una cota altitudinal (1,890 m.s.n.m.) localizada en valles intermontanos cuyos suelos muestran altos contenidos de yeso. La vegetación dominante constituye pastizales bajos (10-15 cm altura) y constituyen fragmentos circundados principalmente por matorrales de *Larrea tridentata*. Su composición vegetal está constituida predominantemente por especies herbáceas, particularmente gramíneas de porte bajo (10-15 cm altura). Los elementos dominantes en cobertura son *Muhlenbergia villiflora* var. *villiflora*, *Lepidium montanum*, *Thymophylla aurea*, *Scleropogon brevifolius*, *Nerisyrenia linearifolia* y

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Euphorbia stictospora. Estas áreas son el hábitat del “perrito de la praderas” *Cynomys mexicanus*. Por sus características edáficas, estructura y predominancia de gramíneas, ésta asociación vegetal se clasifica como pastizal gipsófilo.

6.7 Resultados de las variables ambientales edáficas

Las comunidades vegetales de matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano presentaron valores de pH neutro, en las comunidades que albergan pino-encino, encino-pino y en bosques de encino el pH es ligeramente ácido y en comunidades de pino presentan pH muy ácido y en las demás comunidades de chaparrales, bosques de *Pinus cembroides*, *Pinus arizonica*, matorral micrófilo, matorral rosetófilo, izotal, distribuidas en las zonas montañosas y en altiplano mexicano presentan pH alcalino, esto es debido a que son suelos más blancos con gran contenido de yeso, con respecto al contenido de materia orgánica y carbono orgánico todas las comunidades distribuidas a través del gradiente altitudinal presentaron alto contenido, esto es debido a que se tomó una sola muestra de suelo a 30 cm de profundidad y con respecto a la textura del suelo los matorrales distribuidas en la Llanura Costera del Golfo Norte fueron de textura franco-arenoso y franca, las comunidades que alberga la Sierra Madre Oriental contiene texturas franco-arenosa, franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa y franca y las asociaciones vegetales que se distribuyen en el altiplano mexicano presentan textura franca, franco-limosa y franca-arenosa, (valores se presentan en la Tabla 2, Apéndice I).

7. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

La vegetación en los diferentes gradientes altitudinales es heterogénea. En las partes bajas se registran matorrales con la mitad de las especies espinosas y la mitad sin espinas, son matorrales con abundante diversidad, los climas en estas

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

áreas son relativamente diferentes y la conformación de suelo también es diferente lo que conlleva a una heterogeneidad de diversidad en las diferentes asociaciones vegetales. (Cabrera, 1976; Cavagnaro, 1988; Ezcurra *et al*, 1991; Martínez carretera, 1999, 2004; Mendez, 2004), observaron en áreas serranas y montañosas, cambios en la distribución de las especies de plantas vasculares pueden asociarse a la heterogeneidad ambiental es inducida por el relieve.

Los patrones de vegetación que se observan típicamente a lo largo de los gradientes altitudinales, son el resultado de complejas interacciones entre factores como la elevación, el grado de exposición a la radiación solar y la posición en el relieve entre otros (Whittaker *et al*, 1967; McAulife, 1994; Funes & Cabido, 1995).

En el área de estudio los bosques esclerófilos predominan en las partes más húmedas del área, en especial en las montañas de la Sierra Madre Oriental, predominan en valores de cobertura sobre otras especies. Son más abundantes en la exposición este, la parte más húmeda de la región en el área de estudio.

En planicies altas, por encima de los 1,400 m, al extremo oeste de la Sierra madre Oriental, en las partes más áridas de la zona de estudio predominan los matorrales micrófilos.

En la parte de la Planicie Costera del Golfo y la Sierra Madre Oriental, donde predominan los vientos húmedos provenientes del Golfo de México presentan una alta diversidad vegetal, donde observamos una variación entre 15 a 30 especies en los niveles altitudinales 300-1,800 m; en algunas áreas en especial la cota de los 500 m, se registró mayor diversidad, con más de 30 especies en promedio por sitio, mismas que pertenecen a la transición entre matorral tamaulipeco y matorral submontano. Para matorral submontano en el estado de Nuevo León (Estrada, 1998) concluyó que los contenidos de calcio, arcilla y materia orgánica en el suelo, fueron los factores químicos más relevantes porque influyen en la composición de

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

la vegetación; mientras que el relieve, altitud, pendiente y exposición, no marcaron una diferencia significativa en la presencia y distribución de especies.

La diversidad se va reduciendo conforme la humedad se va reduciendo, esto es palpable en los matorrales del Altiplano Mexicano, donde los matorrales rosetófilos y las comunidades halófitas poseen menos diversidad que los matorrales de la planicie y los bosques de encino. Tanto la elevación como la exposición de las laderas juegan un papel importante como determinantes de las condiciones microclimáticas a lo largo de estos gradientes. Mientras tanto, los cambios en el relieve afectan propiedades edáficas tales como la profundidad y el desarrollo del perfil, el contenido de materia orgánica, el pH y la humedad (Archer, 1984; Burker *et al.*, 1989; Hsieh *et al.*, 1998; Guerrero-Campo *et al.*, 1999; Burker, 2003), así como a los procesos de formación de suelo (Whittaker *et al.*, 1967; McAuliffe, 1994). Las especies vegetales responden a las variaciones ambientales produciéndose, en consecuencia, cambios significativos en la composición y estructura de las comunidades.

Las formas biológicas rosetófilas, crassicaules y esferocaulas predominan en las áreas semiáridas y áridas del área de estudio. Mientras que los matorrales y árboles predominan en las partes más húmedas del área de estudio.

La estructura de los matorrales de planicie y los bosques de encino y encino-pino son más similares a los matorrales de la altiplanicie. En las regiones de clima árido las diferencias en las características de la topografía, del substrato geológico y del suelo ejercen, a menudo, mayor influencia sobre la distribución de la vegetación que los que acusa la misma precipitación pluvial (Rzedowski, 1978).

Las áreas de pastizal son las que presentan menor diversidad, debido a las actividades antropogénicas ya que se encontró evidencia de la práctica de ganadería extensiva en la zona.

8. RECOMENDACIONES

Para esta investigación se recomienda continuar con la aplicación de análisis de estadísticas de ordenación para las variables bióticas y abióticas. Análisis de gradiente indirecto mediante de correspondencia sin tendencias (ACST) para diferenciar el comportamiento unimodal de las variables bióticas y las ambientales, igual como también un análisis de gradiente directo Correspondencia Canonica (ACC), para las variables físicas y edáficas, con el fin de obtener la correlación entre dichas variables y la elevación y también para las variables bióticas y abióticas para así poder determinar los patrones que más influyen en la distribución de la vegetación a través del gradiente altitudinal en el centro-sur del Estado de Nuevo León.

También, para futuras investigaciones de clasificación y ordenación de los patrones que más influyen en la distribución de la vegetación existente en un área de estudio de interés incluir variables climáticas como precipitación, temperatura y humedad medibles en los sitios muestreados ya que se obtendrán datos confiables de los sitios estudiados, que ayudaran a determinar con confiabilidad los patrones de distribución de la vegetación del sitio ya que las estaciones meteorológicas se encuentra a veces muy lejos de los sitios estudiados.

9. LITERATURA CITADA

- Alatalo R. 1977. Componente de la diversidad: con interacción de análisis multivariable. 58: 900-906.
- Archer, S. 1984. The distribution of photosynthetic pathway types on a mixed-grass prairie hillside, *Am. Midl. Nat.* III; 138-142.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, and E. Loa, editors. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1: 1 000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Bonham, C. 1981. *Methods for sampling plant communities*. McGraw Hill, USA.
- Burke, A. 2003. How special are Etendeka mesa? Flora and elevation gradients in an arid landscape in north-west Namibia. *J. Arid Environ*, 55; 747-764.
- Burke, I. C., W.A. Reiners & R. K. Olson., 1989. Topographic control of vegetation in mountain big sagebrush steppe, *vegetation* 84; 77-86.
- Cabrera., A. L. 1976, Regiones fitogeográficas Argentinas. In. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería*, 2nd ed 2; 1-85. Ed, Acme, Buenos Aires.
- Cavagnaro, J. B. 1988, Distribution of C₃ and C₄ grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina, *oecologia* 76; 273-277.
- Cervantes B., J.F. y G. Alfaro, S. 2001. La Ecología del paisaje en el contexto del desarrollo sustentable. CIAU-Facultad de arquitectura. Instituto de Geografía. UNAM. Disponible en: <http://www.brocku.ca/epi/lbek/borja.html>.
- Estrada, A. E., 1998. El matorral submontano en el estado de Nuevo León, México. Unpublished Ph.D. thesis. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. 156 pp.
- Estrada, C. A. E. 1998. Ecología del matorral submontano en el estado de Nuevo León, México. Tesis Doctoral. Facultad de Zootecnia-Universidad Autónoma de Chihuahua, División de Posgrado e Investigación, Chihuahua, Chihuahua, México. pp. 190.
- Ezcurra, E., C. Montaña & S. Arizaga, 1991. Architecture, light interception and distribution of *Larrea* species in the monte desert, Argentina, *Ecology* 72; 23-34.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

- Funes, G. & M. Cabido. 1995. Variabilidad local y regional de la vegetación rupícola de las Sierras Grandes de Cordoba, Argentina. *Kurtziana* 24; 173-188.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koëpen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª ed.
- Gauch, H.G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, New York.
- González, P.A. y Sosa, C.M. 2003. Análisis de la vegetación del área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena (desierto chihuahuense, México) utilizado Modelos Digitales de Elevación. *Ecosistemas* 2003/2 (URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/032/investigacion1.htm>).
- González-Medrano, F. 1972. La vegetación del nordeste de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*. Universidad Nacional Autónoma de México. 43: 11-50.
- Guerrero-Campo, J., F. Alberto, J. Hodgson, J. M. Garcia-Ruiz & Montserrat-Martí, 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. I. Interactions with topographic factors and soil erosion. *J. arid environ.* 41; 401-410.
- Hook, P.B. & I. C. Burke. 2000. Biogeochemistry in a shortgrass landscape: control by topography, soil texture, and microclimate. *Ecology* 81 (10): 2686-2703.
- Hook, P.B. & I. C. Burke. 2000. Biogeochemistry in a shortgrass landscape: control by topography, soil texture, and microclimate. *Ecology* 81 (10): 2686-2703.
- Hseh. 1998. Altitudinal zonation of evergreen broad-leaved forest on mount lopei, Taiwan, *J. Veg. Sci*, 9.2. 201-212.
- Hsieh, C.-F., Z-S. Chen. Y-M. HSU. K.-C. Yang & T.-H.
- HURLBERT, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- Klopatek, J., Krummel, J., Mankin, J., O'Neill, R. B. 1983. A theoretical approach to regional environmental conflicts. *J. Environ. Manage.* 16: 1-15.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecología Estudio de la Distribución y Abundancia*. Segunda edición. Editorial HARLA, México pp. 753.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecología Estudio de la Distribución y Abundancia*. Segunda edición. Editorial HARLA, México pp. 753.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

- Lawesson, E.J. 2000. Danish deciduous forest type. *Plant Ecology*, 151:199-221.
- Lawesson, E.J. 2000. Danish deciduous forest type. *Plant Ecology*, 151:199-221.
- Magurran, A.E. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*, traducción Antonia M. Cirer, Barcelona, España. 277 Pp.
- Manly, B.F. 1992. *Multivariate methods*. Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- Martínez Carretero, E. 1999. Saxicolous and riparian vegetation of a piedmont in central-western Argentina. *J. Arid Environ.* 42; 305-317.
- Martínez Carretero, E. 2004. La provincia fitogeográfica de la payunia. *Bol. Soc. Argent. Bot*, 39; 195-226.
- McAuliffe, J. R. 1994. Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert Bajadas, *Ecol. Monogr.* 64; 111-148.
- Méndez, E. 2004. La vegetación de los Altos Andes I. pisos de vegetación del flanco oriental del cordón del plata (Mendoza, Argentina), *Bol. Soc. Argent. Bot*, 3p; 227-253.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Muller, C. H. 1939. Relation of the vegetation and climatic types in Nuevo León, México. *American Midland Naturalist* 21: 687-729.
- PROFEPA. 2002. *Deforestación de Selvas y Bosques Tropicales*.
- Rodrigues, F.M. and D. Filho. J. 1998. Hierarchical structure of distances: effects of matrix size, spatial distribution and correlation structure among gene frequencies. *Genet. Mol. Biol.* 21:233-240.
- Rojas-Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. Pp. 97-110.
- S.P.P., 1981a. *Carta Estatal Vegetación y uso de suelo, estado de Tamaulipas*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- S.P.P., 1981b. *Carta Estatal Vegetación y uso de suelo, estado de Nuevo León*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

- S.P.P., 1986. Síntesis geográfica de México, estado de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- Sánchez G. A. y López M. L. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal, Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 74(1): 47-71.
- SAS Institute., 1985. SAS user's wide: basics, version 5. SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina.
- Smitinand, T. 1994. Overview of the status of biodiversity in tropical and temperate forests in Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest. 1994. 1-4.
- Sneath, P.H. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. WH. Freeman, San Francisco.
- SPELLERBERG, I. F. 1991. Monitoring ecological change. Cambridge University Press, UK, 334 pp.
- UNEP. 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Vetaas, O. R. & Ram. P. Chaudhary. 1998. Scale and species-environment relationships in a central Himalaya oak forest. Nepal, Plant Ecology, 134:67-76.
- Vetaas, O. R. & Ram. P. Chaudhary. 1998. Scale and species-environment relationships in a central Himalaya oak forest. Nepal, Plant Ecology, 134:67-76.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 58: 236-244.
- Whittaker, R.H., S.W. Buol. W.A. Niering & Y. H. Havens 1967. A soil and vegetation pattern in the Santa Catalina Mountains, Arizona. Ecology 48; 440-450.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

10. APENDICE I TABLAS

Tabla 1. Se presentan las coordenadas **UTM DATUM NAD 27** de cada uno de los sitios muestreados a través del gradiente altitudinal en el Centro-Sur del Estado de Nuevo León, México.

Coordenadas de los niveles altitudinales muestreados									
Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.	Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.
Llanuras Costera del Golfo Norte	MET	300	456565	2736340	Sierra Madre Oriental	BPQ	1700 (A)	423845	2731753
	MET	300	456565	2736323		BPQ	1700 (A)	423851	2731792
	MET	300	456571	2736304		BPQ	1800	423647	2731484
	MET	300	456568	2736359		BP	1800	423647	2731534
	MET	300	456580	2736376		BP	1800	423637	2731567
	MET	400	438303	2744266		BP	1800	423645	2731607
	MET	400	438305	2744288		BP	1800	423641	2731650
	MET	400	438291	2744300		Chaparral	1577	406715	2735424
	MET	400	438271	2744299		Chaparral	1577	406718	2735438
	MET	400	438325	2744254		Chaparral	1577	406716	2735465
	MSM	500	429556	2739696		Chaparral	1577	406714	2735481
	MSM	500	429563	2739712		Chaparral	1577	406709	2735498
	MSM	500	429559	2739733		Chaparral	1687	405869	2736438
	MSM	500	429556	2739673		Chaparral	1687	405865	2736453
	MSM	500	429562	2739652		Chaparral	1687	405853	2736469
	MSM	600	425428	2737059		Chaparral	1687	405847	2736477
	MSM	600	425415	2737073		Chaparral	1687	405843	2736434
	MSM	600	425397	2737084		Chaparral	1777	404380	2737309
	MSM	600	425380	2737086		Chaparral	1777	404351	2737306
	Sierra Madre Oriental	MSM	600	425357		2737075	Chaparral	1777	404329
BQ		700	425368	2734883	Chaparral	1777	404290	2737293	
BQ		700	425336	2734875	Chaparral	1777	404409	2737312	
BQ		700	425413	2734897	BP	1700 (B)	399410	2738285	
BQ		700	425449	2734908	BP	1700 (B)	399383	2738305	
BQ		700	425487	2734927	BP	1700 (B)	399359	2738331	
BQ		800	424901	2734154	BP	1700 (B)	399332	2738287	
BQ		800	424918	2734182	BP	1700 (B)	399355	2738273	
	BQ	800	424974	2734200	Grandes	BP	1650	395444	2738029

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Coordenadas de los niveles altitudinales muestreados									
Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.	Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.
	BQ	800	425001	2734227	Llanuras de Norte América	BP	1650	395444	2738002
	BQ	800	425017	2734265		BP	1650	395466	2737965
	BQ	900	424595	2733734		BP	1650	395470	2737943
	BQ	900	424616	2733748		BP	1650	395487	2737919
	BQ	900	424646	2733775		BP	2050	385558	2729763
	BQ	900	424674	2733814		BP	2050	385527	2729756
	BQ	900	424727	2733842		BP	2050	385501	2729737
	BPQ	1000	424845	2733226		BP	2050	385480	2729764
	BPQ	1000	424828	2733198		BP	2050	385506	2729789
	BPQ	1000	424811	2733165		IZOTAL	2020	380467	2731400
	BPQ	1000	424782	2733144		IZOTAL	2020	380448	2731431
	BPQ	1000	424810	2733242		IZOTAL	2020	380436	2731437
	BPQ	1100	424908	2732625		IZOTAL	2020	380505	2731258
	BPQ	1100	424898	2732585		IZOTAL	2020	380499	2731225
	BPQ	1100	424888	2732642		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373600	2731353
	BPQ	1100	424848	2732622		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373596	2731349
	BPQ	1100	424823	2732622		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373592	2731338
	BPQ	1200	424674	2732317		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373593	2731328
	BPQ	1200	424693	2732358		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373584	2731321
	BPQ	1200	424692	2732384		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373582	2731309
	BPQ	1200	424645	2732412		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373577	2731302
	BPQ	1200	424602	2732407		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373573	2731292
	BQP	1300	424604	2732205		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373569	2731283
	BQP	1300	424568	2732227		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373567	2731274
	BQP	1300	424535	2732249		PASTIZAL HALÓFITO	1890	373560	2731266

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Coordenadas de los niveles altitudinales muestreados									
Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.	Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.
	BQP	1300	424500	2732258		PASTIZAL HALÓFITO	1890	366131	2730490
	BQP	1300	424477	2732245		PASTIZAL HALÓFITO	1890	366114	2730497
	BQP	1400	424456	2732011		PASTIZAL HALÓFITO	1890	366100	2730504
	BQP	1400	424426	2732036		PASTIZAL HALÓFITO	1890	366089	2730512
	BQP	1400	424388	2732047		PASTIZAL HALÓFITO	1890	366073	2730521
	BQP	1400	424356	2732062		MATORRAL MICROFILO	1980	366131	2730490
	BQP	1400	424343	2732098		MATORRAL MICROFILO	1980	366114	2730497
	BQP	1500	424018	2732272		MATORRAL MICROFILO	1980	366100	2730504
	BQP	1500	424005	2732304		MATORRAL MICROFILO	1980	366089	2730512
	BQP	1500	423982	2732347		MATORRAL MICROFILO	1980	366073	2730521
	BQP	1500	424002	2732266		MATORRAL XERÓFILO	1940	376936	2730644
	BQP	1500	424005	2732233		MATORRAL XERÓFILO	1940	376952	2730653
	BPQ	1600	423998	2731908		MATORRAL XERÓFILO	1940	376960	2730667
	BPQ	1600	424013	2731943		MATORRAL XERÓFILO	1940	376960	2730688
	BPQ	1600	423991	2731978		MATORRAL XERÓFILO	1940	376957	2730703
	BPQ	1600	423980	2732010		MATORRAL XERÓFILO	2140	362444	2729784
	BPQ	1600	423941	2732030		MATORRAL XERÓFILO	2140	362438	2729803
	BPQ	1700 (A)	423834	2731715		MATORRAL XERÓFILO	2140	362436	2729819

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Coordenadas de los niveles altitudinales muestreados									
Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.	Prov. Fisiográf.	Tipo de Vegetación	Cota	LAT.	LONG.
	BPQ	1700 (A)	423823	2731688		MATORRAL XERÓFILO	2140	362426	2729833
	BPQ	1700 (A)	423821	2731665		MATORRAL XERÓFILO	2140	362420	2729847

Tipo de vegetación; MET= Matorral Espinoso Tamaulipeco, MSM= Matorral submontano, BQ= Bosque de encino, BP= Bosque de pino, BQP= Bosque de encino-pino, BPQ= Bosque de pino-encino,

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Tabla 2. Valores de los resultados del análisis de las variables edáficas y físicas evaluadas a través del gradiente altitudinal en el Centro-Sur del Estado de Nuevo León, México.

Variables ambientales(Edáficas)									
Variables Físicas	pH (%)	Valoración	M.O (%)	C.O (%)	Valoración	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Valoración
300	6.89	Neutro	5.23	3.03	Muy Alto	65.5	26.5	8	Franco Arenosa
400	7.18	Neutro	7.36	4.27	Muy Alto	39	38	23	Franca
500	7.13	Neutro	8.79	5.10	Muy Alto	51.6	36	12.4	Franca
600	6.49	Poco Ácido	7.20	4.18	Muy Alto	32.5	44	23.5	Franca
700	5.29	Ácido	4.58	2.66	Muy Alto	39.5	49	11.5	Franca
800	6.38	Poco Ácido	7.04	4.08	Muy Alto	29.6	49.5	20.9	Franca
900	7.53	Alcalino	9.51	5.52	Muy Alto	14	50	36	Franco Arcillo Limosa
1000	5.87	Poco Ácido	3.98	2.31	Alto	52	35.5	12.5	Franca
1100	6.14	Poco Ácido	8.22	4.77	Muy Alto	56	31.5	12.5	Franco Arenosa
1200	6.68	Neutro	4.49	2.61	Muy Alto	21	43.5	35.5	Franco Arcillosa
1300	5.31	Ácido	3.92	2.27	Alto	38.1	37	24.9	Franca
1400	4.07	Muy Ácido	2.54	1.47	Mediano	45	40	15	Franca
1500	4.3	Muy Ácido	4.91	2.85	Muy Alto	9.5	62	28.5	Franco Arcillo Limosa
1600	6.21	Poco Ácido	7.38	4.28	Muy Alto	16.1	41.5	42.4	Arcillo Limosa
1700A	7.19	Neutro	4.32	2.50	Alto	13.6	34	52.5	Arcillosa
1800	4.48	Muy Ácido	4.46	2.59	Muy Alto	19.6	70	10.4	Franco Limosa
1577	7.52	Alcalino	7.13	4.13	Muy Alto	65.5	27	7.5	Franco Arenosa
1687	7.68	Alcalino	10.99	6.37	Muy Alto	37.5	36.5	26	Franca
1777	7.58	Alcalino	8.81	5.11	Muy Alto	18.5	35.5	46	Arcillosa
1700B	7.71	Alcalino	9.71	5.63	Muy Alto	48.6	50.5	0.9	Franco Limosa
1650	7.88	Alcalino	1.13	0.65	Escaso	23	69.5	7.5	Franco Limosa
2050	7.83	Alcalino	7.47	4.33	Muy Alto	61.6	36.5	1.9	Franco Arenosa
2020	7.78	Alcalino	4.53	2.63	Muy Alto	52	43	5	Franco Arenosa
1890	7.81	Alcalino	2.02	1.17	Mediano	37.5	60	2.5	Franco Limosa
1980	7.92	Alcalino	1.70	0.99	Mediano	32	48	20	Franca
1940	7.72	Alcalino	5.50	3.19	Muy Alto	51.5	37.5	11	Franca
2140	7.76	Alcalino	5.01	2.91	Muy Alto	52.1	38	9.95	Franca

pH= Potencial de hidrogeno, M.O= Contenido de materia orgánica, C.O. = Contenido de carbono orgánico, Textura (Aren= Arena, Lim=Limo y Arcill= Arcilla)

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

Tabla 3. Valores de los resultados de las variables físicas evaluadas a través del gradiente altitudinal en el Centro-Sur del Estado de Nuevo León, México.

Variables Físicas										
Variables ecológicas (msnm)	Roca (%)	Suelo desnudo (%)	Hojarasca (%)	Gravas y piedras (%)	otros (%)	Espesor de mantillo (cm)	Pendiente (%)	Exposición	Profundidad del suelo (cm)	Fisiografía
300	4.8	18.2	39.6	36.8	0.6	1.1	9.8	E	40	L
400	1.64	4.28	91.68	2.4	0	1.64	0	Z	42	V
500	0.60	10.32	85.81	3.27	0	1.7	7.5	E	38	L
600	0	7.88	83.76	4.76	3.6	6.5	35	E	55	L
700	1	15.08	68.08	15.04	0.8	2	40	NE	42	L
800	5.78	7.44	70.65	10.06	6.07	6.7	10.7	SE	18	L
900	9.92	5.78	70.8	9.5	4	6	8	E	45	L
1000	0	1.4	90.6	0.12	7.88	6	8	NE	40	L
1100	1.36	3.12	86.16	4.68	4.68	10	27.5	NE	19	L
1200	5.08	4.04	82	3.4	5.48	8.3	27	SE	25	L
1300	1.72	3.52	85.2	3.36	6.2	13	18	SE	50	L
1400	1.04	3.28	86.52	2.12	7.04	8.7	30	NE	55.5	L
1500	2.8	3.6	81	4.64	7.96	10	22.5	NE	56	L
1600	3	4.32	80.08	2.6	10	13	29	E	32	L
1700A	23.56	8.68	18.32	48.84	0.6	4	70	E	11	L
1800	13.8	1.4	73	0.6	11.2	0.6	11.2	Z	14.5	M
1577	27.4	12.2	7.6	45.4	7.4	2	30	E	15	L
1687	18	12	6.2	58	5.8	1	10	NE	8	L
1777	10	13	44	29	4	8	20	NE	30	L
1700B	24	8	20	47	1	2	8	S	9.5	L
1650	0	12	82	0	6	2	0	Z	80	P
2050	7	12	44	32	5	5	0	Z	30	P
2020	1.2	26	1	34	37.8	1	0	Z	80	P
1890	0	43.3	1.2	5.0	50.5	0	0	Z	90	P
1980	0.5	17.5	2.5	28.75	50.75	0.5	0	Z	15	P
1940	31.25	21.25	0	47.5	0	0.5	15	SE	10	L
2140	44	13	0	43	0	1	13	NE	10	L

Exposición; N= Norte, S= Sur, E= Este, Z= Cenital, NE= Noreste, Y SE= Sureste

Fisiografía; L= Ladera, V= Valle, P= Planicie y M= Meseta

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

11. Apéndice II

Listado de especies, géneros y familia registradas a través del gradiente altitudinal en el Centro-Sur del Estado de Nuevo León, México.

No. Esp.	Familia	Género	Especie	Autor sp.
1	ACANTHACEAE	<i>Jacobinia</i>	<i>incana</i>	(Nees) Hemsl.
2		<i>Agave</i>	<i>americana</i>	L.
3		<i>Agave</i>	<i>lecheguilla</i>	Torr.
4		<i>Agave</i>	<i>striata</i>	Zucc.
5	AGAVACEAE	<i>Agave</i>	<i>macroculmis</i>	Tod.
6		<i>Agave</i>	<i>parrasana</i>	A. Berger
7		<i>Yucca</i>	<i>filifera</i>	Hort. ex Engelm
8		<i>Yucca</i>	<i>carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey
9		<i>Agave</i>	<i>lophantha</i>	Schiede
10		<i>Pistacia</i>	<i>texana</i>	Swingle
11	ANACARDIACEAE	<i>Toxicodendron</i>	<i>radicans</i>	(L.) Kuntze
12		<i>Rhus</i>	<i>virens</i>	Lindh. ex A. Gray
13		<i>Rhus</i>	<i>pachyrrachys</i>	
14	APIACEAE	<i>Eryngium</i>		L.
15	ARECACEAE	<i>Brahea</i>	<i>dulcis</i>	(Kunth) Mart.
16	ASPHODELACEAE	<i>Asphodelus</i>	<i>fistulosus</i>	L.
17		<i>Ageratina</i>	<i>petiolaris</i>	(DC) R.M. King
18		<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosum</i>	Less.
19		<i>Gochnatia</i>	<i>hypoleuca</i>	(DC.) A. Gray
20		<i>Ageratina</i>	<i>havanensis</i>	Kunth
21		<i>Koanophyllon</i>	<i>longifolium</i>	(B.L. Rob)
22		<i>Stevia</i>	<i>berlandieri</i>	A. Gray
23		<i>Senecio</i>	<i>roldana</i>	DC.
24		<i>Viguiera</i>	<i>sp</i>	Kunth.
25	ASTERACEAE	<i>Chrysactinia</i>	<i>mexicana</i>	A. Gray
26		<i>Brickellia</i>		L.
27		<i>Viguiera</i>	<i>dentata</i>	(Cav.) Spreng.
28		<i>Parthenium</i>	<i>argentatum</i>	A. Gray
29		<i>Thymophylla</i>	<i>aurea</i>	(A.Gray) Greene ex Britton & A.Br.
30		<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	DC.
31		<i>Zaluzania</i>	<i>triloba</i>	(Ortega) Pers.
32		<i>Parthenium</i>	<i>confertum</i>	A. Gray
33		<i>Viguiera</i>	<i>stenoloba</i>	S. F. Blake
34		<i>Parthenium</i>	<i>incanun</i>	Kunth
35	BERBERIDACEAE	<i>Berberis</i>	<i>chochoco</i>	Schldtl.
36		<i>Berberis</i>	<i>gracilis</i>	Benth.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

No. Esp.	Familia	Género	Especie	Autor sp.
37		<i>Berberis</i>	<i>trifoliata</i>	Moric
38	BIGNONIACEAE	<i>Tecoma</i>	<i>stans</i>	Juss.
39	BORAGINACEAE	<i>Cordia</i>	<i>boissieri</i>	A.DC.
40	BRASSICACEAE	<i>Lepidium</i>	<i>montanum</i>	Nutt. in Torr. & Gray
41		<i>Nerisyrenia</i>	<i>linearifolia</i>	Geene
42	CACTACEAE	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	S. Watson
43		<i>Opuntia</i>	<i>leptocaulis</i>	DC.
44		<i>Opuntia</i>	<i>lindheimeri</i>	engelm
45		<i>Echinocactus</i>	<i>platyacanthus</i>	Link. & Otto
46		<i>Opuntia</i>	<i>imbricata</i>	(Haw.) DC.
47	CAPPARACEAE	<i>Ferocactus</i>	<i>pilosus</i>	(Galeotti) Werderm.
48		<i>Koeberlinia</i>	<i>spinosa</i>	Zucc.
49		<i>Neopringlea</i>	<i>integrifolia</i>	S. Watson
50	CELASTRACEAE	<i>Mortonia</i>	<i>greggii</i>	A. Gray
51		<i>Schaefferia</i>	<i>cuneifolia</i>	A. Gray
52	CHENOPODIACEAE	<i>Atriplex</i>	<i>canescens</i>	Nutt.
53		<i>Juniperus</i>	<i>deppeana</i>	Steud.
54	CUPRESSACEAE	<i>Juniperus</i>	<i>flacida</i>	Schltld.
55		<i>Juniperus</i>	<i>monosperma</i>	Sargent
56	CYCADACEAE	<i>Dioon</i>	<i>edule</i>	Lindl.
57	DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>	(L.) Kuhn
58	EBENACEAE	<i>Diospyros</i>	<i>texana</i>	Scheele
59		<i>Diospyros</i>	<i>palmeri</i>	Eastw.
60	EPHEDRACEAE	<i>Ephedra</i>	<i>antisyphilitica</i>	Berland, ex. C.A. Mey.
61	ERICACEAE	<i>Arbutus</i>	<i>xalapensis</i>	Kunth
62		<i>Vaccinium</i>	<i>kunthianum</i>	Klotzch
63		<i>Bernardia</i>	<i>myricaefolia</i>	Benth. & Hook
64	EUPHORBIACEAE	<i>Croton</i>	<i>torreyanus</i>	Müll. Arg.
65		<i>Croton</i>	<i>cortesianus</i>	Kunth
66		<i>Croton</i>	<i>ciliatoglandulifer</i>	Ortega
67		<i>Stillingia</i>	<i>sanguinolenta</i>	Mull. Arg.
68		<i>Euphorbia</i>	<i>antisyphilitica</i>	J. Meyrán
69		<i>Croton</i>	<i>dioica</i>	
70		<i>Euphorbia</i>	<i>strictospera</i>	
71	FABACEAE	<i>Eysenhardtia</i>	<i>polystachya</i>	Sarg.
72		<i>Chamaecrista</i>	<i>greggii</i>	(A. Gray) Pollard ex A. Heller
73		<i>Leucaena</i>	<i>pulverulenta</i>	(Schltld) Benth.
74		<i>Amicia</i>	<i>zygomeris</i>	DC.
75		<i>Astragalus</i>	<i>regiomontanus</i>	Barneby

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

No. Esp.	Familia	Género	Especie	Autor sp.
76		<i>Lupinus</i>	<i>Muelleri</i>	Standl.
77		<i>Eysenhardtia</i>	<i>texana</i>	Scheele
78		<i>Calia</i>	<i>secundiflora</i>	(Ortega) Yakovlev
79		<i>Quercus</i>	<i>canbyi</i>	Trel.
80		<i>Quercus</i>	<i>mexicana</i>	Humb. & Bonpl.
81		<i>Quercus</i>	<i>rysophylla</i>	Weath.
82		<i>Quercus</i>	<i>laceyi</i>	Small
83	FAGACEAE	<i>Quercus</i>	<i>polymorpha</i>	Schltl. & Cham.
84		<i>Quercus</i>	<i>laeta</i>	Liebm.
85		<i>Quercus</i>	<i>sartorii</i>	Liebm.
86		<i>Quercus</i>	<i>laurina</i>	Humb. & Bonpl.
87		<i>Quercus</i>	<i>pungens</i>	Liebm.
88		<i>Quercus</i>	<i>muehlenbergii</i>	engelm
89	FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma</i>	<i>flexuosum</i>	Hemsl.
90	FRANKENIACEAE	<i>Frankenia</i>	<i>gypsophila</i>	I. M. Johnst.
91	GARRYACEAE	<i>Garrya</i>	<i>ovata</i>	Benth.
92	KRAMERIACEAE	<i>Krameria</i>	<i>cytisoides</i>	Cav.
93		<i>Krameria</i>	<i>ramosissima</i>	S. Watson
94	LAMIACEAE	<i>Salvia</i>	<i>regla</i>	Cav.
95		<i>Salvia</i>	<i>chia</i>	Sessé & Moc.
96	LAURACEAE	<i>Litsea</i>	<i>pringlei</i>	Bartlett
97		<i>Persea</i>	<i>podadenia</i>	S. F. Blake
98	LEGUMINOSAE	<i>Painteria</i>	<i>elachistophylla</i>	Britton & Rose
99		<i>Dasyllirion</i>	<i>texanum</i>	Scheele
100	LILIACEAE	<i>Dasyllirion</i>	<i>berlandieri</i>	S. Watson
101		<i>Nolina</i>	<i>cespitifera</i>	Trel.
102	LOGANIACEAE	<i>Buddleja</i>	<i>parvifolia</i>	Willd. ex Schult. & Schult. f.
103		<i>Buddleja</i>	<i>tomentella</i>	Standl.
104	LYTHRACEAE	<i>Heimia</i>	<i>salicifolia</i>	Link & Otto
105	MALVACEAE	<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	G. Don
106	MELIACEAE	<i>Melia</i>	<i>azedarach</i>	L.
107		<i>Acacia</i>	<i>rigidula</i>	Benth.
108		<i>Calliandra</i>	<i>conferta</i>	Benth.
109		<i>Pithecellobium</i>	<i>pallens</i>	Standl.
110		MIMOSACEAE	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>
111	<i>Acacia</i>		<i>berlandieri</i>	Benth.
112	<i>Acacia</i>		<i>roemeriana</i>	Scheele
113		<i>Mimosa</i>	<i>texana</i>	Small
114	MORACEAE	<i>Morus</i>	<i>celtidifolia</i>	Kunth
115	OLEACEAE	<i>Forestiera</i>	<i>angustifolia</i>	Torr.

Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México.

No. Esp.	Familia	Género	Especie	Autor sp.
116		<i>Fraxinus</i>	<i>greggii</i>	A. Gray
117		<i>Fraxinus</i>	<i>cuspidata</i>	Torr.
118		<i>Fraxinus</i>	<i>berlandierana</i>	DC.
119		<i>Pinus</i>	<i>teocote</i>	Cham. & Schtdl.
120	PINACEAE	<i>Pinus</i>	<i>pseudostrobus</i>	Lindl.
121		<i>Pinus</i>	<i>arizonica</i>	Engelm. ex. Rothr.
122		<i>Pinus</i>	<i>cembroides</i>	Zucc.
123	POACEAE	<i>Muhlenbergia</i>	<i>villiflora</i>	Hitchcock var. Villiflora
124	PTERIDACEAE	<i>Pteris</i>	<i>longifolia</i>	L.
125		<i>Llavea</i>	<i>cordifolia</i>	Lag.
126		<i>Karwinskia</i>	<i>humboldtiana</i>	(Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.
127	RHAMNACEAE	<i>Leucophyllum</i>	<i>frutescens</i>	I. M. Johnst.
128		<i>Condalia</i>	<i>hookerii</i>	M. C. Johnst.
129		<i>Ceanothus</i>	<i>caeruleus</i>	Lag.
130		<i>Ceanothus</i>	<i>fendleri</i>	A. Gray
131		<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>	Ehrh.
132		<i>Cowania</i>	<i>plicata</i>	D. Don
133	ROSACEAE	<i>Cercocarpus</i>	<i>mojadensis</i>	Schneider
134		<i>Amelanchier</i>	<i>denticulata</i>	(Kunth) K. Koch
135		<i>Lindleya</i>	<i>mespiloides</i>	H. B. & K.
136		<i>Randia</i>	<i>rhagocarpa</i>	Standl.
137	RUBIACEAE	<i>Chiococca</i>	<i>pachyphylla</i>	Wernham
138		<i>Chiococca</i>	<i>alba</i>	(L.) Hitchc.
139		<i>Zanthoxylum</i>	<i>fagara</i>	Sarg.
140	RUTACEAE	<i>Helietta</i>	<i>parvifolia</i>	Benth.
141		<i>Decatropis</i>	<i>bicolor</i>	(Zucc.) Radlk.
142	SAPINDACEAE	<i>Dodonaea</i>	<i>viscosa</i>	Jacq.
143	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon</i>	<i>celastrinum</i>	Kunth
144		<i>Sideroxylon</i>	<i>lanuginosum</i>	Michx.
145	SOLANACEAE	<i>Cestrum</i>	<i>dumentorum</i>	Schlecht.
146		<i>Solanum</i>		L.
147	ULMACEAE	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	Torr.
148		<i>Celtis</i>	<i>laevigata</i>	Willd.
149	VERBENACEAE	<i>Lippia</i>	<i>graveolens</i>	H. B. & K.
150		<i>Lantana</i>	<i>camara</i>	L.
151	ZYGOPHYLLACEAE	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	J. M. Coult.